ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН - КОГАН С. В., ВЕЙС А. Л., ВИЛЬЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КАГАН В. Ф., КАЛИННИКОВ И. А., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КИРПИЧЕВ М. В., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В., КУЗЬМИНСКИЙ К. С., ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛИНДЕ В. В., МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., ПАЛЬЧИНСКИЙ П. И., СВЕРДЛОВ В. М., ХРЕННИКОВ С. А., ЧАРНОВСКИЙ Н. Ф., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ПЕРВЫЙ

А—АЭРОДИНАМИКА

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ✧ 1927

Издание осуществляется Акционерным Об-вом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство, Изд-во Коммунистической Академии, Изд-во «Вопросы Труда», Изд-во «Работник Просвещения», Изд-во Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Изд-во «Известия ЦИК СССР», Изд-во «Правда», Акционерное Об-во «Международная Книга», Государственный Банк СССР, Торгово-Промышленный Банк СССР, Госстрах СССР, Электробанк, Промиздат ВСНХ, Центробумтрест, Центросоюз, Внешторгбанк СССР, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Анилтрест, Азнефть, Резинотрест, Сахаротрест, Оруд.-Арсен. Трест, Изд-во Охраны Материнства и Младенчества. Председатель Правления Н. Н. Накоряков. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, Л. И. Стронгин.

ТОМ 1 Т. Э. ВЫШЕЛ 1 ЯНВАРЯ 1928 Г.

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Никольская, 6.
Адрес конторы Акционерного Об-ва: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., д. 9.
Главлит № 95.822. Тираж 21.000 экз.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная техника, итог всех научно-теоретических и практических знаний, накопленных человечеством за все время его существования, представляет собою тот фундамент, на котором зиждется все здание современной культуры, ту базу, на которой можно строить культуру будущего — социалистическое хозяйство и коммунистическое общество. Небывало быстрый темп развития современной техники далеко оставил за собой темп развития техники прошлых времен и создал новые методы, новые пути, новые возможности во всех областях человеческой культуры, распространяя свое влияние на все отрасли социальной жизни и обусловливая возможность и необходимость великих социальных переворотов.

Техническая Энциклопедия должна суммировать и обобщить колоссальную массу современных технических знаний. Непосредственные задачи Технической Энциклопедии сводятся к тому, чтобы охватить по возможности всю огромную область прикладной науки и практической техники. При этом Редакция считает своим долгом представить — насколько это окажется возможным в пределах намеченного объема издания — современное состояние технологических процессов, описать новейшие методы и установки, оценить с точки зрения современных социальных форм экономику и динамику промышленных предприятий разного типа. Одновременно Редакция не будет упускать из виду глубокой связи, существующей между успехами теоретических и точных наук и технологией и практическим осуществлением технической идеи в установке на заводе.

Кроме общих сведений энциклопедического характера Техническая Энциклопедия должна предоставить своему читателю также и необходимый для расчетов, проектирования и вообще для его практической деятельности фактический и цифровой материал, который Редакция считает целесообразным выделить в особое приложение: «Справочник физических, химических и технологических величин». Приложение это будет печататься частями, по 2—3 листа при каждом выпускаемом томе Технической Энциклопедии, с отдельной нумерацией страниц и по выходе в свет всей Технической Энциклопедии может быть легко отделено от томов и превращено в отдельный справочник. Этот справочник будет представлять значительное явление в истории русской научно-технической литературы, так как он восполнит пробел в узко-технических и специально-цифровых справочниках по разным отраслям техники. С другой стороны, выделение цифрового материала в справочник разгрузит самый текст Технической Энциклопедии и предоставит

возможность использовать весь объем основного издания для статей общего и описательного характера, для материала теоретического, конструктивного и экономико-статистического характера.

Редакция отдает себе отчет в огромных трудностях, которые будут встречаться на пути к осуществлению поставленных изданием целей. Дать на все вопросы ответы, достойные нашей великой эпохи и ее завоеваний и достижений, чрезвычайно трудно, а порой и невозможно: еще не выкристаллизовались окончательно новые понятия, многое еще не оформилось, немало вещей еще недостаточно уяснено и осознано и т. д. И тем не менее Редакция считает, что никогда еще издание Технической Энциклопедии не было так своевременно, как теперь, когда усвоение технических знаний стало для огромного круга людей настоятельной теоретической и практической необходимостью,—именно теперь, когда огромные массы жаждут усвоить колоссальные достижения науки и приложить свои силы к осуществлению великих возможностей, созданных завоеваниями техники.

Эта ясно осознанная общественная потребность в энциклопедических сводках знаний вообще и в техническом справочнике в частности побудила Президиум Редакции Большой Советской Энциклопедии создать из своих работников и лиц, привлеченных извне, особый редакционный аппарат для составления многотомного технического словаря, потребность в котором выявилась еще до империалистической войны и обострилась после пролетарской революции, выдвинувшей на авансцену хозяйственного строительства десятки тысяч новых людей: к прежней массе инженеров и специалистов-техников она прибавила огромную массу хозяйственников, стоящих на разных ступенях хозяйственного управления социалистическим производством.

Редакция сознает, что такой огромный научный труд, как Техническая Энциклопедия, сможет удовлетворить своему назначению только тогда, когда он станет плодом наиболее полного и всестороннего коллективного творчества, когда он станет результатом совокупных усилий как авторитетных лиц, так и научных учреждений. Поэтому Редакция в своих усилиях, направленных к осуществлению столь серьезного издания, работает и будет работать в полном контакте с центральными управлениями и регулирующими органами промышленности, с производственно-технической общественностью, научно-техническими и научно-исследовательскими институтами, с высшими учебными заведениями, с научными секциями профорганизаций и т. д. Редакционный совет и весь состав редакторов и авторов построены на принципе привлечения лучших сил в лице как отдельных ученых специалистов, так научных и учебных учреждений (Политехнический институт, Технологический институт, Горный институт, Горная академия, Химический институт, Высшее техническое училище, Московский институт инженеров транспорта и т. д.) и государственных и общественно-технических организаций (Научно-техническое управление ВСНХ СССР, Русское техническое об-во, Всесоюзная ассоциация инженеров и т. д.).

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

Главный Редактор — инж. **Л. К. Мартенс.** | Ученый Секретарь — инж. **А. Л. Вейс.**
Зам. Гл. Редактора — проф. **М. Б. Вольфсон.** | Зав. Изд. Частью — **К. С. Кузьминский.**

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Авиация, воздухоплавание.
Юрьев Б. Н., проф.
Автомобильное дело, авиационные и автомобильные двигатели.
Брилинг Н. Р., проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, жилищное строительство, коммунальное хозяйство.
Долгов А. Н., проф.
Щусев А. В., акад. архит.
Запорожец И. К., архит.
Красин Г. Б., инж.
Астрономия.
Казаков С. А., проф.
Бумажное производство.
Жеребов Л. П., проф.
Военная и морская техника, судостроение.
Боклевский К. П., проф.
Михайлов В. С., инж.
Фишман Я. М.
Геодезия (высшая и низшая).
Орлов П. М., проф.
Кочеулов П. Ф., проф.
Гидротехника, гидравлика.
Эссен А. М., инж.
Двигатели внутреннего сгорания.
Гиттис В. Ю., проф.
Мартенс Л. К., инж.
Детали машин и подъемные механизмы.
Холмогоров И. М., проф.
Добывающая промышленность и горное дело.
Губкин И. М., проф.
Пальчинский П. И., проф.
а) Геология и минералогия.
Федоровский Н. М., проф.
б) Драгоценные камни.
Ферсман А. Е., акад.
в) Каменный уголь.
Терпигорев А. М., проф.
г) Нефть.
Губкин И. М., проф.
д) Руда металлическая.
Таубе Е. А., проф.
е) Силикатная промышленность.
Швецов Б. С., проф.
ж) Торф.
Радченко И. И.

Дороги и дорожное строительство.
Крынин Д. П., проф.
Железнодорожное дело.
Шухов В. В., проф.
Кожевенное дело.
Поварнин Г. Г., проф.
Красящие вещества, крашение и ситцепечатание.
Порай-Кошиц А. Е., проф.
Лесоводство.
Кобранов Н. П., проф.
Математика.
Каган В. Ф., проф.
Материаловедение.
Флоренский П. А., проф.
Металлургия черных и цветных металлов.
Павлов М. А., проф.
Хренников С. А., инж.
Евангулов М. Г., проф.
Механика прикладная и теория механизмов.
Малышев А. П., проф.
Радциг А. А., проф.
Механика строительная и графостатика.
Прокофьев И. П., проф.
Механика теоретическая.
Яшнов А. И., проф.
Мосты.
Передерий Г. П., проф.
Мукомольное дело, мельницы и элеваторы.
Пакуто М. М., проф.
Козьмин П. А., проф.
Организация производства, стандартизация.
Керженцев П. М.
Шпильрейн, И. Н., проф.
Бурдянский И. М., инж.
Ноа Ф. Г., инж.
Высочанский Н. Г., инж.
Паровые котлы и машины.
Металлические изделия.
Саттель Э. А., инж.
Полиграф. промышленность.
Вольфсон М. Б., проф.
Промышленная гигиена и техника безопасности.
Каплун С. И., проф.
Хлопин Г. В., проф.
Радиотехника.
Баженов В. И., проф.

Резиновое производство.
Бызов Б. В., проф.
Лурье М. А., инж.
Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия.
Вильямс В. Р., проф.
Сопротивление материалов.
Бобарыков И. И., проф.
Текстильное дело и технология волокнистых веществ.
Линде В. В., проф.
Теплотехника, термодинамика, энергетика.
Кирпичев М. В., проф.
Рамзин Л. К., проф.
Техника освещения.
Лапиров-Скобло М. Я., инж.
Технология и производство взрывчатых веществ.
Ипатьев В. Н., акад.
Технология дерева.
Дешевой М. А., проф.
Квятковский М. Ф., проф.
Технология и обработка металлов.
Чарновский Н. Ф., проф.
Технология строительных материалов.
Эвальд В. В., проф.
Лахтин Н. К., проф.
Технология углеводов, винокурение, пивоварение.
Тищенко И. А., проф.
Физика.
Иоффе А. Ф., акад.
Лебединский В. К., проф.
Химическая промышленность.
Шеин С. Д., инж.
Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химическая технология).
Бах А. Н., проф.
Холодильное дело.
Рязанцев А. В., проф.
Экономика.
Вольфсон М. Б.
Гинзбург А. И.
Электротехника.
Круг К. А., проф.
Осадчий П. С., проф.
Юрьев М. Ю., проф.
Шпильрейн Я. Н., проф.

СОРЕДАКТОРЫ И НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ РЕДАКЦИИ

Соредакторы по химии: **Беркенгейм Б. М.,** проф. и **Медведев С. С.** Соредакторы по горному делу: **Попов А. С.,** проф. и **Сорокин Н. А.,** инж.
Гуревич С. Б., инж.; **Ельцина Н. М.,** канд. хим.; **Знаменский А. А.,** инж.; **Мельников И. И.; Прокопьев Е. П.,** доц.; **Ракицкий Н. П.; Сергеев М. В.,** проф.; **Таубман С. И.,** инж.; **Троянский П. П.,** проф.; **Флоренский П. А.,** проф.; **Эрвальд К. А.,** инж.

Пом. Зав. Издательской Частью и Зав. Иллюстрационной Частью: **Бекнев С. А.,** инж.
Тех. Ред.: **Гришинский А. С., Гришинский В. С.** и **Грацианов П. В.**
Заведующий Корректорской: **Татаринов Б. Н.**

СПИСОК АВТОРОВ-СОТРУДНИКОВ Т. Э.

АГОКАС Е. В., инж. (авиация, военная техника).
АДАМС А. А., инж. (технология металлов, станки).
АЛЕКСАНДРОВ В. А. (экономика).
АЛЕКСАНДРОВ В. Л., инж. (авиация).
АЛЕКСАНДРОВ Н. К., инж. (электротехника).
АНАНЬИН С. Г., инж. (технология металлов).
АНДРЕЕВ Г. В., инж. (нефть).
АНДРЕЕВ Н. Н., проф. (физика).
АНИСИМОВ Н. И., инж. (гидротехника).
АНОХИН Н. С., инж. (нефть).
АПАРОВ Б. П., инж. (электротехника).
БАЕВ П. А., инж. (электротехника).
БАЖЕНОВ В. И., проф. (радиотехника).
БАЙКОВ А. А., проф. (металлургия, цемент).
БАХ А. Н., проф. (химия).
БАХ-НИКОЛАЕВА Н. А. (химия).
БАХМЕТЕВ Е. Ф., инж. (алюм. и дуралюм. сплавы).
БЕЛЕНКО В. Л., инж. (техника безопасности).
БЕЛОВ П. И., инж. (строительное дело).
БЕРКЕНГЕЙМ А. М., проф. (органич. химия и технология фармац. препаратов).
БЕРКЕНГЕЙМ Б. М., проф. (неорганич. и физич. химия).
БЕРНАЦКИЙ Л. Н., проф. (электрические ж. д.).
БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., проф. (жел.-дор. дело).
БЛОХ М. А., проф. (химия).
БОБАРЫКОВ И. И., проф. (сопротивление материалов и детали машин).
БОГДАНОВ Е. А., проф. (сел. хозяйство).
БОЙЧЕВСКИЙ Г. П., инж. (вагоно- и тракторостроение).
БОКЛЕВСКИЙ К. П., проф. (судостроение, военная техника).
БОЛДЫРЕВ В. Ф., проф. (энтомология).
БОРЗОВ Н. А., инж. (военная техника).
БОРИСЕВИЧ В. К., инж. (горное дело).
БРЕСЛАВЕЦ В. П. (сел. хозяйство).
БРИЛИНГ Н. Р., проф. (автом. дело, авиац. моторы, двигатели внутр. сгорания).
БРУНС Б. П. (химия).
БУРДАКОВ А. А., проф. (технология углеводов).
БУРДЯНСКИЙ И. М., инж. (организация производства).
БЫЗОВ Б. В., проф. (резиновое производство).
ВАНЮКОВ В. А., инж. (металлургия цветн. металлов).
ВАСИЛЬЕВ А. А. (минерал. краски).
ВАСИЛЬЕВ В. А., проф. (гидротехника и гидравлика).
ВАСИЛЬЕВ М. И., инж. (организация производства).
ВАХРАМЕЕВ К. С. (полиграфич. промышленность).
ВВЕДЕНСКИЙ Б. А., проф. (радиотехника).
ВЕЙС А. Л., инж. (точная механика).
ВЕКСЛЕР И. Л., инж. (нефть).
ВЕСНИН А. А., архит. (архитектура, строит. дело).
ВИКЕР Д. А., инж. (электротехника, радиотехника, точная механика).
ВИЛЬЯМС В. Р., проф. (почвоведение и земледелие).
ВИНТЕР А. В., инж. (гидротехника).
ВИТОРСКИЙ В. К., инж. (радиотехника).
ВИХАНСКИЙ В. Н. (крашение и ситцепечатание).
ВИШНЕВ В. М., инж. (авиация).
ВЛОДАВЕЦ Н. И., инж. (геология и минералогия).
ВОЛКОВ Н. А., арх. (части зданий и расчеты).
ВОЛОГДИН В. П., проф. (радиотехника).
ВОЛЬФСОН М. Б., проф. (полиграфич. промышленность).
ВОСКРЕСЕНСКИЙ И. Н., проф. (военная техника).
ВОСКРЕСЕНСКИЙ Л. Н., проф. (минеральные краски).
ВЫСОЧАНСКИЙ Н. Г., инж. (организация производства, военная техника).
ГАЛАКТИОНОВ И. Д. (полиграфич. промышленность).
ГАЛЬПЕРИН Д. С., проф. (пивоварение).
ГЕДЫМИН В. К., в. инж. (военная техника).
ГЕЛЛЕРШТЕЙН С. Г., доц. (организация производства).
ГЕРЛЕВАНОВ Н. А., инж. (строит. дело).
ГЕРШ С. Я., инж. (нефть).
ГИНЗБУРГ А. М. (экономика).
ГИТТИС В. Ю., проф. (двигатели внутр. сгорания).
ГЛАЗУНОВ В. И., инж. (резиновое производство).
ГЛУХАРЕВ К. К., инж. (военная техника).
ГЛУШКОВ В. Г., проф. (гидротехника и гидравлика).
ГОГОЛЬ-ЯНОВСКИЙ Г. И., (сел. хозяйство).
ГОЛЕНКИН М. И., проф. (ботаника).
ГОЛЬЦШМИДТ В. И., инж. (авиация).
ГОРБУНОВ Л. М., инж. (резиновое производство).
ГОРБУНОВ М. М., инж. (электротехника).
ГОТМАН Е. В., инж. (полиграфич. промышленность).
ГРАФТИО Г. О., проф. (гидроэлектрич. станции).
ГРИБОЕДОВ Д. Н., проф. (крашение и ситцепечатание).
ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО В. Е. проф. (металлургия, пламенные печи).
ГУБКИН И. М., проф. (горное дело).
ГУРЕВИЧ С. Б., инж. (авиация и автомоб. дело).
ГУРИН Г. И., проф. (ветеринария).
ГУЩИН Н. И., проф. (водопровод).
ДАНИЛЕВИЧ Г. Э., инж. (организация производства).
ДАНИЛЕВСКИЙ А. И. (радиотехника).
ДАШКЕВИЧ Г. В., инж. (электротехника).
ДЕМЬЯНОВ Н. Я., проф. (агрономическая химия).
ДЕРЖАВИН А. Н., проф. (текстильное дело).
ДЕШЕВОЙ М. А., проф. (технология дерева).
ДЗЕРЖКОВИЧ А. А., проф. (военная техника).
ДМИТРИЕВ А. Г. (военная техника).
ДМОХОВСКИЙ В. К., проф. (бетон и железобетон).
ДОБРЯНСКИЙ А. Ф., проф. (нефть).
ДОВГЕЛЕВИЧ Н. И., инж. (военная техника).
ДОМОНТОВИЧ М. К. (агрономич. химия).
ДОХТУРОВСКИЙ В. С., проф. (торфяное дело).
ДРЕЗЕН Э. К. (организация производства).
ДРУЖИНИН Д. В. (агрономич. химия).
ЕВАНГУЛОВ М. Г., проф. (металлургия цветных металлов).
ЕЛЕОНСКИЙ А. Н. (сел. хозяйство).
ЕЛЬЦИНА Н. М. (химия).
ЖЕБРОВСКИЙ В. А., инж. (горное дело).
ЖЕРЕБОВ Л. П., проф. (бумажное производство).
ЗАДАРНОВСКИЙ В. К. (текстильное дело).
ЗАЙЦЕВ И. В., инж. (торфяные машины).
ЗАЙЦЕВ С. А. (полиграфич. промышленность).
ЗАПОРОЖЕЦ И. К., архит. (архитектура, городское благоустройство, строит. дело).
ЗВЯГИНСКИЙ Я. Я., инж. (городское благоустройство).
ЗЕЛИНГЕР Д. Н., проф. (организация производства).
ЗЕМЯТЧЕНСКИЙ П. А., проф. (силикатная промышленность).
ЗНАМЕНСКИЙ А. А., инж. (авиация).
ИЛЬИНСКИЙ М. А., проф. (крашение и ситцепечатание).
ИОФФЕ А. Ф., акад. (физика).
ИОФФЕ И. С., инж. (крашение и ситцепечатание).
ИОФФЕ Я. С., инж. (крашение и ситцепечатание).
ИПАТЬЕВ В. Н., акад. (взрывчатые вещества).
ИРИСОВ А. С., доц. (физика).
КАБЛУКОВ И. А., проф. (химия).
КАГАН В. Ф., проф. (математика).
КАЗАКОВ С. А., проф. (астрономия).
КАЗАРНОВСКИЙ И. А., проф. (неорганическая химия).
КАКУРИН С. Н., инж. (радиотехника).
КАЛАНТАР В. А. (сел. хозяйство).
КАМЕНСКИЙ Л. В., инж. (бумажное производство).
КАМЗОЛКИН В. П., проф. (химия).
КАНАРСКИЙ Н. Я., проф. (текстильное дело).
КАНЕВСКИЙ Я. И., инж. (военная техника).
КАНТОР Г. И., проф. (геология).
КАПЛУН С. И., проф. (промышленная гигиена и техника безопасности).
КАРАВАЕВ Н. М., проф. (органич. химия).
КАРАТЫГИН Е. С., инж. (холодильное дело).
КАРНАУХОВ М. М., проф. (металлургия).
КАРПОВИЧ П. А., инж. (организация производства).
КАСИМОВ М. М., инж. (электротехника).
КВЯТКОВСКИЙ М. Ф., проф. (технология дерева).
КЕКЧЕЕВ К. Х., доц. (организация производства).
КЕРЖЕНЦЕВ П. М. (организация производства, стандарты).
КИРПИЧЕВ М. В., проф. (теплотехника).
КИТАЙГОРОДСКИЙ И. И., инж. (силикатная промышленность).
КЛАССЕН В. Э., проф. (паровые котлы и машины).
КЛИМОВ В. Я., инж. (автомобильные двигатели).
КНОРРЕ Э. В., инж. (городское благоустройство).
КОБРАНОВ Н. П., проф. (лесоводство).
КОЗЬМИН П. А., проф. (мукомольное дело).
КОНАШИНСКИЙ Д. А., инж. (радиотехника).
КОСТЯКОВ А. Н., проф. (гидротехника).
КОТЛОВКЕР Б. А. (полиграфич. промышленность).

КОЧЕУЛОВ П. Ф., проф. (геодезия).
КОШКАРЕВ В. И., проф. (отопление, вентиляция).
КРАСНОПЕВЦЕВ П. И., инж. (паровые котлы и машины).
КРАСНОПЕРОВ Н. В., проф. (двигат. внутр. сгорания).
КРАСОВСКИЙ П. И., инж. (ж.-д. дело).
КРАШЕНИННИКОВ Ф. Е., доц. (текстильное дело).
КРИЛЬ Б. А., проф. (сел.-хоз. машины).
КРИЦМАН Н. Л., проф. (экономика).
КРИЧЕВСКИЙ М. И. (полиграфич. промышленность).
КРОТОВ Е. Г., проф. (технология дерева).
КРУГ К.А.,проф.(электротехника).
КРУГЛИКОВ Ф. И., инж. (паровые котлы и машины).
КРЫНИН Д. П., проф. (дороги и дорожное строительство).
КРЮКОВ М. В., архит. (архитектура).
КУГЕЛЬ В. Р. (полиграфич. промышленность).
КУЗИН А. С., инж. (автом. дело).
КУЗМАК Е. М., инж. (котельное дело, обработка металлов).
КУЗЬМИНСКИЙ К. С. (полиграфическая промышленность).
КУКЕЛЬ-КРАЕВСКИЙ С. А., инж. (электротехника).
КУЛАГИН Н. М., проф.(зоология).
КУПРИЧЕНКОВ Д. И., инж. (военная техника).
КУРБАТОВ В. Я., проф. (неорганич. химия).
КУЧАРОВСКИЙ А. Е., инж. (материаловедение).
ЛАВРОВ Н. А., инж. (автом. дело, авиац. моторы, двигат. внутр. сгорания).
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., инж. (техника освещения и энергетика).
ЛАХТИН Н. К., проф. (технология строит. материалов).
ЛБОВ А. Г. (текстильное дело).
ЛЕБЕДЕВ Н. В., инж. (авиация).
ЛЕБЕДИНСКИЙ В. К., проф. (физика).
ЛЕВИНА Э. М. (химия, стандарты).
ЛИНДЕ В. В., проф. (текст. дело).
ЛИПИН В. Н., проф. (металлургия).
ЛИСКУН Е. Ф., проф. (животноводство).
ЛИТВИН Л. С., инж. (обработка металлов).
ЛОКШИН А. Я. (экономика).
ЛУРЬЕ М. А., инж. (резин. производство).
ЛЯЛИН Л. М., проф. (жиры, масла).
ЛЯШЕНКО В. Д., инж. (крашение и ситцепечатание).
ЛЯЩЕНКО П. В., инж. (горное дело).
МАГИДСОН, О. Ю. (фармацев. химия).
МАКСИМОВ Н. М., проф. (текст. дело).
МАКСОРОВ Б. В., проф. (материаловедение).
МАЛЕВСКИЙ, А. Д. (военная техника).
МАЛЫНИЧ В. И., инж. (авиация).
МАЛЫШЕВ А. П., проф. (прикладная механика).
МАНТЕЙФЕЛЬ А. Н., инж. (металлургия и технол. металлов).
МАРКОВ Н. Я., инж. (ж.-д. дело).
МАРТЕНС Л. К., инж. (математика и теплотехника).
МАРТЫНОВ М. В., инж. (электротехника).
МЕДВЕДЕВ С. С. (химия).
МЕЛЬНИКОВ И. И., (электротехника).
МЕОС А. И. (крашение тканей).
МИЛЕНГАУЗЕН К. К., инж. (железно-дорожное дело).
МИЛОВИЧ А. Я., проф. (гидротехника и гидравлика).
МИЛОСЛАВСКИЙ В. В., проф. (организация производства).
МИРЛАС Л.И.(крашение тканей).
МИХАЙЛОВ В. С., инж. (военная техника).
МИХАЙЛОВ С. М. (полиграфич. промышленность).
МИШУКОВ А. Я., инж. (материаловедение).
МОИШЕЕВ П. А., инж. (авиац. моторы).
МОЛОДЫЙ Т. К. (физика).
МОЛЧАНОВ С. В., проф. (текст. дело).
МОНАХОВ А. Д., проф. (текст. дело).
МОНОСЗОН А. М. (химия).
МУСИНЬЯНЦ Г. Н., инж. (авиация).
МУШКЕТОВ Д. И., проф. (горное дело).
НАМЕТКИН С. С., проф. (нефть).
НАУМОВ В. А. (горное дело).
НЕКРАСОВ А. И., инж. (авиация).
НЕПОРЕНТ О. И., инж. (организация производства).
НИТУСОВ Е. В., доц. (электротехника сильных токов).
НОВИКОВ Н. Г. (текст. дело).
НОЗДРОВСКИЙ С. А., воен. летч. (авиация).
ОКНОВ М. Г., проф. (металлургия).
ОЛЕНИН П. В., проф. (материаловедение).
ОППОКОВ Е. В., проф. (гидротехника и гидравлика).
ОРЛОВ П. М., проф. (геодезия).
ОСАДЧИЙ П. С., проф. (электротехника).
ПАВЛИНОВ П. Я., проф. (материаловедение).
ПАВЛОВ М. А., проф. (металлургия черн. металлов).
ПАКУТО М. М., проф. (муком. дело и элеваторы).
ПАЛЬМ В. М., инж. (станки по обработке металлов).
ПАЛЬЧИНСКИЙ П. И., проф. (горное дело).
ПАНЮТИН П. С., инж. (автомоб. и авиацион. двигатели).
ПАПЕРНОВ З. А., инж. (организация производства).
ПАСТУШЕНКО Н. М., инж. (радиотехника).
ПЕРЕДЕРИЙ Г. П., проф. (мосты и графостатика).
ПЕТРОВ Ф. Ф., инж. (строительное дело).
ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ Б. Ф., инж. (организация производства).
ПОВАРНИН Г. Г., проф. (кожевенное дело).
ПОДЭРНИ С. А., инж. (холодильное дело).
ПОЛЕТАЕВ Н. А. (текст. дело).
ПОЛЯНСКИЙ Н. П., проф. (лесоводство и технология дерева).
ПОПОВ А. С., проф. (горное дело).
ПОРАЙ-КОШИЦ А. Е., проф. (крашение и ситцепечатание).
ПОРВАТОВ С. М. (геология и минералогия).
ПОРФИРЬЕВ Г. В., инж. (архитектура).
ПРОЗОРОВ К. С., инж. (организация производства).
ПРОКОПЬЕВ Е. П., доц. (золотопромышленность).
ПРОКОФЬЕВ В. В., инж. (мукомольное дело).
ПРОКОФЬЕВ И. П., проф. (строит. механика).
ПРЯНИШНИКОВ Д. Н., проф. (агрономическая химия).
ПРЯНИШНИКОВ Н. Д. (сельское хозяйство).
ПЫШНОВ В. С., инж. (авиация).
РАБИНОВИЧ А. И.(фотография).
РАБИНОВИЧ К. И. (экономика).
РАДЧЕНКО И. И. (торфяное дело).
РАКОВСКИЙ А. В., инж. (материаловедение).
РАКИЦКИЙ Н. П. (сельск. хозяйство).
РАТНЕР И. В., инж. (жел.-дор. строит. дело).
РЕЙХАРДТ А. Ю., проф. (технология дерева).
РЕМИЗОВ Л. А., инж. (гидроторф).
РОГИНСКИЙ Н. О., проф. (жел.-дор. дело).
РОГОВИН И. И., инж. (золотопромышленность).
РОЗЕНБЕРГ С. И., инж. (резин. производство).
РОЗИН М. Н., инж. (муком. дело и элеваторы).
РОЛЬЩИКОВ Б. П., инж. (гальванотехника).
РОМАНОВ А. Д., инж. (электротехника).
РОССИНСКИЙ Д. М., проф. (текстильное дело).
РУГГ В.М., инж. (автом. и авиац. двигатели).
РУНОВ Д. И., инж. (коксование торфа).
РУППЕНЕЙТ В. Р., инж. (воен. техника).
РУТОВСКИЙ Б. Н., проф. (эфирные масла).
РЯБОВ И. П. (текст. дело).
РЯЗАНЦЕВ А. В., проф. (холодильное дело).
САВКОВ Е. И., инж. (технология дерева и авиация).
САТТЕЛЬ Э. А., инж. (станки и обработка металлов).
САХАРОВ П. В., проф. (геология и минералогия).
СЕМИБРАТОВ Н. В., инж. (паровые котлы и машины).
СЕРГЕЕВ М. В., проф. (горное дело).
СЕРДОБОЛЬСКИЙ С. К., инж. (резин. производство).
СИДОРИН И. И., проф. (авиация, металлургия и технология металлов).
СИПЯГИН А. С., проф. (технология углеводов).
СИРОТИНСКИЙ Л. И., проф. (электротехника).
СКОРНЯКОВ Е. Е., проф. (гидротехника и гидравлика).
СМИРНОВ В. С., проф. (технология углеводов).
СМИРНОВ Л. П., проф. (прикладная механика).
СОКОЛОВ Н. В., инж. (металлургия).
СОКОЛОВ Н. П., инж. (аэрофотограмметрия).
СОКОЛОВ Н. С. (сельск. хозяйство).
СОЛОВЬЕВ П. И., проф. (паровые котлы и машины).
СОРОКИН Н. А., инж. (нефть).
СОРОКО-НОВИЦКИЙ В. И., инж. (автомоб. и авиац. двигатели).
СОТОНИН К. И., доц. (организация производства).
СТРАХОВ П. С. (сельское хозяйство).
СТРИЖЕВ И. Н., проф. (нефть).
СТРУМИЛИН С. Г. (экономика).
СЫРКИН Я.К., проф. (физ. химия).
ТАНЕЕВ П. В., проф. (добыча торфа).
ТАУБЕ Е. А., проф. (металлич. руды).
ТАУБМАН С. И., инж. (механика, сопрот. материалов).
ТАУРОК В. Г., инж. (паровые котлы и машины).
ТЕОДОРЧИК К. Ф. (радиотехника).
ТЕРПИГОРЕВ А. М., проф. (металлич. руды).
ТЕСНЕР А. А., инж. (бумажное производство).
ТИТОВ И. А. (сел. хозяйство)

ТИЩЕНКО И. А., проф. (технология углеводов, хим. аппаратура).
ТОПАЛЬНИЦКИЙ П. К. (геология и минералогия).
ТРОЯНСКИЙ П. П., проф. (экономика).
ТРУБИН К. Г., инж. (металлургия и технология металлов).
ТУЛУПОВ Н.М., инж. (авиация).
УРАЗОВ Г. Г., проф. (металлургия).
УСПЕНСКИЙ Н. Н. (экономика торфяного дела).
УТКИН М. С. (сел. хозяйство).
УШАКОВ К. А., инж. (авиация).
ФЕДОРОВ В. Г., инж. (военная техника).
ФЕДОРОВ В. С., инж. (текст. дело).
ФЕДОРОВ М. С., инж. (ж.-д. дело).
ФЕДОРОВ Н. С., инж. (текст. дело).
ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., проф. (геология и минералогия).
ФЕДОТОВ А. А., инж. (текст. дело).
ФЕДОТЬЕВ П. П., проф. (электрохимия).
ФЕРСМАН А. Е., акад. (драгоценные камни).
ФИЛИППОВ А. В., проф. (силикатн. промышленность).
ФИЛОСОФОВ П. С., проф. (силикатн. промышленность).
ФИШМАН Я. М. (военная химия).
ФЛОРЕНСКИЙ П. А., проф. (электротехника и материаловедение).
ФОКИН Л. Ф., проф. (газовое производство).
ФРЕЙДБЕРГ В. З. (экономика).
ФРУМКИН А. Н. (физическая химия).
ХИНЧИН А. Я., проф. (бумажн. производство).
ХЛОПИН Г. В., проф. (промышл. гигиена).
ХОЛМОГОРОВ И. М., проф. (детали машин, подъемные механизмы).
ХОЛОПОВ Е. И., инж. (обработка металлов).
ХОМЯКОВ К. Г., проф. (химия).
ХРЕННИКОВ С. А., инж. (металлургия).
ХРИСТОДУЛО Д. А., инж. (холодильное дело).
ЦВЕТ-КОЛЯДИНСКИЙ В. С., инж. (авиация).
ЦЕРЕВИТИНОВ Н. А., инж. (материаловедение).
ЦЕРЕВИТИНОВ Ф. В., проф. (технология углеводов).
ЧАПЛЫГИН С. А., проф. (авиация, гидродинамика, механика).
ЧЕРКАССКИЙ А. М. (полиграфич. промышленность).
ЧЕРНОЖУКОВ Н. И., инж. (горное дело).
ЧЕСАЛОВ А. В., инж. (авиация).
ЧЕХОВИЧ З. Н. (агроном. химия).
ЧЕХОВСКИЙ К. Н., инж., (жел.-дор. дело).
ЧИЧИБАБИН А. Е., проф. (органическая химия).
ШАПОШНИКОВ В. Г., проф. (текстильное дело).
ШАПОШНИКОВ В. Н., проф. (технич. микробиология).
ШАРАШКИН К. И., проф. (силикатн. промышленность).
ШВЕЦОВ Б. С., проф. (силикатн. промышленность).
ШЕЛКОВ В. И., инж. (воен. техника).
ШЕНФЕР К. И., проф. (электротехника).
ШЕР М. Л., инж. (золотопромышленность и строительное дело).
ШИБАРОВСКИЙ А. Е., инж. (паровые котлы и машины).
ШИПЕРОВИЧ В. Л., инж. (горное дело).
ШИТТ П. Г., проф. (садоводство).
ШИУКОВ А. В., военный летчик (авиация).
ШЛЕГЕЛЬ Б. Х., проф. (гидротехника).
ШОРЫГИН П. П., проф. (технология углеводов).
ШПИЛЬРЕЙН И. Н., проф. (организация производства).
ШПИЛЬРЕЙН Я. Н., проф. (электротехника и математика).
ШУКАЛОВ С. П., инж. (военная техника).
ШУР А. К., инж. (технология углеводов).
ШУСТОВ А. Н., проф. (технология углеводов).
ШУХОВ В. В., проф. (жел.-дор. дело).
ЩЕЛКУНОВ М. И. (полиграфич. промышленность).
ЩУСЕВ А. В., акад. (архитектура).
ЭВАЛЬД В. В., проф. (технология строит. материалов).
ЭДЕЛЬШТЕЙН В. И., проф. (огородничество).
ЭЛЬЦИН И. А. (физика).
ЭНГЕЛЬГАРДТ Ю. В., проф. (сел. хозяйство).
ЭРВАЛЬД К. А., инж. (механика, теория механизмов).
ЭССЕН А. И. (горное дело).
ЭССЕН А. М., инж. (физика, гидротехника и гидравлика).
ЮНГ В. Н., инж. (силикатная промышленность).
ЮРГАНОВ В. В., проф. (силикат. промышленность).
ЮРОВСКАЯ М. А., д-р (организация производства).
ЮРЬЕВ Б. Н., проф. (авиация).
ЮРЬЕВ М. Ю., проф. (электротехника слабых токов).
ЯКОВЛЕВ А. Ф. (военная техника).
ЯНКОВСКИЙ В. М. (в.-хим. дело).
ЯШНОВ А. И., проф. (механика теоретическая).

В первом томе Т. Э. помещены: 543 иллюстрации в тексте, две карты (в красках), четыре вкладки [к статьям: „Автомобиль“ и „Автобус“—1, „Алюминиевые сплавы“—1, „Анализ тканей“—2 (из них одна в красках)] и список сокращений и символических обозначений. К первому тому Т. Э. прилагаются также первые три листа „Справочника физических, химических и технологических величин“.

IV. Основные сокращения.

п-вс.—пудоверсты.
п-фт.—пудофуты.
фт/ск.—футы в секунду.
чв-д.—человеко-дни.
чв-ч.—человеко-часы.
об/м.—обороты в минуту.
фр.—франки.
мар.—марки.
лр.—лиры.
фн. ст., £—фунты стерлингов.
долл., $—доллары.
шилл.—шиллинги.
млн.—миллионы.
млрд.—миллиарды.
ч.—часы.
м.—минуты.
ск.—секунды.
°Bé—градусы Боме.
16°—температура по 100°-ной шкале (С).
12° Р.—температура по Реомюру.
44°Ф.—темпер. по Фаренгейту.
В табличных заголовках: °Ц. (С); °Р.; °Ф.
ат. в.—атомный вес.
Aufl.—Auflage.
B.—Band, Bände.
v.—volume, volumes.
в. д.—восточная долгота.
выс.—высота.
з-д—завод.
Jg.—Jahrgang.
к-та—кислота.
кпд—коэффициент полезного действия.
Lfg.—Lieferung, Lieferungen.
м—мета (хим.).
меш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.
мн-к—многоугольник.
мол. в.—молекулярный вес.
о—орто (хим.).
п—пара (хим.).
p. — pagina, paginae (лат. — страница, страницы).
С., Ю., В., З. — север, юг, восток, запад.
т., тт.—том, томы.
t.—tome, tomes.
Т.—Teil, Teile.
тв.—твердость.
темп-ра—температура.
тр-к—треугольник.
т. у.—технические условия.
уд. в.—удельный вес.
ур-ие—уравнение.
У. П.—Урочное Положение.
ф-ка—фабрика.
ф-ла—формула.
H.—Heft, Hefte.
хим. сост.—химический состав.
ц. т.—центр тяжести.
Ztg.—Zeitung.
Ztschr.—Zeitschrift.
эдс—электродвижущая сила.
эфф.—эффективный.

Ан. П.—английский патент.
Ам. П.—американский »
Г. П.—германский »
Р. П.—русский »
Сов. П. — советский »
Ф. П.—французский »

B.—Berlin.
L.—London.
Lpz.—Leipzig.
N. Y.—New York.
P.—Paris.
Wsh.—Washington.
Л.—Ленинград.
М.—Москва.
П.—Петроград.
СПБ.—С.-Петербург.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАЗВАНИЙ РУССКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ, ОБЩЕСТВ, ФИРМ

БСЭ — Больш. Сов. Энциклопедия.
ВВФ — Вестник Воздушного Флота.
Ж — Журнал Русского Физико-Химического Об-ва.
ЖРМО — Журнал Русского Металлургического Об-ва.
ЖХП — Журнал Химической Промышленности.
ПТ — Промышленность и Техника.
СП — Строительная Промышленность.
ТиТбП — Телеграфия и Телефония без Проводов.
Труды НАМИ — Труды Научного Авто-Моторного Института.
Труды ЦАГИ — Труды Центрального Аэро-Гидродинамического Института.
ТЭПС — Техника и Экономика Путей Сообщения.
AAZ — Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.
A. Ch. — Annales de Chimie et de Physique, Paris.
AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.
AGFA — Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation.
Am. Soc. — Journal of the Americ. Chem. Society, Easton, Pa.
Ann. d. Phys.— Annalen der Physik, Leipzig.
Ann. Min.— Annales des Mines, Paris.
B — Berichte d. Deutsch. Chemischen Gesellschaft, Berlin.
BAMAG — Berlin-Anhaltische Maschinenbau A.G.
BASF — Badische Anilin- u. Sodafabrik.
Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & C°.
Ch. Ind.— Die Chemische Industrie, Berlin.
Ch. Ztg.— Chemiker Zeitung, Cöthen.
Ch. Ztrbl.— Chemisches Zentralblatt, Berlin.
CR — Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.
EChZ — Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
EMA — Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
EuM — Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
ETZ — Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
GC — Génie Civil, Paris.
JAIEE — Journal of the American Institution of Electrical Engineers, New York.
J. Ch. I. — Journal of the Soc. of Chem. Industry.
I. Eng. Chem. — Industrial a. Engineering Chemistry, Easton, Pa.
IG — Interessen-Gemeinschaft d. Deutschen Fabrikindustrie.
Lieb. Ann. — Liebigs Annalen der Chemie, Berlin.
MuM — Wochenschrift f. d. gesamte Müllerei- u. Mühlenbau-Industrie, München.
M. Sc. — Moniteur Scientifique du Docteur Quesneville, Paris.
RGÉ — Revue Générale de l'Électricité, Paris.
RM — Revue de Métallurgie, Paris.
Peka — Fachblatt f. Parfümerie u. Kosmetik, München.
Soc.— Journal of the Chem. Soc., London.
St. u. E.— Stahl und Eisen, Düsseldorf.
Z. d. VDI — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin.
WeTeZ—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
ZFM — Zeitschrift f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, München.
Z. ang. Ch. — Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.

СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Метрические меры.

км километры (1 000 *м*).
м метры.
дм дециметры (0,1 *м*).
см сантиметры (0,01 *м*).
мм миллиметры (0,001 *м*).
μ микроны (0,001 *мм*).
тμ миллимикроны (0,001 *μ*).
μμ микромикрон (0,000001 *μ*)
км² квадратные километры.
га гектары (квадратные гектометры).
а ары (квадр. декаметры).
м² квадратные метры.
м³ кубические метры.
дм³ » дециметры.
см³ » сантиметры.
мм³ » миллиметры.

т метрич. тонны (1 000 *кг*).
ц центнеры (100 *кг*).
кг килограммы (1 000 *г*).
г граммы.
дг дециграммы (0, 1*г*).
сг сантиграммы (0,01 *г*).
мг миллиграммы (0,001 *г*).
к караты (*200 мг*).

кл килолитры (1 000 *л*).
гл гектолитры (100 *л*).
дкл декалитры (10 *л*).
л литры.
дл децилитры (0,1 *л*).
сл сантилитры (0,01 *л*).
мл миллилитры (0,001 *л*).

тм тоннометры.
кгм килограммометры.
т/м² тонны на кв. метр.
кг/см² килограммы на кв. сантиметр.
м/ск метры в секунду.
п. м погонные метры.
рег. т регистровые тонны.

II. Математические обозначения.

° градус.
′ минута.
″ секунда.
‴ терция.
$>$ больше.
$<$ меньше.
$\not>$ не больше.
$\not<$ не меньше.
$\cong$ *приблизительно равно.*
$\geqslant$ больше или равно.
$\leqslant$ меньше или равно.
$\gg$ значительно больше.
$\ll$ значительно меньше.
$\measuredangle$ угол, измеряемый дугой.
$\parallel$ знак параллельности.
$\perp$ знак перпендикулярности.
sin синус.
tg тангенс.
sc секанс.
cos косинус.
ctg котангенс.
csc косеканс.
arc sin арксинус.
arc tg арктангенс.
sh гиперболический синус.
ch » косинус.
th » тангенс.
$\varnothing$ диаметр.
e основание натуральных логарифмов.
lg логарифм десятичный.
ln логарифм натуральный.
lim предел.
Const постоянная величина.
$\sum$ сумма.
$\int$ интеграл.
$\sim$ приблизительно.
∞ бесконечность.
d полный дифференциал.
∂ частный дифференциал.

III. Международные символы.

а) Единицы.

A ампер.
Ah ампер-час.
W ватт.
Wh ватт-час.
kW киловатт.
kWh киловатт-час.
V вольт.
VA вольт-ампер.
kVA киловольт-ампер.
mA миллиампер.
Ω ом.
MΩ мегом.
μΩ микроом.
C кулон.
VC вольт-кулон.
H генри.
J джоуль.
F фарада.
μF микрофарада.
Å ангстрем.
D дина.
Cal калория большая.
cal » малая.
HP лошадиная сила.

б) Величины.

$t°$ температура обыкновен.
$T°$ » абсолютная.
$t°_{кип.}$ температура кипения.
$t°_{пл.}$ » плавления.
$t°_{заст.}$ » застывания.
$t°_{отв.}$ » отвердевания.
$t°_{крит.}$ » критическая
atm атмосфера техническая
Atm » барометрич.
I сила тока.
Q электрич. заряд, колич. электричества.
E электродвижущая сила.
V, U потенциал, напряжение.
A работа.
W энергия.
P мощность.
T период колебания.
f частота.
ω угловая скорость, угловая частота.
λ длина волны.
φ сдвиг фазы.
L самоиндукция.
C емкость.
R сопротивление активное (ваттное).
ε диэлектрич. постоянная.
μ магнитная проницаемость,
ρ удельное сопротивление.
σ удельная проводимость.
δ декремент затухания.
Φ магнитный поток.
H_{Br} твердость по Бринеллю.
$A_{c_2}, A_{c_2}\ A_{c_3}$ $A_{r_2}, A_{r_2}, A_{r_3}$ } критич. точки жел. сплавов.
g ускорение силы тяжести.
l длина.
m масса.
D_4^{20} уд. в. при 20° по отношению к воде при 4°.
$[\alpha]$ угол вращения плоскости поляризации.

А

А, международный символ обозначения многих физических величин (гл. обр. в физике и химии). А — *ампер* (см.) — единица силы электрич. тока. A_n — нормальное атмосферное давление (на широте 45°, при $t°$ 0°, на уровне моря), равное 1,0333 *кг/см²* или в *динах* (см.) 1,0132 мегадин на 1 *см²*. A_{45} — давление атмосферы на широте 45°. А — *ангстрем* (см.) — единица длины волны светового луча $=10^{-8}$ *см*.

А, в регуляторе часов обозначает направление, в к-ром д. б. подвинута стрелка регулятора для ускорения хода часов.

ААААА, АААА, ААА и т. д., в торговле шерстью, часто встречающееся буквенное обозначение определенного сорта шерсти данного наименования, определяет среднюю тонину поперечника волокон во всей массе их в данном сорте (см. *Шерсть*):

ААААА, или 5 А	до 18 μ
АААА, » 4 А	18—20 »
ААА, » 3 А	20—22 »
АА, » 2 А	22—24 »
А I	24—25 »
А II	25—26 »
В I	26—28 »
В II	28—30 »
С	30—37 »
D	37—45 »
Е	45—60 »
F	св. 60 »

Лит.: Канарский Н. А., Шерсть и ее обработка, т. 1, ч. I и II, М., 1923—24.

A_1, A_2, A_3, *критические точки* (см.) железа и его сплавов. См. *Железо*, *Сталь* и *Термическая обработка*.

А-БАТАРЕЯ, в радиотехнике батарея накала. См. *Батарея*.

АБАКА, волокна манильской пеньки, чрезвычайно длинные и легкие; из них выделывают шпагат, веревки и ткани. См. *Манильская пенька*.

АБАССИ, один из лучших видов египет. хлопка. См. *Хлопок* и *Волокна прядильные*.

АББА-КАУЧУКИ, африканские сорта каучука (из Лагоса), мало ценные, содержат много смол. См. *Каучук*.

АББЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР микроскопа, т. н. конденсатор Аббе; применяется для большего освещения рассматриваемого предмета и помещается между ним и зеркалом микроскопа. А. о. п. представляет собой систему нескольких (обычно двух-трех) стекол. См. *Микроскоп*.

АБГАЛДЫРЬ, снасть, прикрепляемая к верхнему углу ундер-лиселя (паруса) и растягивающая (через блоки) верхнюю его шкоторину вдоль нижней реи. См. *Паруса*.

АБЕЛИТ, см. *Взрывчатые вещества*.

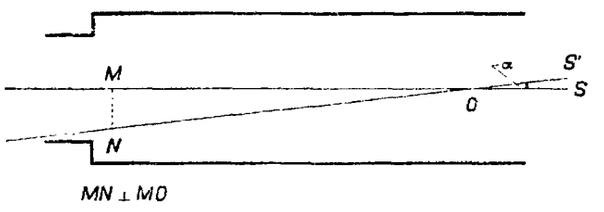
АБЕЛЬМОШЕВОЕ ВОЛОКНО, волокно, получаемое из стеблей мускусной травы, растущей в Индии, Индостане и на Вест-Индских островах. Волокно желтого и местами буроватого цвета. Длина технического волокна 0,7 *м*, элементарного 1—1,6 *мм*, диаметр сечения 8—40 μ, в среднем 16 μ. Тонина А. в. больше, чем джута, крепость меньше; клетки содержат кристаллическое вещество. А. в. применяется в смеси с джутом для грубых тканей, например мешечной. См. *Джут*.

Лит.: Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Lpz., 1900—03.

АБЕЛЬ-ПЕНСКОГО АППАРАТ, служит для испытания нефтяных продуктов с $t°$ вспышки ниже +50°. См. *Нефть*.

АБЕРРАЦИЯ СВЕТА. 1) Астрономическая А. неподвижных звезд, открытая в 1727 г. Джемсом Брадлеем, состоит в кажущемся годовом движении всех неподвижных звезд по эллипсам, бóльшая полуось которых, параллельная эклиптике, постоянна. В полюсах эклиптики звезды описывают круги с радиусом, равным большей полуоси видимого эллипса, а в самой плоскости эклиптики они двигаются по прямым линиям (длиною в 40″,89), при чем полгода в одну сторону, а полгода в другую; кажущееся движение звезд совершается в направлении движения Земли. Большая полуось видимого эллипса, так наз. аберрационная постоянная α, равняется, по Леви, 20″,447. А. с. есть следствие относительного движения света и Земли; ей соответствует уравнение $\operatorname{tg} x=\frac{v}{c}$, где v — скорость движения Земли вокруг Солнца, а c — скорость света. В самом деле (см. фиг.), пусть ось MS астрономической трубы перпендикулярна к плоскости эклиптики. В трубу падает луч света S от неподвижной звезды, находящейся в полюсе эклиптики. Пока свет пробежит расстояние OM, труба продвинется параллельно себе на расстояние MN, и луч света, шедший параллельно оптической оси трубы, будет казаться

образующим некоторый угол с осью: звезду мы увидим по направлению S', т. е. из полюса эклиптики звезда будет смещена по направлению движения Земли на $\angle \alpha$; т. о. в



течение года ею будет описан около полюса эклиптики круг с радиусом α. Из фиг. ясно, что $\operatorname{tg}\alpha = \frac{NM}{OM} = \frac{v}{c}$. В случае наклона трубы к плоскости эклиптики под некоторым углом δ зависимость несколько усложняется, и $\sin\alpha = \frac{v}{c}\sin\delta$.

2) Сферическая аберрация—неполная резкость изображений, обусловленная кривизною сферических стекол и зеркал в оптических инструментах; происходит вследствие того, что проходящие через стекла или отражающиеся от зеркал широко расходящиеся пучки лучей собираются вообще не в одной точке (фокусе), как это предполагается в геометрической оптике для т. н. центральных лучей, незначительно отклоняющихся от главной оптической оси: лучи, падающие у края зеркала или стекла, собираются на оси ближе, чем лучи центральные, образуя т. н. каустическую или (при отражении от зеркал) катакаустическую, т. е. зажигательную, поверхность. См. *Апланатическая система стекол* и *Параболическое зеркало*.

3) Хроматическая аберрация — неясность изображений, обусловленная различной преломляемостью цветных лучей белого или вообще неоднородного света, проходящего через преломляющую среду. Если пучок параллельных лучей белого света проходит через сферическое стекло, то красные лучи, как менее преломляемые, сойдутся на оси дальше от стекла, чем другие; наименьшее фокусное расстояние будет для фиолетовых лучей. Вследствие этого изображения на экране получаются окрашенными по краям. О способе избавиться от такого недостатка см. *Ахроматическая система стекол*.

Лит.: Fizeau M. H., «Annales de chimie et de physique», 3 série, t. 57, p. 385; Lord Rayleigh, «Nature», v. 45, p. 499—502, L.—N. Y., 1891; Lodge O., «Nature», v. 46, p. 497—502, 1892; Schmidt A., Die cyklische Refraktion, Stuttgart, 1878; Lorenz H. A., Versuch einer Theorie der elektrischen u. optischen Erscheinungen in bewegten Körpern, E. Brill, Leiden, 1895; Lord Rayleigh, «Philos. Mag.», p. 215, 1902; Wüllner Ad., Lehrbuch d. Experimentalphysik, B. 4, p. 31,—Die Lehre v. d. Strahlung, Lpz., 1899. Довольно подробные сведения с указанием литературы имеются у проф. Хвольсона О. Д., Курс физики, издание 5, ГИЗ, Берлин, 1923, т. 2, стр. 188—Аберрация света, стр. 204, 205, 257 и 259 — Сферическая аберрация, стр. 384 — Хроматическая аберрация. **Т. Молодый.**

АБИЕТЕН, колофен, дитеребентил, углеводород $C_{20}H_{30}$, составляющий около 80% *смоляного масла* (см.). Получается при перегонке абиетиновой кислоты; $t°$ *кип.* А. 340—345°, удельный вес 0,9088.

АБИЕТИНОВАЯ КИСЛОТА $C_{20}H_{30}O_2$ принадлежит к группе смоляных кислот и существует в нескольких формах. Встречается в канифоли и смоляных маслах. Вместе с другими смоляными кислотами широко применяется в технике при приготовлении лаков, сиккативов, мыла (так называем. смоляного, употребляемого в ситцепечатании).

АБИССИНСКАЯ ГУТТАПЕРЧА, псевдокаучук, служит в резиновом производстве не для замены гуттаперчи, а как вспомогательный материал; применяется после тщательной обработки.

АБИССИНСКИЙ КОЛОДЕЦ, нортоновский колодец, вид артезианского колодца, состоит из трубы, диаметром 25 — 45 *мм*, снабженной ситообразным наконечником. Труба вводится посредством бурава в водоносный слой и снабжается насосом. См. *Колодцы*.

АБЛЕГЕР ТОРФЯНОЙ, самостил, особого рода транспортер, предназначаемый не только для передачи торфяных кирпичей на поле сушки, но и для автоматической стилки на нем этих кирпичей. Главная часть А. т. состоит из бесконечной цепи (ленты) с пластинками, которая проходит под мундштуком торфяной машины, принимает на себя торфяные кирпичи и транспортирует их на поле стилки. В зависимости от конструкции нагруженные на всю длину А. т. или на некоторую часть его пластинки автоматически или от руки опрокидываются, оставляя торфяные кирпичи на поле стилки, а сами возвращаются опять к торфяной машине. Принцип работы А. т. требует непрерывного передвижения самой установки вдоль карьера. А. т. строятся на длину 40—50 *м*, но за границей уже осуществлена постройка их в 90, 100 и более *м*. Из заграничных А. т. известны: системы Виланда (один — работает с 1927 г. на опытной станции Инсторфа, у ст. Редкино Окт. ж. д.), Штренге и Бауман-Шенка. Из русских А. т. в 1926 г. на Тейковском болоте (Ив.-Возн. губ.) впервые был кратковременно испытан аблегер системы инженера Тыпермасса. Результаты испытания показали полную возможность применения подобного рода механизма, но пока на длину до 60 *м*. Вес этого А. т. около 16 *т*. (Фиг. см. *Торфяные машины*.)

АБНЕЯ КЛИНОМЕТР, небольшой ручной нивелир, применяемый при работах, требующих измерения уклонов с точностью до 0°,1. Прибор состоит из зрительной трубы, на которой укреплен уровень; через прорез в трубе, при помощи маленького зеркальца (или призмы), поставленного под углом в 45° к оси трубы, изображение пузырька уровня получается в поле зрения трубы. Ось трубы горизонтальна, если нить трубы делит изображение пузырька пополам. В настоящее время употребляются и несколько бо́льшие клинометры, укрепленные на штативе (Тесдорпф, Сарториус). См. *Нивелирование*.

АБРАЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, шлифовальные, точильные и полировальные материалы для обдирки, сглаживания и полировки поверхностей. В связи с ростом металлообрабатывающей промышленности

с кажд. годом растет и мировое потребление А. м., достигая в настоящее время суммы в 60 млн. р. Техника, используя в самых разнообразных видах естественные А. м., стремится получить искусственный продукт, приближающийся по своим свойствам к непревзойденному пока алмазу.

Естественные А. м. Алмаз (тв. 10) — наиболее ценный по своим абразионным свойствам материал. Лучшим считается его черная разность—карбонадо (карбонат), добываемая в Бразилии и на острове Борнео. Второе место занимает борт — радиально-лучистая разность алмаза. На рынке под именем борта продается всякий непригодный для огранки алмаз. Ежегодная добыча технического алмаза — около 2 000 000 *к* (добывается, главн. образом, в юж. Африке) на сумму 6—8 млн. долл. Из общего количества $^1/_5$ карбонадо, $^1/_5$ настоящий борт, остальное — алмазный порошок и осколки. Применяется в кристаллах для резания стекла, для сверления стали и твердых каменных пород (см. *Бурение*), в порошке — для натравки металлических сверл и пил при обработке твердого камня, а также для шлифовки и полировки самого алмаза (см. *Алмазный порошок*).

Корунд (тв. 9) и наждак (тв. 7—9). Корунд — кристаллическая разность глинозема. Наждак — горная порода, состоящая из тесной смеси корунда, окислов железа и силикатов. Месторождение хорошего качества корунда и наждака— в Греции и в М. Азии. Корундовые месторождения меньшего значения — Индия, Мадагаскар и юж. Африка. Америк. месторождения в Канаде и С.-А. С. Ш. сошли на-нет, давая материал низшего качества. В России корунд и наждак стали добывать со времен мировой войны. Месторождения на Урале: Борзовское, Кособродское, Ильменские горы. Добытая корундовая и наждачная руда измельчается, обогащается и сортируется по величине зерна. Применяется и в порошке и для изготовления из него искусственных кругов, брусков и шкурок. Добыча в *т*: С.-А. С. Ш., наждак, в 1913 г.— 868 *т*, в 1924 г. — 1 991 *т*, в 1925 г. — 687 *т*; Канада, корунд, в 1913 г. — 1 068 *т*, и в 1924 г.—147 *т*; Греция, наждак, в 1913 г.— 5 560 *т*, в 1924 г.—2 300 *т*; ю. Африка, корунд, в 1913 г.—12 000 *т*, в 1924 г.—1 510 *т*; СССР, корунд, в 1920 г.—535 *т*, в 1924/25г.— 715 *т*, наждак, в 1913 г.—50 *т*, в 1924/25г.— 4 800 *т*. Рынок в руках нескольких крупных фирм С.-А. С. Ш., Англии, Франции и Германии. Цены 1926 г. в долл. за *т* наждака в Нью-Йорке: греч.—140, мало-азиатск. (тур.)—140 и 120 (II сорт), америк.—80. В кусках франко место добычи: греч.—27, тур.—26, америк.—25. В СССР добыча ведется трестом «Русские самоцветы». Гранат (тв. 6,5—7,5) особенно выдвинулся за последние годы в С.-А. С. Ш. 95% всей добычи идет на изготовление гранатовой бумаги и полотна. Главное месторождение—в штате Нью-Йорк. Добыча: 1913 г.— 500 *т*, 1924 г. — 7 549 *т*, 1925 г. — 7 645 *т*. Цена за 1 *т* сырья—120 р. В СССР добыча граната не производится; возможно использование гранатового песка о-ва Ольхона на Байкале и р. Ай на Урале. Пемза — пузыристое вулканическое стекло. Для шлифовки пригодна пемза с тонкими пластинками стекла, образующими перегородки между ячейками. Самая лучшая пемза — с о. Липари, близ Сицилии, откуда экспортируется до 5 000 *т* в год, по цене 120—180 р. за *т*. Применяется в кусках для шлифовки дерева, мягких камней и металлов. В СССР стало разрабатываться месторождение пемзы в Ленинаканском у., около ст. Ани; добыто в 1924 г. 150 *т*, в 1925 г. — 650 *т*. Точильные, шлифовальные и полировальные камни представляют собою гл. обр. разного рода песчаники и кварциты. Абразионная способность зависит от формы зерен кварца, количества и состава цемента. Хороший камень д. б. равномерно зернистым с остроконечными зернами кварца. Точильные камни и бруски для заточки грубых инструментов (топоров, кос) делаются из тонкозернистого песчаника или глинистых сланцев. Бруски «Арканзас», «Индиана» считаются самыми лучшими для правки бритв и других тонких инструментов; представляют собою особого рода халцедоновые породы, залегающие в штатах тех же наименований С. Америки. Хорошие качества этих камней зависят от заключающихся в них мелких ромбоэдрических пустот. В СССР известны многочисленные месторождения точильного камня, разрабатываемые кустарным путем. Добыча в 1923 г.: С.-А. С. Ш.—43 348 *т*, Канада — 1 827 *т*, Бельгия — 207 950 *т*, Германия — 42 *т*.

Кварц и кремень (тв. 7) с раковистым изломом, при раскалывании дают остроугольные частицы. Применяются в порошке для обработки мягких камней (мрамор), в пескоструйных аппаратах для обработки металла и для очистки камней в строительном деле и для изготовления шлифовальных шкурок. Из кремневых конкреций изготовляются шары для шаровых мельниц. В СССР добыча для абразионных целей не производится. Полевой шпат (тв. 6) в размолотом виде, наклеенный на полотно или бумагу, применяется в тех случаях, когда требуется мягкий шлифовальный материал. Красный железняк в особо чистых разностях применяется для полирования железа и стекла. Трепел и инфузорная земля применяются в виде тонкого порошка для полировки камня и металла.

Искусственные А. м. Карборунд (тв. 9,5), карбид кремния, впервые получен Ачесоном в электрической печи в 1891 г. Лучшим считается американский — Carborundum C°, Norton; немецкий же, благодаря примесям, хуже. Применяется в порошке различных номеров и для изготовления искусственных кругов и шкурок. Производство в Америке в 1904/5 г. — 3 210 *т*, в 1924 г.—16 000 *т*. Цена в зерне 300—400 р. *т*. Алундум, алоксит, новодиамантин (тв. 9)—искусственный корунд, получаемый в электрич. печи из боксита, наждака. Тот или иной продукт получается в зависимости от условий кристаллизации и скорости охлаждения. Цена

в кусках 205 р. *т*. Производство С.-А. С. Ш. в 1904/5 г.—1 500 *т*, в 1924 г.—30 570 *т*. Дробленая сталь и железо применяются для обработки мягкого камня. Стекло в измельченном виде наклеивается на бумагу и полотно. Крокус красный (железный) получается прокаливанием щавелевокислого железа; полировальный порошок для металла и стекла. Крокус зеленый (окись хрома) — для полировки твердых камней (кварц, агат, нефрит). Кроме того, применяются в небольшом количестве для полировки: магнезия, итальянский порошок (оловянная кислота), графит, мел. В последние годы стали употреблять еще мало известные карбид титана и воломит-карбид вольфрама.

Использование А. м. 1) Для приготовления сплошных более или менее крупных единиц—кругов, брусков и оселков—из естественного камня, а также искусственных из измельченных до определенных размеров зерен карборундов, наждака, корунда и алундума, сцементированных разными вяжущими веществами (каучук, магнезиальный цемент, жидкое стекло, керамиковая масса). Искусственные круги, благодаря возможности произвольного выбора шлифовального материала, размеров его частиц и цемента, приобретают все большее и большее значение. 2) В виде порошков различных номеров, натравливаемых на металл, дерево и войлок. Корунд, наждак и алундум сортируются пропусканием через сита с определенным числом отверстий на 1 п. дм. (меш), — напр. №№ 40, 60, 100 и т. д. пропущены через сита с 40, 60 и 100 отверстиями в 1 дм. Более тонкие номера получаются отстаиванием и определяются количеством времени (минут—1, 5, 10, 20, 30, 60), затраченным на отстой. 3) Для изготовления шлифовальных бумажных и полотняных шкурок наклеиванием на их поверхность шлифовального материала с определенными размерами частиц.

Применение А. м. Применяются А. м. для обработки металла, камня, стекла, дерева, кости и кожи. Пригодность А. м. зависит исключительно от физич. и кристаллографич. свойств; особенно важное значение имеет способность их разламываться при истирании на остроугольные частицы. У алмаза это свойство максимальное. Выбор А. м. зависит от физич. свойств обрабатываемого и обрабатывающего материала, а также и от стадии обработки (грубая обдирка, шлифовка и полировка), при чем твердость А. м. должна быть выше твердости обрабатываемого (за исключением алмаза, к-рый обрабатывается алмазом же). Твердость минерала обычно сравнивается со шкалой твердости Мооса: 1—тальк, 2—гипс, 3—кальций, 4—плавиковый шпат, 5—апатит, 6—полевой шпат, 7—кварц, 8—топаз, 9—корунд, 10—алмаз. Пригодность А. м. для обработки обычно определяется практической пробой, т. к. не существует других выработанных и стандартизированных методов.

А. м. в СССР. До войны русская промышленность пользовалась исключительно иностранным наждаком и карборундом. Единственный завод Струка, в Петербурге, ныне «Ильич», изготовлял шлифовальные круги из иностранного материала. В связи с современными разработками наждака и корунда на Урале представляется возможность не только освободиться от иностранного материала, но и экспортировать собственный наждак. Намечающиеся мощные гидроэлектрич. установки, давая дешевую энергию, смогут способствовать развитию в СССР производства искусственных А. м. из технического боксита.

Лит.: Ферсман А. Е., Порватов Б. М. и Кузнецов Е., Абразионные материалы, сборник «Нерудные ископаемые», т. 1, Л., 1926; Barlow A. E., Corundum, its Occurence, Distribution, Exploitation and Uses, Geolog. Series, 1915; Wahlburg V., Die Schleif-, Polier- und Putzmittel, «A. Hartleben's Bibl.», *123*, W., 1922. **Н. Владавец.**

АБРИКОС, Armeniaca vulgaris Lam., жердели, куруга, урюк (сем. Amygdalaceae), дерево или кустарник, родом из Персии, откуда он распространился в культуре по южн. и ср. Европе, образуя большое количество садовых разновидностей. А. особенно ценится как плодовое растение: его плоды—костянки—с сочным, мясистым, пушистым с поверхности околоплодником желтовато-оранжевого цвета идут в пищу в сыром, консервированном и в сухом виде. Из пережженных косточек плодов добывается черная краска, из семян—масло. Редко встречается в культуре черный абрикос (Armeniaca dasycarpa Pers.). В вост. Сибири произрастает даурский абрикос (Armeniaca sibirica Pers.), дающий съедобные плоды; во Франции Armeniaca brigantica считается родичем мирабелей и ренклодов. Древесина А. плотная, идет на ценные поделки.

АБРИС. 1) А.—сводка уравновешенных результатов измерения углов, произведенного в точках триангуляционной сети. Пункт, к которому относится такой А., часто называется пунктом А. Гаус в своих А. приводил лишь уравновешенные направления; в позднейшем же издании для всякого пункта тригонометрической сети показаны, кроме уравновешенных направлений, также и «измеренные направления», затем логарифмы расстояний между всеми визирными точками и точкой А. В указанном смысле слово «абрис» часто употребляется также и в новейшей геодезической литературе. В русской технич. литературе слово А. в указанном смысле, как обозначение сводки для каждой станции измеренных и уравновешенных направлений, применяется редко. В изданиях Военно-топографического управления такая сводка для отдельных точек стояния не публикуется. 2) А. в съемочных работах обозначает чертеж от руки, в к-ром нанесены все измеренные линии, углы и их численные величины. 3) В хромолитографии—очертание на прозрачном листе, преимущественно желатиновой пленке, границ всех красок, на к-рые литограф разлагает оригинал. Эти границы переносятся затем для каждой краски на отдельный камень.

Лит.: Соловьев С. М., Курс геодезии, Москва, 1923.

АБРИС-БРУЛЬОН, чертеж от руки при производстве съемок (гл. обр. отдельных участков). Основные условия при исполнении А.-б. ясность, четкость и правильность

как чертежа, так и чисел и надписей, чтобы всякий сведущий человек мог его свободно читать. При официальных съемках ведомства издают определенные предписания о способе ведения А.-б., с указанием обозначений, надписей, бумаги, формата и т. д. В СССР необходимо руководствоваться изданием Высш. геодез. упр. под названием «Условные знаки для вычерчивания полевых брульонов топографической съемки».

АБСОЛЮТНАЯ СИСТЕМА МЕР, абсолютные единицы, система мер, в которой все геометрич., механич. и физич. величины измеряются при помощи произвольно взятых (основных) единиц для нескольких независимых друг от друга величин. Чаще всего А. с. м. называют систему, в к-рой произвольные (основные) единицы взяты для длины, массы и времени. А. с. м.— устаревший термин, вытекавший из стремления установить «абсолютные» основные единицы, не изменяющиеся во времени и могущие быть всегда с точностью воспроизведенными. В 1791 году, во время Французской революции, была сделана попытка установления такой А. с. м., где за единицу длины был принят метр, за единицу массы — килограмм, за единицу времени — секунда (см. *Метрическая система мер*). Парижским конгрессом 21 сентября 1881 г. была установлена для научных целей т. н. система сантиметр-грамм-секунда (или сокращенно *CGS*), имеющая единицей длины сантиметр, единицей массы — грамм, единицей времени—секунду (среднего солнечного времени). Эти три единицы в системе являются основными, все же другие будут производными единицами и м. б. выражены в функциях некоторых степеней основных единиц. Эти функции называются *размерностями* (см.) (измерениями) единиц и изображаются в виде заключенных в прямоугольные скобки произведений степеней трех основных величин: $[L]$ длины, $[M]$ массы и $[T]$ времени.

1. Поверхности имеют размерность $[L^2]$, единица измерения их есть квадратный сантиметр; объемы $[L^3]$ имеют единицей измерения кубический сантиметр.

2. Средняя скорость тела выражается отношением пройденного пути $[L]$ к времени $[T]$; поэтому скорость имеет размерность $[LT^{-1}]$, и ее единица—скорость, при к-рой тело в каждую секунду проходит путь в 1 *см*. Равномерное ускорение, или приращение скорости в единицу времени, имеет размерность $[LT^{-2}]$. Сила определяется из соотношения $f = mj$ (второй закон Ньютона), где m — масса, j — ускорение; отсюда ее размерность $[LMT^{-2}]$. Единицей силы в системе *CGS* является сила, к-рая массе в 1 *г* сообщает ускорение в 1 *см/сек*^{2}. Эта сила называется диной. Работа выражается произведением силы на пройденный путь; отсюда размерность ее $[L^2MT^{-2}]$; ту же размерность $[L^2MT^{-2}]$ имеет и кинетическая энергия, измеряемая половиной произведения массы на квадрат скорости ($^1/_2\ mv^2$); единица работы — эрг, работа, которую производит сила в 1 дину на пути длиною в 1 *см*. Работа, при которой 1 *кг* поднимается на высоту 1 *м*, называется в технической системе мер килограммометром; он равен 98 060 000 эргов. Единица мощности, т. е. работы, производимой в единицу времени, имеет размерность $[L^2MT^{-3}]$ и относится к 1 лошадиной силе, или паровой лошади (75 *кгм/сек*), как 1 : (75 × × 98 060 000). Лошадиная сила поэтому равна 75 × 98 060 000 = 735,5 . 10^7 эрг/*сек* = = 735,5 джоулей (абс.). Следует отметить, что в настоящее время джоуль определяется из практических *электрических единиц* (см.). Т. о. интернациональный джоуль не равен в точности абсолютному джоулю. По последним измерениям 10^7 эргов = 1 абсолютному джоулю = = 0,999 интернационального джоуля.

3. Количество тепла, эквивалентное единице работы, эргу, есть единица тепла в *CGS*. Практическая единица — калория, или, точнее, килограммкалория, — то количество тепла, к-рое повышает температуру 1 *кг* воды от 14°,5 до 15°,5, соответственно механическому эквиваленту тепла (1 Cal = 427 *кгм* = 4,19 джоуля).

Свести выбор всех единиц только к трем основным (*CGS*), однако, не удается. Так наз. абсолютная температура не представляет собою меры температуры, вытекающей из системы *CGS*; она выражается увеличенным в 273,1 раза отношением объема идеального газа при измеряемой температуре к объему, который занимает тот же газ под тем же давлением при температуре замерзания воды. Коль скоро из системы *CGS* не вытекает мера температуры, след., нельзя вывести и меры зависящего от этой последней коэффициента расширения. Величины этого рода по отношению к трем основным мерам имеют размерность 1, т. е. $[L^0M^0T^0]$; точно так же обстоит дело с мерами теплоемкости, уд. и атом. весов и др.

4. Если геометрич. и механич. величины измеряются только в значениях длины, массы и времени (*CGS*), то этого не м. б. при измерении электрич. и магнитных величин, — здесь существенную роль играет среда, в которой происходят электрич. и магнитные явления. При создании абсолютных систем диэлектрической постоянной или магнитной проницаемости среды искусственно приписывалась размерность нуль. В первом случае получилась т. н. электростатическая (*CGSE*), а во втором — электромагнитная (*CGSM*), абсолютная система мер (см. *Практическая система мер*). В более общем виде можно не предрешать выбора системы (*CGSE* или *CGSM*), сохраняя в ф-лах размерности, соответствующие степени диэлектрической постоянной ε и магнитной проницаемости μ. Отталкивательная сила между двумя заряженными электричеством маленькими шариками прямо пропорциональна произведению количеств электричества e и e' и обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними (закон Кулона). Мы полагаем поэтому в системе *CGSE* частное $\frac{ee'}{r^2}$ равным силе $[LMT^{-2}]$, откуда $e = e'$ будет иметь

размерность $\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, а при учете диэлектрической постоянной $\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{\frac{1}{2}}\right]$. Электростатической единицей количества электричества называется то количество электричества, которое отталкивает равное ему количество, находящееся на расстоянии 1 *см*, с силою в 1 дину. Электростатический потенциал имеет размерность $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, а при учете ε—размерность $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}\right]$.

Частное от деления величины заряда на потенциал поверхности называется емкостью проводника и имеет размерность $[L]$, а при учете диэлектрич. постоянной—$[L\varepsilon]$. Емкость проводника относительно земли равна 1, если при заряде количеством электричества равном e потенциал любой точки его поверхности относительно земли равен 1.

5. Из соображений, подобных тем, какие приведены при рассмотрении количества электрического заряда, размерностью магнитного полюса, представляемого как заряд нек-рым количеством свободного магнетизма, будет $\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, а при учете магнитной проницаемости μ размерность магнитного полюса выразится символом $\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}\right]$. Внешние действия магнита м. б. заменены действиями идеального магнита, у к-рого заряд как сев., так и южн. магнетизма сосредоточен в одной точке. Магнитный полюс с количеством магнетизма равным 1 отталкивает полюс другого магнита, обладающий равным количеством магнетизма, на расстоянии 1 *см* с силой в 1 дину. Соответственно электрич. потенциалу имеется также магнитный потенциал размерности $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, а при учете магнитной проницаемости μ — $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}\right]$. Если на магнитный полюс с зарядом m действует отталкивательная сила K в нек-рой точке магнитного поля, то частное от деления силы K на количество магнетизма m называется силой, или напряженностью, магнитного поля в данной точке. Напряженность магнитного поля имеет размерность $\left[L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, а при учете магнитной проницаемости μ — $\left[L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}\right]$. В практической системе мер напряженность магнитного поля измеряется в А/*см*.

6. За единицу силы электрич. тока принимается в системе *CGSM* сила тока, который, проходя по дуге длиной в 1 *см* окружности радиуса 1 *см*, отталкивает магнитный полюс (единицу количества магнетизма), помещенный в центре круга, по направлению, перпендикулярному к плоскости круга, с силой равной 1 дине (закон Био-Савара). Десятая часть этой абсолютной единицы силы тока с большой точностью равна практической единице электрического тока — ампер у. Круговой ток радиуса r и силы I действует на магнитный полюс m, помещенный в центре круга, с отталкивательной силой $KI = m\frac{2\pi}{r}$. Отсюда получается размерность для силы тока $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, а при учете магнитной проницаемости $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}\right]$. Силу тока можно определить как количество электричества, протекающее в 1 ск. через поперечное сечение проводника; отсюда количество электричества выражается произведением силы тока на время, размерность его $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}\right]$, а при учете магнитной проницаемости $\left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}}\right]$. По проводнику, в котором ток имеет силу равную 1, протекает в 1 ск. количество электричества равное 1. Десятая часть этой абсолютной единицы количества электричества—ампера—с большой точностью равна практической единице — кулону. Электромагнитный потенциал имеет размерность $\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}\right]$. Сопоставление размерностей в электростатических и электромагнитных единицах показывает, что отношение размерностей количества электричества в электромагнитной мере и в электростатической мере $\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$ имеет размерность скорости $[LT^{-1}]$. Измерением одних и тех же количеств электричества в обеих системах мер Вебер и Кольрауш нашли величину отношения обеих мер равной 3.10^{10} *см/ск* (скорости света). Отношение между размерностями потенциала в электростатической и электромагнитной системах имеет значение обратное по сравнению с отношением размерностей количеств электричества в обеих системах, потому что как в той, так и в другой системах произведение количества электричества на потенциал представляет одну и ту же величину — работу. Разность потенциалов и *электродвижущая сила* (см.) имеют одну и ту же размерность. Практическая единица потенциала с большой степенью точности м. б. принята равной 10^8 абсолютным единицам (*CGSM*). Мощность электрического тока равна произведению силы тока на эдс и имеет ту же размерность, как и механическ. мощность:

$$\left[L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}\right] \cdot \left[L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right] = \left[L^2 M T^{-3}\right].$$

Практическая единица мощности есть ватт, равный приблизительно 10^7 *CGS* единицам. Точные современные измерения дают $0{,}999.10^{-7}$ ватт $= 1$ эрг/*ск*. Отношение эдс к силе тока $\left(\frac{E}{I}\right)$ зависит только от свойств проводника (закон Ома) и называется сопротивлением; размерность его $[LT^{-1}]$, а при магнитной проницаемости $[LT^{-1}\mu]$. Практическая единица сопротивления есть интернациональный ом, равный $1{,}00051 \cdot 10^9$ *CGS* единицам сопротивления. Если конденсатор заряжается количеством электричества Q до потенциала E, то частное $C = \frac{Q}{E}$ называется емкостью конденсатора, размерность ее $[L^{-1} T^2]$, а при учете магнитной проницаемости $[L^{-1} T^2 \mu^{-1}]$. Емкость в электромагнитной мере в $(3.10^{10})^2$ раз менее, чем в электростатической, или единица ее в электромагнитной мере в 9.10^{20} раз больше.

В последнее время сделан ряд предложений восстановить абсолютн. характер системы мер. Американский физик Майкельсон

предлагает в качестве единицы длины взять длину волны (в пустоте) определенного однородного света (какой-нибудь спектральной линии—например красной линии кадмия). 1 *м*=1553164,19 длин волны красной кадмиевой линии при 15° и нормальном атмосферном давлении (1926 г.). Но гораздо дальше идет немецк. физик Планк. В природе мы встречаем целый ряд т. н. универсальных величин, универсальных постоянных. Таковы, напр., скорость распространения света, постоянная закона всемирного тяготения, заряд и размеры электрона и т. д. Этими величинами Планк и предлагает воспользоваться для выбора единиц будущих мер.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 1, ГИЗ, Берлин, 1923; Plank M., «Annalen der Physik», 1900.

АБСОЛЮТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, $t°$, выраженная в °С, отсчитываемая не от обычного нуля (точки плавления льда), а от абсолютного нуля, т. е. состояния, при котором скорость и энергия теплового движения равны нулю. Абсолютный нуль температуры соответствует $t° = -273°$ по 100°-ной шкале. Т. о. 0° С = 273° по абсолютной шкале, и всякая $t°$ по С переводится на абсолютную шкалу путем сложения градусов по С с числом 273. А. т. либо обозначается через $T°$ (в отличие от $t°$ 100°-ной шкалы), либо при числе градусов ставят букву K (Кельвин). В. Томсон (лорд Кельвин) указал на возможность термодинамического определения А. т. Для обратимого цикла Карно отношение теплоты, отданной нагревателем (Q_1), к теплоте, полученной холодильником (Q_2), будет.

$$\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{T_1}{T_2}. \qquad (1)$$

Q_1 и Q_2 можно определить различными способами, не связанными с температурными измерениями, на основании закона сохранения энергии. Уравнение (1) можно представить так:

$$\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}=\frac{T_1-T_2}{T_1}, \text{ т. е. кпд.} \qquad (2)$$

Выражение (2) не м. б. > 1 и $= 1$ при $T_2=0$. Т. о. определяется абсолютный нуль температуры. Приняв $t°$ таяния льда за 0°С, различные исследователи определили следующие значения $t°$ абсолютного нуля:

Камерлинг (1910 г.) —273,1 (принято в англск. и латинских странах).

Хенниг (1921 г.) —273,2 (Германия).

Следовательно, А. т. выражается:

по Камерлингу: $T=t+273{,}10$;

по Хеннигу и Хейзе: $T=t+273{,}20$.

На практике для приближенных расчетов (напр. различных тепловых расчетов) температура абсолютного нуля принята в —273°. Пропорциональность А. т. кинетической энергии частиц, объему при постоянном давлении, давлению при постоянном объеме и произведению PV значительно упрощает все расчеты при пользовании А. т.

Лит.: Meyer, K. Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten, Braunschweig, 1913; Henning F., Das Gesetz über die Temperaturskala, «Die Naturwissenschaften», g. 13, p. 421, Berlin, 1925.

АБСОЛЮТНОЕ ДВИЖЕНИЕ, движение, для которого условно принимают, что тела, по отношению к которым рассматривается данное движение, абсолютно неподвижны. См. *Движение.*

АБСОЛЮТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ вещественного числа, арифметическое число, к-рое получим, если от данного числа отбросим знак. А. з. числа обозначается заключением его между вертикальными штрихами; напр.: $|-7|=7$. А. з. (или модуль) комплексного числа $a+bi$ есть положительное значение корня $\sqrt{a^2+b^2}$; А. з. (или модуль) вектора равно его длине. Во всех случаях А. з. величины обращается в нуль в том — и только в том — случае, когда в нуль обращается сама величина.

АБСОРБЕР, см. *Холодильные машины.*

АБСОРБЦИОННЫЕ АППАРАТЫ, аппараты для приведения газообразных тел в тесное соприкосновение с абсорбирующими их жидкостями (см. *Абсорбция*). Простейшие А. а. — Вульфовы склянки — употребляются в химических лабораториях. А. а., применяемые в технике, обычно имеют форму башни и строятся, смотря по назначению, из различного материала: железа, свинца, песчаника, гранита и друг.; конструкция их различна в зависимости от способа абсорбирования. А. а., построенные по принципу поверхностного орошения, снабжены колосниковой решеткой, на к-рую для увеличения поверхности соприкосновения насыпают слой соответствующего твердого материала, равномерно орошаемый абсорбирующей жидкостью, в то время как газ подводят сюда же в направлении, противоположном току жидкости. В А. а. распылительного типа жидкость подвергают распылению особыми соплами. В ротационных аппаратах абсорбирующая жидкость равномерно распределяется по поверхности вращающихся дисков, где и вступает в соприкосновение с газом.

При абсорбции газов твердыми телами (хлористым кальцием, известью, углем, металлами и друг.) их подвергают измельчению и насыпают на плиты, днища чаш и цилиндров А. а. Насыщенные абсорбируемыми веществами твердые тела заменяются новыми при помощи различных приспособлений в зависимости от устройства А. а. Ради экономии места в некоторых аппаратах твердый материал располагают в несколько этажей, и тогда к ним газы подводят снизу. Аппараты снабжены терморегуляторами, позволяющими поддерживать в аппаратах необходимую $t°$. Абсорбцией газов при помощи твердых тел пользуются для высушивания газов, освобождения их от хлора (при помощи извести), очищения от пыли и копоти, очищения светильного газа от серы и для др. подобн. производственных целей.

АБСОРБЦИЯ, поглощение газа жидкими и твердыми веществами, в результате к-рого получаются смеси и растворы газов. Согласно закону Генри растворимость газа в жидкости пропорциональна давлению, под которым газ находится, но при условии, что газ при растворении не образует новых соединений и молекулы его не полимеризуются. По закону Дальтона

из смеси газов каждый газ растворяется в жидкости пропорционально своему парциальному давлению, вне зависимости от присутствия остальных газов. Степень растворения газов в жидкости определяется коэфф-том А., показывающим, сколько объемов газа поглощается в одном объеме жидкости при $t°$ газа в 0° и давлении в 760 *мм*. Коэфф-ты А. для газов и воды м. б. вычислены по ф-ле $\alpha = A + Bt + Ct^2$, где α—искомый коэфф. А., t—темп-ра газа, A, B и C — постоянные коэфф-ты, определяемые для каждого отдельного газа. По исследованиям Бунзена коэфф-ты A, B и C для важнейших газов имеют след. значения:

Газы	A	B	C	Действительны при t°
Cl . . .	+ 3,0361	— 0,046196	+ 0,0001107	от 0 до 40°
CO_2 . . .	+ 1,7967	— 0,07761	+ 0,0016424	» 0 » 20°
O	+ 0,4115	— 0,00108986	+ 0,000022563	» 0 » 20°
H_2S . . .	+ 4,3706	— 0,083687	+ 0,0005213	» 0 » 40°
N	+ 0,020346	— 0,000053887	+ 0,000011156	» 0 » 20°
H	+ 0,0193	—	—	» 0 » 20°

Твердые тела поглощают газы тем скорее и тем в большем количестве, чем больше поверхность этих тел. Поглощение газов металлами увеличивается почти пропорционально увеличению $t°$, достигая своего максимума при $t°_{пл.}$

Палладий, платина, золото, железо поглощают громадные количества водорода без какого-либо влияния на их свойства. Особенно большой поглотительной способностью по отношению к водороду обладают палладий и сплавы серебра с палладием. Соли, растворенные в воде, уменьшают А. газов, но если газ образует новое соединение, то его А. увеличивается. А. газа жидким или твердым телом сопровождается повышением $t°$ абсорбирующего вещества, и обратно — при каждом выделении поглощенного газа жидким или твердым веществом происходит охлаждение последнего. Свойствами А. широко пользуются в технике для разного рода очистительных и разделительных процессов.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, СПБ., 1903 и 1905; Fehling H., Handwörterbuch d. reinen und angew. Chemie, 2 Aufl., Absorption, Braunschweig, 1859—1865; Meinrich I., Über d. v. Bunsen aufgestellten Gleichungen etc., «Ztschr. f. physik. Chemie», B. 9, p. 435—443, Lpz., 1892.

АБСОРБЦИЯ СВЕТА, поглощение света при прохождении его через какое-нибудь вещество. Пучок лучей, проходящий через то или иное вещество, выходит ослабленным: а) вследствие рассеяния части световой энергии при выходе из тела и б) вследствие А. части лучей в самом веществе, благодаря превращению проходящей световой энергии в другие формы (тепловую и химическую). Степень А. зависит при этом главн. обр. от длины световой волны. Часто лучи определенной длины волны совершенно поглощаются веществом, тогда как смежные с ними лучи свободно пропускаются через него. Этой способностью различных тел поглощать как при прохождении через них, так и при отражении от них лучи определенной длины волны главным образом и объясняется цвет тела.

АБСЦИССА, см. *Аналитическая геометрия.*

АБЦУГ, снятые с поверхности расплавленного нечистого свинца высокоплавкие составные части веркблея (серебросодержащего свинца); состоит из металлического свинца с окисью его и окислами др. металлов. См. *Свинец* и *Серебро.*

АБШТРИХ, легко окисляющиеся составные части веркблея, собирающиеся на его поверхности при окислительной плавке; состоит из глета с примесью окислов др. металлов. См. *Свинец* и *Серебро.*

АВАЛОВА РЕСПИРАТОРНАЯ КОРОБКА, см. *Противогаз.*

АВАНПОРТ, передовая часть гавани, служащая для стоянки судов. См. *Порты.*

АВАНТРЕН, см. *Шерстопрядение.*

АВАНТЮРИН, зернистый *роговик* (см.), проросший листочками слюды. Крупные месторождения на средн. и южн. Урале (золотистый А.), на Алтае, в Испании и Индии (зеленый, более дешевый сорт). А. называют также вид фарфора, к к-рому при изготовлении примешивают гидрат окиси железа, что придает ему золотистый цвет и делает похожим на естественный А.

АВАНТЮРИНОВАЯ ГЛАЗУРЬ, зеленая или красная глазурь на керамических изделиях, содержащая во всей массе громадное количество золотистых блесток, полученных от выделения кристаллов кислородных соединений меди, хрома или железа. Производится путем быстрого обжига при SK * 1—2 с последующим медленным естественным охлаждением в печи, что является существенно важным. Составы:

Parmelee и Lathrop

$$\left.\begin{array}{l} 1{,}00\ Na_2O \\ \text{или} \\ 0-1{,}0\ Na_2O \\ 0-1{,}0\ K_2O \\ 0-1{,}0\ CaO \\ 0-1{,}0\ PbO \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} 0{,}15\ Al_2O_3 \\ 1{,}25\ B_2O_3 \\ 0{,}75\ Fe_2O_3 \end{array}\right\} 7SiO_2$$

Haldeman

$$1Na_2O \left\{\begin{array}{l} 0{,}1\ Al_2O_3 \\ 0{,}05—0{,}85\ Fe_2O_3 \\ 0{,}80—0\ CrO_3 \\ 0{,}75—2{,}25\ B \end{array}\right\} 6SiO_2$$

АВАНТЮРИНОВОЕ СТЕКЛО. Некоторые сорта стекол, окрашенные окислами хрома или окислами меди, могут растворять эти красители до определенного предела. В случае их избытка в жидком стекле они, при охлаждении стекла или при повторном его нагревании, выделяются в форме мельчайших кристаллов и равномерно распределяются во всей массе стекла в виде блесток. По данным Гольбаума, очень хороший хромовый авантюрин можно получить, если в хрустальное стекло добавить от 15 до 20 час. двухромовокислого калия $K_2Cr_2O_7$ на 100 частей песка. Лучшие медные авантюрины получаются, если в массе отсутствует окись свинца или если окиси свинца очень мало. Ниже приведены

* SK — обозначение пирамидок Зегера, употребляемых для определения $t°_{пл.}$ огнеупорных материалов.

составы для хромового и медного авантюрина (в весовых частях). Медный авантюрин состава № 1 плавится очень быстро, и стекло может получиться красным непрозрачным или темнокрасным прозрачным, или бесцветным (в последнем случае для получения авантюрина повторное нагревание стекла обязательно).

Составы авантюринов.

Хромовые

	№ 1	№ 2	№ 3
Песок	1 000	1 000	1 000
Сода	350	400	350
Плавиковый шпат	150	—	150
Полевой шпат	300	—	300
Витерит	250	—	250
Двухромовокислый калий	120	160	100
Перекись марганца	70	—	50
Окись кобальта	—	—	5
Известковый камень	—	200	—

Медные

	№ 1	№ 2	№ 3
Песок	1 000	1 000	1 000
Сода	320	333	225
Известковый камень	320	238	100
Поташ	80	227	112
Свинцовый сурик	10	—	—
Окись меди	60	—	—
Закись меди	—	83	50
Закись железа	30	—	—
Окись железа	—	—	75
Окись олова	30	—	—
Селитра	—	133	—

Из А. с. делали различные украшения; центр производства — Мурано, близ Венеции. В последнее время его изготовляют в Англии, Франции, Германии.

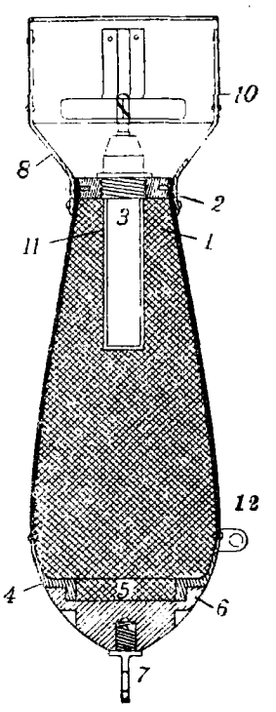
Лит.: Hodkin A. a. Cousen A., A Textbook of Glass Techn., Edinb., 1925. **И. Китайгородский.**

АВГИТ, составная часть многих древних горных пород: диабазов, базальтов, гранитов, сиенитов и различных лав. При выветривании А. получаются различные железистые глины. См. *Пироксен.*

АВГИТИТ, ультраосновная эффузивная горная порода, относящаяся к бесполевошпатовым породам, но с натровым стеклом. Состоит из основной стекловатой массы с вкраплениями *авгита* (см.), магнитного железняка и других минералов. Распространенность А. небольшая; промышленного значения авгитит не имеет.

АВГУСТИНА ПРОЦЕСС, гидрометаллургический процесс получения серебра из руд, сводящийся к хлорирующему обжигу, выщелачиванию обожженной руды крепким раствором хлористого натрия и последующему выделению серебра металлической медью. См. *Серебро.*

АВИАБОМБА, аэробомба, снаряд, наполненный взрывчатым или другим специальным веществом, сбрасываемый с воздушных судов с целью поражения глубоких тылов противника и пунктов, недосягаемых для артилл. огня. А. бывают: а) фугасные — для разрушения сооружений; б) осколочные — для действия по живым целям; в) зажигательные (с $t°$ до 3 000°) — для действия по легко воспламеняющимся и взрывающимся целям (бензиновые хранилища, огнесклады); г) гидростатические — рвущиеся под водой на известной глубине, для действия в море; д) химические — содержащие газообразн. или жидкие вещества, вызывающие отравление, удушье, слезотечение или поражение наружных покровов; е) осветительные — для освещения местности при ночных атаках; ж) дымовые — для образования дымовой завесы. А. состоит: из корпуса каплевидной формы, с гладкой, удобообтекаемой поверхностью, заряда внутри него, взрывающего приспособления (взрывателя) и оперения. Корпус А. изготовляется из листового алюминия, стали или железа с таким расчетом, чтобы достичь большой пробивной способности и безопасности в отношении прострела оболочки пулей противника. В передней части к корпусу *1* приклепывается литая латунная головная часть *4* с горловиной *5*. С головной частью соединяется *на резьбе* чугунная головка *6* с ввинченным в нее носком *7*. В тыловой части к корпусу приклепываются четыре лапки, или пера, *8*, на к-рых крепится стабилизатор *10*. Последний дает А. вращение вокруг продольной оси, необходимое для лучшей устойчивости ее полета. Это вращение вызывает *деривацию* (см.), величина к-рой изменяется с изменением высоты бомбометания и к-рая требует введения добавочной боковой поправки «на деривацию». К латунному кольцу *2*, с навинтованным очком для ввинчивания взрывателя *3*, изнутри припаивается стакан взрывателя *11*, который герметически закрывает тыловую часть авиабомбы. Сбоку корпуса приклепывается ушко *12* для подвешивания бомбы к *бомбодержателю* (см.). В качестве заряда для снаряжения авиабомбы служат: анилит, тротил, мелинит и другие взрывчатые вещества, а также и смеси из них (см. *Взрывчатые вещества*). Взрыватели служат для взрыва при ударе авиабомбы о препятствие. По своему действию взрыватели разделяются на мгновенные и действующие с замедлением, а по месту установки на бомбе — на головные, или ударные, и хвостовые, или инерционные. А., подвешенная к бомбодержателю, отпускается движением особого рычага, посредством механической, пневматической или электрической передачи (см. *Бомбосбрасыватель*). Будучи сброшена с некоторой высоты, А. летит с постепенно возрастающей скоростью; так, напр., А. среднего веса, сброшенная с высоты 1 000 *м*, обладает у земли скоростью ок. 120 *м/сек*; при высоте сбрасывания в 4 000 *м* скорость ее у земли достигает 300 *м/сек*.



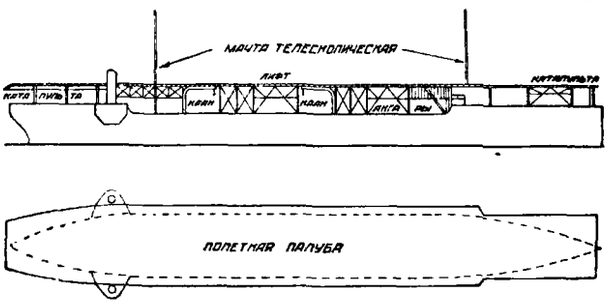
При движении А. на нее действуют две основные силы: вертикальная — сила тяжести, сообщающая ускорение 9,81 *м/сек*, и горизонтальная — сила инерции, стремящаяся сохранить первоначальную скорость, сообщенную бомбе самолетом. Под действием этих сил А. падает на землю, описывая кривую, близкую к параболе (сопротивление воздуха несколько отклоняет ее от

параболы). Скорость А. все время возрастает, но одновременно с увеличением скорости увеличивается и сила сопротивления воздуха, замедляющая ее падение. Рассмотрение трех величин — силы тяжести, инерции и сопротивления воздуха — дает возможность путем вычерчивания графиков составить таблицы и траектории полета А. с различных высот, при заданных скоростях самолета, весе бомбы и поперечном ее сечении (см. *Бомбометание*). При бомбардировке с самолета меткость попадания авиабомбы зависит от применения нужного угла прицеливания (угол, составляемый с горизонтом прицельной линией, т. е. прямой, соединяющей точку выпуска бомбы с целью). Величина угла прицеливания зависит от высоты, скорости самолета, веса и типа А. Направление А. на цель производится посредством специального бомбометательного прицельного прибора. Современные приборы, как показали опыты в С.-А. Соед. Штатах, дают попадание 50% всех выпущенных А. по квадратной цели со сторонами от 0,02 до 0,04 высоты метания. Для поражения земных целей применяют А. не крупнее 100—150 *кг*, для действия в море — от 200 до 1 000 *кг*. Опыты бомбардирования воздушным флотом линейных кораблей, произведенные в С.-А. С. Штатах, показали, что А. весом в 500—900 *кг* достаточна для потопления линейного корабля. Кроме обыкновенных А., для поражения морских целей применяются торпедные А., имеющие то же значение, что и морские самодвижущиеся мины (см. *Мина*). Современный тип торпедной А. отличается от самодвижущихся мин более крепкой конструкцией, выдерживающей удар при падении в воду. Торпедные А. сигарообразной формы приводятся в движение особым механизмом (прибор Обри), к-рый автоматически сохраняет заданный курс А. Особой конструкцией А. является т. н. летающая торпеда, или управляемая воздушная мина,— малый моторный аэроплан или планер, снаряженный взрывчатым веществом, снабженный особым часовым механизмом и автоматическим стабилизатором с жироскопами. Произведенные в Англии в 1926 г. опыты управления А. подобной конструкции при помощи радио дали положительные результаты.

Лит.: Никольский М., Руководство по бомбометанию с самолетов, М., 1924; Колосовский, Аэропланные бомбы, журн. «Война и Мир», *14*, Берлин, 1924; «Техника и снабжение Красной армии», Москва, 1924; «Воздушный справочник». Сборник статей по вопросам авиации и воздухоплавания, т. I, Москва, 1925. **А. Знаменский.**

АВИАКАМЕРА, аэрокамера, внутренняя часть пневматической шины для аэропланов. См. *Автошина*.

АВИАНОСЕЦ (авиаматка), плавающий и маневрирующий аэродром, применяется в военном флоте для участия в морском бою. Назначение А.—обеспечить безотказный вылет самолетов с кораблей вне зависимости от погоды и состояния моря. Предельный тоннаж А. установлен Вашингтонской конференцией в 27 000 *т* (но допущено в виде исключения переустройство не свыше 2 линейных кораблей в 33 000 *т*). А. должен быть обеспечен радиотелеграфом, радиопеленгатором, звуковой и световой связью, метеорологич. оборудованием и должен иметь мощную зенитную и противоминную артиллерию. По мореходности А. должен соответствовать линейным судам, но обладать большой скоростью хода. Размеры А. зависят от типа ангаров и самолетов; наиболее рациональными являются размеры: длина и ширина по нормальной ватерлинии — 275 × 27 *м*, осадка при полной нагрузке — 7—6 *м*, полетная палуба — 275×34 *м*, скорость — 34—35 узлов, броневая защита пояса — 3″, крыша — 2″, площадь пола ангаров — 2 600 *м*². Аэродромом служит верхняя палуба, совершенно гладкая, без всяких надстроек (см. фиг.). Взлет и посадка про-



изводится вдоль палубы, для чего корабль идет всегда против ветра или же разворачивается на этом же курсе на якорях. Посадочной площадкой является кормовая часть палубы, а взлетной — носовая. Самолеты в собранном виде поднимаются на верхнюю палубу при помощи лифта. На палубе, на некоторой высоте над ней, протягивается от носа до кормы ряд натянутых параллельных тросов; колеса катящегося самолета попадают между ними и сохраняют направление разбега даже при значительной бортовой качке. Под палубой находится сборочный ангар, а ниже расположены ангары для хранения собранных самолетов. Высота этих ангаров д. б. больше двойной высоты самолета, чтобы можно было вывести любой из них, не трогая с места остальных. Вывод самолетов производится при помощи тележек, скользящих по рельсам, подвешенным под потолком ангара. Рельсовый путь продолжен до лифта. В кормовой части под верхней палубой помещен подъемный кран и устроены ворота для уборки поднятых самолетов. Взлет гидросамолетов производится путем выбрасывания самолета с палубы непосредственно в воздух при помощи специального метательного прибора—катапульты, которая на А. устанавливается под верхней палубой на корме, где стоит и подъемный кран. Из современных хорошо оборудованных А. необходимо отметить: америк. «Лексингтон» (Lexington) и «Саратога» (Saratoga), водоизмещением по 26 800 *т*, размерами 270 × 32 *м*, японские «Акаги» (Akagi) в 33 000 *т*, размерами 270 × 31 *м* и «Кага» (Kaga) в 27 000 *т*, размерами 210 × 30 *м*, вмещающие по 50 самолетов. Имеются сведения о постройке А. в 45 000 *т*, при скорости 65 *км/ч*, длине 268 *м* и ширине 58 *м*, вмещающих 72 самолета. **А. З.**

АВИАПОКРЫШКА, аэропокрышка, оболочка пневматической шины, применяемой для сухопутных аэропланов.

Служит для частичной амортизации толчков при приземлении и рулении и при разгоне для взлета. Вследствие особенностей своего назначения изготовляется тонкостенной и из небольшого количества прокладок. Должна прочно держаться на ободе, иметь малое лобовое сопротивление и легкий вес. На ободе удерживается подобно автомобильным покрышкам. См. *Автошина.*

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, обнимает аэропланостроит. заводы, авиамоторные заводы и заводы подсобн. производства (лыж, винтов, аэронавигационных приборов и т. п.). Рост А. возможен только в такой стране, где имеется хорошо развитая металлическая промышленность и, в частности, алюминиевые заводы, так как моторы и аэропланы требуют сталь исключительно высокого качества (хромоникелевая, инструментальная и т. п.), а алюминий и дуралюминий с развитием металлических самолетов начинают занимать в А. первенствующее место. Производство приборов для зажигания, шариковых и роликовых подшипников требует наличия соответствующих заводов; точность обработки изделий требует первоклассного оборудования, высокого качества инструментов и т. п. Необходимость большой точности при обработке требует наличия в стране достаточного количества рабочих высокой квалификации. Максимальное развитие А. получила в годы империалистической войны (см. табл.).

Годы	Великобр.	Франция	Америка	Италия	Германия
1913 г.	150 самолетов во всех странах				
Годы войны:					
самолетов . . .	54 800	51 100	14 200	12 200	48 500
заводов	35	36	13	20	30
моторов	40 800	92 500	42 200	24 300	40 400
1923—1925 гг.					
самолетов . . .	2 850	5 900	4 200	2 070	—

В число заводов не входят заводы и мастерские, *которые изготовляли для* А. материалы, полуфабрикаты, приборы, инструменты и т. п. После войны заводы, к-рые продолжали работать для А., изменили характер производства, перенеся центр тяжести на опытное строительство и на усовершенствование отдельных типов самолетов. Среди крупных заводов, к-рые во время войны и в настоящее время являются главными поставщиками аэропланов и авиамоторов, известны: во Франции — Фарман, Ньюпор, Бреге, Лорен-Дитрих, Испано-Суиза, Гном-Рон; в Германии — Юнкерс, Мерседес, Альбатрос, B. M. W.; в Италии — Капрони, Ансальдо, Савойа, Фиат; в Англии — Непир, Виккерс, Рольс-Ройс, Бристоль; в С.-А. Соед. Штатах — Кертис, Райт, Форд, Паккард.

Аэропланостроительные заводы по размеру своих изделий м. б. отнесены к среднему машиностроению. Характер производства и пропускная способность завода зависят от объема работ, от размеров завода и от качества и количества оборудования на заводе. На наших самолетостроительных заводах применяется метод обработки просто-серийный, за границей же во время империалистической войны на крупных аэропланостроительных заводах применялся метод обработки крупно-серийный. В настоящее время такой метод применяется на заводе Бреге по выпуску аэропланов Бреге 19. Технич. условия качества продукции (допуски) для большинства работ по металлу относятся ко 2-му и 3-му классу (по DIN); что же касается допусков по дереву, гл. обр. в типовых сборках, то здесь применяются более грубые допуски и предел их доходит до 0,5 *мм.*

Характеристика изделия (конструкция). Большинство деталей как по дереву, так и по металлу имеют специальную конструкцию, и только небольшое число деталей, преимущественно по металлу, имеют нормальную конструкцию (болты, гайки, шурупы, заклепки и т. п.).

Виды мастерских и схема их расположения. За границей аэропланостроительные заводы имеют только мастерские по дереву и сборочные; что же касается работ по металлу (болты, шурупы, тендера и т. п.), медницких работ (баки для бензина и масла, радиаторы) и т. п., то все эти работы исполняются не на самолетостроительных заводах, а в специальных мастерских, на заказ. При проектировании аэропланостроительных заводов принимается следующая схема распределения цехов: 1) заготовительные цехи, 2) столярный цех, 3) обойная, 4) малярная, 5) инструментальная и ремонтная, 6) механич. цех, 7) медницкая, 8) кузница, 9) сварочная, 10) моторная, 11) главная сборка, 12) сушилка по дереву, 13) лесопилка, 14) склады, 15) ангары.

Оборудование. Количество станков для обработки металлов зависит от типа аэроплана, объема заказа и метода обработки. Аэропланы, строящиеся на наших *самолетостроительных заводах, в современных* условиях требуют до 6 станков на один самолет в месяц. Оборудование д. б. только специальное, преимущественно автоматы и револьверные станки. Располагать станки надлежит по типам и видам: токарные станки должны стоять отдельно от сверлильных, револьверные отдельно от фрезерных и т. д. В отношении же деревообделочной мастерской, в виду большой громоздкости деталей, надо признать более рациональным расположение станков по комплектам (групповое), считая, что в каждый комплект должны войти все виды деревообделочных станков. Примерный состав комплекта следующий: циркулярных пил—2, фрезерных станков—2, фуговочных—1, рейсмусовок—1, шлифовальных станков по дереву — 1, ленточных пил—1; в комплект не входят лобзики и сверлильные станки.

Силовые установки. При подсчете мощности силовой станции для определения двигательной силы обычно принимают в среднем 0,75 лошадиной силы на каждого производственного рабочего.

Определение площадей: а) в механич. цехах намечают площадь пропорционально количеству рабочих или оборудования, в сборочных цехах — пропорционально продукции; при расчете площади необходимо оставить достаточно места для транспортировки материалов и полуфабрикатов по заводу, к-рая должна совершаться по кратчайшему пути и по возможности в одном направлении; б) для столярного цеха площадь на одного рабочего, работающего у верстака, принимается в 6—7 $м^2$ в среднем; кроме того, необходимо отдельно учесть площадь для столяров, работающих на сборке крыльев и других громоздких частей аппарата, — для них берется только один верстак на двух — трех рабочих, но зато нужно добавить площадь для сборки этих частей; в) для сборочной мастерской самолетостроительных заводов необходимо принимать в расчет максимальное количество самолетов, к-рое одновременно будет находиться в мастерской. Зная габарит аппарата в собранном и разобранном виде, учитывая проходы и нек-рый запас площади на непредвиденный случай задержки в сборке и предусматривая возможное расширение производства, получим требуемую площадь для сборочного цеха; таким же способом следует вести расчет площадей, потребных для обойной и малярной мастерских; г) в механич. мастерской по металлу, при оборудовании станками средней величины, необходимо для каждого станка оставить 10—12 $м^2$; д) нормы площадей для всех остальных мастерских определяются на основании подобных же соображений.

Материалы. На один самолет деревянной конструкции средней величины, типа разведчика или истребителя, требуется: а) сосны, если она получается в лафетах, — 8—10 $м^3$; а в брусках — 4—5 $м^3$; б) ясеня и ильмовых пород дерева для изготовления гнутых частей—1,2 $м^3$; в) фанеры—ок. 50 листов (ок. 75$м^2$), размером 1,6 × 1,2 *м*, толщ. в среднем 2,5—3 *мм*; г) труб стальных — ок. 75 *п. м*, диам. от 7 до 74 *мм*, толщ. стенок 1—3 *мм*, K_z от 40 до 140 *кг/мм²*, д) стали разной сортовой (поделочной) для болтов, тендеров и пр.—до 160 *кг*; е) листовой стали толщ. от 1 до 5 *мм*—до 185 *кг*; ж) стальной проволоки, диам. 0,5—3 *мм*, $K_z = 120$ *кг/мм²* (диам. 3 *мм*) и $K_z = 170$—180 *кг/мм²* (диам. 0,5—1 *мм*),—до 30 *кг*; з) стальных тросов, $K_z = 700$ *кг/мм²*—до 250 *м* диам. 3 *мм* и до 280 *м* диам. 10 *мм*; и) цветных металлов листовых (медь красная или желтая, листовая, толщиной около 1 *мм*, для бензиновых и масляных баков, алюминий листовой, толщиной 0,5 *мм*), сортовых и чушковых—до 150 *кг*; к) полотна и других текстильных материалов—до 100 $м^2$; л) лаков и красок—до 180 *кг*; м) шурупов, заклепок, резины, фибры, дюрита, мела, клея, приборов, гвоздей, электрич. проводов и т. п. Для металлических самолетов употребляется дуралюминий, применяемый в виде: цельнотянутых труб, фасонных профилей, гладкого и волнистого листового материала и заклепок.

При большой производительности аэропланостроительного завода, в 3—4 тысячи самолетов в год, рационально иметь собственные лесные разработки с лесопильным заводом, с предварительной разработкой дерева на бруски определенных размеров, с сушкой их при этих заводах.

Авиамоторные заводы по размеру своих изделий относятся к среднему машиностроению. Характер производства. На наших авиамоторных заводах, в силу объективных условий, в настоящее время метод обработки носит просто-серийный характер (объединение операций технологич. процесса на одних и тех же механизмах); за границей же, на больших авиамоторных заводах—характер крупно-серийный (дифференциация операций), к-рый уже близко подходит к массовому методу обработки. Технич. условия качества продукции (допуски) по большинству работ относятся ко 2-му классу (по DIN) и только по небольшой части деталей, особо ответственных,— к 1-му классу; неответственные детали м. б. отнесены к 3-му классу. Подготовка к производству (приспособления и инструмент) относится почти исключительно к 1-му классу качества продукции.

Характеристика изделия (конструкция). Большинство мелких деталей имеет нормальную конструкцию, и только крупные детали имеют специальную (блоки цилиндров, картера и т. п.). В зависимости от общего развития промышленности страны при авиамоторном заводе концентрируется большее или меньшее количество заготовительных подсобных цехов. В современных наших условиях нерационально иметь заготовительные цехи (сталелитейную мастерскую, прокатную, молотовую и обдирочную) при авиамоторном заводе; металлургич. база для авиамоторных заводов д. б. организована при металлургич. заводах; исключение допускается только для металлолитейной мастерской (для алюминиевого литья, бронзы, баббита и чугунного фасонного литья), к-рую в условиях настоящего времени пока необходимо иметь при авиамоторных заводах.

При проектировании авиамоторных заводов принимается во внимание следующая схема распределения мастерских: 1) склад сырья и материалов, 2) склад изделий, 3) механическая мастерская, 4) контрольное бюро, 5) склад полуфабрикатов (деталей), 6) слесарно-сборочная, 7) испытательная станция, 8) литейная, 9) термическая, 10) сварочная, 11) эмалировочная, 12) инструментальная.

Оборудование. Механич. мастерская авиамоторного завода д. б. снабжена станками только для чистовой обработки. За границей для больших авиамоторных заводов всю обдирочную работу производят в специальных обдирочных мастерских при металлургических заводах. На один авиамотор в 400 HP требуется в месяц, в наших условиях, станков:

Токарных	крупных	1,6 шт.
»	средних	2,1 »
»	малых	1,3 »
»	специальных	0,5 »
Всего токарных станков. . .		5,5 шт.

Револьверных крупных	0,8	шт.
» средних	0,5	»
» малых	1,2	»
Всего револьверных станков	2,5	шт.
Фрезерных горизонтальных	1,5	шт.
» вертикальных	1,7	»
Всего фрезерных станков	3,2	шт.
Строгальных	0,3	шт.
Шлифовальных	1,7	»
Сверлильных	1,6	»
Долбежных	0,2	»

При проектировании оборудования необходимо стремиться к специализации работ, т. к. в авиамоторах требуется взаимная заменяемость частей, а следовательно, обработка деталей должна вестись сообразно выработанным технич. условиям по шаблонам, калибрам и предельным допускам. Испытательная станция и авиамоторная лаборатория д. б. оборудованы: а) станками, позволяющими делать первичные измерения мощности на ходу мотора,— балансирными, гидравлическими (тормоз Фруда) и электрическими; б) жесткими станками для притирки; в) ручным краном; г) приборами, необходимыми для испытания авиамоторов (трубки Venturi, счетчики оборотов, мельница Ренара, термометры для воды и масла и т. п.); д) баками для бензина и масла. Заводская лаборатория по испытанию материалов должна иметь: а) разрывной пресс Гагарина, б) машину для испытания на сжатие на 10 *т*, в) экстензиометр Кембридж для брусков в 10 *мм*, г) зеркальный прибор Мартенса, д) пресс Бринелля, е) прибор Morin для определения твердости в узких местах, ж) маятниковый копер сист. Шарпи на 75 *кгм*, з) машину для испытания на кручение валов (Амслер Лаффон) на 250 *кгм*, и) машину для испытания на изгиб, с определением стрелы прогиба, к) машину для статических и вибрационных испытаний пружин системы Ольсена, л) пресс для испытания на растяжение в 50 *т*, м) термоэлектрические пирометры Ле-Шателье до 1 600°, н) радиальный пирометр Ферри, о) оптический пирометр Кембридж или Горльборн-Курлбаум, п) небольшую нагревательную печь и платиновую посуду, р) микроскоп Лейца или Рейхерта, с) реактивы для травления, т) дилятометр Шевенара для определения расширения, у) прибор для определения удельного веса металла, ф) химические весы, х) прибор для магнитных испытаний и т. п.

Силовые установки. При подсчете мощности силовой станции в отношении двигательной силы можно с достаточной точностью принять мощность в 1,75 HP на каждый станок, или же 1,25 HP на каждого производственного рабочего.

Определение площади: а) для механич. мастерской принимают 12—15 $м^2$ на один станок; б) для слесарно-сборочной — 50 $м^2$ на один авиамотор в месяц; в) для испытательной станции—50 $м^2$ на мотор в месяц при условии, если балансирные станки будут передвижные, т. е. будут удаляться из помещения во время испытания работы мотора; г) что касается площадей остальных помещений завода, то они рассчитываются согласно общепринятым нормам.

Материалы. Существующие «стальные» авиамоторы в 300 HP, 400 HP и 650 HP в современных условиях требуют: а) стальных поковок и стали до 2 000 *кг*; б) цветных металлов (алюминия, меди и т. п.) до 250 *кг*; в) чугуна до 100 *кг*. Существующие «алюминиевые» авиамоторы требуют: а) стальных поковок и стали до 1 300 *кг*, б) цветных металлов до 400 *кг*, в) чугуна до 100 *кг*.

Лит.: Ворошилов К. Е., Оборона СССР, «Военный вестник», М., 1927; Технические условия Упр-ния в.-возд. сил СССР на подготовку моторов, самолетов, дерева, фанеры и других материалов, М., 1925; статьи инж. Мирошникова, Савкова, Берхина, Моишеева, Бессонова и др., «Вестник возд. флота», М., 1924—25; Моишеев, П. А., Организация производства. Конспект лекций Акад. в.-возд. флота, М., 1925; Савков Е., Дерево (как строительный материал), Акад. в.-возд. флота. М., 1925; «Промышленность и техника воздухоплавания»; «L'Aérophile», P., и «Moteur d'automobile et d'aviation». **П. Моишеев.**

АВИАЦИОННАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, радиотелеграф или радиотелефон (см. *Радио*), применяемый в авиации для связи самолетов между собой и с землей. От земной радиостанции А. р. отличается конструктивными формами, соответственно особым требованиям, предъявляемым к А. р. в отношении ее компактности, максимальной легкости, удобства обслуживания на самолете, простоты и надежности регулировки, нарушаемой вибрацией самолета в полете. Источником электрич. энергии в А. р. обычно служит специальный небольшой генератор (динамо) или легкие аккумуляторные батарейки. Первый устанавливается преимущественно на переднем (атакующем) ребре крыла самолета и приводится в действие небольшим воздушным винтом (ветрянкой), насаженным на ось его якоря и вращающимся под действием набегающего потока воздуха; аккумуляторы устанавливаются в кабине (гондоле) самолета по возможности ближе к передатчику (приемнику). Антенной служит длинный (в 100 *м* и более) медный антенный канатик (трос) с грузиком, выпускаемый во время полета из кабины самолета при помощи небольшой ручной лебедки (катушки). Электрическим противовесом (заземлением) служит вся масса самолета, если он металлический; в деревянных конструкциях—проволочные плетения, специально проложенные по остову самолета (металлическое армирование). Дальность действия современных А. р. колеблется от 10 до 200 и более *км*. А. р. бывают или только передающие, или приемно-передающие (для двусторонней связи). Первые применялись в армиях всех стран для корректирования с самолета артилл. стрельбы (см. *Воздушный флот*) или для связи самолета с землей при обслуживании культурных нужд населения, напр.—при обслуживании рыболовных и зверобойных экспедиций, при противопожарной охране лесов и др. случаях мирного применения авиации). В последнее время эти передающие А. р. постепенно уступают место приемно-передающим станциям, как более совершенным и удобным во всех отношениях. После империалистической войны появились различного назначения вспомогательные приборы А. р., например автоматический сигнализатор, дающий возможность даже незнакомым

с радиоаппаратурой летчикам автоматически передавать различные сигналы (опасность, пожар, метеорологические данные и пр.) простым включением соответствующего штепселя, и т. п. **А. Шиуков.**

АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ служат источником движущей силы для летательных аппаратов — самолетов, дирижаблей, гидропланов и т. д. В результате внутренних процессов и преобразований сил в моторе на валу его появляется свободный момент пары сил, называемый крутящим моментом мотора. Этот момент, однако, еще не в состоянии вызвать движения аппарата и д. б. преобразован помощью воздушного гребного винта (пропеллера) в силу тяги. Комбинацию авиационного мотора с винтом называют «винтомоторной группой». Мощность А. д. различна в зависимости от их назначения:

моторы для авиэток	от 10	до 60 HP
» для учебных самолетов	» 60	» 120 »
» военных, тренировочных и небольших коммерческих аппаратов	» 180	» 400 »
» для тяжелой и военной истребительной авиации . . .	» 400	» 800 »

Верхний предел мощности авиационных моторов — пока лишь временное достижение моторостроительной промышленности, стремление же к увеличению мощности в одном аггрегате продолжается. А. д. применяются и в других областях, где требуется особая легкость мотора, как, напр.: *аэросани* (см.), *глиссеры* (см.). К А. д. предъявляются три основных требования: 1) легкость веса мотора со всей его установкой, с запасами топлива, воды и масла, 2) компактность, 3) уравновешенность.

Легкость веса мотора характеризуется «относительным», или «удельным», весом, т. е. отношением сухого веса мотора к его мощности. Называют: 1) сухим весом мотора — вес его без воды, масла, радиаторов и втулки винта, но с магнето, карбюратором и всеми прочими частями, принадлежащими мотору; 2) полетным весом мотора — вес его вместе с радиатором, водой, втулкой винта, бензином и маслом на положенное число часов полета. Легкость мотора особенно важна в быстроходных аппаратах. Сила тяги, необходимая аппарату, пропорциональна весу его при прочих одинаковых условиях. С другой стороны, при увеличении быстроходности самолета сила тяги винта падает и, следовательно, ведет к необходимости уменьшать вес аппарата, а вместе с ним и мотора. Относительный вес для мощных моторов (400—800 HP) в настоящее время колеблется ок. 0,8 *кг*/HP. Наименьший вес, достигнутый в специальных гоночных моторах мощностью 600 — 800 HP, спускается до 0,465 *кг*/HP и даже ниже. Наиболее тяжелые двигатели употребляются для дирижаблей, но и их вес редко превышает 1,5 *кг*/HP. Маломощные авиэточные моторы имеют средний вес около 1,5 *кг*/HP. Легкость веса А. д. достигается: 1) увеличением числа оборотов, 2) увеличением среднего эффект. давления в цилиндре, 3) применением легких и высокосортных материалов, 4) снижением запасов прочности и долговечности в частях мотора, 5) сокращением размеров машины, 6) рациональной формой деталей и расположения их.

Компактность мотора. Требование компактности, или уменьшения габарита мотора, относится прежде всего к его лобовой площади, влияющей на сопротивление движению аппарата. В нек-рых случаях имеет значение длина мотора, которая, увеличивая длину самолета, ухудшает его маневренность. При определении лобового сопротивления двигателя водяного охлаждения необходимо учитывать сопротивление радиаторов, охлаждающих воду. При одинаковых способах расположения цилиндров моторы воздушного охлаждения обнаруживают меньшее сопротивление, чем двигатели водяного охлаждения с радиаторами, но зато воздушное охлаждение требует особого расположения цилиндров, менее выгодного, чем применяемое для водяного охлаждения. Кроме расположения цилиндров на уменьшение габарита влияет большинство мер, служащих к уменьшению удельного веса мотора.

Уравновешенность мотора. При наличии очень легкого мотора всякая незначительная неуравновешенная сила может возбудить ощутительное его колебание. Расчет на уменьшение колебаний мотора путем жесткой связи его с самолетом неправилен, т. к. при такой связи все части самолета нагружаются дополнительными, периодически переменными силами, к-рые вызывают быстрое разрушение и разбалтывание соединений самолета. Источником значительных неуравновешенных сил в моторе является сила инерции поршня и движущихся вместе с ним масс. Центробежные силы, возникающие в частях мотора, всегда уравновешиваются противовесами. Тангенциальные силы инерции маховика и прочих деталей хотя в большинстве случаев и остаются в числе неуравновешенных сил, но величина и действие их на мотор весьма незначительны, и они не являются в числе факторов, влияющих на конструкцию мотора (см. *Динамика поршневых двигателей*).

Тепловая работа. А. д. работают по 4-тактному циклу Отто, на карбюрированной смеси топлива и воздуха. В качестве топлива употребляются бензины и смеси их с бензолом и толуолом. Бензины употребляются специальных сортов с большим содержанием ароматических углеводородов и нафтенов. Такого рода бензины имеют меньшую способность к детонации и преждевременным вспышкам, а тем самым допускают бóльшую степень сжатия в моторе, позволяют извлекать из мотора бóльшую мощность и дают лучшую экономичность в расходе топлива. При бензинах бедных ароматиками и нафтенами искусственно примешивают последние в виде бензола или толуола в размерах, доходящих до пропорции 1 : 1. Такие смеси употребляются

и с бензинами богатыми ароматиками, с целью еще большего увеличения допустимой степени сжатия в моторе, достигающей значения $\varepsilon = 6{,}5$. Мощность авиационных двигателей определяется формулами:

$$\text{индикаторная} — N_i = \frac{p_i v_h kn}{900},$$

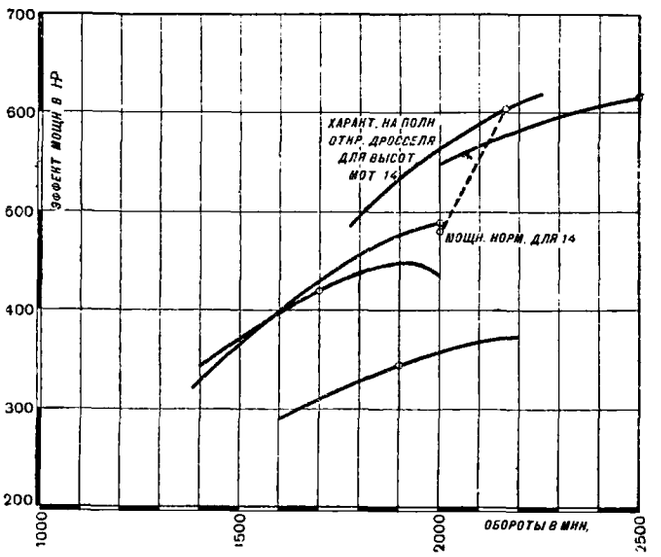
$$\text{эффективная} — N_e = \frac{p_e v_h kn}{900} = N_i — N_r,$$

где N_r — работа трения машины, p_i и p_e — ср. индик. и ср. эффект. давления в цилиндре в *atm*, v_h — рабочий объем каждого цилиндра в *л*, k — число цилиндров, n — число оборотов мотора в минуту; η_m — механич. кпд $= \frac{N_e}{N_i} = 1 — \frac{N_r}{N_i}$.

Число оборотов для мощных моторов колеблется от 1 500 до 2 500 об/м., для маломощных пределы оборотов достигают иногда 5 000 *об/м*. Верхний предел числа оборотов моторов ограничен, однако, тем, что: 1) при увеличении числа оборотов резко увеличиваются силы инерции движущихся частей мотора и вместе с тем увеличиваются напряжения в деталях и сильно повышается износ трущихся частей мотора; 2) при увеличении числа оборотов уменьшается диам. винта и вместе с тем понижается его кпд; кроме того, с уменьшением диам. винта ухудшается эффект мотора на аппарате за счет усиленной обдувки винтом фюзеляжа и шасси самолета; 3) увеличение числа оборотов требует увеличения размеров клапанов для того же самого цилиндра; но для каждого цилиндра наибольший размер клапана ограничен геометрическими размерами головки цилиндра, а тем самым ограничивается и число оборотов для каждого типа и размера цилиндра.

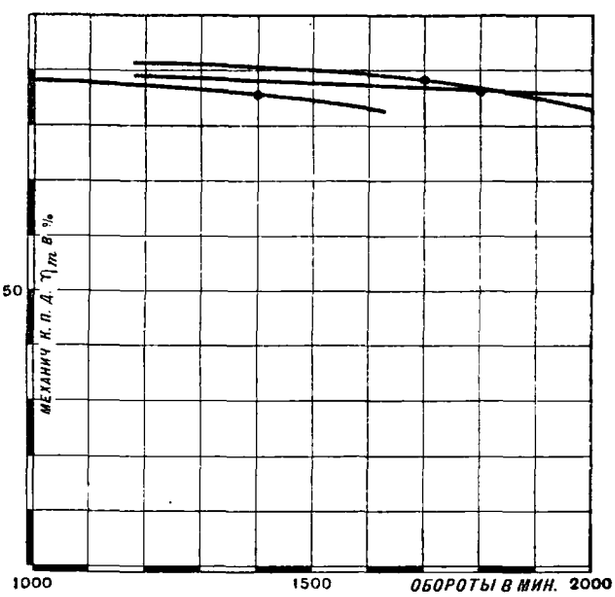
Ср. эффект. давление для мощных моторов колеблется от 7 до 10 *atm*. Увеличению ср. эффект. давления способствуют: достаточно большой размер клапанов и всасывающих труб, правильное их очертание, хорошо подобранный и выполненный карбюратор, рациональная форма камеры сгорания. Ср. эффект. давление растет также со степенью сжатия, и это в полной мере используется в А. д.: степень сжатия для них выбирают наибольшую, при к-рой возможна еще правильная работа мотора, т. е. при употребляемом топливе не наступает еще в двигателе ни преждевременных вспышек ни детонаций. Степень сжатия в современных моторах колеблется в пределах от 5,0 до 6,5. Число оборотов мотора при полном открытии дросселя можно по желанию изменять в ту или иную сторону постановкой более легкого или более тяжелого винта. В этом случае с изменением числа оборотов мотора изменится и мощность его. Диаграмму изменений эффект. мощности мотора в зависимости от числа оборотов при полном открытии дроссельной заслонки называют внешней характеристикой мощности, а то же самое, но по отношению к мощности индикаторной—внутренней характеристикой мощности. На фиг. 1 представлена внешняя характеристика различных моторов и отмечено нормальное число оборотов и мощности.

Работа механич. сопротивлений в моторе составляется из трения в частях машины, работы, потраченной на выталкивание продуктов сгорания, засасывание свежей смеси



Фиг. 1. Внешняя характеристика авиационного двигателя.

и приведение в движение вспомогательной аппаратуры мотора: клапанного распределения, насосов водяного и масляного, магнето и пр. При различных режимах работы мотора на полном открытии дросселя механич. потери будут также изменяться; они увеличиваются при увеличении числа оборотов, а механич. кпд при увеличении числа оборотов падает (фиг. 2). С поднятием



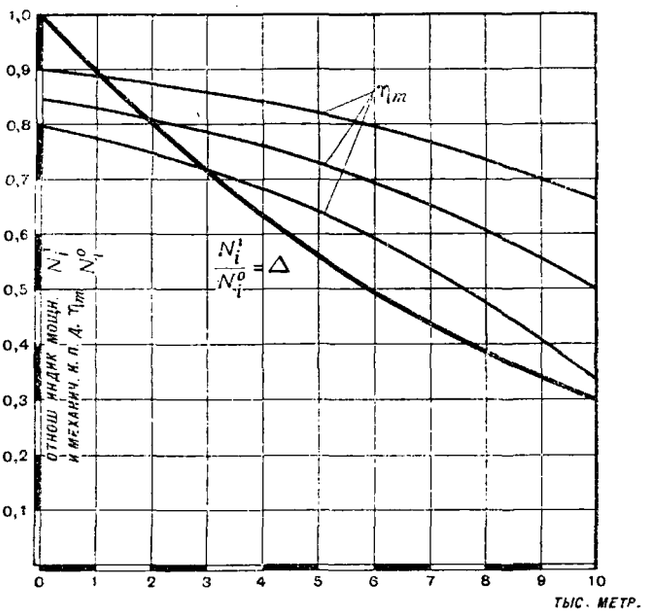
Фиг. 2. Изменение η_m с числом оборотов.

самолета в высоту за счет изменения давления и $t°$ окружающего воздуха индик. мощность мотора сильно уменьшается. Если N_i^0 и N_i^1 — индик. мощности на земле и на высоте, p_0 и p_1, T_0 и T_1—давление и абс. темп-ра воздуха на земле и на высоте, то

$$\frac{N_i^1}{N_i^0} = \Delta = \frac{p_1}{p_0}\sqrt{\frac{T_0}{T_1}}.$$

Работа механических сопротивлений одного и того же мотора мало меняется от $t°$

и давления окружающей атмосферы. Механ. кпд, $\eta_m = 1 - \frac{N_r}{N_i}$, с поднятием в высоту за счет снижения инд. мощн. резко падает (фиг. 3).

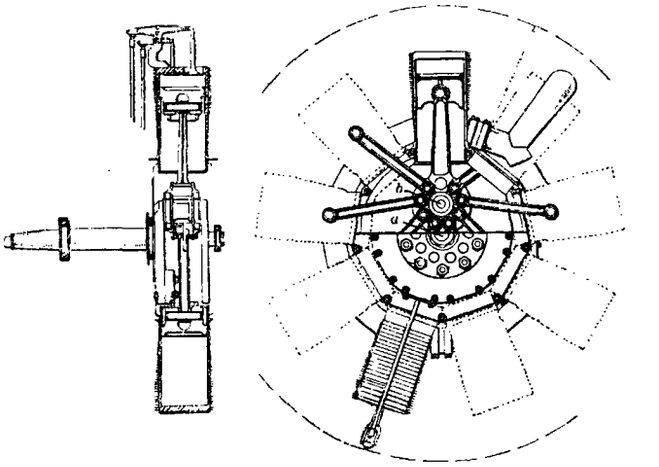


Фиг. 3. Изменение индикаторной мощности и механического кпд мотора с высотой полета.

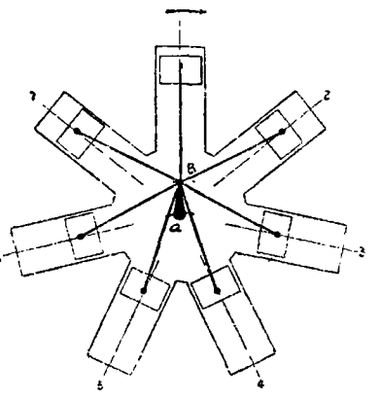
Расход топлива в А. д. зависит от состава горючей смеси, т. е. пропорции топлива и воздуха в смеси. Состав смеси влияет и на мощность мотора. При смеси, в к-рой воздуха на 10—20% больше, чем требуется для теоретического сгорания топлива, достигается наибольшая экономичность в расходе топлива, но мощность получается преуменьшенной. Наоборот, при 10—20% избытка топлива получается наибольшая мощность мотора, но экономичность ухудшается. Расход топлива зависит от степени сжатия в моторе. Индик. кпд при одинаковых составах смеси изменяется пропорционально выражению $1 - \frac{1}{\varepsilon^{0,25}}$, а индик. расход топлива, следовательно, обратно пропорционален этому же выражению. Изменение уд. в. окружающего воздуха с поднятием аппарата на высоту вызывает сильное изменение состава рабочей смеси. Если обозначить через α_x и α_0 отношение количества воздуха на 1 *кг* бензина на высоте и на земле, через γ_x и γ_0 уд. в. воздуха на высоте и на земле, то: $\alpha_x = \alpha_0 \sqrt{\frac{\gamma_x}{\gamma_0}}$. С целью поддержания постоянства состава смеси на всех высотах полета, *карбюраторы* (см.) А. д. снабжаются высотными регулировками.

А. д., предусматривающие сохранение постоянной мощности на высоте, называются высотными двигателями. Один из способов поддержания постоянной мощности мотора при поднятии на высоту заключается в нагнетании сжатого воздуха в мотор. Окружающий воздух засасывается специальными нагнетателями, сжимается в них до того давления, какое имеет воздух на земле, и в таком виде подается в мотор. Смотря по способу действия и роду привода в движение, различают нагнетатели: турбокомпрессоры, центробежные и коловратные с механич. приводом. Второй принцип высотных моторов состоит в том, что мотор рассчитывают и строят лишь для сопротивления тем силам, к-рые действуют в полете на высоте; на земле же и на всех высотах, вплоть до расчетной, дроссель мотора прикрывают так, чтобы мотор развивал мощность не больше той, которую он дает на расчетной высоте, и тем самым не испытывал бы на себе сил больше, чем принято в расчете. Такой мотор имеет объем цилиндров больше, чем невысотный мотор на ту же мощность, а потому его называют «мотором с повышенными размерами цилиндров». При дросселировании мотора увеличивается относительное загрязнение свежей смеси остаточными газами, что ведет к уменьшению склонности смесей к детонированию. Т. о. при дросселировании мотора на земле возможно для того же самого топлива увеличить степень сжатия в моторе. Моторы такого рода называются «моторами с повышенной степенью сжатия». Два последние типа высотных моторов по своим конструктивным формам не отличаются от моторов невысотных, и их можно узнать лишь по малой величине ср. эффект. давления на земле.

Общая конструкция. А. д. разделяются на ротативные и стационарные с воздушным или водяным охлаждением (см. табл. на ст. 49—50). Стационарные работают по обыч. схеме кривошип. механизма. В ротативных моторах употребляется обращенная схема кривошипного механизма, а именно: кривошип *ab* (фиг. 4) стоит при работе



мотора неподвижно, а цилиндры и поршни вращаются—первые около оси вала *a*, вторые около оси кривошипа *b*. Вращение самих цилиндров и отмечается названием «ротативный мотор». Ротативный принцип применяется только для моторов воздушного охлаждения; расположение цилиндров употребляется лишь звездообразное, число таких цилиндров нечетное, от 3 до 9 в одной звездочке. Вспышки в цилиндрах одной звездочки чередуются через один цилиндр и при

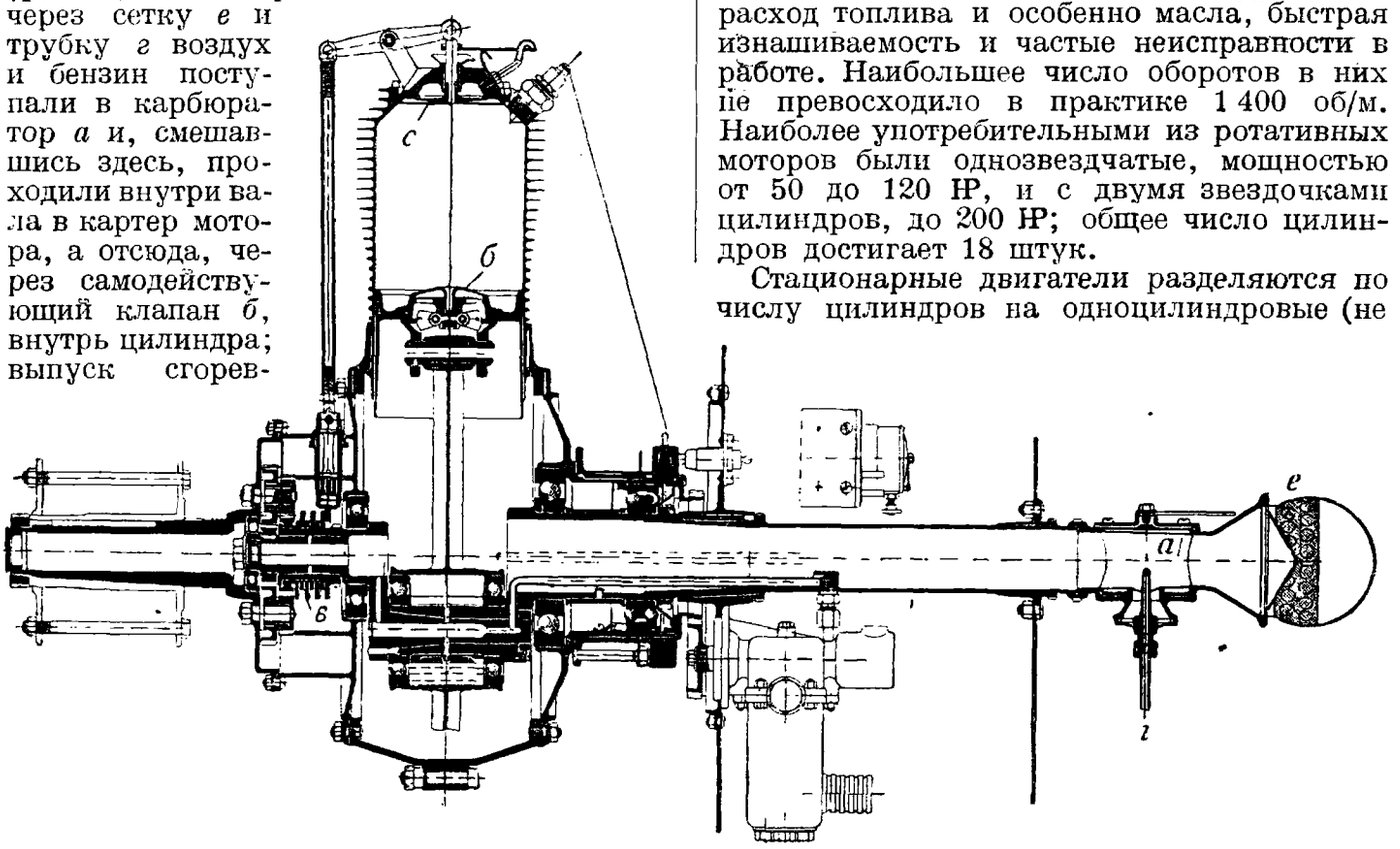


Фиг. 4. Схема ротативного мотора.

Главнейшие характеристики А. д. с воздушным и водяным охлаждением.

Название мотора	Число и расположение цилиндров	Мощность	Число об/м.	Диам. цилиндр. в мм	Ход поршня в мм	Степень сжатия	Сред. эффект. давл. в atm.	Относит. вес мотора	Расх. топлива в г/НР/ч.	Расх. масла в г/НР/ч.
Водяное охлаждение										
BMW IIIa	верт.—6	185[1])	1 400	150	180	6,0-6,4	6,3[1])	1,52	210	8
Сиддлей-Пума	верт.—6	240	1 400	145	190	5,4	8,3	1,19	—	—
Испано 300	V 90°—8	300	1 800	140	150	5,3	8,25	0,90	250	14
Либерти 12A	V 45°—12	400	1 700	127	177,8	5,4	8,0	0,97	240	12
Кертис V-1550	V 60°—12	600	2 500	130,2	158,7	—	8,85	0,54	240	6,8
Паккард 2500	V 60°—12	800	2 000	161,9	165,1	5,7	9,0	0,65	—	—
Непир «Lion»	W 60°—12	450	1 320 2 000[2])	139,7	130,2	5,8	8,9	0,85	—	—
Лоррен-Дитрих	W 40°—18	650	1 850	120	180	6,0	8,65	0,8	—	—
Непир «Cub»	X—16	1000[3])	752 1 800[2])	158,7	190,5	5,2	8,4	1,01[3])	—	—
Воздушное охлаждение										
Блекборн	V 60°—2	24	3 250	71	88	6,8	9,0	—	220	—
Бристоль «Cherub III»	прот.—2	31	2 900	90	96,5	5,5	8,2	1,40	250	—
Рон 110	ротат.—9	110	1 200	112	170	4,7	5,5	1,34	285	38
НАМИ 100	звезд.—5	100	1 600	125	140	5,0	6,55	1,63	240	15
Юпитер VI	звезд.—9	480[1])	2 000	146	190	6,5-7,0	7,5[1])	0,71	225	20

нечетном числе цилиндров совершаются, следовательно, постоянно через одинаковые промежутки времени. Прототипом ротативных двигателей явился двигатель Гном (фиг. 5). Схема работы его была такова: через сетку *е* и трубку *г* воздух и бензин поступали в карбюратор *а* и, смешавшись здесь, проходили внутри вала в картер мотора, а отсюда, через самодействующий клапан *б*, внутрь цилиндра; выпуск сгоревших газов происходил через выхлопной клапан *с*, управляемый кулачком *в*. Усовершенствован. конструкциями этого типа моторов являются моторы Рон и Клерже, в к-рых самодействующий впускной клапан заменен принужденным. Цилиндры и картеры ротативных моторов выполняются из высокосортной стали и обрабатываются тщательно и со всех сторон для получения точного веса и хорошей балансировки машин. Ротативные моторы малой мощности имеют уд. в. ниже 1 *кг*/НР. Недостатки их: повышенный расход топлива и особенно масла, быстрая изнашиваемость и частые неисправности в работе. Наибольшее число оборотов в них не превосходило в практике 1 400 об/м. Наиболее употребительными из ротативных моторов были однозвездчатые, мощностью от 50 до 120 НР, и с двумя звездочками цилиндров, до 200 НР; общее число цилиндров достигает 18 штук.

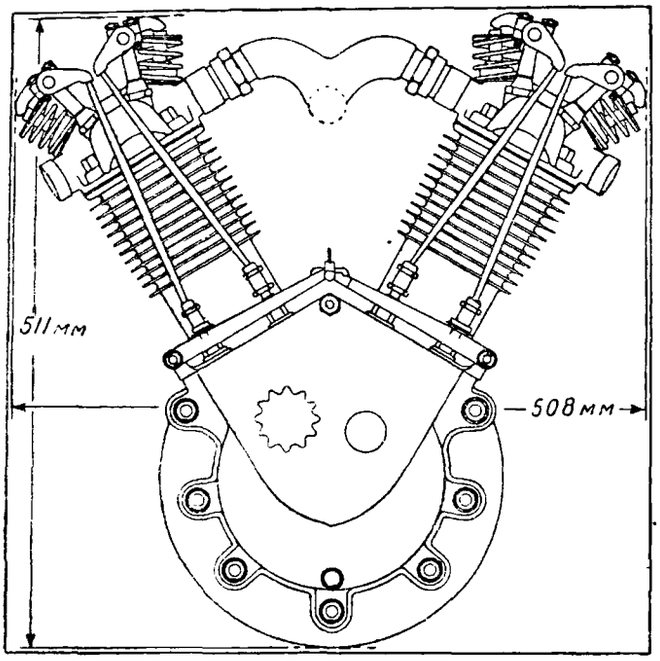


Фиг. 5. Ротативный двигатель Гном.

Стационарные двигатели разделяются по числу цилиндров на одноцилиндровые (не употребляемые в авиации), двух- и многоцилиндровые, а по расположению их— на 1-рядные, 2-рядные, или V-образные, 3-рядные, или W-образные, многорядные и звездообразные. Наибольшая мощность, получаемая от одного цилиндра, достигает 60 НР (диаметр цилиндра 162 *мм*), а число цилиндров выполняется в количестве до 18 штук на мотор.

[1]) Высотный. [2]) С редуктором. [3]) Опытная модель.

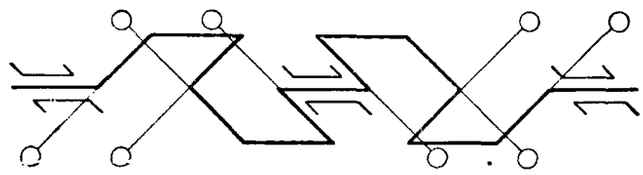
2-цилиндровые маломощные, до 25—35 Hp, моторы употребляются только на авиэтках. Расположение цилиндров бывает



Фиг. 6. Двигатель Блекборн с V-образным расположением цилиндров.

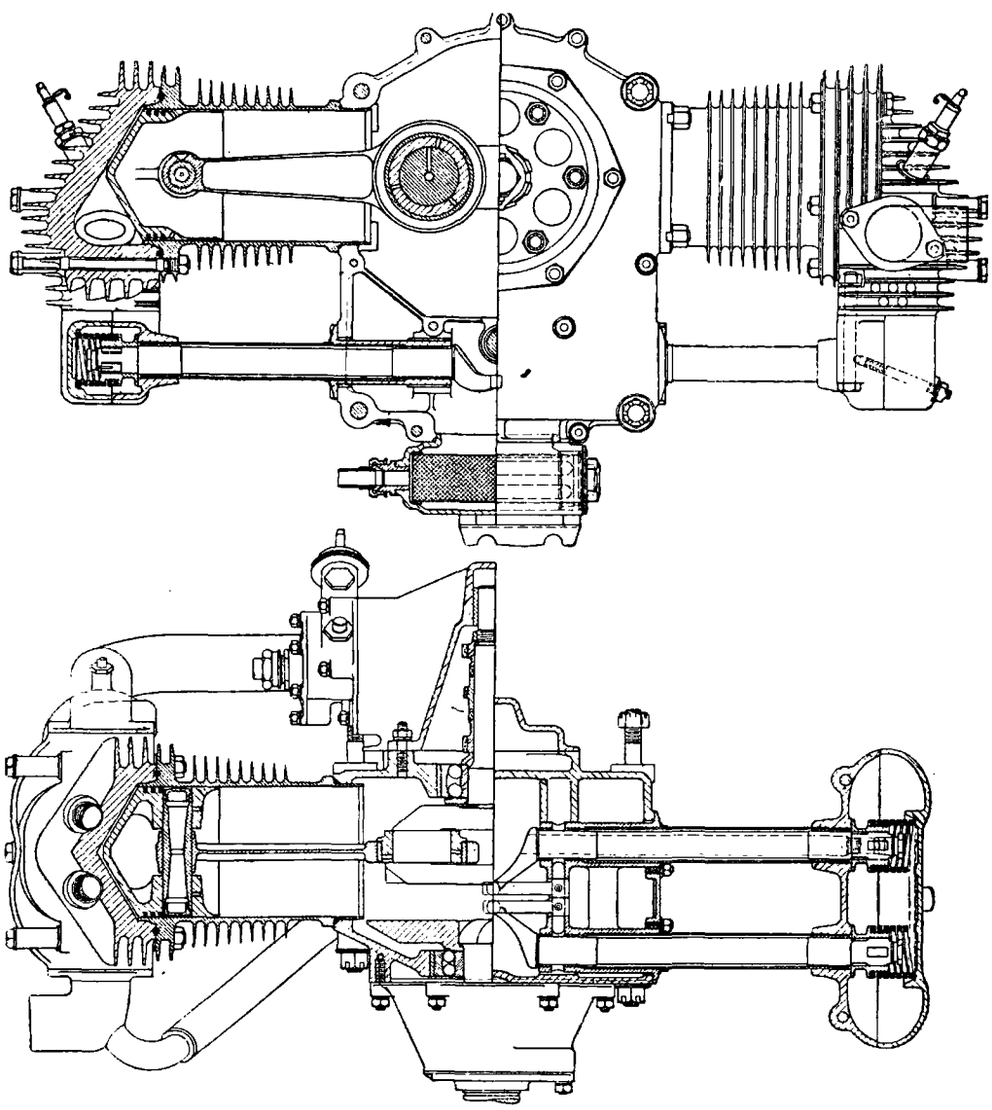
или V-образное, под углом близким к 90°, или же противоположное друг относительно друга (фиг. 6 и 7).

Моторы 1-рядные употребляются с числом цилиндров 4 и 6. Коленчатый вал 4-цилиндрового мотора имеет кривошипы, лежащие в одной плоскости и поочередно направленные то в одну, то в другую сторону от оси вала. При этом по отношению к средине мотора правые и левые кривошипы располагаются симметрично. Вспышки в цилиндрах чередуются через ½ оборота вала, перебрасываясь с одного на другой в порядке №№ 1-2-4-3 или 1-3-4-2. 4-цилиндровые 1-рядные моторы дают б. или м. удовлетворительное уравновешивание. Кривошипы вала 1-рядного 6-цилиндрового мотора направлены под углом 120°



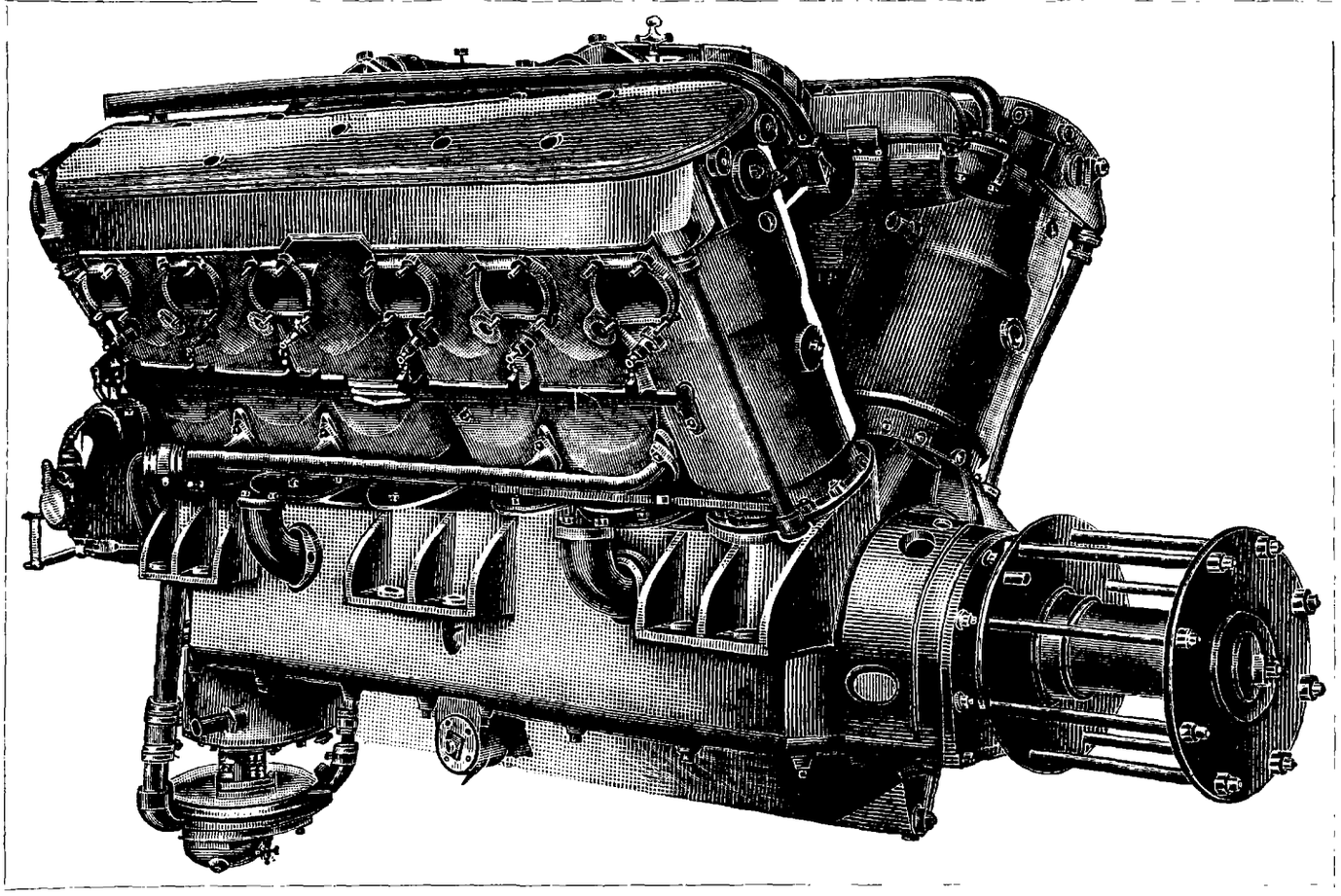
Фиг. 8. Схема вала 4-цилиндрового двигателя.

друг к другу и располагаются симметрично в обе стороны от средины вала. Работа цилиндров равномерно чередуется через каждые $^1/_3$ оборота вала, в порядке №№ 1-5-3-6-2-4. В 1-рядных 6-цилиндровых моторах получается полное уравновешивание и центробежных сил и сил инерции поршней и шатунов, почему такая схема расположения является одной из наиболее употребительных для авиационных моторов средних мощностей (от 180 до 400 Hp).



Фиг. 7. Двигатель Бристоль «Cherub III» 30 Hp.

2-рядные, или V-образные, моторы употребляются в двух схемах: а) по 4 цилиндра в ряд и б) по 6 цилиндров в ряд. В первой схеме угол между рядами цилиндров берется в 90°, и тогда вспышки в цилиндрах чередуются также через 90° оборота вала. Коленчатый вал выполняется плоским, и он совершенно подобен валу 1-рядного 4-цилиндрового двигателя. В схеме расположения коленчатого вала, указанной на фиг. 8, колена последовательно повернуты друг относит. друга на 90°. В схеме 12-цилиндрового V-образного мотора угол между рядами цилиндров в большинстве берется в 60° (фиг. 9), и тогда вспышки равномерно чередуются через 60°. В некоторых случаях, для уменьшения лобовой площади мотора, угол между рядами берут меньше (фиг. 10, Либерти—45°), и тогда вспышки чередуются неравномерно. Вал 2-рядного 12-цилиндрового мотора имеет ту же форму, что и вал 1-рядн. 6-цилиндрового.



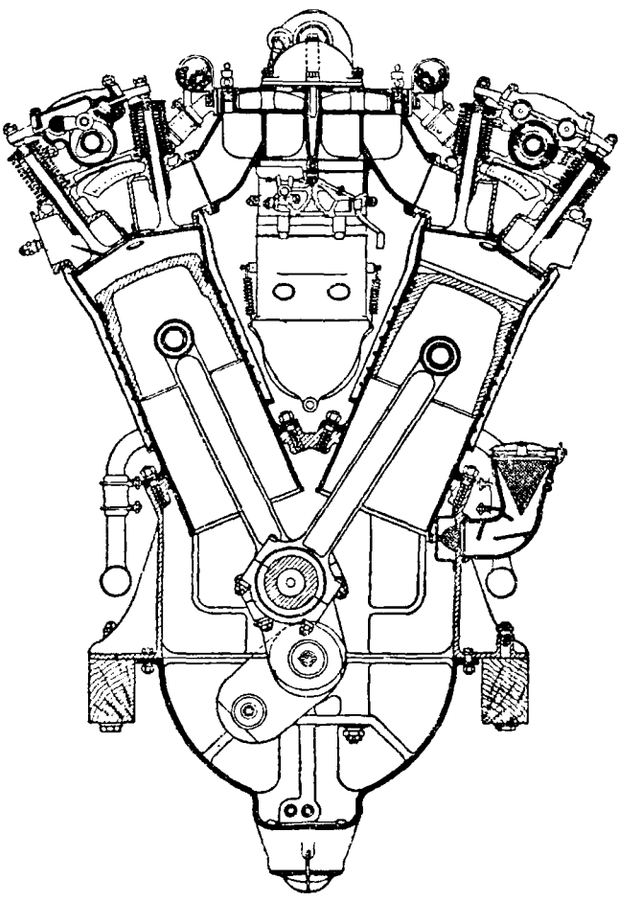
Фиг. 9. 12-цилиндровый двигатель Райт 600 HP.

Трехрядные моторы употребляются в двух схемах: а) по 4 цилиндра в ряд и б) по 6 цилиндров в ряд. В первом случае, 12-цилиндрового W-образного мотора (фиг. 11, ст. 55—56), угол между рядами берется в 60° и вспышки чередуются также через 60°. Вал — плоский, как в 2-рядном 8-цилиндровом моторе. Во второй же схеме, 18-цилиндрового W-образного мотора, угол берется в 40°, вал выполняется как и в 1-рядном 6-цилиндровом моторе, вспышки чередуются через 40°.

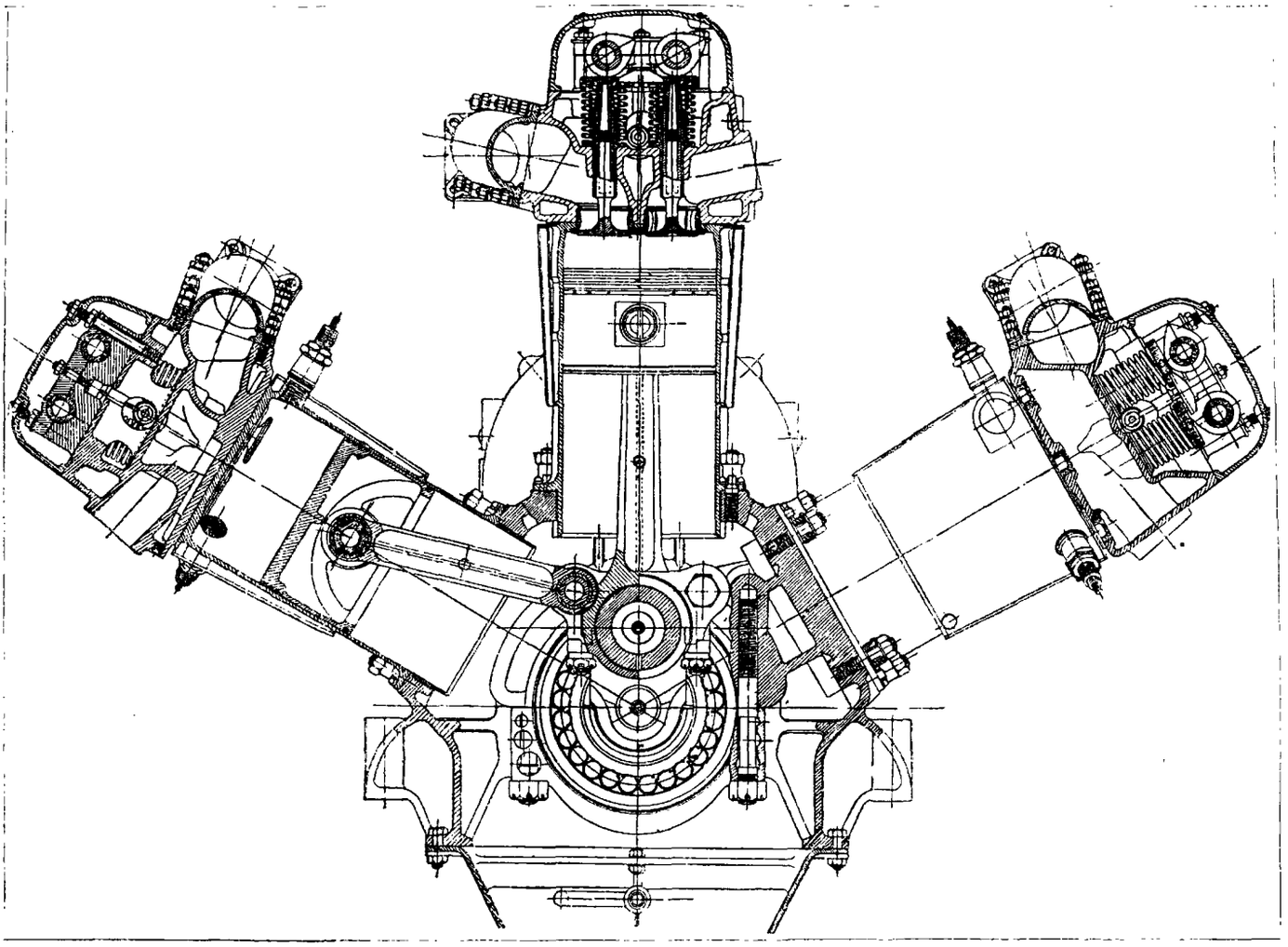
Многорядные моторы мало употребительны. На фиг. 12 представлен исполненный 4-рядный двигатель на 16 цилиндров. Углы между рядами цилиндров следующие: между верхними 45°, между боковыми с одной и другой стороны по 90°, между нижними 135°. Вспышки чередуются равномерно через 45°.

Звездообразные моторы выполняются с одной (фиг. 13) и двумя (фиг. 14) звездочками. В каждой звездочке бывает нечетное число цилиндров, от 3 до 9, вспышки чередуются все время равномерно, через один цилиндр.

Охлаждение. Для авиационных моторов применяется охлаждение водяное и воздушное. Водяное дает совершенное охлаждение, равномерное для всех цилиндров при любом расположении их, но требует большого ухода, особенно зимой, служит лишней причиной неисправностей и увеличивает вес установки. Воздушное охлаждение в эксплоатации проще водяного и обладает меньшим количеством поражаемых мест в воздушном бою. Удовлетворительные результаты применения воздушного охлаждения получены лишь по отношению к звездообразному расположению цилиндров. Такие моторы строятся сейчас мощностью до 500 HP. Моторы V-образные и 1-рядные строятся лишь на небольшие

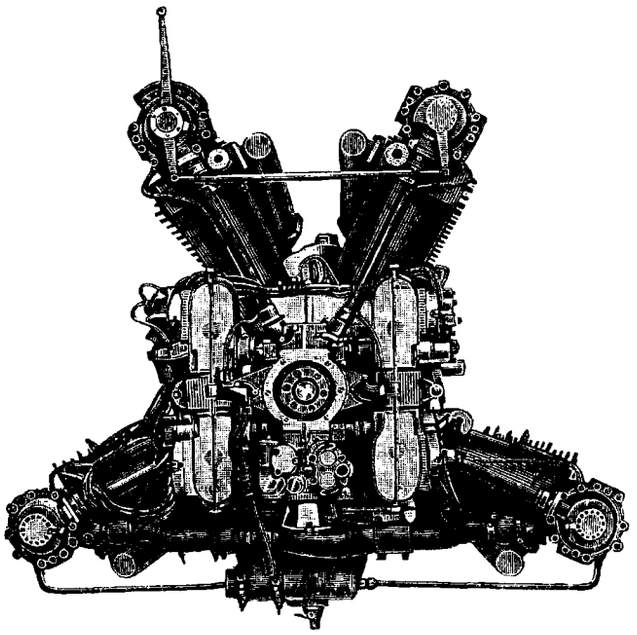


Фиг. 10. Поперечный разрез авиационного двигателя Либерти 400 HP.



Фиг. 11. Поперечный разрез двигателя Непир «Lion» 450 HP.

мощности (до 120 HP), а для бо́льших мощностей вопрос находится в стадии эксперимента. На этих моторах для повышения циркуляции воздуха между цилиндрами устанавливается сзади мотора вентилятор.



Фиг. 12. Двигатель Непир «Cub» 1000 HP.

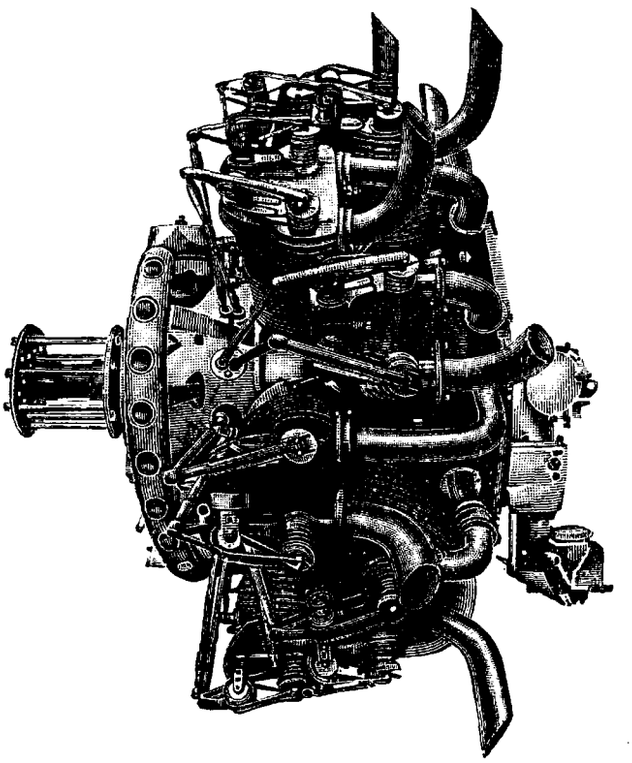
Количество тепла, к-рое приходится отводить от стенок цилиндра для обоих видов охлаждения, воздушного и водяного, колеблется в пределах от 400 до 630 Cal/HP/ч. Для отвода тепла от цилиндра при воздушном охлаждении приходится покрывать цилиндры ребрами, по расчету от 260 до 330 *см*^{2} поверхности ребер на каждую HP при скорости полета 100 *км/ч*. В цилиндрах моторов с водяным охлаждением для отвода тепла никаких добавочных приспособлений устанавливать не требуется.

Конструкция деталей. Цилиндры А. д. выполняются или полностью из стали, или же они являются смешанной конструкцией, с применением алюминиевых отливок. Внутренняя букса цилиндра, по которой движется поршень, выполняется всегда из стали, а головки, рубашки и наружные части делаются из алюминиевых сплавов. Толщина стенок цилиндра А. д. берется начиная от 2 *мм* и выше, но она редко превышает 4 *мм*, даже в верхнем поясе, охватывающем камеру сгорания. Толщина донышка стального цилиндра при сферической форме его и при диам. цилиндра в 127 *мм* спускается до 4,75 *мм* (Либерти). Чугун идет только для мелких трущихся втулок. Примеры применения материалов, употреб. для цилиндров А. д., приведены в таблице на ст. 57. Форма головки цилиндра имеет большое значение для работы мотора. Чем меньше поверхность головки, тем экономичнее работа мотора и больше его мощность; слишком вытянутая камера способствует возникновению детонационного сгорания топлива, опасного для прочности мотора. С целью уменьшения протяжения камеры и сокращения ее поверхности в цилиндрах А. д. применяются лишь подвесные клапаны, опирающиеся внутри цилиндра

Примеры применения материалов, употребляемых для цилиндров А. д.

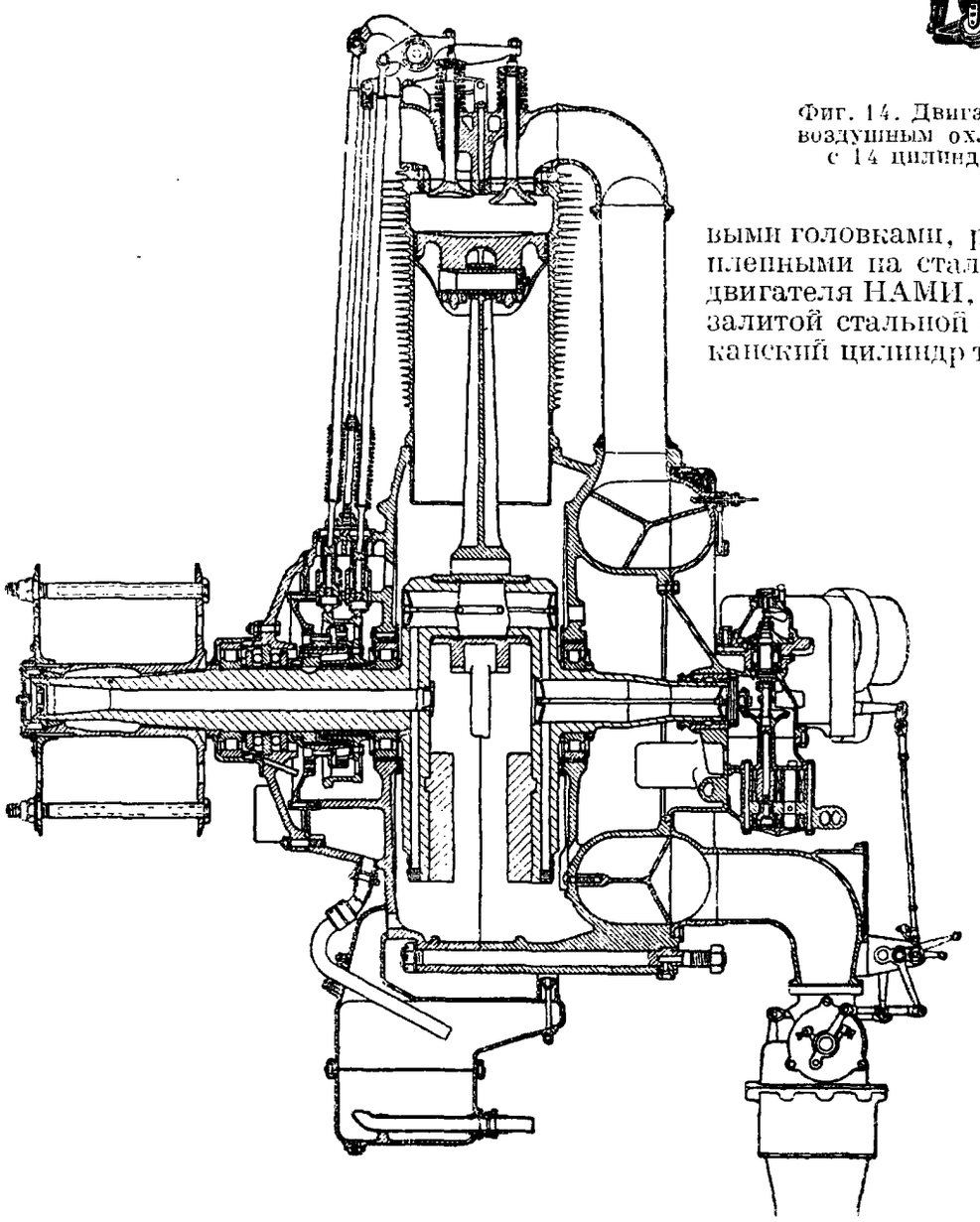
Назначение	Сорта стали и состав сплавов		
Сталь для вн. букс	Углерод.	C 0,4—0,5%	P+S<0,05%
» » » »	Хром.	C 0,4—0,5%	
		Cr 1,3—1,5%	
		Mn 0,6—0,8%	
		Si 0,3%	
» » » »	Марганц.	C 0,4—0,5%	
		Mn 1,1%	
		Si 0,3%	
Сталь для клап. патрубков	Углерод.	C 0,10—0,12%	
Листов. железо для рубашек	»	C 0,05%	
		Mn 0,5%	
		Si 0,1%	
Сплав для головок цилиндров	Медн.	Cu 12—14%	
		пр. прим. <1%	
Сплав для головок цилиндров	Медно-ник.	Cu 12—14%	
		Ni 1— 2%	
Сплав для головок цилиндров	Y-металл	Cu 3— 5%	
		Mg 5%	
		Ni 2%	

непосредственно на донышко последнего. Фиг. 15 и 16 показывают конструкцию стального цилиндра водяного охлаждения. Он состоит из стальной буксы *а*, клапанных патрубков *б*, рубашки *в*, ребер *г*, втулки для свечей и т. д. Рубашка цилиндра в свою очередь для возможности надевания составляется из нескольких частей, сваренных автогенным способом. На фиг. 17 и 18 (ст. 59 — 60) показаны цилиндры воздушного охлаждения, стальные и с алюминие-

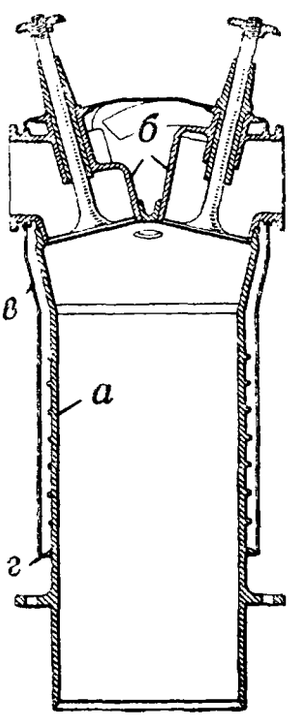


Фиг. 14. Двигатель Сиддлей «Jaguar» с воздушным охлаждением. 385—425 IP. с 14 цилиндрами в две звездочки.

выми головками, различным способом укрепленными на стальных буксах: а) цилиндр двигателя НАМИ, с алюминиевой головкой и залитой стальной буксой (фиг. 17); б) американский цилиндр типа J, со стальной буксой

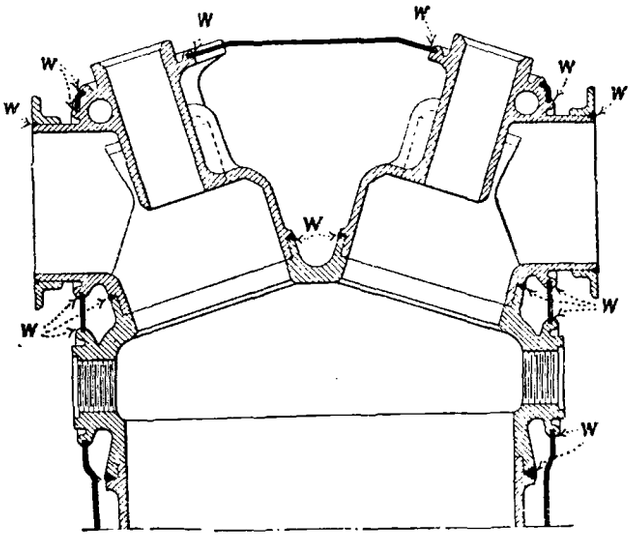


Фиг. 13. Продольный разрез звездообразного двигателя Бристоль «Юпитер» 420 IP.



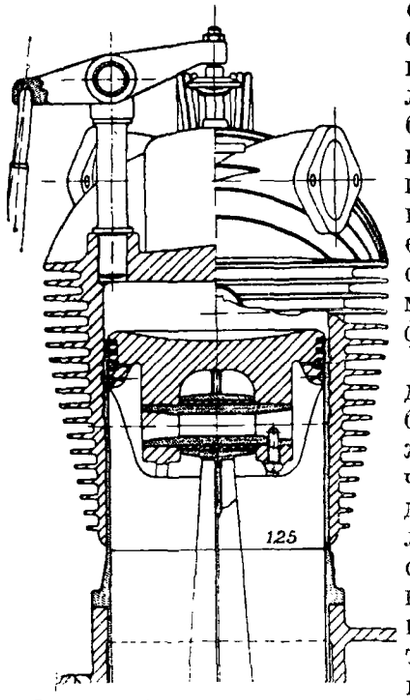
Фиг. 15. Цилиндр двигателя Либерти: *а* — стальная букса, *б* — патрубки клапанов, *в* — рубашки, *г* — ребра.

и навернутой алюмин. головкой (фиг. 18). В тех случаях, когда внутренняя стальная букса сверху закрыта, клапанные седла устроены непосредственно в теле буксы (фиг. 16); в противном случае, когда букса открыта сверху, посадки клапанов непосредственно



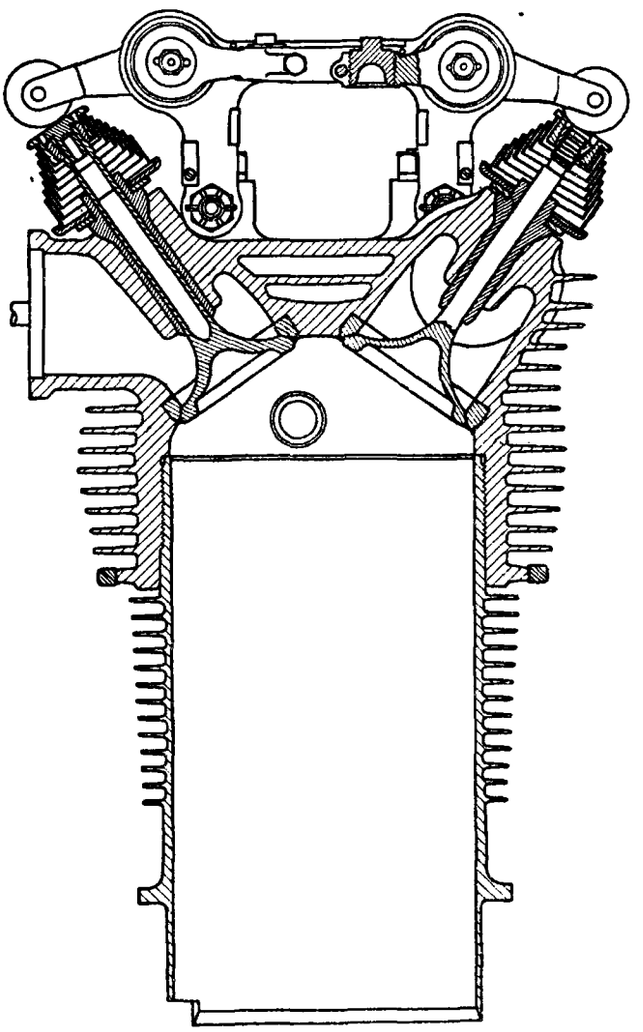
Фиг. 16. Головка цилиндра Паккард. (Буквой W отмечены места сварки.)

на алюминиевую поверхность избегают и вставляют особые кольцевые седла (или заливают при литье) из алюминиевой бронзы (фиг. 17 и 18). Цилиндры А. д. ставятся как порознь, так и в блоках. В конструкциях со стальными цилиндрами не употребляют более двух цилиндров в блоке, при алюминиевых же головках или рубашках, наоборот, стремятся связать в блоки по 3, 4 и 6 цилиндров. Такие блоки для водяного охлаждения и способы крепления алюминиевых головок к стальным буксам можно видеть на фиг. 9 и 11.



Фиг. 17. Цилиндр двигателя НАМИ 100 Hp.

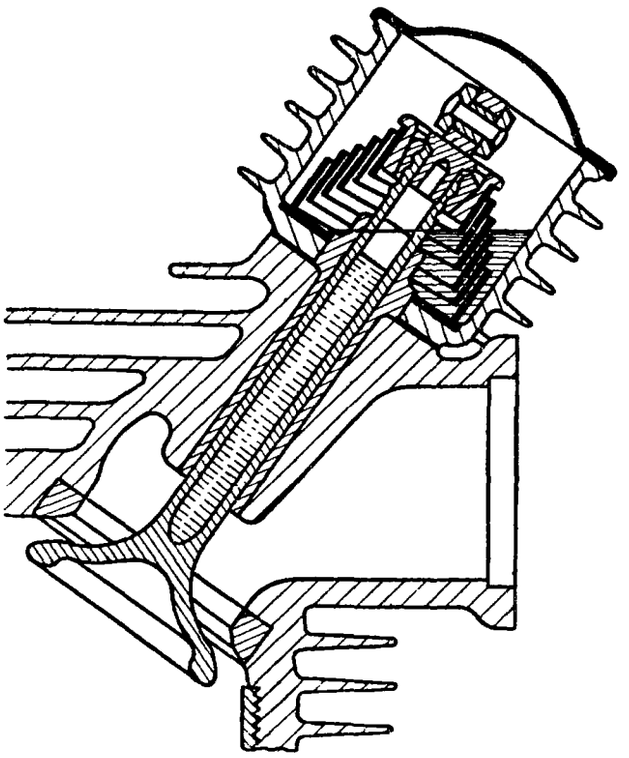
Клапаны А. д. находятся в работе в более тяжелых условиях, чем в каких-либо других двигателях, особенно в отношении нагрева. При вполне исправной работе мотора выпускные клапаны нагреваются до 700—800°. Впускные же клапаны нагреваются меньше, т. к. проходящая вокруг них свежая смесь воздуха с бензином способствует их охлаждению. Охлаждение клапанов водой не применяется. Дефектов в работе клапанов стараются избежать подбором такой стали для клапанов, которая работала бы вполне исправно и при высокой $t°$, как, напр.: 1) вольфрамовая, с содержанием углерода приблизительно 0,6% и вольфрама ок. 14%; 2) хромовая, с содержанием углерода ок. 0,4 или 1,5% и хрома соответственно около 13 или 11%; 3) сильхромовая, с содержанием углерода от 0,4 до 0,6%, хрома ок. 8% и кремния ок. 3%. Средством борьбы с высоким нагревом клапанов является постановка двух клапанов на цилиндр вместо одного. При этом размер каждого клапана уменьшается и вместе с тем понижается $t°$ нагрева его. Наибольший размер выпускного клапана в моторах водяного охлаждения достигает сейчас 72 *мм* в диам. В последнее время начинает входить в употребление охлаждение клапанов солями азотнокислого калия, натрия и лития. Для этого стержень клапана высверливают с одной стороны на всю длину, наполняют примерно на половину длины смесью из указанных солей и плотно заделывают с



Фиг. 18. Цилиндр типа J.

конца. При работе клапана, во время его быстрых подъемов и опусканий, соль перетряхивается постоянно с одного конца на другой, отнимает тепло от грибка клапана и переносит его к противоположному концу. На пути своего следования она отдает часть тепла через стержень клапана (и направляющую его) цилиндру и тем способствует увеличению интенсивности охлаждения грибка клапана (фиг. 18а). Впускные клапаны выполняют часто также в количестве двух на цилиндр, для симметрии с выпускными. В общем при употреблении 4 клапанов (2 впускных и 2 выпускных на цилиндр) получается увеличение проходной площади на 20% против цилиндров с двумя клапанами.

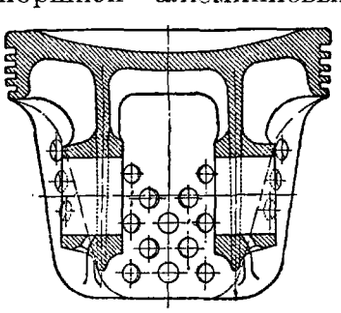
При употреблении 3 клапанов (одного для впуска и двух для выпуска) выгода получается еще больше и равна 23%. Проходная



Фиг. 18а. Деталь клапана с охлаждением.

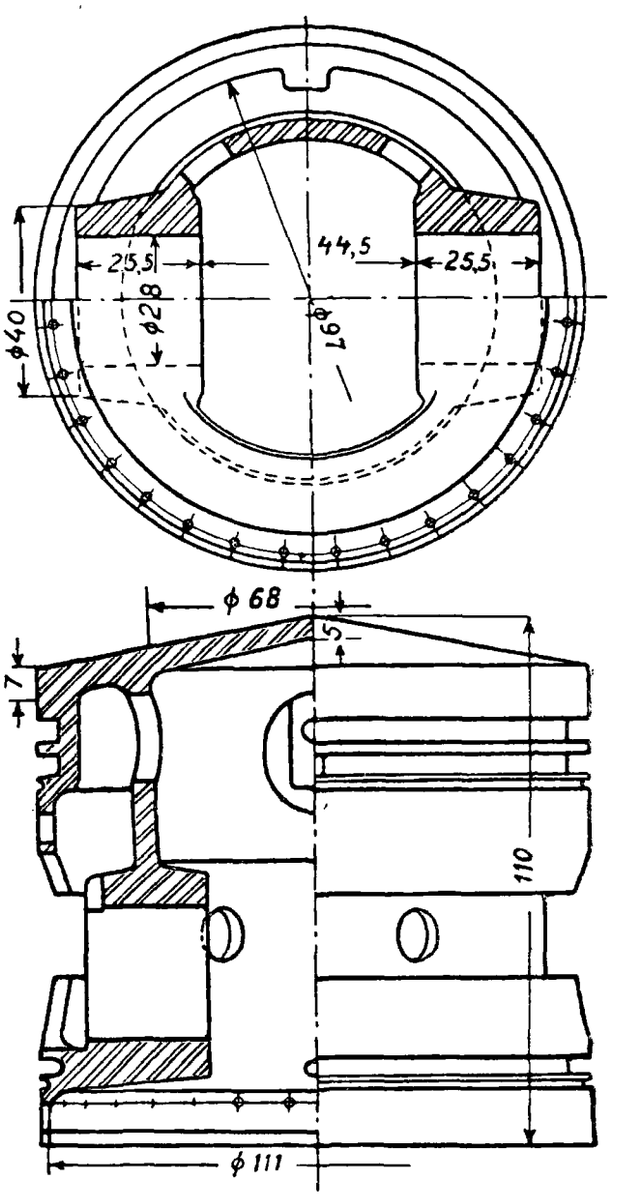
площадь всасывающих клапанов определяется из условия, чтобы скорость проходящей смеси в момент наибольшего значения лежала в пределах 90—120 *м/сек*. Увеличение скорости за эти пределы будет вызывать уменьшение наполнения цилиндра смесью и сильное понижение его мощности, уменьшение же скорости ухудшит смешение топлива и воздуха и ведет к затяжному сгоранию. К увеличению площади прохода ведет также увеличение подъема клапана. Теоретически нет выгоды в увеличении подъема клапана выше, чем на величину $^1/_4$ части его диам. В действительности, наилучших результатов достигают при подъемах в пределах от $^1/_5$ до $^1/_6$ диам. клапана.

П о р ш н и А. д. делаются гл. обр. из сплавов алюминия. В сравнении с чугунными поршнями они имеют меньший вес и лучший отвод тепла. При замене чугунных поршней алюминиевыми в одном и том же моторе отмечается прибавка мощности не менее чем на 5% и соответственная же экономия топлива. Наибольшим распространением для поршней пользуются медно-алюмин. сплавы (12—14% Cu), иногда с примесью до 2% никеля. С целью уменьшения трения мотора и увеличения его механического кпд, трущаяся поверхность поршня уменьшается до возможных пределов путем уменьшения высоты поршня, выточек на нем и удаления части боковой поверхности (фиг. 19 и 20). Этим избегают одновременно и увеличения веса поршня,



Фиг. 19. Алюминиевый поршень Рикардо (общий вид).

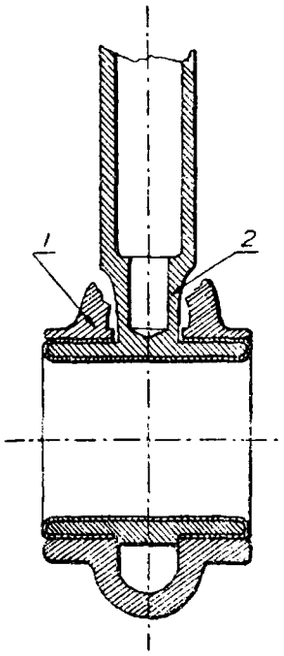
который вызывает дополнительные инерционные силы в А. д., способствующие быстрому изнашиванию подшипников. Для получения легкой конструкции донышка его выполняют достаточно тонким и укрепляют ребрами или стенками. Поршневые кольца делают из сталистого чугуна. Стыки колец бывают или косые или же ступенчатые. Обычно употребляют три уплотняющих кольца для газов, при чем нижнее кольцо служит одновременно для растирания по стенкам цилиндра и удаления излишнего масла. Для этой цели непосредственно под кольцом делается неглубокая канавка, соединенная с внутренней частью поршня сверлениями сквозь его стенку. Счищаемое кольцом масло поступает в канавку и затем по сверлениям отводится в глубь поршня.



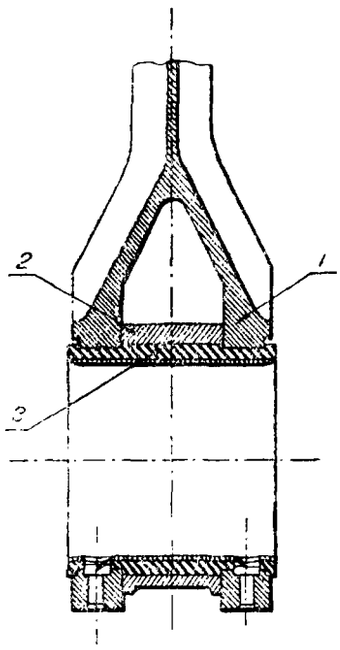
Фиг. 20. Поршень мотора Рольс-Ройс (детальный вид).

Ш а т у н ы. Употребительнейший материал для них хромоникелевая сталь состава: углерода от 0,3 до 0,4%, никеля от 3 до 5% и хрома от 0,6 до 1,0%. Средняя часть шатуна, «стержень шатуна», делается круглой или двутавровой. Верхняя (поршневая) головка шатуна снабжается бронзовой втулкой в том случае, если она вращается на поршневом пальце. Нижняя головка шатуна, за редкими исключениями, делается

разрезной для надевания на вал. В нее кладутся бронзовые или стальные вкладыши, залитые баббитом; в нек-рых случаях заливка баббитом производится прямо на шатун. Для V-образных моторов, где цилиндры 1-го ряда смещены относительно цилиндров 2-го или лежат друг против друга, употребляются три вида специальных сочленений. В одном из них второй шатун сажается непосредственно на первый (фиг. 21). В другом — оба шатуна садятся на один общий

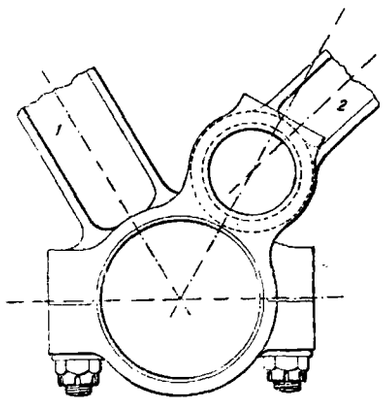


Фиг. 21. Шатунное сочленение: *1* — наружный вильчатый шатун, *2* — внутренний шатун.



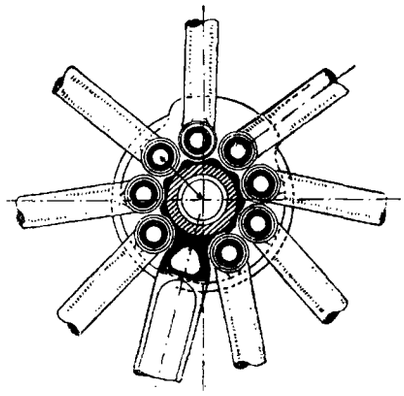
Фиг. 22. Шатунное сочленение: *1* — наружный вильчатый шатун, *2* — внутренний шатун, *3* — вкладыш.

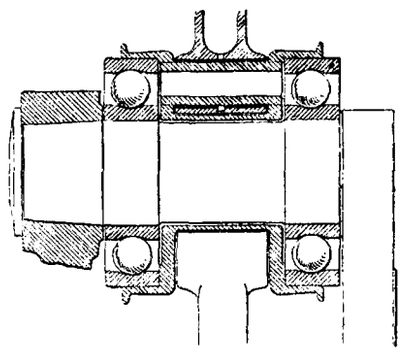
вкладыш: один шатун, вилкообразный, садится на края вкладыша, другой — на средину его (фиг. 22). С одним из шатунов вкладыш жестко скрепляется, с другим — имеет необходимую свободу движения. Третий тип сочленения (фиг. 23) предусматривает вынос крепления второго, малого шатуна на отдельный палец, посаженный на первом, главном шатуне. Этот тип сочленения употребляется для 3-рядных (фиг. 11), многорядных и звездообразных моторов (фиг. 24). Шатунные сочленения для звездообразных моторов применялись в разнообразных



Фиг. 23. Шатунное сочленение на пальце: *1* — главный шатун, *2* — малый шатун.

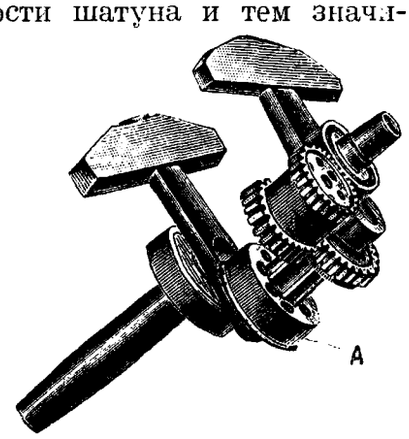
схемах. В моторе Сальмсон главный шатун отсутствовал, все шатуны были одинаковы и крепились на отдельных пальцах к особой муфте *A*, посаженной на валу мотора (фиг. 25). Помощью системы зубчаток муфта нужным образом поворачивалась на валу мотора во время его движения. Этот механизм имеет преимущество перед механизмом с главным шатуном в том, что здесь все шатуны двигаются вполне однообразно, чего нет в последнем. Из-за конструктивных сложностей он, однако, сейчас оставлен. Вариант сочленения для звездообразных моторов встречается в двигателе Рон. Здесь муфта, вращающаяся на валу, имеет круговые пазы, в которые входят своими соответствующими ползушками шатуны (по три штуки в один ручеек). При работе мотора шатуны слегка проскальзывают в ручейках — так, что все время оси шатунов стремятся пройти через центр цапфы кривошипа. В настоящее время этот механизм больше не применяется. В звездообразных моторах муфта иногда сажается на шариковые или роликовые подшипники (фиг. 24). В этом случае делают разъемный вал мотора. Посадка муфты или главного шатуна на шариковых или роликовых подшипниках сильно увеличивает вес сочленения и вместе с ним центробежные силы. В современных быстроходных моторах с числом оборотов от 1 800 до 2 000 в м. предпочитают поэтому ставить шатуны на простых скользящих подшипниках (фиг. 13). Для еще большего облегчения главного шатуна он и при скользящих подшипниках делается целым, а разъем выполняется на валу. Случаи посадки шатунов на ролики встречаются нередко в маломощных моторах. Но здесь зачастую ролики не имеют обоймы и катятся непосредственно по валу и внутренней поверхности шатуна и тем значительно уменьшаются вес сочленения и центробежные силы. В мощных моторах такая посадка главного шатуна применена в моторе BMW-VI, 450—600 HP.





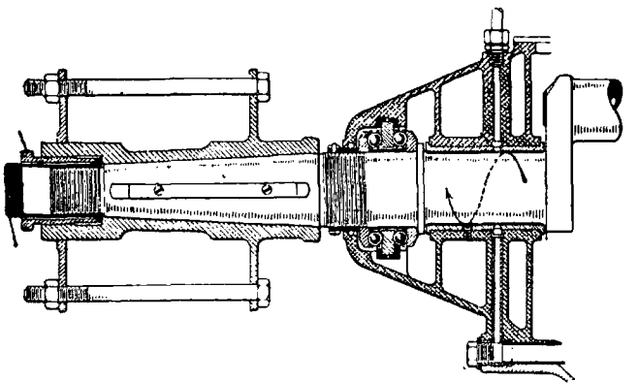
Фиг. 24. Шатунное сочленение на пальцах для звездообразных двигателей.

Поршневые пальцы подвергаются большим напряжениям изгиба и изнашивания и д. б. цементированы. Ради уменьшения веса поршневые пальцы выполняются пустотелыми, из той же стали, что и для шатунов, но с содержанием



Фиг. 25. Передача к шатунной муфте звездообразного двигателя Сальмсон.

углерода меньшим, чем 0,2%. Поршневые пальцы выполняются или «плавающими», т. е. свободно вращающимися и в поршне и в шатуне, или же закрепляются неподвижно относительно одной из этих деталей помощью стопорных болтов. Плавающий палец во время работы все время передвигается и подвергается наибольшему давлению

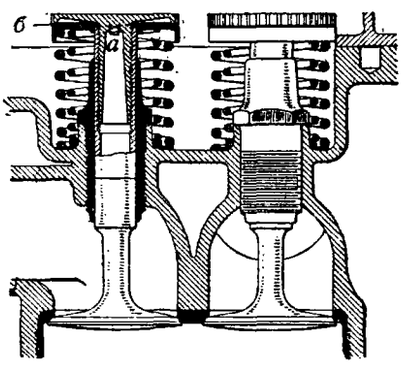


Фиг. 26. Втулка пропеллера двигателя Испано-Суиза 300 HP.

каждый раз в новом месте, отчего износ его получается более равномерным, в чем и состоит его преимущество.

Коленчатые валы выполняются из стали того же состава, что и шатуны. Шейки коренных валов делаются всегда высверленными для облегчения веса. Опоры вала в моторах, имеющих несколько цилиндров в ряду, подводятся б. ч. к каждому цилиндру ряда, но встречаются конструкции, у к-рых опоры располагаются по краям двух цилиндров. У моторов с расположением цилиндров в один или несколько рядов, по 6 шт. в ряду, несмотря на полное уравновешивание центробежных сил, употребляются иногда противовесы на каждом колене вала. Эти противовесы введены для уменьшения нагрузки подшипников от центробежных сил на коренные подшипники вала. Валы всех моторов, за исключением звездообразных и маломощных, выполняются целыми, отковкой из одного куска. Валы звездообразных моторов выполняются целыми только тогда, когда главный шатун имеет разъем в нижней головке. В других случаях две половинки вала крепятся друг к другу на конусе и шпонках и стягиваются гайкой. На переднем конце вал несет втулку винта (фиг. 26). Посадка втулки в простом случае производится на конусе со шпонкой, затягиваемом гайкой. В передней своей части вал должен нести упорный шариковый подшипник, помощью к-рого он передает силу тяги винта на картер мотора.

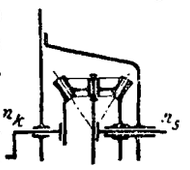
Управление и регулировка клапанов. В авиационных моторах применяется принужденная посадка клапанов от кулачкового вала или кулачковых шайб. Кулачковые валы располагаются или внизу, в картере мотора, или наверху, над цилиндрами. В первом случае передача движения клапанам производится путем длинных толкателей и коромысел, а во втором—только коромыслами, или же непосредственным давлением кулачка на конец клапана. При расположении кулачковых валов над цилиндрами, для вращения их вводится промежуточная вертикальная передача, располагаемая в большинстве случаев сзади мотора. Передача вращения к валикам, сидящим в картере, осуществляется цилиндрическими зубчатками внутреннего или внешнего зацепления. При употреблении четырех клапанов на цилиндр движение их осуществляется часто помощью двух параллельных распределительных валиков (фиг. 11), связанных между собой цилиндрической зубчатой передачей. Для уменьшения веса распределительные валики выполняются пустотелыми. При работе мотора между толкателем и клапаном в закрытом положении должен существовать некоторый зазор, гарантирующий закрытие клапана. Регулировка этого зазора производится или болтиком на конце коромысла (фиг. 10) или же, при непосредственном действии кулачка на клапан, особым устройством верхних тарелочек клапана. В моторе Испано-Суиза это устройство имеет вид, показанный на фиг. 27. Клапан с конца имеет небольшой глубины диаметральный прорез *а*, куда входит шип нижней тарелки пружины. Эта тарелка на верхней поверхности *б*, близко от периферии, имеет частые радиальные зубья небольшой высоты. В эти зубья входят подобные же зубья верхней тарелки, которая, кроме того, ввертывается в стержень клапана. Ввертывая и вывертывая верхнюю тарелку, можно понижать и повышать ее положение и тем изменять ее зазор по отношению к кулачковому валику. Нижняя шайба служит замком для верхней и не позволяет ей вращаться. В звездообразных моторах привод клапанов производится шайбой, располож. в картере концентрично с валом и имеющей на себе ряд одинаковых кулачков (фиг. 13). При вращении шайбы и вала в противоположные стороны скорость вращения шайбы д. б. в k—1 раз медленнее, чем вращение вала, и шайба должна иметь $\frac{k-1}{2}$ кулачков (k—число цилиндров). При вращении вала и шайбы в одну сторону скорость вращения последней д. б. в $k+1$ раз медленнее скорости вала, а число кулачков $\frac{k+1}{2}$ штук. Распределительные шайбы в звездообразных моторах располагают преимущественно впереди мотора. В звездообразных моторах, одновременно с нагреванием и охлаждением цилиндра, перемещается ось клапанного коромысла, отчего меняется и зазор в клапанах. Для сохранения зазора неизменным при всех режимах работы мотора употребляют компенсирующие устройства, одно из к-рых состоит в следующем (фиг. 13): клапанное коромысло крепится не непосредственно к цилиндру мотора, а лежит на втором рычаге,



Фиг. 27. Клапаны двигателя Испано-Суиза 300 HP.

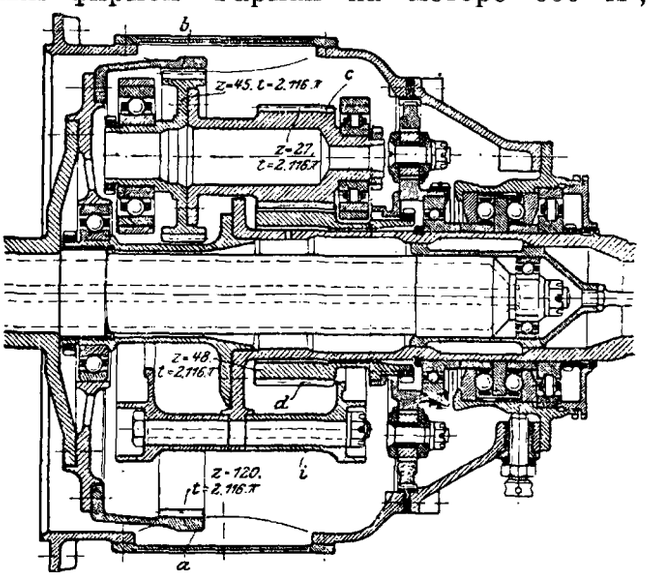
к-рый только одним концом покоится на цилиндре, а другой его конец соединен особым стержнем с картером мотора. Этот последний конец при расширении и сужении цилиндра остается в неизменном положении, а ось клапанного коромысла в этом случае будет лишь в уменьшенных размерах следовать перемещениям цилиндра вверх и вниз, и зазор между клапаном и толкателем при этом остается постоянным.

Картер и опоры вала. Материалом для картеров служат алюминиевые сплавы: медные с примесью меди до 8%, цинковые с примесью цинка до 12%, кремниевые с примесью кремния до 14% и т. п. Для моторов с расположением цилиндров в один или несколько рядов картеры устраиваются разъемными в горизонтальной плоскости. Верхние половинки подшипников вала всегда приливаются к верхней половинке картера, нижние же выполняются и в том и в другом виде, т. е. и отлитые вместе с нижней частью картера и отдельно от картера. В последнем случае опоры вала называются «подвесными». В неподвесной системе разрез картера проходит по оси вала, в подвесной его часто спускают ниже, для получения большей жесткости верхней части картера. В рассматриваемой конструкции опоры вала м. б. скользящие, шариковые и роликовые. При скользящих опорах в картер вставляют стальные или бронзовые вкладыши, залитые баббитом. Шариковые и роликовые подшипники обладают тем преимуществом, что требуют меньшей ширины опоры, но зато они сами являются значительно более тяжелыми, чем скользящие. Постановка на место роликовых и шариковых подшипников осуществляется при неразрезном вале лишь путем протаскивания их через колена вала, благодаря чему диаметр их, а также и вес, сильно увеличивается. При скользящих подшипниках переднюю опору вала удлиняют, с намерением приблизить ее к винту и тем самым легче воспринять случайные биения винта и жироскопические нагрузки при поворотах аппарата в воздухе. В передней части картера располагается также упорный шариковый подшипник для восприятия тяги винта. В звездообразных моторах разъем картера делается в плоскости звездочки (фиг. 13), или же средняя часть картера остается вовсе без разъема. При неразъемной средней части боковые отверстия в ней делаются достаточно большого диам., чтобы возможно было пропустить сквозь них вал мотора, а при неразъемном главном шатуне и всю систему собранных шатунов. Боковые отверстия закрываются затем крышками, к-рые несут коренные подшипники. Коренные подшипники звездообразных моторов б. ч. выполняются шариковыми или роликовыми. В местах опоры их на алюминиевый картер часто прокладывают бронзовые сменные втулки для безопасного провертывания подшипника при заедании и поломке шариков. К средней части картера этих моторов прилегает передняя крышка, закрывающая распределение и передачу к нему. В этой крышке, в непосредственной близости к винту, располагается передний опорный роликовый или шариковый подшипник, и около него устанавливается упорный шариковый подшипник для восприятия тяги винта. При разъемной средней части картера звездообразного мотора обе половинки ее выполняются в некоторых случаях штампованными из дуралюминия.



Фиг. 28. Схема конического редуктора.

Редуктор. В некоторых моторах воздушный винт (пропеллер) сажается не на валу мотора, а на отдельной оси и между ней и валом мотора вводится зубчатая передача, называемая редуктором А. д. и служащая для уменьшения числа оборотов винта по сравнению с валом. Было указано ранее, что с уменьшением числа оборотов винта увеличивается отдача мотора на аппарате. При употреблении редуктора вес мотора значительно возрастает, но для тяжелых и тихоходных аппаратов это возрастание с большим избытком компенсируется улучшением отдачи винта. Применение редуктора выгодно только при больших степенях редукции, т. е. при больших передаточных числах оборотов. Ограничения степени редукции ставятся со стороны размеров винта. Употребляемые ныне степени редукции лежат в пределах 0,45—0,66. Имеется большое разнообразие схем редукторов, но распространение имеют только три из них: а) редуктор с простой цилиндрической передачей (фиг. 30) является наиболее распространенным; б) редуктор с коническими колесами (фиг. 28), применяемый фирмой Фарман на моторе 600 HP;

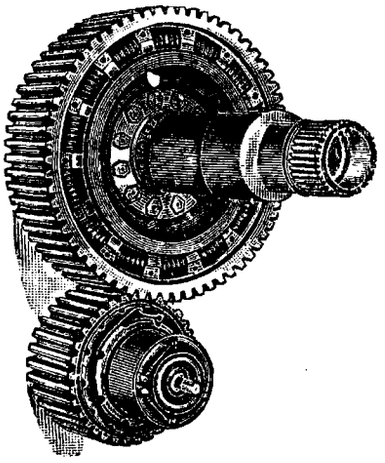


Фиг. 29. Планетарный редуктор двигателя Рольс-Ройс 300 HP.

в) редуктор планетарный, применявшийся в течение многих лет фирмой Рольс-Ройс (фиг. 29). Действие его таково: зубчатка *a* вращается с валом и вращает зубчатку *b*, сидящую на одной оси с зубчаткой *c*, которая сцепляется с неподвижной зубчаткой *d*; обойма *i*, на которой удерживается общая ось зубчаток *b* и *c* (их всего три пары), при работе мотора приходит во вращение и передает его валу, на котором сидит воздушный винт. Зубчатки редукторов испытывают при работе большие ударные нагрузки, ведущие часто к поломкам. Для устранения этого дефекта употребляют

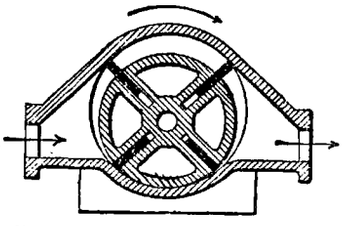
иногда эластичные соединения зубчаток с валами наподобие указанного на фиг. 30.

Смазка в А. д. — принудительная: масло подается в подшипники коленчатого вала и другие трущиеся части мотора под давлением от 1 до 6 *atm*. Среднее давление изнашивания на подшипник доходит до 80—90 *кг/см²*, скорость перемещения скользящих поверхностей — до 6—7 *м/сек*, произведение же этих величин *kv* достигает 500 *кгм/см²*; *kv* характеризует собою работу трения в секунду, выделяющуюся в подшипнике, или нагрев подшипника. Смазочное масло отводит тепло от подшипников коленчатого вала, особенно шатунных; количество протекающего масла изменяется от 0,7 до 2,5 *л/НР/ч*. в зависимости от типа мотора. Существуют два способа подачи масла под давлением в подшипники вала и шатунов. Один—когда вал положен на шариковых подшипниках, другой—для скользящих опор вала. По первому способу масло подводится внутрь вала скользящими муфточками с одного или обоих концов вала, проходит вдоль всего вала и вытекает сквозь небольшие отверстия в середине трущихся поверхностей каждого шатуна. По второму способу масло подается из общей нагнетательной трубки в средину трущихся поверхностей коренных подшипников и частично тратится на их смазку; оставшаяся часть проникает сквозь отверстия внутрь коленчатого вала и по сверлениям внутри его подается далее к подшипникам шатунов. Смазка поршней происходит в более благоприятных условиях, чем подшипников вала. Ср. давление изнашивания на боковую поверхность поршней не превышает 10 *кг/см²*, а ср. скорость — 13 *м/сек*. Все тепло, выделяемое при трении, воспринимается стенкой цилиндра и передается окружающей воде или воздуху; этого естественного охлаждения вполне достаточно для правильного действия смазки. Для воспрепятствования проникновению масла внутрь камеры сгорания, в целях экономии его, на поршнях устанавливаются масляные кольца. Поршневые пальцы А. д. испытывают большие давления изнашивания, но скорость относительного перемещения скользящих поверхностей невелика, и для них достаточно простой смазки, естественным забрасыванием масла в смазочные отверстия. Иногда предпочитают все же принудительную смазку пальца. При плавающих пальцах, или просто вращающихся в поршне, масло зачастую подводится сверлениями из-под верхнего масляного кольца поршня или из специальной канавки на нем. Нижние пальцы в шатунах с проушинами



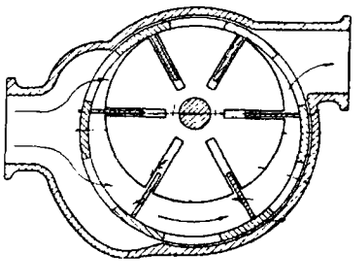
Фиг. 30. Пружинный редуктор двигателя Кертис GV 1550 600 HP.

смазываются или изнутри пальца, куда масло проникает сквозь ряд сверлений в проушинах, или же снаружи головки шатуна, через масляное отверстие, куда масло попадает из противолежащих отверстий главного шатуна. Масло при помощи разбрызгивания попадает в подшипники распределительных валиков и во все детали распределения, если они расположены внутри картера. Если распределительные валики расположены поверх цилиндров, то масло по особой трубке подается под давлением внутрь валика и попадает на подшипники валика через отверстия против каждого из них. Стекающее из подшипников масло разбрызгивается естественным образом распределительными кулачками и смазывает ролики, оси клапанных коромысел и прочие детали, а также ударники клапанов, если они входят внутрь картера распределительного валика; в противном случае они смазываются отдельно перед работой. Из картера распределительного валика масло стекает вниз по обратной трубке, и часть его проходит по вертикальной передаче, смазывая все зубчатки ее и подшипники. В А. д. предпочитают схему смазки «сухим картером», при к-рой запас масла для работы хранится в отдельном от мотора баке и все избыточное масло в картере тотчас же перекачивается насосами в этот бак. Для нагнетания масла в подшипники и для обратного откачивания его из картера в нижней части его располагают масляные насосы, несколько штук в одном блоке. В моторах большой длины употребляют два самостоятельных насоса, откачивающие масло из передней и задней части картера, чтобы не допустить накопления масла в одном конце картера при наклонных полетах. Масляные насосы употребляют чаще всего шестеренчатые, а затем коловратные (фиг. 31) и поршневые. Производительность насосов выбирается двойная. Регулировка подачи масла производится редукционными клапанами, устанавливающими нужное давление в магистрали. При смазке А. д. особое внимание уделяется фильтрации масла. Грубые сетчатые фильтры ставятся перед отсасывающими насосами. Вторичные, мелкие фильтры ставятся на напорной линии для предохранения подшипников. Делаются попытки ввести центробежную фильтрацию масла при работе мотора. В А. д. применяются лишь высокосортные масла. Вязкость масла по Энглеру не должна спускаться ниже 2,0 при 100° для работы в зимнее время и ниже 2,4 для лета, а $t°$ воспламенения не д. б. ниже 200°. Кислотность и окисляемость должны быть минимальными, $t°_{заст.}$ — возможно низкой. Большинство авиационных масел минерального происхождения, из растительных масел употребляется лишь касторовое масло. Касторовое масло не растворяет бензина и с успехом применяется в двигателях ротативных, где надо избегать смешения



Фиг. 31. Коловратный масляный насос.

бензина с маслом и разжижения последнего, а также в случаях высокого нагрева трущихся частей, т. к. при высокой $t°$ это масло имеет лучшую вязкость. Расход масла в авиационных двигателях колеблется от 6 до 25 *г*/Нр/*ч*.

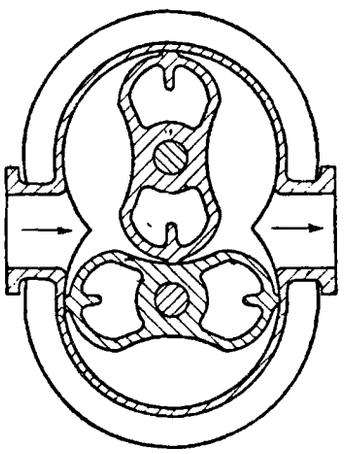


Фиг. 32. Коловратный нагнетатель.

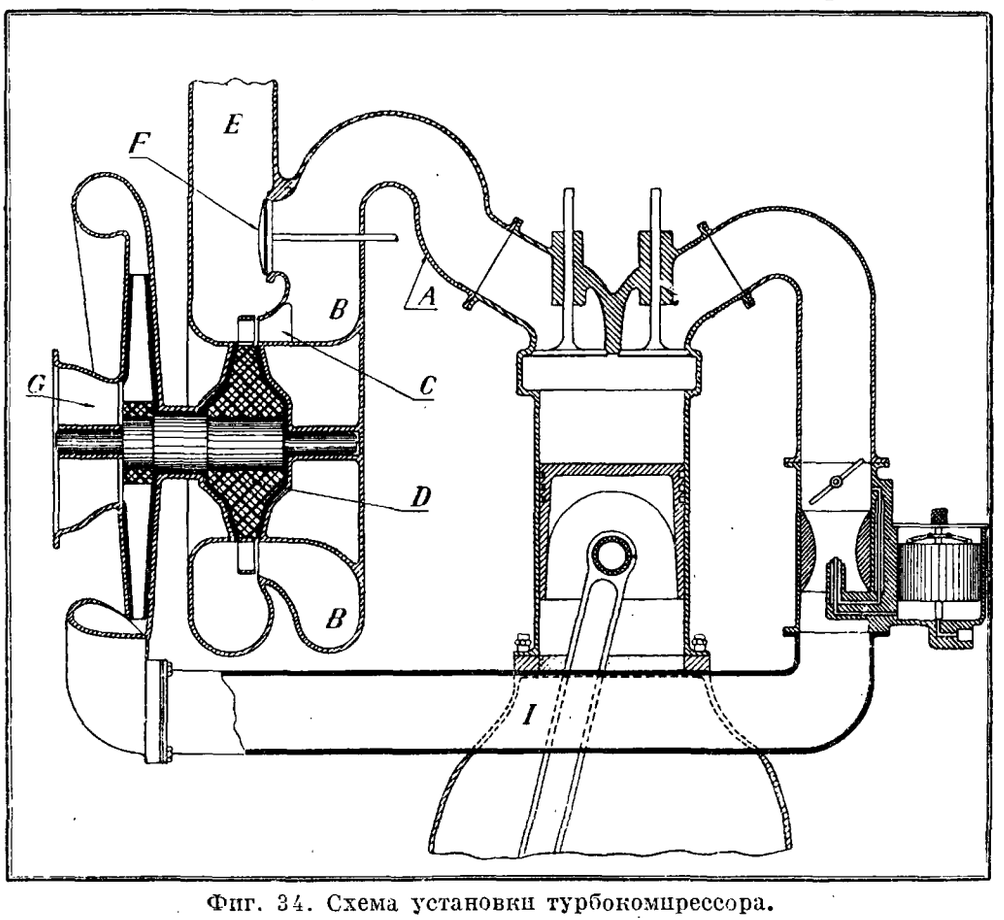
Детали водяного охлаждения. В А. д. применяется водяное охлаждение с принудительной циркуляцией воды от насосов. Насосы употребляются исключительно центробежные и ставятся внизу мотора; число оборотов их или одинаково с числом оборотов мотора, или же еще выше. Количество воды, прогоняемой насосом, колеблется от 0,6 до 1,0 *кг*/Нр/*м* и рассчитывается т. о., чтобы разность $t°$ была в пределах 5—10° и во всяком случае не превышала 12°; $t°$ отходящей воды в полете держится около 70°. С подъемом самолета на высоту, при уменьшении давления окружающей атмосферы, понижается и $t°_{кип.}$ воды, и на высоте 6 000 *м* она около 80°. Водяные насосы изготовляются: кожуха — из алюминиевых сплавов, колеса с лопатками — из стали и бронзового литья. Из водяного насоса вода подводится медными тонкостенными трубами к цилиндрам мотора. При блочных системах цилиндров водяные пространства соединяются между собой; одно отверстие в нижней части цилиндра служит для входа воды и одно отверстие в верхней части—для выхода. При отдельно стоящих цилиндрах водяные пространства их также часто соединяются между собой помощью резиновых уплотнений, а выход и вход воды устраиваются лишь в двух крайних противоположных цилиндрах. При отсутствии соединений между цилиндрами, подвод и отвод воды производится отдельно к каждому из них по отверстиям от общей трубы.

Карбюрация. В многоцилиндровых машинах ставится несколько карбюраторов на один мотор. При питании от одного сопла более трех цилиндров происходит совпадение в одном трубопроводе начала и конца всасывания в двух соседних цилиндрах, и наполнение мотора воздухом ухудшается. Карбюраторы стараются расположить центрально по отношению ко всем цилиндрам и соединить их в один аггрегат с общей поплавковой камерой, но для получения большей обтекаемости мотора от этого часто отказываются (см. *Карбюраторы*).

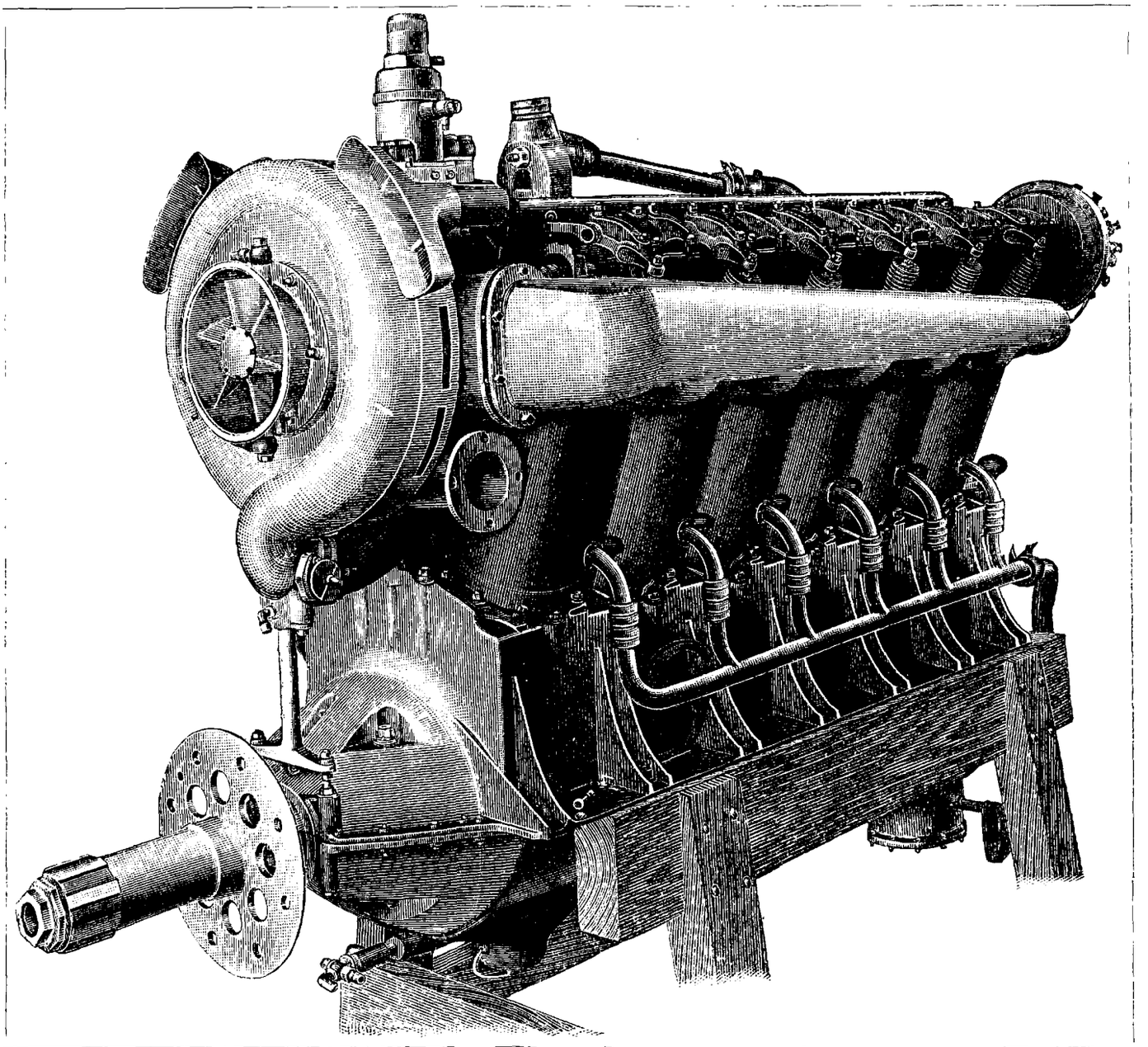
Зажигание для А. д. применяется электрическое — от *магнето* (см.) или динамо с аккумуляторами (см. *Зажигание*). Обычно зажигание бывает двойное, т. е. на каждом цилиндре располагаются две свечи, питаемые током от двух совершенно самостоятельных электрических систем, или от двух магнето, или же (при зажигании Делько) от двух комплектов прерывателей и распределителей, питаемых током от динамо или аккумуляторов (фиг. 10). Для запуска моторов употребляются специальные пусковые магнето, к-рые вращаются отдельно от мотора или соединены с валом мотора зубчатками с большим передаточным числом. Пусковое магнето служит лишь для получения непрерывного тока высокого напряжения, распределение же его по цилиндрам ведется распределителем основного магнето. Вместо пускового магнето употребляют также аккумулятор с трансформаторной катушкой с прерывателем. Пуск в ход А. д. производится вручную или при помощи самопусков. Ручной пуск производится сильным проворачиванием винта или вращением от ручки, приключающейся к валу мотора через передачу с большим передаточным



Фиг. 33. Нагнетатель типа Рута.



Фиг. 34. Схема установки турбокомпрессора.



Фиг. 33. Установка турбокомпрессора Чербонди на двигателе Либерти 12-А 400 Р.

числом. Перед пуском мотора подсасывают в цилиндр нужное количество бензина через карбюратор или заливают бензин прямо в цилиндр. Наиболее простой самопуск для А. д. состоит из пускового магнето. Если по предыдущему подсосать бензин и воздух в цилиндр мотора, повернуть мотор в положение, при котором поршень одного из цилиндров слегка пройдет верхнюю мертвую точку после сжатия, и дать в таком положении в цилиндре искру от свечи, то в этом цилиндре произойдет взрыв, к-рый заставит мотор вращаться. Пусковое магнето или аккумулятор служат здесь лишь для получения тока, направление же его в нужный цилиндр осуществляется распределителями основных рабочих магнето. Этот самопуск не для всех моторов действует одинаково хорошо, требует ручного провертывания, что не всегда возможно, и часто «капризничает». См. *Самопуски*.

Нагнетатели и турбокомпрессоры, применяемые для подачи в А. д. сжатого воздуха, бывают: центробежные, коловратные (фиг. 32) и типа насосов Рута (фиг. 33). Два последних типа нагнетателей приводятся во вращение от мотора механическими передачами. Число оборотов для них в среднем составляет около 5 000 в минуту. Нагнетатели центробежные употребляются и с механическим приводом от мотора, и в соединении со специальной турбиной, работающей отходящими от мотора газами. Аггрегат центробежного нагнетателя с турбиной носит название «турбокомпрессора». На фиг. 34 приведена схема установки турбокомпрессора. Сгоревшие газы по трубе A отводятся от цилиндра к коллектору турбины B. Проходя затем через сопла C направляющего аппарата и приобретая здесь большие скорости, газы поступают далее на лопатки турбинного колеса D и, отработав здесь, уходят по трубе E наружу. Перепускной клапан F служит для регулировки мощности турбины, следовательно и подачи воздуха. На земле клапан полностью открыт, и все газы уходят наружу, не заходя в турбину; клапан F закрывается полностью только на расчетной высоте и при дальнейших поднятиях самолета остается все время закрытым. На одном валу с турбиной сидит центробежный нагнетатель, который своим отверстием G забирает воздух из окружающей атмосферы и, сжав его,

Бомбосбрасыватели), б) аэрофотосъемочные аппараты и установки, специальные визиры, в) приборы и установки для борьбы с вредителями (см. *Аэроопылитель*). Для различных целей — научных, учебных и исследовательских—имеют применение: измерители углов атаки, перегрузочные приборы, измерители плотности воздуха, указатели скольжения, специальные метеорографы и пр. С принципиальной стороны большинство А. п. совершенно сходно с наземными приборами соответствующих назначений, но с конструктивной стороны между первыми и вторыми существует значительная разница, вследствие особых условий, в которых происходит эксплоатация А. п. В связи с этим к А. п. предъявляется ряд особых требований, из которых наиболее существенны следующие: 1) незначительность веса, 2) незначительность размеров и удобство габарита, 3) достаточная четкость шкал, 4) надежность действия и точность показания, 5) независимость показаний прибора: а) от темп-рных воздействий, б) от вибрации и толчков, в) от изменения атмосферного давления, г) от изменения положения и ускорения, 6) простота конструкции и легкость монтировки, 7) выполнение по возможности из диамагнитных материалов. В связи с исключительно важным значением, к-рое имеет целый ряд А. п. во время эксплоатации самолета, расположение приборов на самолете должно также удовлетворять известным требованиям (особенно в кабине летчика), а именно, при размещении приборов должны быть учтены: а) принадлежность их к той или другой группе, б) относительное их значение, в) необходимость одновременного совместного использования нескольких приборов, г) особенности эксплоатации отдельных приборов и пр. **С. Ноздровский.**

АВИАЦИОННЫЙ ЛЕС, лесной материал для постройки аэропланов, высокого качества и определенных размеров. Применяются гл. обр.: сосна, ель, бук, береза, орех, липа, ясень, красное дерево, спрус, орегон-пайн и в последнее время кедр и лиственница. От древесины требуется определенная крепость (см. таблицу), отсутствие хрупкости, свилеватости, трещин, чрезмерного косослоя и смолистости, загнивания, червоточины и минимум сучков, к-рые в ответственных местах совершенно не допускаются. Влажность лесных материалов допускается в пределах 10—15%. Уд. в. должен быть не выше указанного в таблице, с целью избежать повышения веса аэроплана; в виду того, что механич. свойства древесины обычно улучшаются с увеличением уд. в., в настоящее время введен практический минимум уд. в., а повышенному уд. в. ставятся ограничения лишь в тех случаях, если он является характерным для целой партии А. л. Механич. свойства требуются не ниже приведенных в таблице. Эти цифры относятся к сжатию вдоль волокон образцов размерами 5 × 5 × 5 *см* и к изгибу образцов 5 × 5 × 70 *см*, с расстоянием между опорами 60 *см*. Для приведения результатов испытаний к одной влажности временно установлено приведение к 12,5% влажности (из расчета 4% крепости на сжатие и 2% крепости на изгиб — на 1% влажности), соответственно увеличивая полученный результат испытания, когда влажность более 12,5%, и уменьшая, когда она меньше 12,5%. В целях более правильного контролирования древесины, предположено уменьшить размер испытываемых образцов, установить более точный учет крепости в зависимости от влажности и ввести требования к крепости путем испытания на динамический изгиб и другие виды нагружения. В наст. время максимальный уд. в. и минимальные коэфф-ты крепости на сжатие и поперечный изгиб требуются следующие:

Порода дерева	Коэфф. креп. на сжат. в *кг/см²*	Коэфф. креп. на изгиб в *кг/см²*	Уд. в.
Дуб	500	800	0,80
Бук	500	800	0,75
Орех	450	800	0,70
Ясень	450	700	0,65
Береза	450	700	0,60
Красное дерево	400	700	0,70
Клен	400	700	0,60
Сосна	400	600	0,50
Ель	400	500	0,45
Ольха	400	500	0,45
Осина	350	500	0,45
Тополь	350	500	0,40
Липа	350	500	0,40
Спрус	300	600	0,50
Орегон-пайн	400	700	0,60

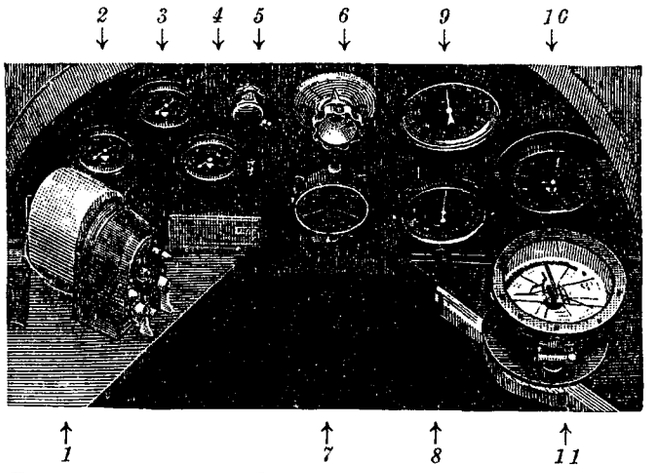
Заготовка А. л., гл. обр. соснового, производится в виде толстого лафета. В средней отбрасываемой части середового лафета, как содержащей сердцевину и зону сучков, допускаются все недостатки за исключением загнивания и червоточины. Чем толще выпилен середовой лафет, тем больше возможность получения бессучкового лафета. Для крупных деталей аэроплана (лонжероны) близким к стандарту можно считать брусок 80 × 110 × 5 000 *мм* с сечением 80 × 110, имеющим направление годовых слоев параллельно узкой стороне сечения. Для мелких деталей аэроплана обычно используются обрезки брусков и досок, обнаруживших при разработке дефекты. В целях уменьшения размеров заготовляемого А. л. применяют вклейку в крупных деталях (лонжероны, стойки) как в продольном, так и поперечном направлениях, что дает возможность пользоваться более молодыми деревьями с меньшим диам. ствола. Твердая порода (ясень, дуб, орех), идущая на пропеллеры и лыжи, доставляется обычно в кряжах на лесопильные заводы, находящиеся вблизи авиационных заводов, и там, в зависимости от назначения, распиливается на доски толщиной от 22 до 70 *мм*. Из способов доставки А. л.—сухопутного (гужевого) и сплавного—следует отдать предпочтение первому, т. к. при сплавном способе, более приемлемом в смысле экономичности и отчасти улучшающем (выщелачивание) качество материала, является видимая опасность занесения в ткани древесины вредных микробов и грибков, которые через некоторое время делают лесной материал негодным для аэропланостроения.

Лит.: Савков Е. И., Дерево как строит. материал, Ак. Возд. Фл., М., 1925; Технические условия

гонит по трубе *I* в карбюратор. Турбокомпрессоры рассчитываются т. о., чтобы сжатый воздух, подаваемый в мотор, имел одно и то же давление, равное 1 *atm*, на всех высотах, начиная от земли и вплоть до расчетной высоты. При этом оказывается, что перепуск сгоревших газов в атмосферу, помимо турбины, должен быть таков, чтобы давление в отводящей трубе мотора сохранялось примерно постоянным и равным около 1 *atm*. Это давление в выхлопной трубе можно поддержать только до определенной высоты полета, не свыше 7 000 *м*; с этой высоты перепускной клапан будет полностью закрыт, никакой регулировки далее быть не может и мотор начнет сбавлять мощность по тем же законам, что и мотор невысотный. При сжатии воздуха нагнетателями поднимается его $t°$ и уменьшается подача воздуха в цилиндр и тем самым его мощность. Чтобы избежать этого, воздух, выходящий из нагнетателей, направляют в холодильник (радиатор) для охлаждения. На фиг. 35 приведена установка турбокомпрессора Чербонди на моторе Либерти 400 HP.

Лит.: Стечкин Б. С., Атлас деталей авиационных двигателей, М., 1927; Маркс Л., Авиационные двигатели, пер. с англ. под ред. Н. Р. Бриллинга, М., 1925, Marks Lionel S., Airplane Engines, N. Y.; 1922; Ricardo Harry R., The Internal Combustion Engines, vol. II — High Speed Engines, L., 1923; его же, The Engines of High, I—Output, L., 1926; Judge Art. W., Automobile a. Aircraft Engines in Theory a. Experiment, L., 1921; его же, The Testing of High Speed Internal Combustion Engines, L., 1924; Dechamps H. u. Kutzbach K., Prüfung, Wertung u. Weiterentwicklung v. Flugmotoren, B., 1921; Winkler Otto, Entwerfen v. leichten Verbrennungsmotoren, insbesondere v. Luftfahrzeugmotoren, 3 Aufl., B., 1922; Granzer Rich., Schnellaufende Verbrennungsmaschinen, ihr Wesen u. Verhalten, Handbuch, B., 1922; Jane Fr. T., All the World's Aircraft, N. Y., 1924; Angle G. D., Engine Dynamics a. Crankshaft Design, Airplane Engine Cyclopedia C°, Detroit, 1925. **В. Климов.**

АВИАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ, устанавливаются на самолете в кабине летчика и в пассажирских кабинах. По своему применению разделяются на:



Расположение приборов на самолете: *1*—выключатели мотора, *2*—манометр для бензина, *3*—аэротермометр, *4*—манометр для масла, *5*—бензиновый насос, *6*—переключатель бензина, *7*—поперечный уклономер, *8*—тахометр, *9*—альтиметр, *10*—показатель скорости, *11*—компас.

1. Моторные приборы, для управления и контроля работы мотора, устанавливаются в кабине летчика на специальном щите — приборной доске; к ним относятся: а) *тахометры* (см.) — счетчики оборотов мотора, б) *манометры* (см.) для бензина и масла, в) *аэротермометры* (см.) для определения водяного охлаждения и для масла, г) бензиномеры — показатели расхода бензина.

2. Пилотажные приборы, для контроля над отдельными элементами режимов полета, с целью сохранения как управляемости и устойчивости самолета, так и устойчивости в выполнении отдельных элементов, устанавливаются в кабине летчика (на той же приборной доске). К этим приборам относятся: а) *уклономеры* (см.) для определения уклонения самолета от устойчивого положения, б) *курсодержатели* (см.), в) *статоскопы* (см.), показывающие повышение или снижение самолета относительно отмеченной высоты полета, г) *вариометры* (см.) для определения вертикальной скорости подъема самолета.

3. Аэронавигационные приборы, для выполнения полета в заданном направлении и для определения местонахождения самолета, устанавливаются в кабине летчика и в кабине наблюдателя; к ним относятся: а) указатель скорости, б) компас, в) часы, г) *альтиметры* (см.), или высотомеры; исключительно для аэронавигатора: а) измерители углов сноса и путевой скорости, б) *пеленгаторы* (см.), в) аэропланшеты, г) термометры для наружного воздуха (устанавливаются на стойке самолета), д) *секстанты* (см.). Кроме измерительных и аэронавигационных приборов, для аэронавигационных целей служит еще ряд счислительных приборов: а) *ветрочеты* (см.), б) набор номограмм для введения поправок в показания приборов и для счисления пути, в) набор номограмм для астрономических наблюдений, г) аэронавигационный комплект чертежных приборов и пр.

4. Приборы связи, для связи экипажа самолета между собой, с другими самолетами и землей, устанавливаются в пассажирской кабине; к последним относятся: а) радиотелеграфные и радиотелефонные станции, б) приборы для сигнализации с помощью ракет, а также дымовых и световых сигналов, в) приборы для сбрасывания и приема почты и пр. К приборам, служащим для связи экипажа самолета между собой, относятся: а) акустические приборы — переговорные трубки, микрофоны, б) оптические и механические приборы связи, машинный телеграф, различные командные приборы.

5. Осветительные приборы: а) приборы для освещения кабины летчика и наблюдателя, б) прожекторы и специальные ракеты для освещения земной поверхности, в) кодовые огни и пр.

6. Приборы личного обслуживания: а) кислородные приборы для подачи добавочного кислорода экипажу самолета на больших высотах, б) приборы обогревания — перчатки и обувь со специальными электрическими подогревателями, в) полетные очки.

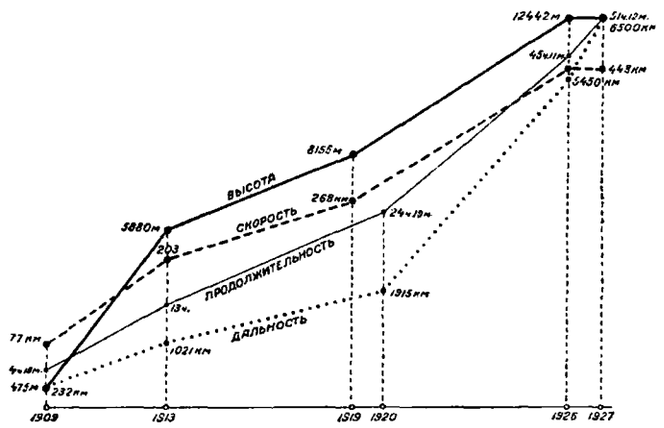
Кроме перечисленных приборов, необходимых при каждом полете, имеются приборы специального назначения: а) приборы вооружения—специальные прицельные приборы для стрельбы из пулемета, для бомбометания и пр. (см. *Бомбодержатели*,

Научн. Комитета Упр. военно-возд. сил, М., 1924; «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо», *10—12*, Л., 1924; Pitois F., Utilisation scientifique et contrôles des bois dans l'aviation et l'industrie, P., 1920; Sparhawk W. H., Supplies a. Production of Aircraft Woods. Report National Advisory Committee, № 67, L., Aeronautical Res. Cte; Report on the Materials of Constrution used in Aircraft Engines. L.; British Engineering Standard Specifications for Aircraft Materials a. Components. L.; Keen G. R., Aeroplane Timbers, London, 1919; Judge A. W., Aircraft Automobile Materials of Construction, v. II—Non ferreous and organic Materials, London, 1921. **Е. Савков.**

АВИАЦИЯ, осуществление летания по воздуху на аппаратах тяжелее воздуха, в отличие от *воздухоплавания* (см.)—понятия, относящегося к аппаратам легче воздуха. Для того, чтобы аппарат тяжелее воздуха *мог в нем держаться, необходимо*, вследствие податливости воздушной среды, прогонять воздух в известном направлении, отчего будет возникать некоторая сила реакции, направления противоположного направлению движения воздушного потока. Эта сила реакции, в случае если она по направлению противоположна силе тяжести и равна последней, будет поддерживать аппарат в воздухе, если же она больше силы тяжести—она будет поднимать его кверху. Летательные аппараты тяжелее воздуха м. б. следующих типов: 1) *геликоптер* (см.), который поддерживается в воздухе при помощи пропеллера, отбрасывающего воздух в вертикальном направлении; 2) *орнитоптер* (см.), имеющий в качестве рабочих органов машущие крылья; 3) *аэроплан* (см.), представляющий наклонную поверхность, к-рая под действием тяги воздушного винта с горизонтальной осью развивает необходимую для полета подъемную силу и, наконец, 4) промежуточный тип между геликоптером и аэропланом—*автожир* (см.). Кроме указанного, имеется еще другой принцип летания — при помощи реактивных аппаратов, использующих принцип ракеты, т. е. реактивные силы быстро вытекающей струи газов (воздуха или продуктов взрыва); вследствие трудности конструктивного выполнения самого реактивного прибора, этот принцип еще не получил своего осуществления. В виду больших скоростей, которые теоретически получаются в реактивных аппаратах, исследования по этому вопросу направлены на выяснение возможности применения их для полетов с большими скоростями на больших высотах, а также и для межпланетных сообщений. Развитие А. в начале 20 в. обязано исключительным успехам, достигнутым в теории полета и конструкции аэроплана.

История А. До конца 15 в. вопросы летания по воздуху находились в области сомнительных опытов и совершенно смутных теоретических представлений, и только благодаря знаменитому Леонардо да Винчи, указавшему, что «птица находит точку опоры в воздухе, делая воздух более густым там, где она летит, нежели там, где она не летит», они переносятся на более научную почву. С изучения полета птиц начал и Отто Лилиенталь, к-рый пошел дальше и приступил к практическому осуществлению парящего полета. Во время одного из полетов в сильный ветер (в 1896 г.) аппарат опрокинулся и Лилиенталь погиб. Результаты его исследований изложены в труде: «Полет птиц—как основа искусства летать». В течение долгого времени все попытки полета оканчивались неудачей, ибо для того, чтобы держаться в воздухе, аппарату тяжелее воздуха необходимо затрачивать некоторую энергию,—энергия же, развиваемая человеком, не достаточна для того, чтобы держаться в воздухе (см. *Безмоторное летание*), — поэтому все полеты носили характер парения, или скользящего полета. Вопрос о динамическом полете мог получить свое разрешение лишь с момента изобретения двигателя — паровой машины. В 1846 г. появился проект Хенсона, который в общих чертах является прообразом современного аэроплана. В 1896 г. америк. ученый Ланглей производил чрезвычайно интересные опыты над большой моделью аэроплана, винты которого приводились в движение паровой машиной. Полеты эти можно считать первыми серьезными удачными опытами с моделями аэроплана. Во Франции Адер в 1896 г. построил аппарат, т. н. «Авион», два винта которого приводились в движение паровой машиной. На таком аэроплане Адер совершил 14 октября 1897 г. небольшой полет в 300 *м*; этот полет можно считать первым механическим полетом человека на аппарате тяжелее воздуха. В 1900 г. бр. Райт в Америке стали производить опыты с парящим полетом; после большого ряда удачных полетов они поставили на свой аппарат мотор в 16 HP и 17 дек. 1903 г. совершили полет, пролетев в 53 секунды 260 *м*. После полета Адера в Европе механический полет был совершен лишь в 1906 г. Сантос Дюмоном, к-рый 12 ноября пролетел 220 *м*. После этих полетов, начиная с 1903 г., А. начала быстро развиваться. В связи с быстрым развитием автомобилизма появился очень легкий и мощный мотор внутреннего сгорания весом на 1 HP ок. 1,5—2 *кг*. С другой стороны, исследования сопротивления воздуха, как экспериментального, так и теоретического характера, сделались более систематическими — стали уже основываться аэродинамические лаборатории; одной из первых была основана аэродинамическая лаборатория при Москов. ун-те проф. Н. Е. Жуковским. Перед началом войны почти во всех странах Европы имелись уже конструкции аэропланов, к-рые можно было применять для военных целей. Достижения А. в определенной стадии ее развития лучше всего характеризуются теми рекордами, которые в данное время поставлены; правда, во время достижения соответствующих рекордов форсируются все технические возможности авиационной техники, поэтому средние достижения в эксплоатационной практике всегда значительно ниже. В связи с военными требованиями, предъявляемыми к А., а также имея в виду главную область ее применения в мирной обстановке — транспорт, основными качествами летательных аппаратов надо считать: скорость, грузоподъемность, дальность полета без возобновления горючего и, в некоторых случаях, высоту подъема. По 1927 г. основными рекордами были следующие: 1) скорость — франц.

летчик Бонне на самолете Бернар с мотором Испано-Суиза 500 HP—448 *км/ч*; 2) в ы с о т а — франц. летчик Каллизо на самолете Блерио-Спад с мотором Лоррен-Дитрих 450 HP и турбокомпрессором Рато—12 442 *м*; 3) г р у з о п о д ъ е м н о с т ь — франц. летчик Боссутро на самолете Фарман «Супер-Голиаф» с четырьмя моторами



Фарман по 500 HP — с 6 000 *кг* полезного груза; 4) д а л ь н о с т ь п о л е т а б е з с п у с к а — америк. летчик Чемберлин в 1927 г. на самолете Белланка с мотором Райт 200 HP перелетел из Нью-Йорка в Берлин—6 500 *км* в 41 час. 55 мин. На фиг. показана диаграмма хода этих основных рекордов с 1909 по 1927 г. Для выявления качества машин в эксплоатационной практике при полетах на больших расстояниях и для проложения новых воздушных путей организуются т. н. перелеты. Один из первых перелетов — перелет Блерио в 1909 г. через Ламанш. В 1919 г., в мае, американец Рид перелетел Атлантический океан с остановкой на Азорах, а в июне того же года англичане Алькок и Броун на самолете Виккерс-Вими перелетели Атлантический океан (из Америки в Европу), покрыв в 16 ч. 3 040 *км*. Перелет совершался безостановочно.

П р и м е н е н и е А. Несмотря на короткое существование А., она начинает находить себе применение в различных областях, начиная с военного дела и кончая народным хозяйством. В связи с тремя задачами на театре военных действий—война в воздухе, разведка и бомбометание—военная А. соответственно различает три основных типа аэропланов: истребители, разведчики и бомбовозы, как сухопутные, так и морские (см. *Гидроаэроплан*). Технические требования, предъявляемые к этим трем типам, различны. От истребителей требуется большая скорость (ок. 250 *км/ч*), большая скороподъемность (ок. 20 м.—5 000 *м*), а также и большая поворотливость в воздухе, — поэтому они и являются машинами сравнительно малого размера (обычно одноместные), но снабженными мощными моторами (450 — 600 HP). Разведчики могут иметь меньшую скорость (ок. 200—220 *км/ч*), но должны обладать большей грузоподъемностью: число лиц, поднимаемых разведчиками, должно быть не менее двух — летчик и наблюдатель; кроме того, они должны нести приборы связи (радио), фотографические приборы для засъемки неприятельского расположения, а иногда и небольшое количество бомб. Вследствие бо́льшего веса, бо́льшего момента инерции, следовательно меньшей поворотливости, разведчики могут обладать меньшей прочностью, чем истребители. *Бомбовозы* (см.) — тяжелые машины, назначение к-рых сбрасывать в расположение противника бомбы, обладают еще меньшей поворотливостью, а потому и меньшей прочностью (за счет возникающих, меньших, инерционных сил), чем все остальные типы. Кроме бомб, они снабжаются соответствующим вооружением для отражения атакующего противника. Помимо перечисленных основных типов, имеются еще другие типы аэропланов специального назначения, как, напр., торпедоносцы, назначение которых — сбрасывать с воздуха морскую мину. Вследствие необходимости несения мины большого размера и веса конструкция их, в особенности их шасси, бывает своеобразна. Боевики-аэропланы, снабженные бронированной обшивкой, служат для атаки земных целей. Для аэропланов, служащих для взлета с кораблей, на последних делаются особого рода приспособления — *катапульты* (см.), к-рые дают аэроплану первоначальный импульс и этим сокращают необходимый взлет до 6 — 10 *м* (длина катапульты). Аэропланы мирного применения отличаются от аэропланов военных гл. обр. тем, что первые почти никогда не производят в воздухе сложных эволюций, отчего и технические требования к аэропланам военным и аэропланам мирного применения, коммерческим, различны. Последние могут быть иногда в значительной мере менее прочными, чем первые, а следовательно, и более выгодными в смысле увеличения полезной нагрузки (см. *Прочности нормы*). Коммерческим аэропланам предъявляется гл. обр. требование безопасности полета, т. е. оборудования, устраняющего возможность возникновения пожара, наличия достаточного количества дверей и т. п. Кроме применения А., как средства *воздушного транспорта* (см.) в различных отраслях народного хозяйства, она применяется в сел. хозяйстве для опыливания ядом пораженных какой-либо болезнью или вредителем полей и лесов, а также для различных разведывательных операций, как, напр., разведка лесных пожаров, таксация лесных массивов и т. п. Применение А. для борьбы с вредителями сел. хозяйства заключается в том, что аэроплан, снабженный специальным аппаратом — аэроопылителем, пролетает на малой высоте (5—10 *м*) над зараженным известным вредителем местом и выбрасывает из аэроопылителя струю пыли — яда. Количество яда, к-рое забирает с собой аэроплан, в зависимости от назначения, колеблется от 125 до 250 *кг*, при чем полоса одного ряда опыливания обычно равняется около 25 *м*. Скорость выбрасывания яда зависит от дозировки яда для данного вредителя или заражения. Борьба с вредителями сел. хозяйства поставлена уже на реальную почву в Америке, Германии, Франции и СССР. У нас начиная с 1925 г. обществами Добролет и Авиахим ежегодно для борьбы с саранчой посылаются экспедиции, состоящие из нескольких самолетов, которые вполне

успешно борются с этим вредителем, уничтожая весной основные его гнездилища. Как показал опыт, авиационный метод борьбы с вредителями сел. хозяйства представляет большие выгоды гл. обр. при большом размере поражаемых площадей; в этом случае он оказывается раза в три дешевле обычных земных способов борьбы; кроме того, он является почти единственным способом в местностях, трудно проходимых, как болота, плавни (гнездилища саранчи), леса и т. п. Благодаря возможности охватить взором с аэроплана на большой высоте большое пространство, А. нашла себе применение в работах по съемке местности (см. *Аэрофотосъемка*). Эту работу можно делать гораздо более точно и дешево с помощью А., чем с помощью обычных земных способов съемки. А. может применяться также и для различных разведочных операций, как, напр., разведка движения стаи рыб, разведка лежки тюленей и моржей. Как показали опыты, произведенные за границей и в СССР, такие разведки могут оказать чрезвычайно большую помощь рыболовным и зверобойным промыслам. Наконец, нельзя не указать на то применение А., с которого она, собственно говоря, и стала развиваться, именно—на спорт и туризм. В этой области аэроплан развивается по другому направлению, чем в военной и коммерческой А.: необходимость удешевить стоимость пользования аэропланом приводит к уменьшению мощности мотора, и поэтому аэропланы, применяемые для спорта и туризма, обычно имеют мотор малой мощности (15—40 HP для спорта и 40—100 HP для туризма); такие маломощные аэропланы называются *авиэтками* (см.). Развитие спортивной А., удешевление эксплоатационных расходов полета разрешают вопрос о применении и популяризации аэропланов как одного из видов спорта среди гражданского населения.

Лит.: Барш Г. З., Воздухоплавание в его прошлом и настоящем, СПБ, 1906; Франк М. Л., История авиации, СПБ, 1911; Воздушный справочник, т. I, М., 1925; Воздухоплавание. Его прошлое и настоящее, «Промышленность и техника», т. XI, СПБ, 1911. **В. Александров.**

АВИВИРОВАНИЕ, оживление красок на отпечатанных материях. А. производится обработкой материи различными веществами (мыльным раствором, щелочами и др.), вследствие чего краски приобретают чистый оттенок. А. шелковых тканей производится органическими кислотами (муравьиной, уксусной, молочной и др.) и придает шелку его характерные свойства (блеск, шуршание и пр.). См. *Крашение тканей*.

АВИЗО, легкое посыльное судно (тип малоустановленный), водоизмещением от 500 до 2 500 *т*, со скоростью хода от 13 до 28 узлов и дальностью плавания от 600 до 2 000 морских миль. Артилл. вооружение чаще всего состоит из четырех 57-*мм* пушек, но встречается более сильное вооружение: две 146-*мм* пушки и одна 75-*мм* (Франция). Механизмы — паровые турбины или двигатели внутреннего сгорания. См. *Военные суда*.

АВИНЬОН, шелковая ткань. См. *Ткани*.

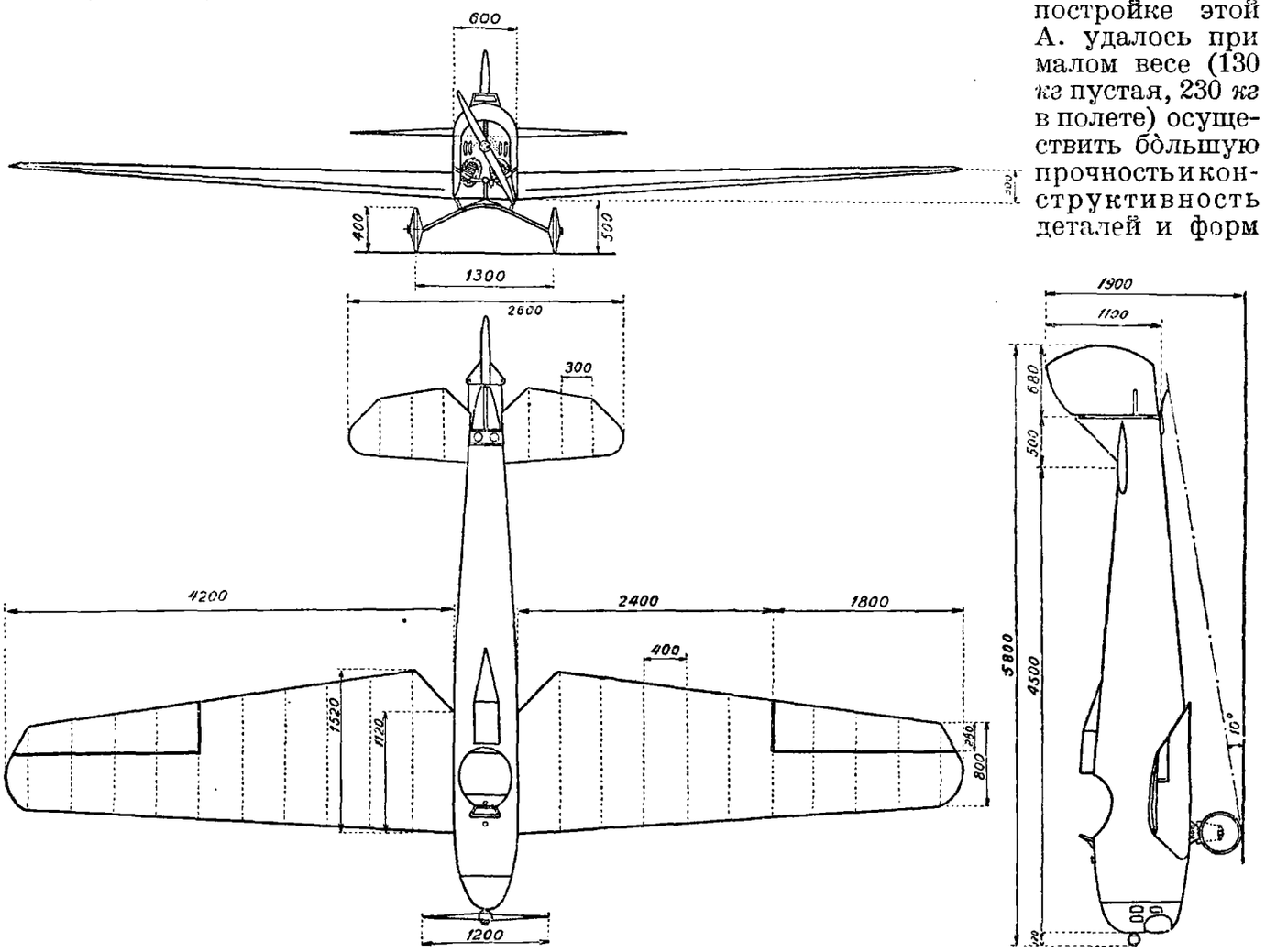
АВИНЬОНСКИЕ КРАСИЛЬНЫЕ ЯГОДЫ, французская грушка, плод крушины (Rhamnus infectorius L.); применяется в крашении тканей, пряжи, кожи и бумаги. См. *Красители растительные*.

АВИЭТКА, небольшой одноместный или двуместный *аэроплан* (см.) с маломощным мотором от 7 до 60 HP. Развитие конструирования А. обязано успехам безмоторных полетов планеров (см. *Безмоторное летание*). Опыты с безмоторным летанием позволили значительно усовершенствовать конструкцию крыльев и всего аппарата в отношении наиболее выгодного использования поддерживающей силы воздуха и уменьшения вредных сопротивлений воздуха. Первые А. представляли собою *планер* (см.), на котором был установлен мотоциклетный двигатель. В настоящее время цель конструирования А. — дать машину, экономичную в эксплоатации и расходовании горючего, не требующую аэродромов, особого ухода, удобную в транспортировании и безопасную в воздухе. А. должна легко и быстро собираться, без применения специальных инструментов; сборка должна сводиться к пригонке плоскостей и хвостового оперения к фюзеляжу. Скорость А. 90—120 *км/ч*. Посадочная скорость 45—60 *км/ч*. Потолок 1 500—2 000 *м*. Применение А. в настоящее время имеет пока спортивный характер, но в некоторых иностранных армиях А. включены в воздушный флот как самолеты первоначального обучения в авиационных школах. Производство А. в СССР носит кустарный характер, строятся только опытные единичные экземпляры. За границей — в Германии, Англии, Италии, Чехо-Словакии — быстрое развитие А. дало возможность развернуть серийное производство на аэропланостроительных заводах. Дело строительства А. наиболее широко поставлено в Англии. Для применения А. в условиях повседневной жизни, на конкурсных состязаниях все А. подвергаются испытаниям на быструю разборку и сборку и буксировку вручную по сельским дорогам.

Из английских А., давших лучшие результаты, можно отметить: АНЕК — мотор Блекборн 20 HP, подъем на высоту 4 400 *м*; Парналь-Пикси — с тем же мотором, скорость 123 *км/ч*; DH-53, на к-рой произведены фигуры высшего пилотажа, что показывает достаточную прочность; двуместную А. «Мос» с мотором Циррус 60 HP, совершившую перелет с посадками из Англии в Индию и принятую в англ. авиаклубах как учебный самолет. В Германии наиболее распространены А. фирмы Даймлер, типа L-20, с мотором 19 HP, и типа L-21, с двумя моторами 19 HP, совершившие с посадками перелет, расстоянием свыше 3 000 *км*. На А. «Мессершмидт» произведен перелет с пассажиром через Альпы из Германии в Италию.

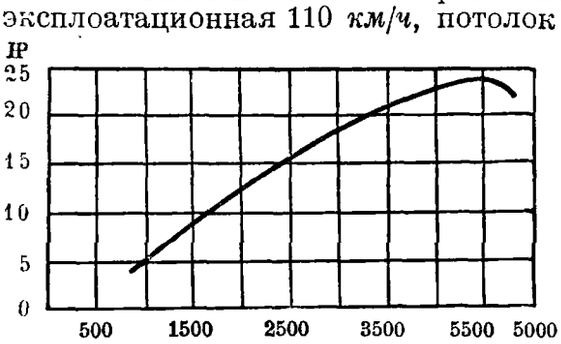
Благодаря помощи Осоавиахима СССР за последнее время достигнуты успехи в развитии конструирования и постройки А. В настоящее время имеется ряд оригинальных А.: Невдачина («Буревестник С 4», с мотором Блекборн 20 HP), Рафаэлянца (РАФ1, с тем же мотором), Черниховского (СЧ1, с мотором АВС 25 HP), Байкова (ЦАГИ, с мотором Блекборн 20 HP), Яковлева (АИР, с мотором Циррус 55 HP), Горелова, Семенова и Сутугина («Три друга», с мотором

Бристоль-Черуб 30 Н*Р*) и др. В 1927 г. получены рекордные полетные данные двух А.: 1) двуместной А.—АИР, с мотором Циррус в 55 Н*Р*, конструктора А. С. Яковлева, проделавшей перелет из Севастополя до Москвы (1 420 *км*) без посадки в 15 ч. 30 м. Материал—деревянные прямоугольные рейки и 3-слойная клееная фанера; металлич. детали отличаются простотой форм и конструкции. Шасси—деревянная клееная рессора, снабженная деревянными колесами, обшитыми по ободу подошвенной кожей. В постройке этой А. удалось при малом весе (130 *кг* пустая, 230 *кг* в полете) осуществить бо́льшую прочность и конструктивность деталей и форм



Фиг. 1. Общий вид авиэтки «Буревестник С 4», с мотором Блекборн 20 Н*Р*, конструкции инженера В. П. Невдачина.

со средней скоростью в 92 *км/ч*; 2) одноместной А.—«Буревестник С 4», с мотором Блекборн 20 Н*Р* (фиг. 1 и 2), конструктора инженера В. П. Невдачина. При испытаниях ее получены следующие результаты: максимальная полетная скорость 140 *км/ч*, эксплоатационная 110 *км/ч*, потолок 6 500 *м*,



Фиг. 2. Характеристика мотора Блекборн 20 Н*Р* с авиэтки «Буревестник».

подъем на 1 000 *м* — 6 м., на 2 000 *м* — 14 м., на 5 000—45 м., разбег при подъеме—6 ск. (расст. 30 *м*), пробег при посадке—6 ск. (расст. 25 *м*), посадочная скорость 60 *км/ч*. Являясь одной из наиболее удачных конструкций А., «Буревестник С 4» представляет собою деревянный свободно несущий моноплан с нижним расположением крыльев. аппарата. «Буревестник С 4» построен рабочими кружка Осоавиахима при трамвайном парке имени Щепетильникова (б. Миусский). Стоимость без мотора 1 255 рублей.

А. мощностью 20—40 Н*Р* могут заменить современные дорогие в эксплоатации школьные и тренировочные самолеты мощностью 80—240 Н*Р*. Не требующие обширных посадочных площадок, невзыскательные в отношении ангаров и простые в обращении, А. могут с успехом нести службу связи в глухих бездорожных местах нашего Союза.

АВОГАДРО ЗАКОН, А в о г а д р о г и п о т е з а, см. *Атомная теория.*

АВОГАДРО ЧИСЛО, см. *Атомная теория.*

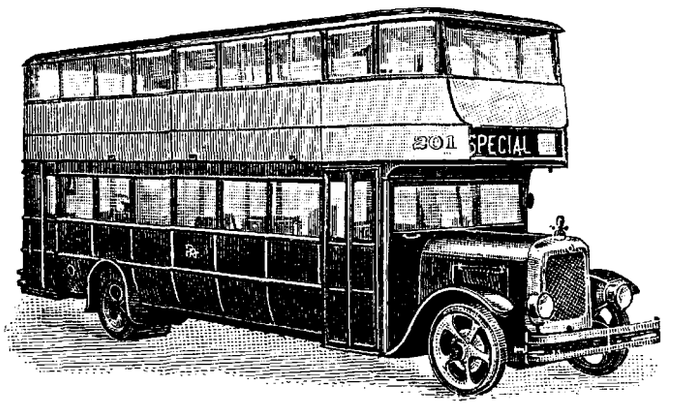
АВРАЛ, морской термин, обозначающий вызов экипажа корабля наверх для производства какой-либо общей работы (авральные работы).

АВСТРАЛИЙСКАЯ ШЕРСТЬ, см. *Шерсть.*

АВТОБРОНЕВИК, см. *Броневой автомобиль.*

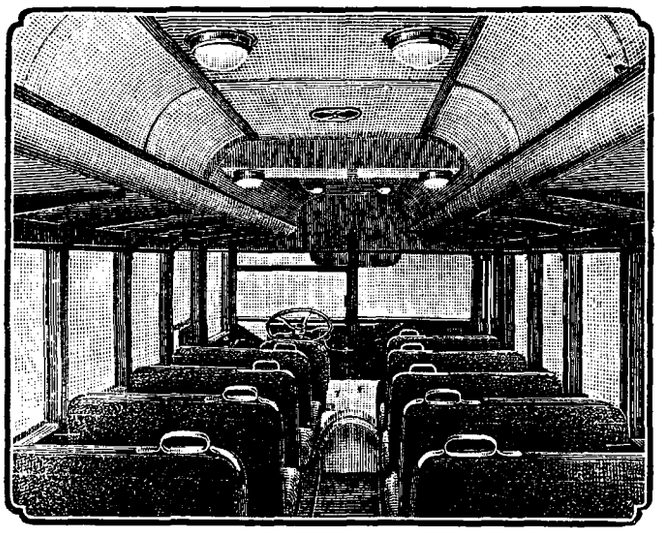
АВТОБУС, легковой автомобиль общественного пользования, с большим числом мест, для рентабельного массового пассажирского и багажного транспорта. Большая вместительность кузова, комфортабельное размещение пассажирских мест,

спокойная езда, большая скорость движения, надежность и экономичность в эксплоатации и невысокая первоначальная стоимость составляют технически трудно совместимые основные требования, удовлетворять



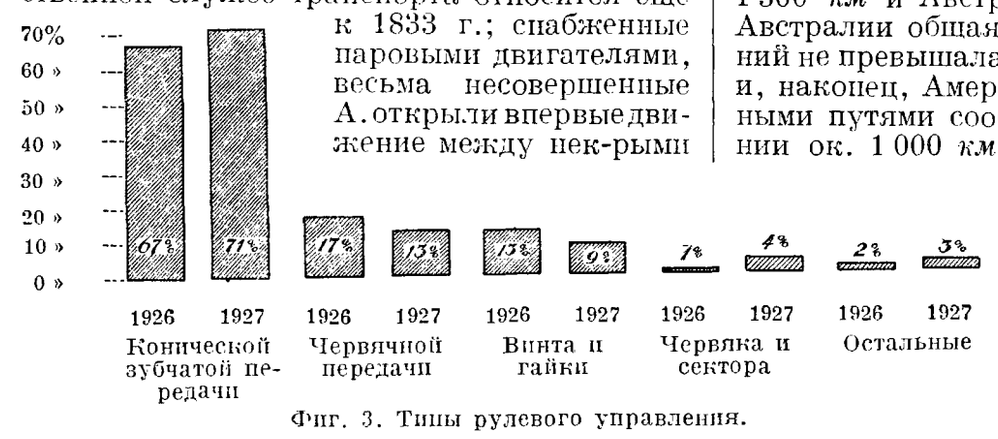
Фиг. 1. Общий вид автобуса с закрытым империалом.

которым должна рациональная конструкция механич. экипажа общественного пользования. Высокая техника автомобилестроения разрешила проблему такого экипажа настолько удачно, что современный А. за последнее десятилетие в Западной Европе и

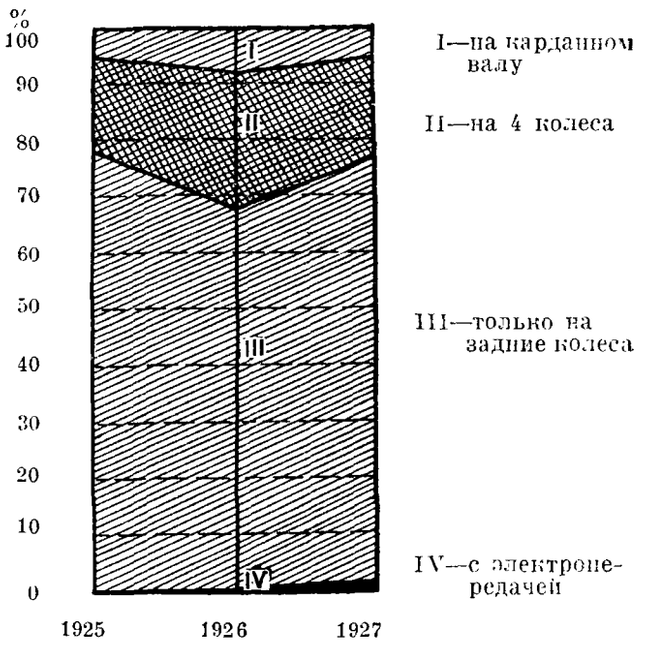


Фиг. 2. Внутренний вид автобуса.

Америке занял среди прочих видов пассажирского транспорта выдающееся место. Общий вид современного А. изображен на фиг 1. и 2; представление о ходе развития деталей и главных размеров А. за последние годы, годы наиболее интенсивного развития конструктивных форм его, дают диаграммы фиг. 3—10. Первое появление А. на общественной службе транспорта относится еще к 1833 г.; снабженные паровыми двигателями, весьма несовершенные А. открыли впервые движение между нек-рыми городами Англии, при чем расстояние в 8 *км* они проходили в течение 2 ч. Изобретение двигателя внутрен. сгорания и быстрое его усовершенствование, равно как и появление пневматических шин дали возможность развить автобусное движение до тех размеров, к-рых оно достигло в данное время, вытесняя собою живую рабочую силу, трамваи и даже метрополитены. До империалистической войны 1914—18 гг. автотранспорт, будучи дорогим средством сообщения как в



Фиг. 3. Типы рулевого управления.

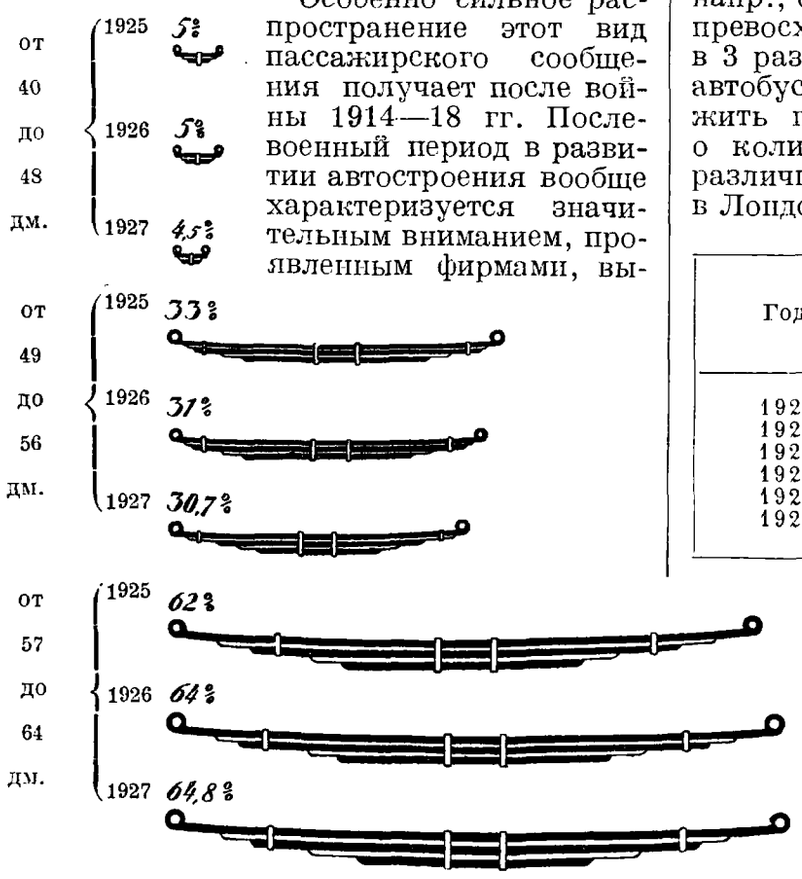


Фиг. 4. Ножные тормоза.

смысле первоначальных затрат, так и эксплоатации, делал коммерчески выгодной работу А. только в тех районах, в к-рых вследствие особенностей топографии местности или в силу недостаточной пассажиронапряженности линий, рельсовые средства сообщения не могли быть рентабельными. Вследствие этого автобусное движение в довоенный период развивалось глав. обр. на загородных линиях, в местностях с гористым профилем. В 1913 г. вся длина действовавших на земном шаре междугородных автомобильных линий общего пользования составляла всего ок. 23—25 тыс. *км*. Первое место по размерам эксплоатации автобусных сообщений занимала Германия, с общим протяжением линий в 5 000 *км*; второе—Италия, где общее протяжение линий было несколько больше и равнялось приблизительно 8 000 *км*; третье место занимала Франция, насчитывавшая 4 000 *км*, далее следовали Испания—1 300 *км* и Австрия—1 100 *км*; в Азии и Австралии общая длина линий автосообщений не превышала 500 *км*, в Африке—400 *км*, и, наконец, Америка пользовалась автобусными путями сообщений лишь на протяжении ок. 1 000 *км*. Причины столь незначительного развития автобусного сообщения в довоенное время надлежит искать как в несовершенстве конструкции А., так и в стоимости его эксплоатации. Будучи недостаточно вместительным, комфортабельным и надежным

в работе, А. до 1920 г. (приблизительно) являлся больше предметом роскоши среди буржуазного класса, чем рациональным средством транспорта, как по причине больших первоначальных затрат, так и вследствие слишком значительных расходов на обслуживающий персонал, гаражи, ремонт, топливо, смазку, резину (шины) и т. д.

Особенно сильное распространение этот вид пассажирского сообщения получает после войны 1914—18 гг. Послевоенный период в развитии автостроения вообще характеризуется значительным вниманием, проявленным фирмами, выпускающими автомобили, к вопросам экономики автотранспорта. Спрос на дешевые, быстроходные и надежные автомобили и А. заставляет автомобильн. заводы выпускать на рынок машину значительно пониженной стоимости, заметно упрощенной и улучшенной конструкции, в целом оправдывающую себя с точки зрения коммерческой эксплоатации. Значительный прогресс, достигнутый в конструкции А., является главной причиной того поразительного развития автобусного транспорта, которое наблюдается в настоящее время во всех странах мира. Увеличение полезной нагрузки (напр., 6-колесный А. фирмы Лаурин и Клемент имеет 60 мест для сидящих и 30 для стоящих пассажиров) и скорости движения позволяет А. не только развиваться на пригородных и междугородных линиях, но и усиленно конкурировать со всеми видами городского транспорта. В Германии с 1920 по 1922 г. число линий удвоилось, а общая их длина возросла на 76,6%. Такая же картина наблюдается во Франции, Англии, Италии и в Скандинавских странах. В Испании, напр., общее протяжение автобусных линий превосходит ж.-д. сеть в 2 раза, в Норвегии в 3 раза и т. д. Характеристикой развития автобусного движения в городах могут служить приведенные ниже данные таблицы о количестве поездок на 1 жителя для различных видов городского транспорта в Лондоне за 1920—1926 гг.

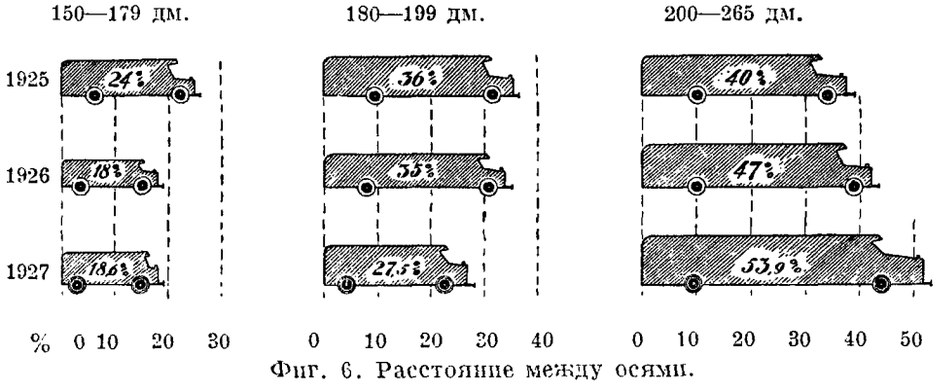


Фиг. 5. Длина задних рессор.

Годы	Метрополитены	Трамваи	Автобусы	Всего
1920	97	143	125	365
1921	82	135	125	342
1922	79	136	143	358
1923	76	136	168	380
1925	75	135	170	380
1926	78	136	173	387

До последнего времени считали, что недостаточная вместительность А. не даст им возможности конкурировать с другими видами городского транспорта; однако значительно меньшая загромождаемость городских улиц, к-рую дают безрельсовые виды сообщения, служит главной причиной вытеснения ими трамваев и метрополитенов. Приводимая здесь таблица дает вес и длину автобусов для различных видов городского транспорта, отнесенные к одному пассажирскому месту для городов Англии.

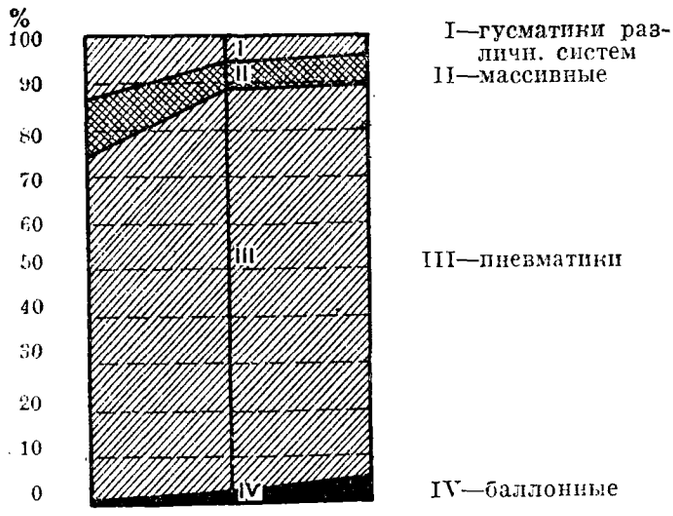
Средства сообщения	Число пассаж. мест	Вес в *т*	Длина в *м*	Вес на 1 пассаж. место в *кг*	Длина на 1 пассаж. место в *дм*
Автобус стар. типа	34	3,5	7,01	102,5	8,11
Автобус нового типа .	54	4,5	7,46	83	5,44
Безрельсовый трамвай . .	51	7,25	7,44	142	5,76
Трамвай . .	64	11,5	9,17	179,5	5,65
Метрополитен	48	—	15,22	—	12,5



Фиг. 6. Расстояние между осями.

Из приведенной таблицы видно, что наименьшее загромождающее влияние на движение по улицам городов производит А. Наибольшего развития городские А. достигли в Европе—в Лондоне (около 6 400 шт.) и в Париже (около 2 000 шт.). В Лондоне эксплоатация А. сосредоточена в «Лондонском автобусном об-ве», огромном предприятии, имеющем ок. 6 000 машин и собственные заводы для их ремонта. Пробег А. за 16—17-часовой день колеблется в пределах 200—240 *км*, коммерческая скорость движения около 13 — 15 *км*. Работа парка

неравномерна: обыкновенно с утра, т. е. с 6 до 2 ч., на линии выпускаются до 90% А., к 4 ч. число их увеличивается до 95%, а к



Фиг. 7. Шины передние и задние.

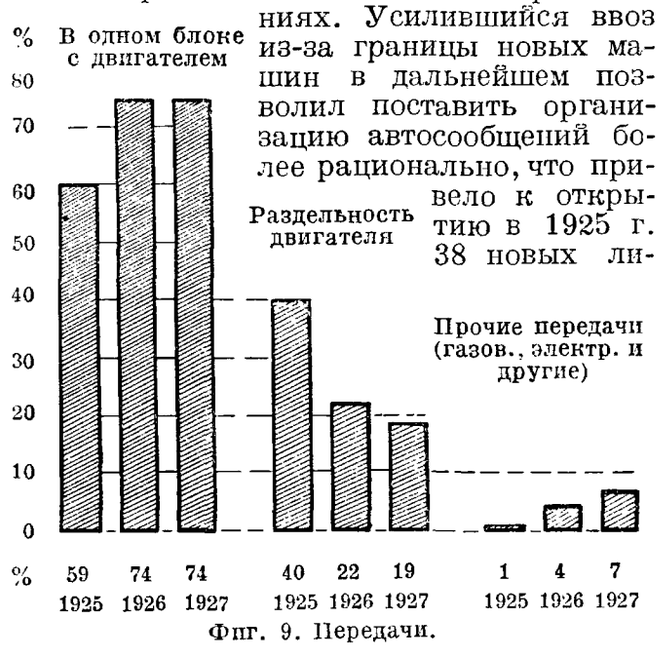
9 ч. веч. достигает 100%. Движение заканчивается к 12—1 ч. ночи. Следует отметить, что недостаток и дороговизна бензина в З. Европе заставляют предпринимателей эксплоатировать А. на различных смесях: бензин с газолином, бензолом и т. п.; в Германии употребляется т. н. нормированное топливо — смесь тетралина, бензола и винного спирта. Срок работы А. между двумя капитальными ремонтами приблизительно равен 70 000 *км* пробега, что во времени соответствует, примерно, 13—14 месяцам. Лондонским автобусным об-вом достигнута значительная интенсификация ремонта, что понижает стоимость эксплоатации машин. Пропускная способность мастерских—18 машин капитального ремонта в день, при общем числе производственных рабочих ок. 2 000 чел. Ремонт ведется массовым порядком, с обезличением частей.

Переходя к описанию применения А. в СССР, необходимо отметить, что в дореволюционный период у нас еще более, чем за границей, эксплоатация А. носила случайный характер и имела место гл. обр. на курортных сообщениях (Крым). Были попытки организовать движение А. в Ленинграде и Москве, но они не увенчались успехом, так как от-



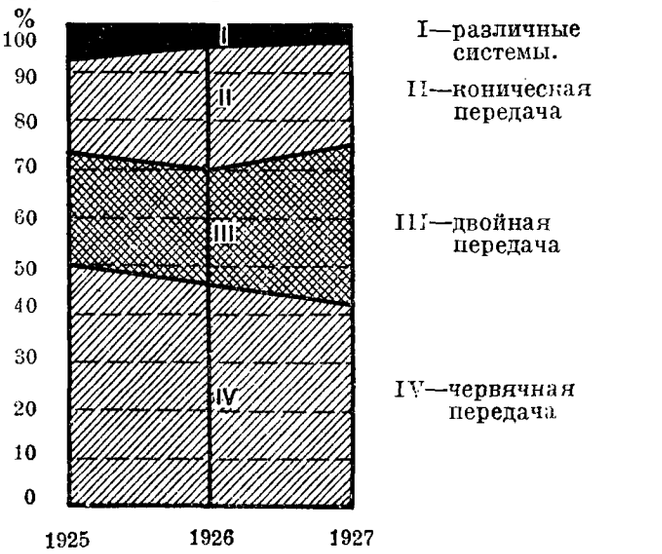
Фиг. 8. Системы зажигания.

крытые линии оказались явно убыточными. После Октябрьской Революции, в период перехода СССР на мирное строительство, вопросу организации междугородных и городских линий автосообщений было уделено большое внимание. Отсутствие свободных средств и своего автомобилестроения, а также недостаточный импорт автомобилей из-за границы вынудили первые открывшиеся в Союзе автосообщения организовать на старых, экономически маловыгодных машинах, при чем в качестве А. употреблялись преимущественно грузовики с установленными на кузовах сидениями для пассажиров. Однако потребность в пассажирском транспорте у нас столь велика, что даже эти машины успешно эксплоатировались на небольших расстояниях. Усилившийся ввоз из-за границы новых машин в дальнейшем позволил поставить организацию автосообщений более рационально, что привело к открытию в 1925 г. 38 новых ли-



Фиг. 9. Передачи.

ний, общим протяжением в 2 560 *км*, в дополнение к имевшимся уже 52 линиям, протяжением в 3 325 *км*. Значительно увеличившееся и постоянно растущее население крупных центров СССР, гл. обр. Москвы,



Фиг. 10. Передачи на задние колеса.

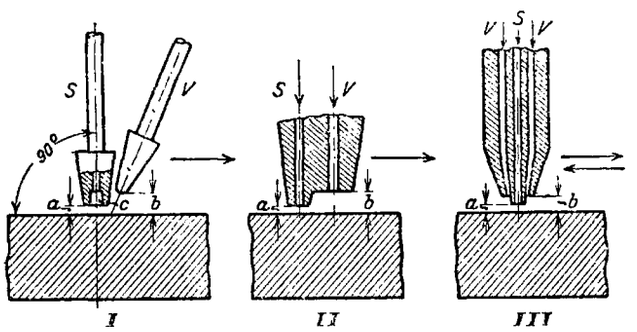
поставило исполкомы этих городов перед необходимостью расширить провозоспособность городских средств транспорта. Увеличение трамвайной сети было доведено до крайних пределов, но не дало удовлетворительных результатов, т. к. образовывавшиеся в центрах города «пробки» не позволили увеличить количество находящихся в движении вагонов трамвая. Выход был найден в организации автобусного

движения. МКХ первое проявило инициативу, открыв линии автобусных сообщений по главным магистралям городского движения. В эксплоатацию были пущены 28-местные А. англ. заводов «Лейланд», в 25 HP, на пневматиках большого размера. Основные размеры этих А. следующие:

Длина между крайними точками. . .	7 830 *мм*
» кузова	6 300 *мм*
Ширина кузова с подножками	2 230 *мм*
Наивысшая точка кузова от земли. .	3 350 *мм*
Наинизшая » » » » .	320 *мм*
Вес автобуса без нагрузки	5 576 *кг*
» » на заднюю ось	3 608 *кг*
» » на переднюю ось. . . .	1 968 *кг*
Передаточное число в дифференц. . .	7,86
Скорость на 1 передаче	5,88 *км/ч*
» на 2 »	10,84 *км/ч*
» на 3 »	15,58 *км/ч*
» на 4 » (прямая) . . .	29,87 *км/ч*
» на заднем ходе	4,66 *км/ч*
Размер колес.	1 085×185 *мм*

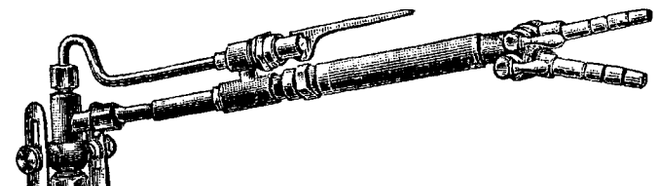
Результаты эксплоатации А. в московских условиях, по полученным данным, приближаются к работе автосообщений в З. Европе. По примеру Москвы автобусные сообщения начинают развиваться и в других городах СССР. **В. Ругг.**

АВТОГЕННАЯ РЕЗКА, представляет собою процесс сгорания металла, подогретого газовым пламенем до $t°$ воспламенения, в струе кислорода. А. р. появилась несколько раньше автогенной сварки. Первые опыты англ. инж. Томаса Флетнера, произведенные им в 1888—89 г. в области автогенного метода, относятся именно к А. р. железа и стали. Большое промышленное значение А. р. получает лишь с 1902 г. Сгорание в струе кислорода железных сплавов наступает при $t°$ металла в 1 350° (белое каление). Сильная струя кислорода, помимо своего участия в реакции горения, исполняет также функции механич. усилия для удаления образующихся на поверхности разреза окислов железа. Из сказанного следуют два основных положения для А. р. металлов: а) А. р. подлежат лишь те металлы, у которых $t°$ воспламенения ($t°$ воспламенения называется $t°$, при которой начинается сгорание металла в струе кислорода) и $t°$ их окислов лежат ниже $t°_{пл.}$ металлов; к таким металлам можно отнести железо и

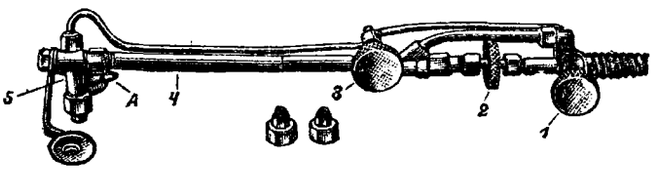


Фиг. 1. Горелки резаков различных конструкций. *I*—эксцентрическое расположение сопел, *II*—параллельное » » *III*—концентрическое » » *S* — кислородное сопло, *V* — водородное сопло, *a* и *b*—расстояние до объектов резки.

сталь (стальное литье). Чугун, ковкий чугун, красная медь и ее сплавы, алюминий и пр. помощью автогенного способа разрезаны быть не могут; эти металлы м. б. проплавлены даже обыкновенной сварочной горелкой, при чем место разреза имеет чрезвычайно нечистую оплавленную поверхность. б) Процесс резания (автогенного) распадается на два совершенно отличных один от другого явления—подогрев сварочным пламенем до $t°$ воспламенения и сгорание. На этом принципе построена горелка для резки (резак), безотносительно к горючему газу. Фиг. 1 изображает горелки резаков различных конструкций, Фиг. 2 показывает резак нормального типа с концентрическим расположением подогревающего и режущего сопел. Горючим газом,



Фиг. 2. Резак с концентрическим расположением сопел (общий вид).



Фиг. 3. Безопасный резак Фергольца: *1*—маховичок, регулирующий кислород для горения, *2*—маховичок, регулирующий жидкое горючее, *3*—маховичок для закрытия кислорода высокого давления при резке независимо от маховичка *1*, *4*—передняя часть горелки для испарения жидкого горючего, *5*—головка горелки, где происходит смешение горючего с кислородом, *A*—пламя вспомогательной горелки.

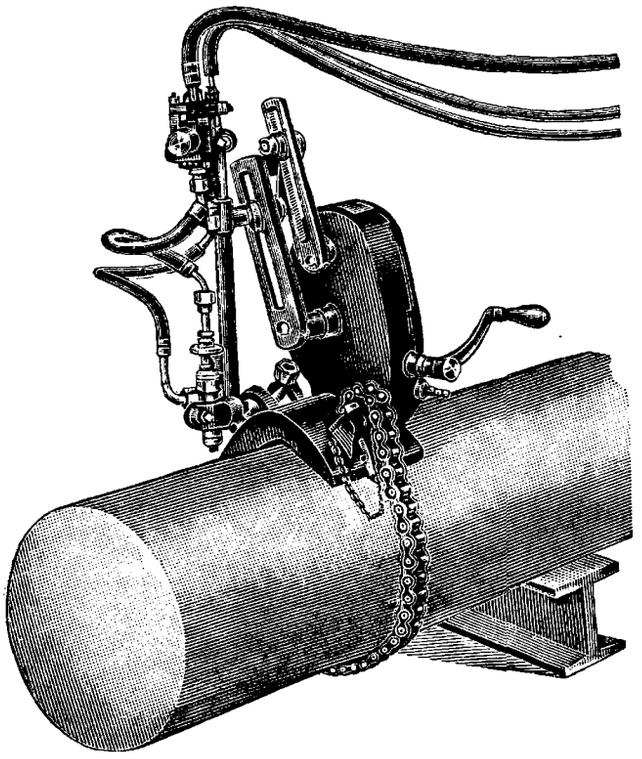
как и в автогенной сварке, служат ацетилен, водород, блаугаз и пр. Наиболее распространенными и рентабельными газами являются ацетилен и водород, но в последнее время, в связи с недостатком карбида, с успехом применяют жидкие горючие — блаугаз, бензол, бензин. Последние обязаны своим успехом недавно появившемуся безопасному аппарату системы Фергольца (см. фиг. 3). Нормальная мощность резаков позволяет производить резку железа и стали толщ. от 2 до 300 *мм*; максимальная же толщина, доступная разрезанию автогенным способом, достигает 800—1 000 *мм*, в этих случаях применяются специальные резаки с 3 и 4 рукавами. Способ А. р. применяется часто в специальных работах, заменяя рубку и т. п.; так, напр., существуют резаки для срезания заклепочных головок. В случаях однотипных работ массового характера, для увеличения производительности резальщика, применяют специальные механические приспособления, как, напр.: машина для резки валов (фиг. 4), машина для циркульной резки (фиг. 5).

К и с л о р о д, употребляемый для резки, д. б. химически чистым, с содержанием посторонних примесей (азота и др.) не более 2%. Ухудшение качества кислорода значительно понижает качество и производительность резки, повышая одновременно расход

кислорода; напр., для железа толщиной в 30 *мм*, при чистоте кислорода в 99%, производительность равна 1 *м* резки в 4,17 мин.; при чистоте кислорода в 95%, производительность равна 1 *м* резки в 7,15 мин. Не меньшее значение имеет рабочее давление кислорода p; напр. для железа в 30 *мм* толщиной при $p = 0{,}5$ *atm* производительность равна 1 *м* в 8,2 мин., при $p = 3{,}5$ *atm* производительность равна 1 *м* в 3,5 мин.

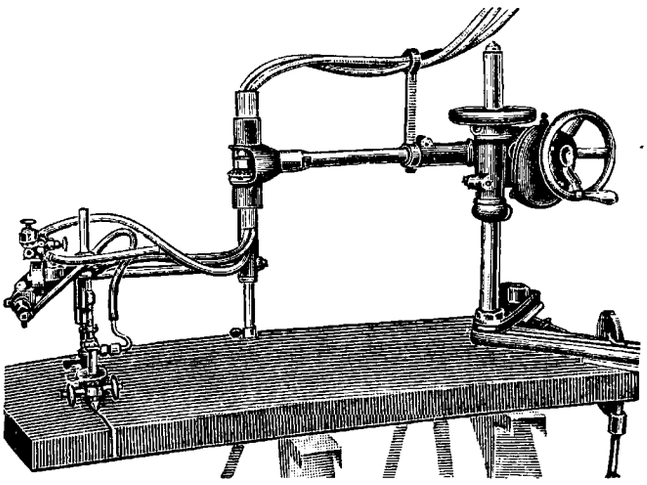
Оборудование для А. р. совершенно сходно с установкой для автогенной сварки. Характерно лишь, что при производстве больших работ часто находят применение кислородные блоки или батареи, т. е. ряд баллонов, соединенных последовательно. Что касается *манодетандера* (см.), то единственным его отличием от сварочного манодетандера является его рабочий манометр, мощность которого рассчитана до 20 *atm*. На такую же гидравлическую плотность и прочность д. б. рассчитан кислородный рукав.

Производительность и расход газа при А. р. характеризуются данными помещенной ниже таблицы.



Фиг. 4. Машина для резки валов.

В основу теоретич. подсчета данных для А. р. положены след. соображения: а) для сгорания 1 *см*³ железа с уд. вес. 7,8 требуется 4,26 *л* химически чистого кислорода или 5 *л* кислорода торгового качества; б) для подогревания до $t°$ воспламенения потребное количество кислорода составляет от 10 до 25% от расхода при сгорании; в) ширина прореза колеблется от 2 до 10 *мм*; г) скорость газа при выходе из сопла горелки равна 100—400 *м/сек*; д) расход ацетилена при автогенной резке составляет примерно от 25 до 5% расхода кислорода.



Фиг. 5. Машина для циркульной резки.

Лит.: см. *Автогенная сварка*. Kautny T., Handbuch der autogenen Metallbearbeitung, 3 Auflage, Halle, 1927; Kagerer F., Das autogene Schweissen u. Schneiden mit Sauerstoff, Wien, 1923; Schimpke P. u. Horn H., Praktischen Handbuch d. gesamten Schweisstechnik, B. I—Autogene Schweiss-u. Schnieidetechnik, B., 1924. **Е. Кузмак.**

АВТОГЕННАЯ СВАРКА, горячее соединение двух частей металла за счет собственного материала или материала, прибавляемого извне, путем сплавления концентрированным пламенем, без применения механич. усилия. При А. с. необходимое нагревание и расплавление свариваемого места и присаживаемого материала достигается сжиганием различных газов-горючих в струе кислорода. В зависимости от газа-горючего различают следующие виды А. с.: 1) ацетилено-кислородная сварка, 2) водородо-кислородная сварка, 3) блаугазо-кислородная сварка, 4) бензольно-бензино-кислородная сварка, 5) сварка светильным газом в струе кислорода, 6) сварка одноатомным водородом. Помещенная на ст. 97—98 таблица характеризует различные виды сварки.

Кислород. Степень хим. чистоты применяемого для сварки кислорода д. б. не ниже 98%. Применение кислорода плохого качества значительно ухудшает качество сваренного шва и увеличивает время работы. Кислород хранится в стальных баллонах (бутылях) под давлением 125 — 150 *atm*. Баллоны представляют собою цельнотянутые стальные трубы с одним донышком и горловиной, с ввернутым в нее вентилем (фиг. 1 и 2). Водяная емкость баллона: 5, 10, 30, 40 и 50 *л*. Газовая емкость: 0,75—7,50 *м*³ свободного газа (приведенного к 1 *atm*).

Кислородные баллоны снабжаются в верхней своей части надписью с указанием пробного давления (225—250 *atm*), допускаемого давления (125—150 *atm*), даты последнего испытания и водяной емкости баллона в *л*. Единицей измерения газовой емкости служит 1 *л* или 1 *м*³

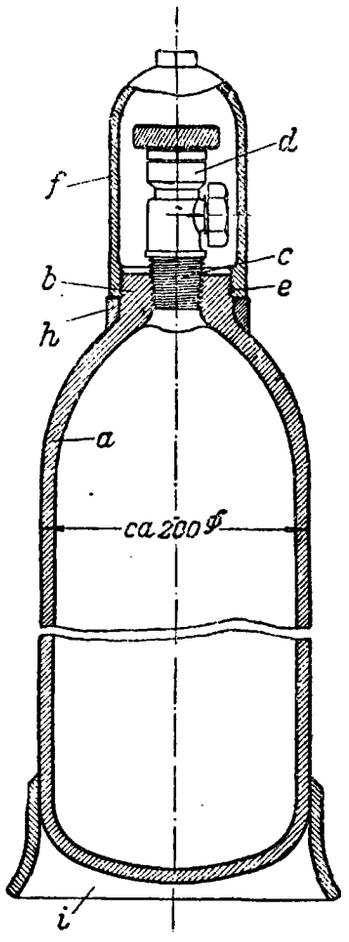
Производительность и расход газа на 1 *м* резки.

Толщина железа в *мм*	2	5	10	25	50	100	150	200	250	300
Расход кислорода в *л*	45	75	140	310	600	1 350	2 300	3 350	4 400	5 800
» ацетилена » »	12	15	18	28	45	80	100	135	180	250
» водорода » »	55	70	85	130	200	335	380	425	500	750
» бензина в *г*	12	15	20	32	45	80	120	160	210	250
Время в минутах	3	3	4	5	6	6	9	11	13	15
Давление кислорода в *atm*	1,5	2	2,5	3,5	4,75	8	10,5	12	12,7	13

Таблица различных видов А. с.

Род горючего газа или сварки	Ацетилен или диссугаз	Водород	Блаугаз	Бензол	Светильный газ
Температура сварочного пламени	3 600—4 000	2 000	2 300	2 700	1 800
Предельные размеры толщины свариваемого железа (листов)	0,2—40 *мм*	0,2—8 *мм*	0,2—10 *мм*	0,2—12 *мм*	0,2—6 *мм*
Основные металлы и сплавы, поддающиеся сварке	Железо, сталь, стальное литье, чугун, ковкий чугун, медь, латунь, бронза, алюминий и его сплавы, цинк, свинец, никель				

кислорода при $p=1$ *atm*. Газовая емкость кислородного баллона определяется умножением водяной емкости его на давление газа по манометру в *atm*. Кислородные баллоны, для отличия от водородных и ацетиленовых, окрашиваются в синюю краску. Бутылочный вентиль кислородного баллона снабжен правой нарезкой — на штуцере для *манодетандера* (см.) и левой—для водородных баллонов. Кислородные баллоны требуют большой осторожности в обращении с собой; бутыли, а также весь сварочный инструмент необходимо предохранять от соприкосновения с жиром, маслом. Эти вещества дают моментальное возгорание в кислороде, с большим выделением тепла, вследствие чего может произойти взрыв баллона. Бутыли со всякого рода газом следует держать вдали от очагов тепла и предохранять от толчков и ударов. Открытие вентиля для выпуска газа должно производить медленно: быстрое открытие может вызвать возгорание прокладок вентиля и манодетандера. Пределы рабочего давления кислорода 0,2—3,5 *atm*. Редуцирование газа производится специальным сварочным редуктором, или манодетандером, устройство которого показано на фиг. 3 (ст. 99). Для пуска в ход и эксплоатации баллона следует: 1) перед открытием бутылочного вентиля повернуть регулирующий винт до момента нажатия пружины; 2) медленно открыть бутылочный вентиль; 3) открыть дросселькла-пан манодетандера; 4) установить рабочее давление; 5) при коротком перерыве в работе, закрыть дросселькла-пан; 6) при длительном перерыве закрыть бутылочный вентиль и ослабить регулирующий винт; 7) остерегаться масла и жира; 8) замерзший вентиль отогревать горячей водой (на фиг. 4 изображено приспособление для предохранения от замерзания — конструкции германского завода Dräger-Werke).



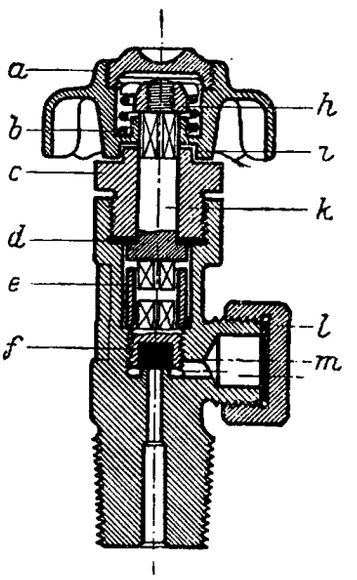
Фиг. 1. Разрез стального баллона: *a*—стальная труба, *b* — горловина, *c*, *e*—газовая нарезка, *d* — бутылочный вентиль (материал — пресованная латунь), *f* — предохранит. клапан, *h*—крепительное кольцо, *i* — пята.

Ацетилен, принципы получения его и аппараты. Наиболее широкое применение в автогенном деле имеет *ацетилен* (см.) C_2H_2, который получается в результате реакции:

$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

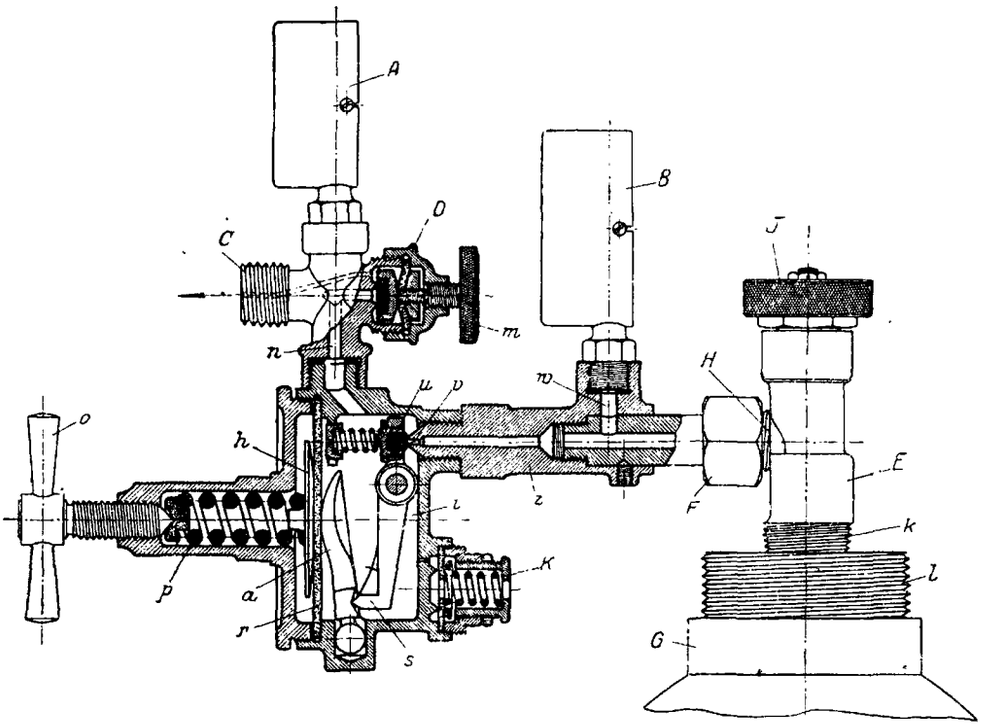
карбид кальция	вода	гашеная известь	ацетилен
64 в. ч.	36 в. ч.	74 в. ч.	26 в. ч.

По этой ф-ле из 1 *кг* чистого карбида получается 340 *л* ацетилена при 1,15 *кг* ила (шлама). Практически 1 *кг* карбида дает 250—300 *л* ацетилена, или 4 *кг* карбида дают 1 *м*³ ацетилена. На практике для разложения 1 *кг* карбида требуется 10 *л* воды, что объясняется необходимостью предохранить газ от перегревания и вместе с тем избежать ухудшения качества сваренного шва. Предельная $t°$ воды в ацетиленовых аппаратах 40—50°. Наиболее ходовая грануляция карбида 20—50 *мм*. Наличие карбидной пыли может вызвать взрыв аппарата и значительно понижает газопроизводительность кускового карбида. Ацетилен под давлением выше 2 *atm* и смесь ацетилена с воздухом при содержании в смеси от 3 до 65% ацетилена также легко взрывается; эта смесь самовозгорается при 400 — 450°. Промышленный ацетилен содержит сернистый водород, фосфористый водород, аммиак и кремнистый водород — вредные для качества сварки примеси. Все они, за исключением фосфористого водорода, удаляются из газа

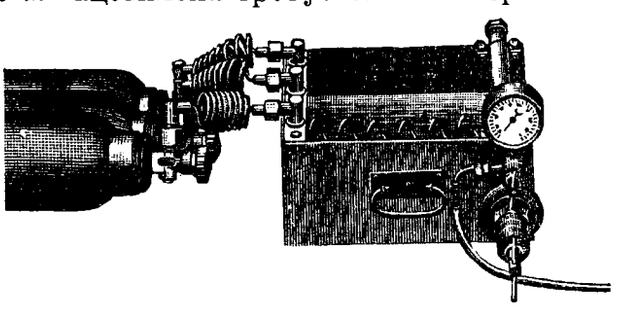


Фиг. 2. Вентиль баллона в разрезе: *a* — маховичок, *b* — пружина, *c* — гайка, *d* — прокладка, *e* — муфта, *f* — уплотняющ. прокладка, *k* — верхний шпиндель, *l* — колпачковая гайка, *m* — манодетандер, *r* — выступ.

промывкой в холодной воде. Для окисления фосфористого водорода применяются соединения хрома и хлора или патентованный препарат г е р а т о л и пр. Для очистки 20 $м^3$ ацетилена требуется 1 *кг* гератола.

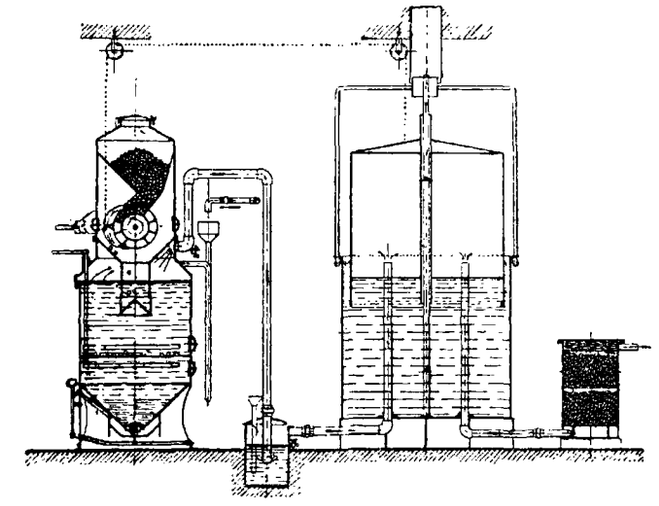


Фиг. 3. Манодетандер для водорода и кислорода: *A* — рабочий манометр, *a*, *s* — система рычагов, *B* — манометр, показывающий давление баллона, *C* — штуцер для кислородного рукава, *D*— дроссель-клапан, *E* — бутылочный вентиль, *F* — колпачковая гайка, *G* — головка баллона, *H* — штуцер вентиля, *h* — нажимная тарелка, *J* — маховичок, *i* — корпус манодетандера, *K*—предохранительный клапан, *k*, *l* — газ. резьба вентиля баллона, *n* — канал к рабочему манометру, *o* — регулирующий винт, *p* — пружина, *r* — резиновая мембрана, *u* — клапан из твердой резины, *v* — выходное отверстие, *w* — канал к манометру баллона, *z* — соединительная трубка.

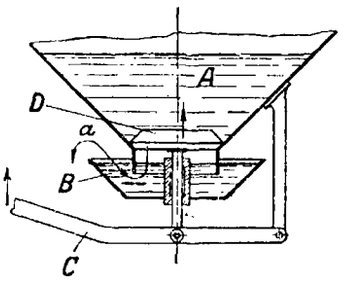


Фиг. 4. Подогреватель.

А ц е т и л е н о в ы е а п п а р а т ы. Ацетилен добывается в особого рода генераторах подвижного типа и стационарных аппаратах. Все ацетиленовые аппараты делятся на две группы: а) система «карбид в воду» и б) система «вода в карбид». Аппарат для получения ацетилена, основанный на принципе «вода в карбид», представляет цилиндрический сосуд, в нижней части к-рого расположены две реторты для загрузки карбида, вода подводится к ретортам. Фиг. 5 изображает стационарный аппарат, построенный по принципу «карбид в воду». Из загрузочной коробки, помощью механизма подачи и барабана, карбид попадает через трубу на решетку водяной камеры генератора, где разлагается. Образующийся газ по трубе и через водяной очиститель попадает в газгольдер, откуда по трубопроводу, через очиститель и водяной затвор, направляется к месту работы.

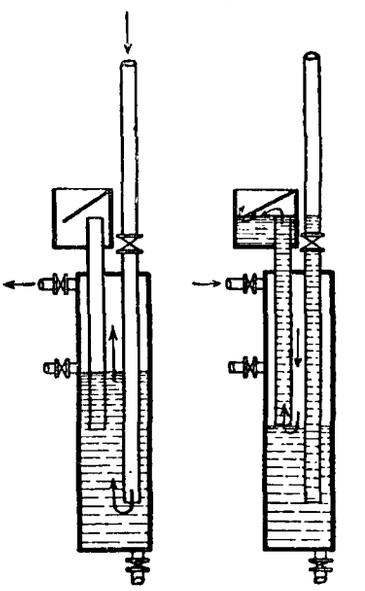


Фиг. 5. Схема ацетиленового аппарата.



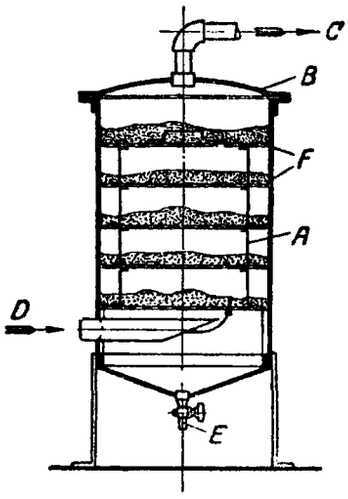
Фиг. 6. Приспособление для спуска известкового шлама (спускной клапан): *A*—нижняя часть ацетил. аппарата, *B*—воронка, *C*—рычаг для подъема и опускания клапана, *a*—направление движения спускания ила, *D*—клапан.

Аппарат указанной конструкции имеет большой кпд при условии параллельной работы 2 генераторов и является в настоящее время наиболее совершенной конструкцией для больших сварочных мастерских. Аппарат этот воздухонепроницаем при загрузке карбида, спуске ила, наливе воды и пр. На фиг. 6 изображен воздухонепроницаемый спускной клапан для шлама. Водяной очиститель служит для очистки сырого ацетилена от примесей. Построен он по принципу в о д я н о г о з а т в о р а. Водяной затвор (фиг. 7) должен быть обязательно установлен на каждом сварочном посту и аппарате. От ухода за ним зависит безопасность сварочных работ.



Фиг. 7. Схема водяного затвора: слева—в состоянии нормальной работы, справа—в случае обратного удара (при взрывах и вспышках).

Химический очиститель и осушитель (фиг. 8). На решетках *F* помещают известь, кокс, гератол — все с прослойками ваты. Ацетилен, получаемый из аппаратов-генераторов, имеет давление в 50—200 *мм* водяного столба.



Фиг. 8. Химический очиститель с порошкообразной массой: *A* — стойка железная, *B* — крышка, *C* — выпуск газа, *D* — впуск газа, *E* — спуск конденсата, *F* — решетка.

Ацетилен под давлением. В практике автогенного дела применяют также ацетилен под высоким давлением, до 20 *atm*. Ацетилен под давлением, или *диссугаз* (см.), поступает в продажу в стальных баллонах. В виду большой опасности, представляемой ацетиленом под давлением, его растворяют в ацетоне. Баллон заполняется на 25% своего объема инфузорной землей, на 40% ацетоном. Приблизительный подсчет газовой емкости ацетиленового баллона производится умножением водяной емкости баллона в *л* на давление газа в *atm* и на постоянное число 10. Точный подсчет рекомендуется производить по весу газа. Уд. в. его 1,16. Растворенный в ацетоне ацетилен относительно безопасен в обращении; даже в случае вспышки газа, выходящего из баллона, взрыва ожидать не приходится, если немедленно закрыть бутылочный вентиль металлического баллона.

Горелки и шланги. Основным инструментом сварщика является сварочная горелка, к-рая должна удовлетворять требованиям: 1) безопасности, 2) экономичности, 3) регулируемости, 4) минимального веса. По средней трубке горелки течет кислород и силой инжекции сопла засасывает горючий газ из наружной трубки. На фиг. 9 изображен разрез ацетилено-кислородной горелки.

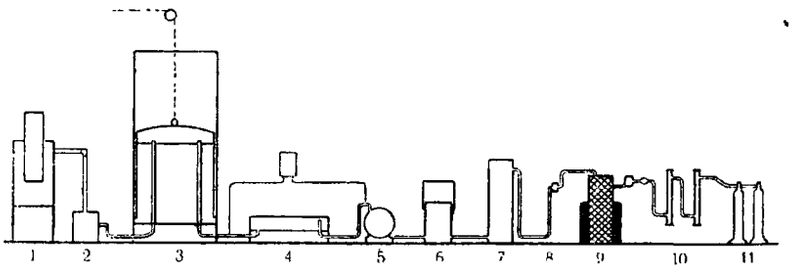
Сварочное пламя. Температура сварочного пламени (восстановительная зона) равна 3 000—3 500°. В горелку кислород и ацетилен поступают по резиновым шлангам диаметром 7—9 *мм* для горючего газа и 8—10 *мм* для кислорода. Схема



Фиг. 9. Разрез ацетилено-кислородной горелки.

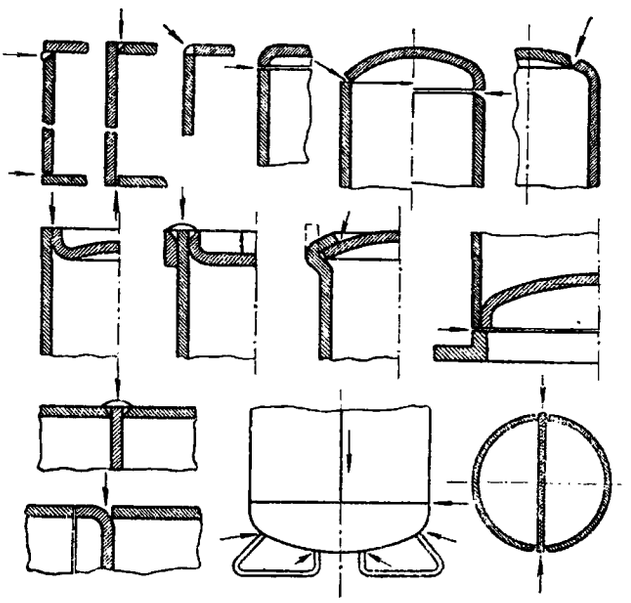
стационарного ацетилено-кислородного устройства дана на фиг. 10. Сварочное пламя своей яркостью и благодаря наличию значительного количества ультрафиолетовых лучей ослепляюще действует на органы зрения рабочих. При А. с., а в особенности при автогенной резке металлов, от свариваемого предмета отделяется большое количество раскаленных частиц металла, могущих произвести ожоги лица и одежды работников. При А. с. медных сплавов — бронзы, латуни, фосфористой бронзы — происходит выделение паров цинка, сернистых газов, окиси углерода, отравляющих воздух и вредно действующих на здоровье рабочих. Для предотвращения вредных последствий работы по автогенной сварке необходимы тщательная вентиляция рабочих помещений и снабжение работников специальной одеждой и очками.

Сварка различных металлов. Во всех случаях сварки необходимо, для заполнения и усиления шва, применять припой или сварочную проволоку одинакового с основным материалом качества. Так, для железа, стали и стального литья применяют мягкую малоуглеродистую, чистую от вредных примесей железную проволоку диам. $^1/_2$—6 *мм*. Рекомендуется применение шведской проволоки. Ее анализ: C—0,08%, P—0,06%, Mn—0,02%, S—0,006%, Si—0,01%. Для сварки чугуна применяют сильнокремнистый чугун, отлитый в бруски диам. 3—20 *мм*. Для сварки красной меди находит применение электролитическая проволока и специальные припои (Kanzlerdraht). Для сварки различных сплавов меди применяют проволоку тех же составов, что и



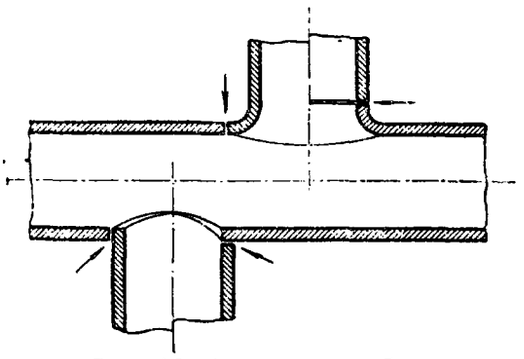
Фиг. 10. Схема расположения стационарной ацетилено-кислородной установки: *1* — генератор, *2* — газопромыватель, *3* — газгольдер, *4* — прибор для очистки газа и манометр, *5* — газометр, *6* — водяной предохранитель, *7* — сушилка, *8* — фильтр для газа, *9* — компрессор, *10* — маслоотделитель, *11* — бутыли для наполнения.

основной материал. Алюминий сваривается чистой алюминиевой проволокой. В целях предупреждения окисления места сварки необходимо образование в процессе сварки легкоплавких шлаков, которые появляются



Фиг. 11. Сварка днищ и перегородок. (Стрелки показывают места сварки.)

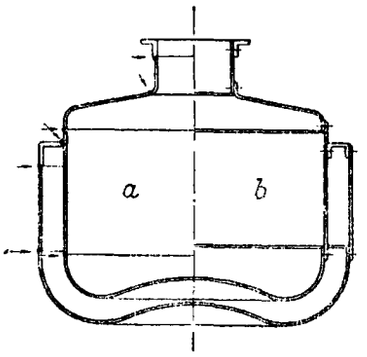
лишь в присутствии соответствующих флюсов — сварочных порошков. Практика сварочного дела знает следующие сварочные порошки: 1) для чугуна — обезвоженная



Фиг. 12. Сварка патрубков.

бура; 2) для красной меди и ее сплавов—обезвоженная бура и специальный сварочный порошок состава: $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$— 23,4%; $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ — 17,2%; $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ — 53,8%; NaCl — 5,6%; 3) для алюминия сварочный порошок состава: KCl — 45%; NaCl — 30%; LiCl — 15%; KF — 7%; $NaHSO_4$ — 3%.

Механические качества шва. Автогенный метод сварки получил широкое распространение как при ремонтах, так и при изготовлении новых изделий. Отсюда—большое значение механических качеств сварки. Фиг. 11 (ст. 102), 12, 13 показывают разновидности конструкций сварочных швов и примеры изготовленных изделий. Механические свойства шва определяются путем сравнения временного сопротивления и удлинения материала шва с соответствующими значениями этих величин для целого места испытуемого материала. Практика дает следующие результаты: временное сопротивление 50—100% от сопротивления целого материала, удлинение 20—90% от удлинения целого материала.



Фиг. 13. Котел для варки: *a* — сваренный, *b* — склепанный.

Экономические факторы ацетилено-кислородной сварки. В таблице, помещенной внизу страницы (ст. 103 и 104), приведены приблизительные данные для калькуляции ацетилено-кислородных сварочных работ.

Водородно-кислородная сварка. Подвижная установка. Состоит из 2 бутылей (одной для кислорода, другой для водорода), 2 манодетандеров (для водорода и кислорода), 2 рукавов и горелки. Автогенная сварка с применением в качестве горючего водорода значительно удлиняет время работы. Применима при сварке свинца.

Сварка светильным газом. Сварочный пост имеет такой же внешний вид, как при ацетилено-кислородной сварке. Давление газа — 30 *мм* водяного столба. Область применения светильного газа указана в следующей таблице.

№ горелки	Сварка железа (*мм*)	Сварка чугуна (*мм*)	Сварка меди (*мм*)	Пайка (*мм*)	Расход кислорода давлен. в *atm*	Расход кислорода расход в *л/ч*	Расход свет. газа в *л/ч*
1	0,5	—	—	—	1,5	150	360
2	0,5—1,0	—	—	—	1,5	180	460
3	1,0—2,0	5	—	3	2	270	730
4	2,0—2,5	10	—	4	2	480	1 070
5	2,5—3,0	15	1	5	2	540	1 260
6	3,0—4,0	20	1,5	6	2	630	1 525
7	4,0—5,0	22	2	7	2,5	720	1 875
8	5,0—6,0	24	2,5	8	2,5	960	2 250
9	6,0—7,0	26	3	9	3	1 200	2 675
10	7,0—8,5	28	3,5	10	3	1 320	3 160
11	8,5—10	30	4	11	3	1 440	3 500

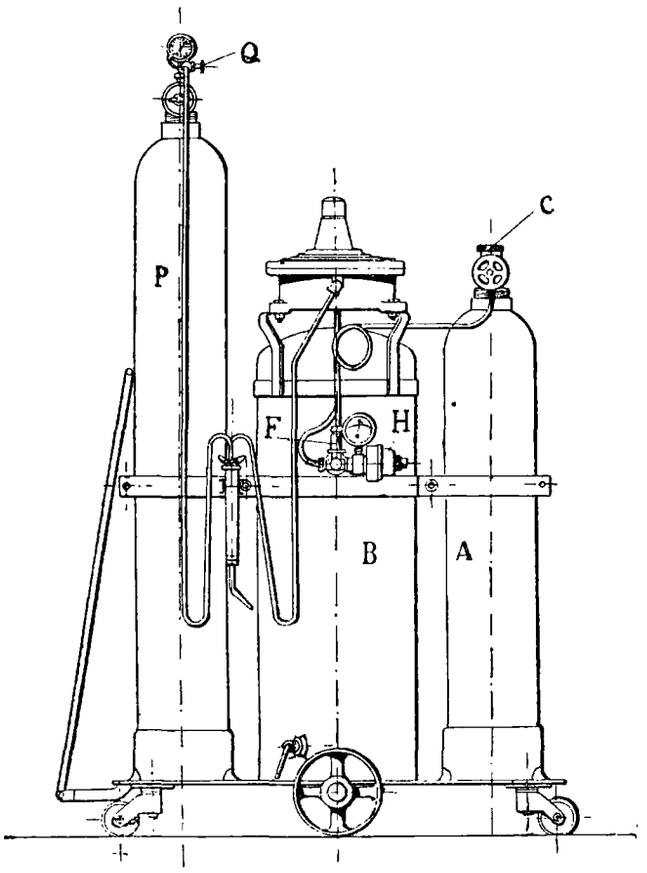
Блаугазо-кислородная сварка. На фиг. 14 показан сварочный аппарат на тележке. В баллоне *A* находится блаугаз под давлением в 100 *atm*. Для понижения давления блаугаза (см. *Блаугаз*) до рабочего (от 0,5 до 6 *atm*) служит расширитель *B*. Блаугазо-кислородная сварка по своей экономичности значительно уступает ацетилено-кислородной. Производительность сварщика падает в 2½ раза, при чем расход блаугаза в 1,4 раза больше, чем ацетилена и расход кислорода в 2½ раза больше, нежели при ацетилене. Блаугаз рекомендуют при сварке чугуна.

Бензольно-кислородная сварка. Сварка помощью жидких горючих — бензола, бензина и пр., благодаря применению аппарата Фернгольца, должна найти более широкое распространение,

Калькуляция производительности работ и расхода газа при ацетилено-кислородной сварке.

Толщ. железа в *мм*	№ горелки	Рабоч. давл. кислорода	Прибл. длина свар. пламени	Производит. сварщика *м/ч*	Расход в *л/ч* ацетилена	Расход в *л/ч* кислорода	Расход на 1 *м* шва ацетилена	Расход на 1 *м* шва кислорода
До 0,3	000	0,2	3	7—8	25	30	3,2	3,7
0,3—0,5	00	0,3	4	8—9	40	55	4,5	6
0,5—1	0	0,5	6	9—10	70	80	7	8
1—2	1	0,8	8	6—8	140	160	17,5	20
2—4	2	1,0	12	4—6	290	320	48,3	53
4—6	3	1,3	15	3—4	460	550	115	138
6—10	4	1,5	17	2—3	750	890	250	296
10—15	5	1,8	19	1,5—2,5	1 200	1 450	480	510
15—20	6	2,2	21	1—1,5	1 750	1 980	1 170	1 320
20—25	7	2,8	23	1—1,2	2 300	2 750	1 920	2 290
25—30	8	3,2	25	0,8—1	2 800	3 600	3 100	4 000

нежели сварка светильным газом, блаугазом и водородом. Хотя экономический эффект несколько отстает от экономического эффекта сварки ацетиленом, все же этот вид сварки можно рекомендовать при монтажных



Фиг. 14. Передвижной сварочный аппарат: *A*—баллон с блаугазом, *B*—газосборник (расширитель), *C* — бутылочный вентиль, *F* — обратный клапан, *H* — предохранительный клапан, *P* — кислородная бутыль, *Q* — редуктор для кислорода.

работах, в виду легкости передвижения и большой портативности аппарата.

Атомно-водородная сварка основана на том, что водород, пропущенный сквозь пламя вольтовой дуги — между двумя вольфрамовыми электродами, — переходит из состояния молекулярного в атомное. Атомы водородной молекулы под влиянием высокой $t°$ вольтовой дуги отделяются друг от друга, поглощая при этом энергию дуги. Удаляясь от дуги, атомы вновь соединяются в молекулы. Освобождаемая при этом энергия дает водородное пламя чрезвычайно высокой $t°$, при которой плавится даже высокоплавкий молибден. Вместо чистого газообразного водорода применяют метан, этиловый спирт и водяной газ. В Германии вместо вольфрамовых применены с успехом стальные электроды, а вместо газообразного водорода — древесный спирт. Подробнее см. *Сварка электрическая.*

В заключение должно сказать, что первенствующее положение среди всех видов автогенной сварки остается за ацетилено-кислородным способом. Что же касается остальных видов, то применение их оправдывается исключительно или невозможностью осуществления сварки ацетиленом или чрезвычайной дешевизной других горючих.

Лит.: Красовский П. И. и Миткевич Э. К., Автогенная сварка, М., 1926; «Изв. Наркомтр. СССР», М., *2—3*, 1925 и *4—5*, 1925; Лавров С. И., Автогенная обработка металлов, Берлин, 1925; Achenbach F. u. Lavroff S., Elektrisches und autogenes Schweissen und Schneiden von Metallen, Berlin, 1925; Bothe A., Das Kupferschweissverfahren, insbesondere bei Lokomotiv-Feuerbüchsen, Berlin, 1923; Eckermann W., Die Anwendung d. autogenen u. d. elektrischen Schweissung bei Bau u. bei d. Ausbesserung v. Dampfkesseln u. Dampffässern, Hamburg, 1924; Holslag C. J., Arc Welding Handbook, N. Y., 1924; Hornor H. A., Spot a. Arc Welding, Philadelphia, 1920; Kagerer F., Das autogene Schweissen u. Schneiden mit Sauerstoff, Wien, 1923; Kautny T., Handbuch d. autogenen Metallbearbeitung, Halle a/S., 1912; Kautny T., Leitfaden f. Azetylenschweisser, Halle a/S., 1925; Ludwig, Der Azetylensauerstoff-Schweissbrenner, B., 1912; Niese H., Das autogene Schweiss- u. Schneidverfahren, B., 1920; Owens J. W., Fundamentals of Welding Gas, Arc and Thermit, Ohio, Cleveland, 1923; Schimpke P., Die neueren Schweissverfahren, Berlin., 1922; Schimpke P. u. Horn H., Praktisches Handbuch d. gesamten Schweisstechnik, B. I, Autogene Schweiss- u. Schneidetechnik, B., 1924; Zemke P., Autogenes Schweissen u. Schneiden, 1923; «Welding Journal», L.,«Acetylene Journal», N. Y.; «Autogene Metallbearbeitung», Halle; «Dräger-Hefte», Lübeck; «Iron Age», N. Y.; «Journal of the American Welding Society»; «Revue de la soudure autogène», P.; «Die Schmelzschweissung», Hamburg; «Welding Engineer», Chicago; «Zlschr. f. komprimierte u. flüssige Gase, sowie f. d. Pressluft-Industrie», Weimar; «Power», march, *4*, 1926.

Е. Кузман.

АВТОГОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ, конформные, ортоморфные проекции, проекции с сохранением подобия в бесконечно-малых частях. См. *Картографические проекции.*

АВТОГРАВЮРА (четырехцветная автотипия), способ воспроизведения цветного оригинала, написанного маслом. С цветного оригинала, разлагаемого фотографированием с помощью светофильтров на основные тона, снимают четыре негатива: три негатива, воспроизводящие основные краски — желтую, красную, синюю, и четвертый, используемый обычно для серой, копируют на цинк или камень (см. *Автотипия*). Процесс печатания дорог, требует меловой бумаги и высокого качества красок.

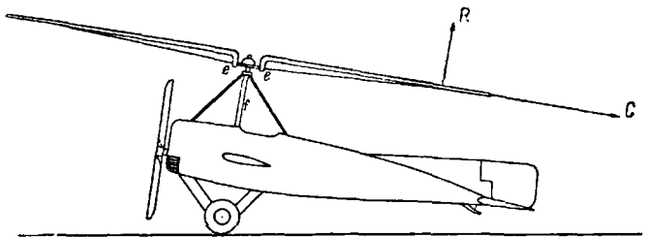
АВТОГРАФИЧЕСКИЙ ТЕЛЕГРАФ см. *Телеграф.*

АВТОГРАФИЯ, процесс, посредством которого переносят на литографский камень или на цинковую либо алюминиевую пластинку рукопись или рисунок, изготовленные жирными чернилами на специальной автографской бумаге (т. е. бумаге, покрытой клеевым слоем с квасцами на той стороне, на к-рой пишут). Дальнейшее печатание производится обычным литографским путем или (после вытравления) с цинковой пластинки.

АВТОДИННЫЙ ПРИЕМ, процесс приема радиосигналов помощью *биений* (см.), при к-ром электронная лампа служит одновременно и местным генератором высокой частоты и детектором, что достигается введением в схему обычного аудиона т. н. «обратной связи»; такое устройство называется «автодином»; термин противопоставляется «гетеродинному приему», при к-ром местным генератором высокой частоты является в соответствующей схеме отдельная электронная лампа. Кроме понятия «автодин» иногда встречаются эквивалентные: «автогетеродин», «колеблющийся аудион», «аудион с обратной связью». В современной радиотехнике вместо терминов А. п. и автодин часто употребляются равнозначущие термины «регенеративный прием» и «регенератор». Подробное изложение сущности А. п. и автодина см. *Регенеративный прием* и *Регенератор.*

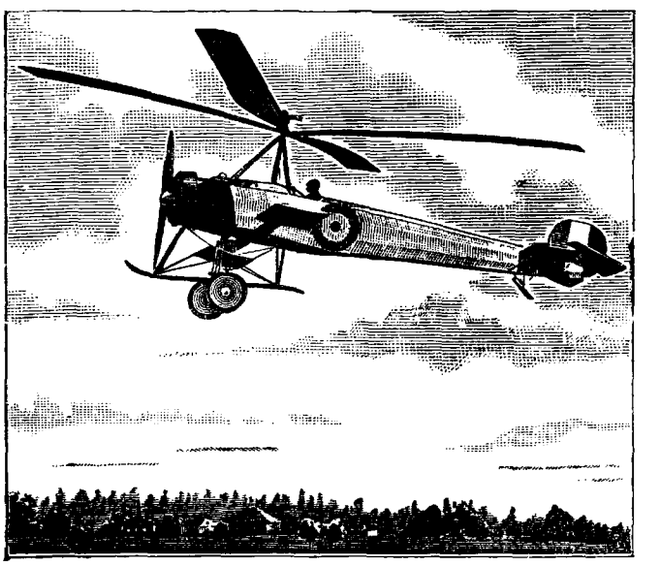
АВТОДРЕЗИНА, см. *Автомотриса* и *Бронированный поезд*.

АВТОЖИР, изобретенный конструктором де ля Сиерва летательный аппарат тяжелее воздуха, со свободно вращающимися крыльями, осуществляющий новый принцип летания, совмещающий в себе принципы полета *аэроплана* (см.) и *геликоптера*



Фиг. 1. Схема бокового вида автожира.

(см.). По внешнему виду отличием А. от обычного аэроплана являются крылья (не менее трех), которые могут вращаться на втулке $e-e$ (фиг. 1) вокруг оси f, слегка отклоненной от вертикали назад, заменяя систему неподвижных крыльев. Конструкция А., так же как и аэроплана, состоит из фюзеляжа, шасси, мотора с тянущим винтом, рулей высоты, направления и элеронов. Для 6-го типа, выпуска 1925 года (фиг. 2), конструктор целиком использовал фюзеляж учебного аэроплана Avro 504 K со 120-сильным ротативным мотором Рон. Крылья А. приходят во вращение наподобие лопастей ветряного двигателя по мере приобретения аппаратом поступательной скорости за счет работы тянущего винта и, по достижении 70 об/м., дают необходимую для взлета подъемную силу. В полете число оборотов несколько возрастает, оставаясь в пределах от 100 до 130 об/м. По сравнению с неподвижными несущими поверхностями, вращающиеся крылья, как работающие в потоке большей скорости, дают значительное увеличение подъемной силы, что расширяет диапазон горизонтальных скоростей А. (за счет уменьшения посадочной скорости) сравнительно с аэропланом приблизительно в 3 раза. Это свойство А. чрезвычайно облегчает посадку. Как показали испытания А. в полете, на нем может быть выполнен, без риска поломки, почти строго вертикальный парашютирующий спуск с высоты до 60 *м*. К числу положительных особенностей А. следует также отнести его поперечную и продольную устойчивость, автоматич. создающуюся за счет жироскопического эффекта вращения крыльев. Некоторым недостатком А. является его меньшая (приблизительно на 20—30 %), сравнительно с аэропланом равной мощности и веса, максимальная поступательная скорость и довольно большой (около 150 *м*) разбег перед взлетом, который, однако, может быть уменьшен, если перед разбегом раскручивать крылья на месте до нужного числа оборотов посредством привода от мотора или другого механического устройства. С целью достижения независимости величины подъемных сил, развиваемых крыльями, от периодических изменений скорости потока за время одного оборота — в А. применена конструкция гибкого крепления крыльев к вращающейся втулке. Периодические изменения скорости создаются за счет сложения скоростей вращения крыльев и общего поступательного движения всей системы, т. к. по одну сторону оси аппарата направления скоростей этих движений совпадают, а по другую — противоположны. Соединяясь со втулкой посредством горизонтальных шарниров (фиг. 1), крылья, имея возможность движения вверх и вниз, ограничиваемую в известных пределах растяжением амортизатора, удерживаются при вращении в некотором отличном от горизонтального, но близком к нему положении, определяемом равенством моментов относительно оси шарнира подъемной и центробежной сил R и C. При этом, когда крыло, вращаясь, попадает в поток возрастающей скорости (т. е. движется с той стороны аппарата, где направление вращения и поступательного движения совпадают), оно, за счет увеличения подъемной силы, начинает подниматься, уменьшая этим движением угол встречи с потоком, а следовательно, величину подъемной силы. По другую сторону аппарата, где направления движений противоположны, происходит обратное: лопасть опускается, увеличивается угол атаки — подъемная сила возрастает. Т. о., за



Фиг. 2. Автожир тип 6 в полете.

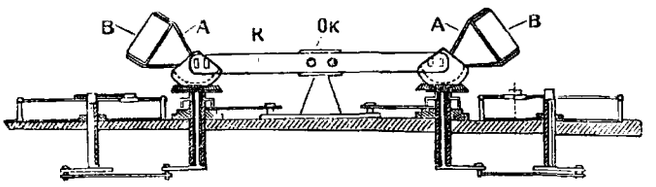
счет вращательного и машущего движений, величины подъемных сил на крыльях от периодических колебаний скорости потока почти не изменяются, что чрезвычайно важно для сохранения поперечного равновесия аппарата.

Лит.: «Вестник воздушного флота», М., 1925; «Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahr (ZFM)», München-Berlin, H. 1, 4, 22, 1926 и H. 1—5, 1927; «L'Aéronautique», P., *47* и *59*, 1923, *68* и *71*, 1925 и *92*, 1927; «Le Génie Civil», P., *20* и *89*, 1926; «The Journal of the Royal Aeronautical Society», London, *181*, p. 8, 1926 и *198*, 1927; «Aviation», N. Y., *15*, 1926; Jone F. T., All the World's Aircraft, New York, 1924. **В. Гольцшмидт.**

АВТОКАМЕРА, см. *Автошина*.

АВТОКАРТОГРАФ, прибор, сконструированный проф. Гугерсгофом (Hugersgoff), позволяющий производить механическое построение плана или карты по двум фотографическим снимкам местности. А. допускает обработку как земных стереоснимков,

так и воздушных. Он состоит из двух подвижных вокруг горизонтальной и вертикальной осей рамок-кассет *AA* и двойной зрительной трубы *R* с окуляром *Ok* для



Автокартограф.

стереоскопического наблюдения снимков *BB*, вложенных в рамки-кассеты. Ряд рычагов-линеек, соединенных между собой, наносит карандашом горизонтали местности на план и карту или автоматически вычерчивает профиль или план местности в горизонталях. Необходимые для обработки на А. аэроснимки производятся с различной высоты, в зависимости от масштаба требуемой карты. При масштабе 1:10 000 полеты лучше производить на высоте 1 600 *м*, при 1 : 25 000 — на выс. 3 000 *м*. Широкого практического применения А. не получил в виду сложности конструкции и большой стоимости.

Лит.: Федоров И., Аэрофотосъемка, «Воздушный справочник», т. II, М., 1926; «Internationales Archiv für Photogrammetrie», Wien; «Zeitschrift für Instrumentenkunde», Berlin.

АВТОКАТАЛИЗ, химический процесс, при котором одно из начальных веществ (отрицательный А.) или конечных продуктов реакции (положительный А.) играет роль катализатора. Если катализатор, способствующий данной хим. реакции, образуется в результате самой реакции, то, вместо ожидаемого замедления вследствие уменьшения концентрации реагирующих веществ, скорость превращения возрастает. Подобные явления происходят, например, при разложении мышьяковистого или сурьмянистого водорода, где накапливающиеся в течение реакции металлический мышьяк или сурьма способствуют разложению своих водородных соединений. К этой же группе явлений относится самовозгорание бездымного пороха (пироксилина): образующиеся окислы азота катализируют процесс разложения пороха, протекающий с большим выделением тепла. Примером отрицательного А., при котором скорость принимает замедленный темп, может служить реакция образования лактонов из соответствующих окси-кислот, напр., бутиролактона из γ-окси-масляной кислоты:

$$CH_2(OH)\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot COOH =$$
$$= CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CO.$$
$$\quad\quad\quad

предъявляемых к километражу пневматиков, эти ткани изготовляют из лучших сортов американского и египетского хлопков. К таковым тканям относятся:

а) Автокорд — безутковая ткань из высших сортов егип. хлопка, введена в практику за границей в 1922 г., а в СССР с 1925 г. Введением этой ткани достигают уменьшения перегрева и увеличения эластичности пневматиков в работе. Механич. испытания многочисленных заграничных и союзных образцов показали разнообразие их как по крепости, так и по обработке, что видно из следующей таблицы:

Данные испытаний автоматерий.

ФИРМЫ	Вес 1 *п. м*	Толщина в *мм*	Прочн. на нитку дл. в 1 *м*		Крутка			
					нитки		пряди	
			в *кг*	% растяж.	Кол. пряди	Число обор.	Кол. ниток	Число обор.
Hoyle Smith Ltd., Manchester	0,4415	0,80	7,77	24	3	82	5	170
Hoyle Smith Ltd., Manchester	0,3965	0,80	6,62	24,1	3	88	5	183
Hoyle Smith Ltd., Manchester	0,4490	0,81	7,95	23,6	3	120	5	207
Games Stott . . .	0,4200	0,85	8,58	19,2	3	82	5	165
Cotton Mills Ltd., Rochale, D. 2 . .	0,4310	0,74	7,1	15,2	3	82	5	108
Резинотрест . . .	—	0,83	10,5	20,4	3	76	5	164
Ленинградтекстиль	0,5800	0,93	9,5	22,8	3	74	5	129

б) Автопнев АВС, СИВС — ткань простого плетения из высших сортов амер. и егип. хлопка. 1 $м^2$ стандартного автопнева из егип. хлопка весит от 560 до 570 *г*, при рабочей влажности 6,5%; плотность за 100 *мм* — по основе 80, по утку 86 ниток; сопротивление—по основе 4 600—4 800 $кг/м^2$, по утку 5 200—5 600 $кг/м^2$, при растяжении— по основе 20 — 22%, по утку 16 — 18%, при толщине 1,06 *мм*; с введением корда ткани эти в наст. время выходят из употребления.

в) Автоканвас — ткань простого плетения из высших сортов хлопка егип. и америк.; отличаются от автопневов меньшим весом, крепостью.

г) Автотред — безутковая ткань (для связи через 1 *дм.*) для велопокрышек, из высших сортов америк. хлопка. При весе 1 *п.м* 0,2 *кг* имеет крепость 4,2 *кг*, растяжение 13%.

Лит.: Petit H., Le Pneumatique, Paris, 1912; Pearson H. C., Pneumatic Tires, N. Y., 1922; Pearson H. (bearb. v. R. Ditmar), Gummireifen, Wien,1910; «India Rubber World», New-York; «The Rubber Age», London; «Kautschuk», Berlin; «Gummi Ztg.», Berlin.

С. Сердобольский.

АВТОМАТИЗАЦИЯ. 1) В трудовой деятельности человека А. выражается в том, что трудовые процессы, требующие вначале от работника активного сосредоточения внимания, а частью и интеллектуальных усилий, постепенно, в силу частого их повторения, осуществляются все с большей и большей легкостью и быстротой, без сознательного их регулирования. Процесс А. протекает по закону образования условных рефлексов. А. достигает предела в результате длительного упражнения. Благодаря А. трудовые движения приобретают большую точность и протекают при большей концентрации и при меньшей затрате психофизиологич. энергии. Далеко не все трудовые акты поддаются до конца А. Чем сложнее трудовая деятельность, чем больше требований предъявляет она перерабатывающим функциям мозга (комбинаторике, анализу и синтезу, осознанию и т. д.), тем труднее она автоматизируется. А. играет отрицательную роль в тех случаях, где часто меняющиеся рабочие задания требуют от работника готовности к быстрой смене одних движений другими. А. нередко ослабляет эту готовность, и для надлежащего выполнения трудового процесса, требующего быстрого переключения на меняющиеся трудовые ситуации, работник должен уметь оказывать сопротивление А.

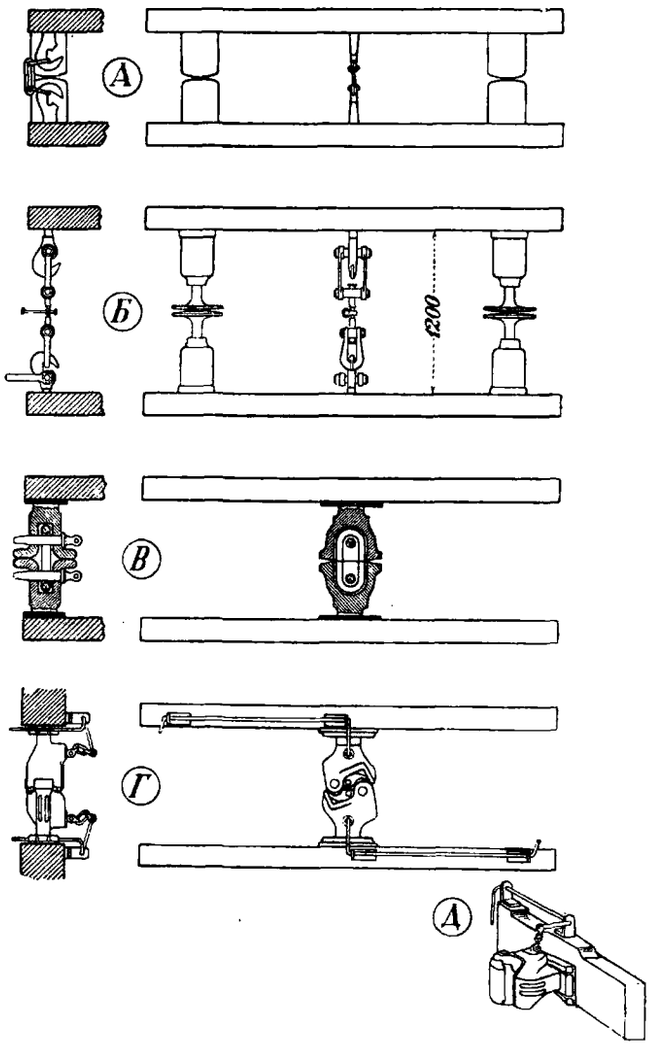
2) В технике А. применяется во всевозможных машинах-орудиях и аппаратах, в к-рых работа человека заменяется работой механизма. Такими машинами и аппаратами являются, напр., гвоздильные, револьверные и др. станки, машины для производства конвертов, автоматические весы для взвешивания жидких и сыпучих тел, автоматические телефонные станции и пр. Автомат механически воспроизводит рабочий процесс без участия в нем человека. Роль последнего сводится к простейшему обслуживанию автомата только при нарушении его нормального функционирования. С развитием техники А. все шире применяется не только в производстве, но и в других областях человеческой деятельности: торговле, транспорте, связи, управлении. А. вызывается, наряду со стремлением к удешевлению производства, также желанием эмансипировать некоторые особенно ответственные моменты машинного управления от физич. и психических качеств человека. Наиболе еблагоприятные объекты для А. представляют фабрикаты массового распространения в определенных стандартах. Широкое распространение получила А. в С.-А. С. Ш., где стандартизация как предметов производства, так и предметов широкого потребления сильно развита.

Лит.: Вундт В., Основы физиологич. психологии, пер. с немецк., СПБ., 1908—14; Трудовой метод изучения профессий, сборн. под ред. И. Шпильрейна, НК РКИ, М., 1925.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СМАЗКА, см. *Смазка.*

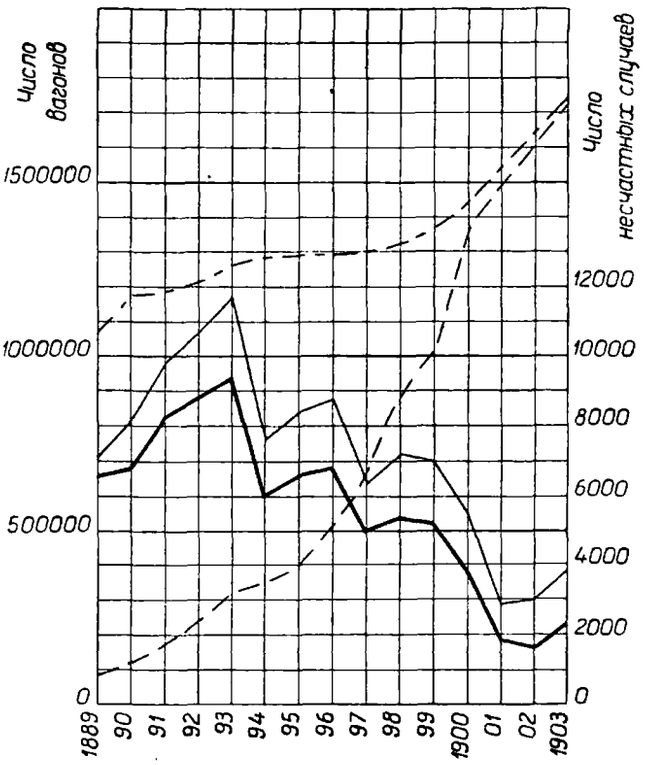
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СЦЕПКА на железнодорожном подвижном составе. При возникновении железных дорог междувагонные соединения состояли из крюков и трехзвенной цепи, накладываемой на крюки (фиг. 1, *А*). Для передачи толкающих усилий без повреждения крюков у концов поперечного бруса вагона делались деревянные выступы. Расхождение вагонов при натяжении и провисание цепи при сближении не составляло тогда ощутительных неудобств, т. к. поезда и скорости их движения были малы. (В Англии до сего времени многие вагоны оборудованы

трехзвенной цепью.) С увеличением числа вагонов в поезде и повышением скоростей вместо трехзвенной цепи в Европе стали применять винтовую стяжку, а вместо деревянных выступов — металлические пружинные буфера (фиг. 1, *Б*). В Америке вместо



Фиг. 1. Типы сцепок, применявшихся и применяемых на железных дорогах: *А* — примитивная трехзвенная сцепка, *Б* — винтовая ж. д. сцепка, *В* — сцепка «колокол—серьга—штырь», *Г* и *Д* — американская сцепка.

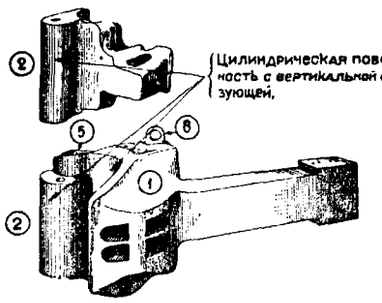
трехзвенной цепи и буферов для сцепления вагонов была применена система под названием «link and pin» («серьга и штырь»). Эта сцепка, работающая сейчас на наших трамваях, состояла (фиг. 1, *В*) из среднего буфера, имевшего вид колокола, в который вставлялась серьга, закрепляемая штырем. Сцепка «колокола-серьги и штыря» лучше сцепки с боковыми буферами, ибо центрально передаются и растягивающие и сжимающие усилия, между тем как в европейской сцепке центрально передаются лишь растягивающие усилия, сжимающие же усилия передаются боковыми буферами, из к-рых, в кривых частях пути, работает лишь один внутренний буфер. Чтобы специть и расцепить вагоны, необходимо входить между вагонами, а при боковых буферах — под них подлезать, при чем большею частью сцепку и расцепку производят на ходу. В 1894 г. около 12 000 чел. было убито и изувечено при сцепке поездов на железных дорогах С.-А. С. Ш., а на германских ж. д. в 1916 г. при маневрах было ранено 626 чел. и 220 убито. Американские дороги еще в 70-х гг. занялись изысканием устройства таких сцепных приборов, к-рые сцеплялись бы сами собой при набегании одного вагона на другой, а расцеплялись бы без вхождения сцепщика между вагонами. В 1876 г. появилась удовлетворявшая такому требованию сцепка «Janney» (фиг. 1, *Г* и *Д*), которая была принята Ассоциацией американских вагоностроителей (Master Car Builder Association). Изданный в 1893 г. закон обязал дороги ввести на всем подвижном составе автоматическую сцепку. На диаграмме (фиг. 2) показано возрастание числа оборудованных вагонов и падение числа несчастных случаев при сцепке. Несмотря на возрастание общего количества вагонов, число несчастных случаев, после некоторого скачка вверх в первые четыре года (т. е. во время начала переходного периода) с 7 000 до 12 000, сильно упало, снизившись до 3 000, т. е. абсолютно в 2 раза слишком, а относительно (к 1 000 000 вагонов наличия) в 3 раза. Сцепка Джэнни, называемая у нас американской сцепкой, работает по принципу вертикального контакта, заключающемуся в том, что



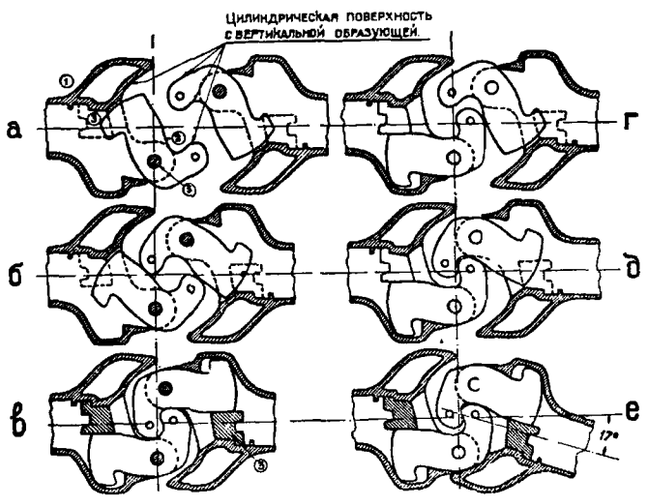
Фиг. 2. Диаграмма несчастных случаев при сцепке вагонов.

в сцепленном состоянии рабочие поверхности сцепки соприкасаются между собой по цилиндрической поверхности с вертикальной образующей (фиг. 3 и 4). Она состоит: из корпуса — *1*, поворотной части, называемой когтем — *2*, замка — *3* и механизма для открывания замка — *6*. Чтобы возможно было произвести сцепку вагонов, необходимо, чтобы оба или, по крайней мере, один из когтей был открыт (фиг. 4, *а* или *г*). Для этого надо приводом сбоку вагона

(фиг. 1, *Г*) приподнять механизм для открывания замка *6* (фиг. 3) и вновь его опустить. Тогда замок *3* (фиг. 4) приподнимется и останется приподнятым, а особый рычаг-выталкиватель повернет, т. е. откроет, закрытый коготь. При сближении вагонов когти упрутся друг в друга и, скользя по цилиндрической поверхности, закроются. Как только произойдет полный поворот, хвостовик когтя сбросит подвешенный замок *3*, к-рый и заклинит хвостовик когтя в закрытом

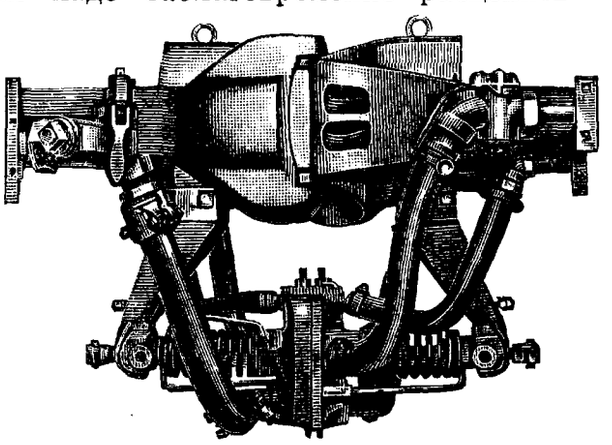


Фиг. 3. Головка американской сцепки.



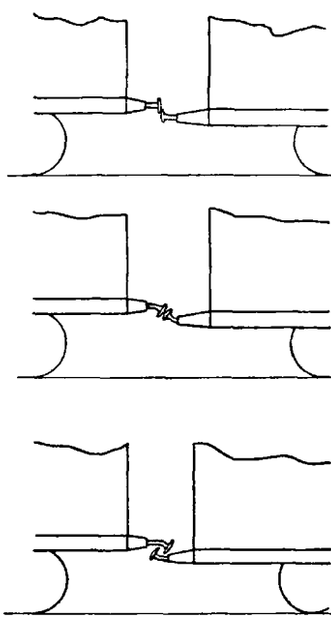
Фиг. 4. Механизм автоматического сцепления: *а*, *б* — оба когтя открыты, *г*, *д* — один коготь открыт, другой закрыт, *е* — наибольший угол, при котором возможно зацепление.

положении (фиг. 4, *в*, *е*). Для расцепки вагонов следует лишь приподнять механизм для открывания замка, т. е. поднять замок. При производстве маневров на горках надо заблаговременно расцепить ва-

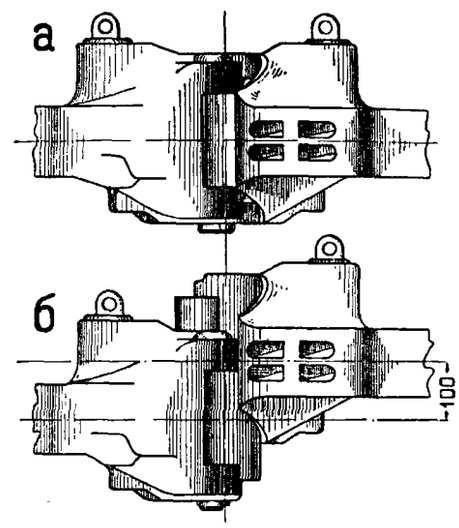


Фиг. 5. Автоматическое сцепление рукавов отопления и тормозных.

гоны, чтобы затем их спускать; необходимо, чтобы сцепка с отпертым замком сама собой не запиралась сейчас же, а была бы подготовлена к закрытию лишь после того, как вагоны разойдутся, т. е. когда когти откроются. Для этого имеется особый останов, к-рый поддерживает замок в закрепленном открытом положении лишь до тех пор, пока коготь не откроется вполне и тем, выведя сцепку из закрепленного приподнятого положения, не подготовит ее для последующего процесса сцепления. Таким обр. сцепка происходит автоматически, а расцепка производится сбоку вагона. Однако для соединения тормозных рукавов приходится входить между вагонами. В настоящее время уже появились конструкции автоматического сцепления тормозных рукавов, рукавов парового отопления и междувагонных электрических соединений (фиг. 5), но они, вследствие своей сложности, пока широкого распространения не получили. Американская сцепка, по сравнению с винтовой и боковыми буферами, повышает безопасность движения. Вследствие разных нагрузок на вагон и разной упругости рессор, весьма часто высота вагонных рам над рельсом,



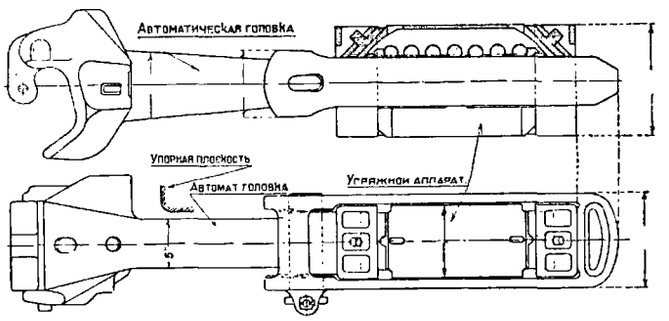
Фиг. 6. Изгиб буферов, предшествующий телескопированию вагонов.



Фиг. 7. Американская А. с.: *а* — вид сцепленных головок при совпадении осей, *б* — то же при несовпадении осей на 100 *мм*.

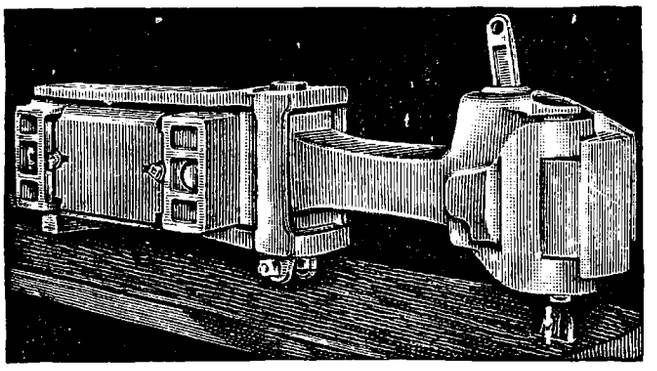
а следовательно и высота оси буферов, различна. Правилами допускается несовпадение осей буферов смежных вагонов по высоте на величину до 100 *мм*. Если два смежных вагона с разной высотой европейских буферов получили очень сильный толчок, то этот толчок прилагается к буферам в виде пары сил, изгибающих слабые буферные стержни в разные стороны (фиг. 6), при чем буферные тарелки образуют наклонные плоскости, по которым один вагон налезает на другой. Поднявшаяся металлическая рама вагона встречает слабый деревянный кузов соседнего вагона, который и срезает. При американской сцепке (фиг. 7, *а*, *б*) головки, играющие

роль буферов, не только не соприкасаются, но заходят друг за друга и имеют поэтому весьма плотное зацепление даже при несовпадении осей; поэтому при толчках и сходах, а иногда и при крушениях, сцепка не нарушается и телескопирования не происходит. Американская сцепка отличается исключительной прочностью. Наша и европейская сцепки имеют прочность 16—20 *т*, т. е. допускают применение



Фиг. 8. Комплектный американский автоматический сцепной прибор с упряжным аппаратом.

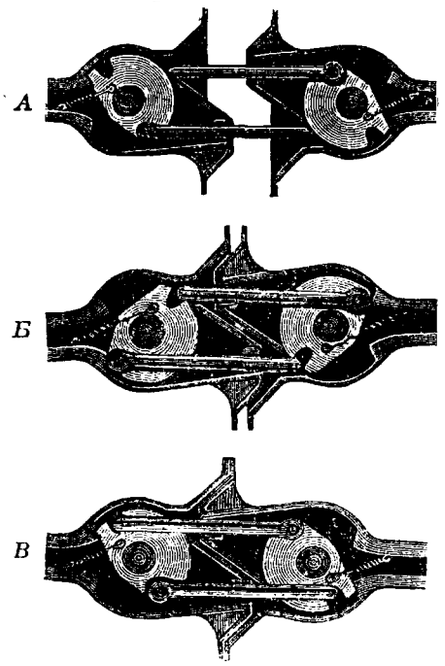
паровозов с силой тяги не более 16—20 *т*, в то время как современная американская сцепка строится прочностью в 65 *т*, т. е. в 3—4 раза сильнее. Основной закон ж.-д. экономики заключается в том, что стоимость массовых перевозок тем меньше, чем больше вес передвигаемых поездов. Так, например, при увеличении веса поезда с 1 200 *т* (вес, соответствующий прочности нашей винтовой стяжки, при средней крутизне профиля) до 2 600 *т*, себестоимость перевозок уменьшается на 40%. Благодаря своей мощной автосцепке америк. дороги имеют возможность, применяя поезда огромного веса, работать при низких тарифах, уплачивая бо́льшую, по сравнению с Европой, заработную плату своим железнодорожникам. Комплектная американская А. с. состоит (фиг. 8 и 9) из автоматической головки, аппаратной скобы и пружинного или пружинно-фрикционного упряжного аппарата. Скоба охватывает упряжной аппарат и соединяется с головкой болтами, клином или валиком. Для постановки упряжи рама вагона должна иметь две хребтовые балки, расставленные на расстоянии ок. 300 *мм* друг от друга и воспринимающие все усилия, передающиеся от сцепки. К хребтовым балкам приклепываются четыре кронштейна, между которыми зажимается упряжной аппарат. При сближении вагонов сжимающие поезд силы поглощаются буферными пружинами. Когда эти силы перестают действовать, энергия, поглощенная пружинами, отдается и проявляется иногда в виде столь больших сил, что может разорвать поезд. Такое явление весьма часто при нашей слабой и неупругой винтовой стяжке. Для предотвращения этого упряжной прибор, кроме пружин, имеет еще скользящие части, между которыми развивается трение, поглощающее бо́льшую часть энергии при сжатии. Эти фрикционные приборы получили большое распространение в Америке и начали применяться в европейских буферах. В настоящее время американская А. с. введена полностью во всей С. Америке (С.-А. С. Штаты, Канада, Мексика), в Китае (кроме Китайской Восточной ж. д.), в Японии. Частично введена, или производятся опыты, в. Ю. Америке, Ю. Африке, Австралии, Новой Зеландии, Индии. При малых европейских расстояниях и малом развитии массовых перевозок дороги не столь сильно чувствовали потребность усиления сцепки, и все время делались попытки придать автоматичность существующей сцепке, не меняя основного принципа устройства, т. е. раздельной передачи сжимающих (боковыми буферами) и растягивающих (стяжкой) усилий. При этом главное стремление заключалось в том, чтобы новая стяжка могла более или менее удобно сцепляться со старой. Однако, несмотря на международные конкурсы (Петербург, 1901—1904 гг.—713 проектов; Милан, 1909 г.—475 проектов), создать удовлетворительную стяжку не удалось. Ныне вопросом А. с. занят Международный железнодорожный союз, высказавший следующее положение: «А. с. должна передавать растягивающие и сжимающие усилия в одном приборе, т. е. таким образом, как это сделано в американской. Боковые буфера должны быть устранены, как опасные для сцепщиков даже при автоматизме, ибо им придется подлезать под буфера для сцепления тормозных рукавов. В случае введения А. с. переход должен быть сделан сразу, ибо, если будут работать одновременно две сцепки,—автоматическая и старая,—это поведет к огромному числу несчастных случаев». В европейских условиях экономические результаты будут настолько малы, что не окупят расходов по процентам и по амортизации. Такое мнение заставляет думать, что введение на европейских дорогах А. с.—дело отдаленного будущего. Русские железные дороги занимались вопросом А. с. значительно раньше Европы.



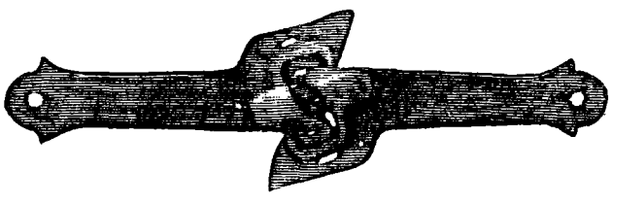
Фиг. 9. Общий вид фрикционного сцепного прибора.

В 1898 г. уже производились опыты на Московско-Казанской ж. д., расширенные в 1902 г. Эти опыты имели целью выяснить возможность применения таких устройств, которые позволили бы сцеплять европейскую сцепку с американской. Опыт показал, что в пассажирских вагонах, которые редко расцепляются, такие устройства, в виде откидных буферов и вспомогательного крюка, работают вполне удовлетворительно; поэтому дорога с 1904 г. строила все свои пассажирские вагоны с американской сцепкой. Что же касается товарного парка, то там выяснилась непрактичность

примененного устройства (вдвижные буфера), так как стали учащаться несчастные случаи при сцепке; с другой стороны, эти дополнительные устройства удваивали расходы по введению А. с. Опыт наших дорог подтверждает мнение Международного ж.-дорож. союза, что А. с. должны быть введены сразу, без переходного периода, т. е. так, как это сделала Япония. Там сначала были переделаны рамы вагонов так, что А. с. могла быть поставлена в течение $^1/_4$ часа. Затем комплект А. с. был подвешен недействующим к раме вагона. Наконец, после того как весь парк был так. обр. подготовлен, движение поездов было прекращено на 2—3 дня (это было в июле 1925 года), и за этот срок все винтовые стяжки и буфера были сняты и на место поставлены А. с. Стоимость переоборудования одного вагона обошлась около 600 фун, т. е. 600 р. Кроме американской А. с.



Фиг. 10. Сцепка Шарфенберга: А — положение при сцеплении, Б — положение при расцеплении, В — сцепка замкнута.



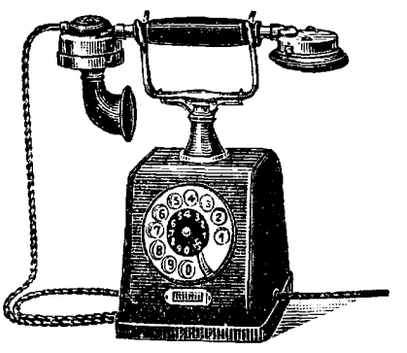
Фиг. 11. Сцепка Виллисона.

выделяются своими достоинствами и конструктивной разработкой центральные сцепки Шарфенберга (фиг. 10; принцип диска и тяги) и Виллисона (фиг. 11; принцип клина). Для дорог СССР вопрос о переходе к сильной А. с. является вопросом возможности серьезного прогресса, и можно думать поэтому, что на дорогах СССР А. с. будет введена раньше, чем на дорогах Европы, несмотря на огромные затраты.

Лит.: Протоколы заседаний XXIV Совещат. съезда инж. сл. подв. состава и тяги в 1901 г.; Игнатов С. Н., О применении америк. сцепных приборов к подв. составу М.-Каз. ж. д. и к подв. составу всех русских ж. д. Доклад XXV Совещат. съезду инж. сл. подв. состава и тяги в 1907 г. См. протоколы, том II, вопрос 28, стр. 126; О применении автоматических стяжек америк. типа к вагонам русских ж. д. Доклад Бюро XXVII Сов. съезду инж. сл. подв. состава и тяги в 1909 г.; Кеммер Н. П., О технических условиях и программе испытаний премированной на итальянском конкурсе автоматической сцепки, «Журнал комиссии подв. состава и тяги», *16*, стр. 261, 1912; Шуленбург С. И., К вопросу о сквозной и несквозной упряжи. Записка, разосланная в 1914 г. дорогам от Отдела по испытанию и освидетельствованию заказов М. П. С.; Кеммер Н. П., Об автоматических сцепках, предложенных М. П. С., «Журнал комиссии подвижного состава и тяги», *2*, § 2, 1915; Митинский А. Н., К вопросу о необходимости перехода к американской сцепке, П., 1915; Леви Л. М., О способе скорейшего введения на русском подвижном составе автоматической сцепки, «Журнал комиссии подв. состава и тяги, *24/495*, 1916; Протоколы заседаний внеочередного съезда инженеров сл. подв. состава и тяги и представителей сл. движения русских ж. д. в 1917 г. Цизаревич Э. П. и Дрейер О. О., О способах перевода подвижного состава русских ж. д. на американскую упряжную сцепку, Сборник М.-Каз. ж. д., № 9, 1918; Цизаревич, Э. П., Американская автоматическая сцепка, «Бюлл. Эксперим. ин-та П. С.», *13*, 1919; Жуковский Н. Е., Работа (усилие) русского сквозного и америк. несквозного тягового прибора при трогании поезда с места и в начале его движения, «Бюлл. Эксперим. ин-та П. С.», *13*, 1919; Красовский П. И., Развитие вопроса о сцепных приборах на русских ж. д., «Бюлл. Эксперим. ин-та П. С.», *13*, 1919; Noltein P., Attelage automatique dans tous les pays, sauf l'Angleterre et l'Amerique. Le rapport de l'association du Congrès International des chemins de fer, étant à Washington en 1905. Voir le Bulletin de mai 1905, question VII, p. 29; Paap D., Das Kupplungsproblem, «Verkehrstechnik», H. 42—44, Berlin-Wien, 1924; Scharfenberg, Stand der Kupplungsfrage in Europa, «Verkehrstechnik», H. 17, Berlin-Wien, 1925; Knorr-Bremse A. G., Willison Kupplung, Berlin; Rapport présenté par les Chemins de fer français et les Chemins de fer d'État d'Italie sur l'introduction d'un attelage automatique, 1925, 5-me Commission de l'Union International des Chemins de fer, 1925; Locomotive Cyclopedia, N. Y., 1925; Car Builder's Cyclopedia, N. Y., 1925.

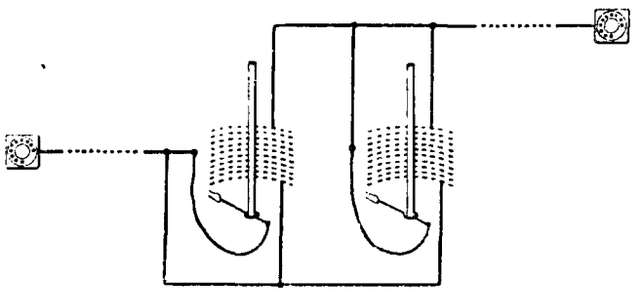
П. Красовский.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ, устройство, при помощи которого все процессы по соединению абонентов между собой происходят механически, без участия телефонисток, с помощью особых приборов — искателей. Искатель состоит из двух частей: а) неподвижной части — контактного поля, в к-рое включены линии абонентов, и б) подвижной части — контактных щеток, передвигающихся и останавливающихся на любом контакте поля. Для установки щеток искателя в определенное положение аппарат каждого абонента снабжен особым приспособлением — номерным диском (фиг. 1). Желая соединиться с каким-нибудь номером, напр. с № 325, абонент отводит диск от отверстия с цифрой 3, доводит его до упора и затем позволяет ему свободно возвратиться обратно в первоначальное положение. Выбрав подобным образом остальные цифры номера (2 и 5), абонент тем самым устанавливает щетки искателя на линию требуемого абонента. Для приведения в движение контактных щеток применяются самые разнообразные двигатели: электромагнит, постоянно вращающийся от электромотора, вал с зубчатой или фрикционной передачей, пружина, сжатый воздух. Первые два способа, наиболее распространенные, характеризуют две основные системы А. т. с.: электромагнитную прерывистую систему («шаг за шагом») и систему с машинным приводом. Почти во всех искателях включение абонентов



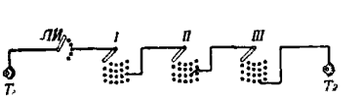
Фиг. 1. Настольный аппарат с небольшим номерным диском.

разбито на группы, при чем величина группы и число их для всякой системы различны. Абонент устанавливает контактные щетки сначала на желаемую группу, а затем уже отыскивает в этой группе нужный контакт.



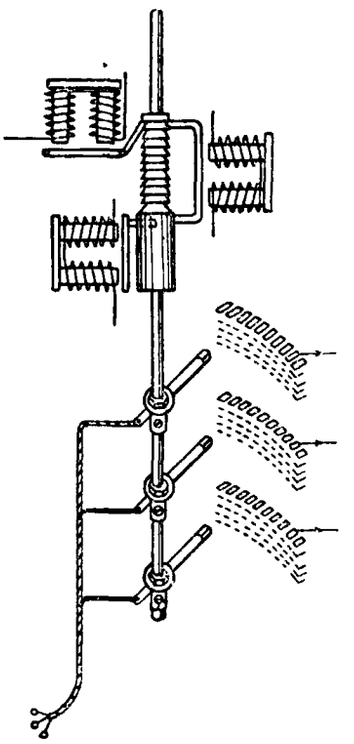
Фиг. 2. Искатель системы Строуджера с сотенными группами.

Самым простым примером этого является группирование абонентов по десяткам, с десятью контактами в каждой группе (искатель Строуджера, фиг. 2). Применяются также искатели с 10 двадцатиконтактными группами (вращательный Вестерн), с 5 сотенными группами (штанговый искатель Вестерн), 25 двадцатиконтактными группами (Эриксон) и др. Т. о. искатели имеют два движения: одно — для отыскания группы и другое—для нахождения контакта в группе. Различают искатели с двумя вращательными движениями, с двумя подъемными, с подъемно-вращательным и с вращательно-поступательным. Если число абонентов станции превышает емкость контактного поля искателя, то для соединения применяют вспомогательные искатели, групповые (фиг. 3). Групповой искатель от искателя, описанного выше (линейного искателя), отличается тем, что: 1) цифровые импульсы, посылаемые абонентом, используются только для первого движения, а второе движение происходит автоматически, и 2) на контактах этого искателя включены не абонентские линии, а линейные искатели данной группы абонентов. Напр., если на линейном искателе м. б. включено $10\times10=100$ абонентов, то применение группового искателя позволяет попасть на любую из 10 сотенных групп,т.е. к любому из 1000 абонентов. При этом групповой искатель автоматически выбирает свободный линейный искатель данной группы абонентов. На станциях бо́льшей емкости применяют еще один групповой искатель, на контактах которого включены уже не линейные искатели, а первые групповые, т. е. абонент попадает не сразу в желаемую сотенную группу, а сначала в тысячную группу и затем уже, попав на линейный искатель, может соединиться с нужной линией. Применение каждого группового искателя (число их м. б. неограничено) увеличивает емкость станции в число раз, соответствующее числу групп искателя данной системы или числу шагов первого движения искателя. При пользовании искателями с числом контактов бо́льшим 100, — например 500, расположенных в 25 группах по 20 контактов в каждой,—



Фиг. 3. Схема включения групповых искателей системы Строуджера.

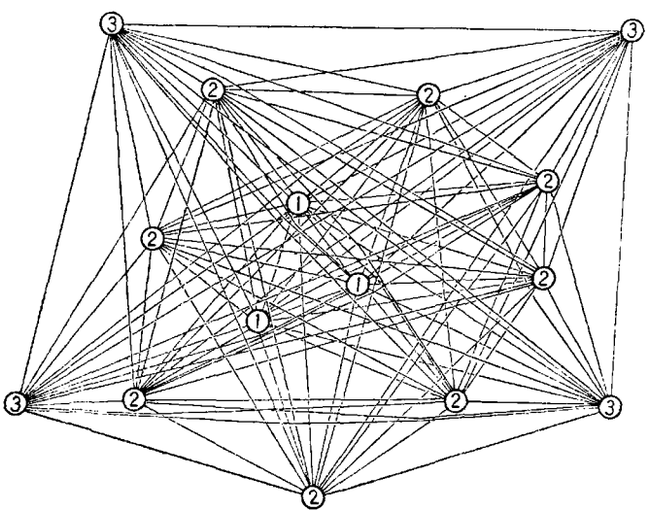
необходимо добавлять особый прибор — регистр или пересчетчик-накопитель. Очевидно, что набор любых двух цифр, обусловливающий два движения искателя, с помощью номерного диска с десятью отверстиями не может дать соединение с каждым из 500 абонентов. Пользование же диском с числом отверстий более 10 (напр. 25) нежелательно в виду возможности ошибки: следует ли, напр., при выборе № 212 выбирать 2 и 12 или 21 и 2. Отсюда вытекает необходимость три набранных цифры превратить в два движения искателя, соответственным образом пересчитав эти цифры. Эту роль и выполняет регистр. Вместо искателей описанного типа весьма часто применяются т. н. «обратные» искатели (искатели вызова). По конструктивному выполнению они ничем не отличаются от искателей, отличен лишь способ их включения, а именно, линия абонента включается не в щетки, а в контакты многократного поля; в щетки же включены групповые или линейные искатели.—Первые попытки механизировать работу телефонистки начались очень рано. В 1878 г. был введен в употребление первый телефонный коммутатор, а уже через год, в 1879 г., Мак-Тей и Конолли получили патент на первую автоматическую станцию. Однако предложенная ими система была слишком сложна и серьезного практического значения не имела. Значительное усовершенствование автоматическ. станций было сделано Строуджером, который применил 100-контактный искатель (10 групп абонентов) с подъемно-вращательным движением; в качестве двигателя им были использованы электромагниты, по одному на каждое движение искателя (фиг. 4). Однако и эта система вначале была слишком сложна и дорога, т. к. требовала 5 линий от аппарата абонента до станции и наличия на каждой абонентской линии линейного искателя. Последующими усовершенствованиями связь абонента со станцией была осуществлена на двухпроводной линии, и линейный искатель был заменен «предыскателем», представляющим собой искатель облегченного типа с одним лишь вращающим движением.



Фиг. 4. Схема установки искателя Строуджера.

Производством А. т. с. системы Строуджера в Америке и Англии занимается Automatic Electric C° (Autelco), а в Германии Сименс и Гальске, не считая целого ряда других фирм, напр., братья Сименс в Англии, Микс и Генест в Германии и др. Параллельно с развитием системы Строуджера, основной системы с прерывистым

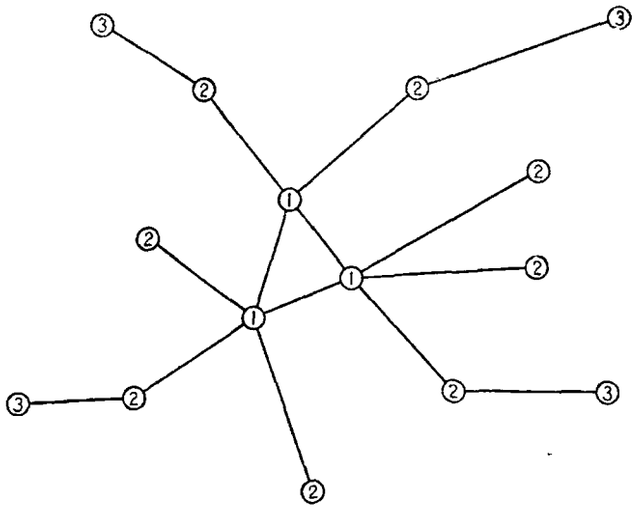
движением щеток искателя, шла разработка систем с машинным приводом. Принцип системы с машинным приводом был усовершенствован Western Electric C° совместно с Американской компанией Белля в двух формах, известных под названиями «вращательной системы» и «панельной системы». Первая из них, с 200-контактным искателем, была впервые установлена на нью-йоркском заводе компании в 1910 г. Последующее развитие панельной системы с 500-контактным искателем повело к почти совершенному вытеснению производства вращательной системы в Америке. Тем не менее вращательная система находит применение и в настоящее время; изготовлением ее занимается завод Вестерн в Антверпене (Бельгия). В 1921 г. была сконструирована еще одна система подобного рода — система Эриксона, в Стокгольме. Обладая многими достоинствами, она получила уже довольно широкое распространение. В частности, по этой системе будет оборудована Москва. Строительство А. т. с. развивалось и развивается параллельно со строительством ручных станций. Однако, если до 1914 г. число абонентов ручных станций значительно превышало число абонентов автоматических, то за последнее время отношение это быстро изменяется в пользу автоматических станций благодаря развившейся технике производства А. т. с., снижению стоимости их оборудования, уменьшению эксплоатационных расходов по сравнению с ручными станциями и исключительному росту числа абонентов в крупных городах. При таком положении необходимость перехода на автоматическое оборудование телефонных станций ясна из следующего. Нормальная емкость телефонной станции 5 000—10 000 абонентов. Делать станции большей емкости невыгодно, т. к. это вызывает необходимость создания очень громоздкого и дорогого многократного поля, что, в свою очередь, сильно затрудняет увеличение числа рабочих мест станции. Кроме того, станция большой емкости невыгодна с точки зрения кабельной сети. Пусть, напр., мы имеем установку на 7 000 абонентов, состоящую из одной центральной станции, при средней длине абонентских линий в 3 *км*. Общая длина сети будет равна $3 \times 700 = 21\,000$ *км*. Та же установка, разбитая на 7 станций, сократит площадь обслуживания каждой станции, и средняя длина абонентской линии будет равна 1 *км*, а длина всей сети — 7 000 *км* плюс длина соединительных линий. При 20 вызовах в день на абонента для каждой станции нужно иметь 20×6 исходящих соединительных линий, длиной 5,4 *км*. Тогда общая длина соединительных линий будет равна $20 \times 6 \times 5{,}4 \times 7 = 4\,536$ *км*, или вся длина сети $7\,000 + 4\,536 = 11\,536$ *км*, вместо 21 000 *км*, что составляет ок. 45% экономии. Очевидно, что районирование делается все более необходимым с увеличением числа абонентов станции и, следовательно, с увеличением обслуживаемой площади. В современных крупных городских центрах величины эти достигают громадных размеров; так, напр., в Лондоне число абонентов превышает 400 000, в Берлине оно равно 390 000, а в Стокгольме 110 000 и т. д. По плану «Большой Москвы» в Москве в 1944 г. предполагается 1 343 900 абонентов. Во всех этих городах, очевидно, необходимо разбить телефонную сеть на районы. При ручном обслуживании районных станций допускается участие в соединении не более двух телефонисток, иначе вызов какого-либо абонента другой районной станции будет слишком затруднен. Это требование вызывает необходимость соединения каждой районной станции со всеми другими. Однако при громадном числе районных станций (например, в Лондоне больше 200, в Берлине около 40 и т. д.) мы получаем настолько сложную сеть, что почти совершенно уничтожается возможность ее дальнейшего развития. При автоматических станциях, которые построены по принципу разделения абонентов на группы, положение меняется. Основной группой является емкость контактного поля искателей, следующей — та же емкость, увеличенная в число раз, соответствующее числу шагов первого движения искателя, и т. д. При соединении двух абонентов между собой мы попадаем из одной группы абонентов в другую, меньшую по размерам. Другими словами, при нормальном соединении абонентов на автоматической станции мы как бы всегда переходим с одной станции на другую. Для работы



Фиг. 5. Телефонная сеть при ручном обслуживании.

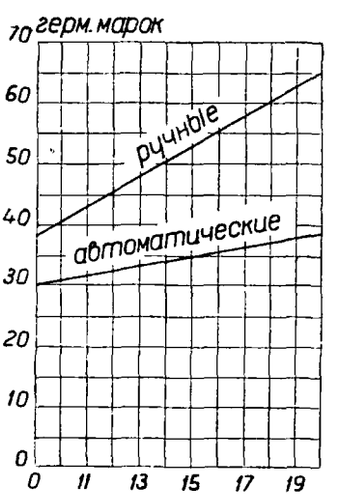
искателей совершенно безразлично, находятся ли они в одном помещении или разбросаны по всему городу; следовательно, при автоматических районных станциях можно соединять районы через несколько станций последовательно, без ухудшения при этом качества обслуживания. Фиг. 5 и 6, взятые из заграничной практики, показывают, какая экономия достигается в соединительной сети, если вместо ручного обслуживания будет применено автоматическое. Так, в случае применения ручных станций (фиг. 5) потребуется 210 групп соединительных линий, общая длина которых достигает 58 974 *км*. При автоматическом обслуживании (фиг. 6) требуется только 30 групп соединительных линий, имеющих общую длину в 48 803 *км*. Кроме

уменьшения длины соединительных линий, при автоматическом обслуживании повышается также использование их. Дело в том, что связь между станциями протекает неравномерно в течение суток, становясь довольно интенсивной в час наибольшей нагрузки и почти совершенно сходя на-нет в ночные часы,—расчет же числа соединительных линий



Фиг. 6. Телефонная сеть при автоматическом обслуживании.

надо делать по работе станции в часы наибольшей нагрузки. При автоматическом обслуживании по соединительным линиям проходит сообщение на целый ряд станций, а не только между двумя станциями, благодаря чему достигается гораздо более равномерное использование сети, что позволяет сократить число линий. Кроме того, предполагают, что часы наибольшей нагрузки не совпадают на всех станциях, поэтому расчет числа соединительных линий производят не по максимальной для всех станций, а по некоторой средней нагрузке. Использование группы соединительных линий для целого ряда автоматических станций влечет применение пучков проводов возможно большей емкости. Последнее обстоятельство послужило основанием к созданию системы искателей с большим многократным полем; так, например, если при сотенном искателе для обслуживания 500 абонентов необходимо 50 линейных искателей, то при пятисотенном искателе для той же нагрузки вполне достаточен 31 искатель. В случае применения сотенных искателей для увеличения обслуживаемых ими групп применяют особые способы включения многократного поля (сдвинутое, ступенчатое и перехваченное), повышающие использование каждого отдельного контакта, а также устанавливают вспомогательные приборы — вторые предыскатели и смешанные искатели. Сущность вторых предыскателей заключается в том, что абонент с первого предыскателя попадает не прямо на групповой искатель, а сперва на искатель того же типа, что и предыскатель, а затем уже на групповой. Т. о. абонент имеет возможность попасть не только на 10 искателей, но к каждому из 100 искателей данной группы. Для установки в 8 000 абонентов обычным способом требуется 8 000 предъискателей, 800 I-групповых искателей, 800 II-групповых искателей и 800 линейных. Если же мы применим вторые предыскатели и комбинированное включение, то для той же установки будет достаточно 8 000 предыскателей, 400 вторых предыскателей, 200 I-групповых искателей, 320 II-групповых искателей и 640 линейных. Стоимость предыскателя равна, примерно, 0,1 стоимости группового искателя — выгодность применения вторых предыскателей очевидна. Смешивающие искатели представляют собою такой же прибор, как и предыскатель, включаются на контакты групповых искателей и служат для увеличения групп, обслуживаемых этими последними.—Расходы по эксплоатации ручных и автоматических станций (без стоимости сети) складываются из следующих величин: 1) амортизация, 2) расходы по содержанию установки. Последние, в свою очередь, состоят из расходов на обслуживающий персонал, на содержание помещения, на электроэнергию и на замену частей. Расходы на амортизацию определяются продолжительностью службы установки. Можно принять ее равной 20 годам для ручных станций, а для автоматических несколько более, приблизительно 25 годам. Расходы на обслуживающий персонал, очевидно, много ниже для автоматической станции, чем для ручной. Расходы на помещение при автоматической станции также значительно ниже, т. к. требования к помещению предъявляются гораздо более скромные, чем при ручном обслуживании. Величина остальных расходов во всяком случае для автоматической станции не выше, чем для ручной. Суммируя эти расходы (по немецким данным), получаем кривые фиг. 7 и 8. При емкости в 10 000 абонентов кривая фиг. 7 дает сводку всех годовых расходов на абонента, отнесенных к разной нагрузке; кривая фиг. 8 дает то же самое для 60 000 абонентов. Кривые эти показывают решительное превосходство эксплоатации А. т. с., и чем больше нагрузка станции, тем это превосходство значительнее. При нескольких станциях отношение изменяется к еще большей выгоде автоматических станций.

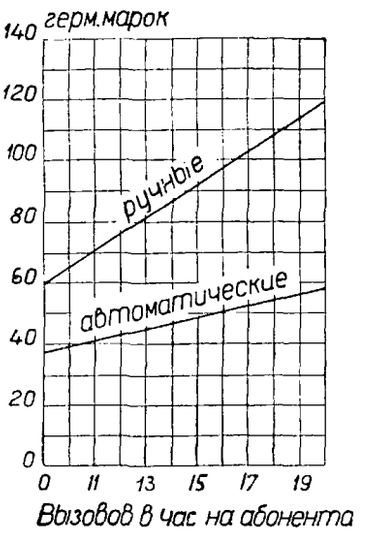


Фиг. 7.

Системы А. т. с. Наиболее распространены в настоящее время 4 системы: Autelco, Сименс и Гальске, Вестерн и Эриксон.

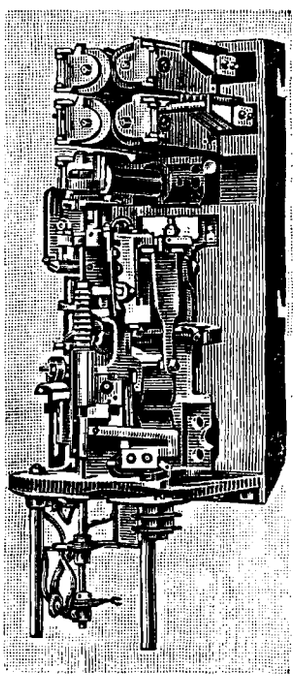
I. Autelco. Система «Automatic Electric C°, Chicago», или сокращенно «Autelco», является старейшей в области автоматической телефонии. Уже в 1889 г. эта фирма строила маленькие автоматические станции, а в 1899 г. ею была построена первая большая станция в Augusta (шт. Georgia) и общее число абонентов автоматических станций было доведено до 5 000. Станции,

построенные до 1904 г., не имели ступени предыскания, и питание абонентов происходило по системе *МБ*. Питание абонентов по системе *ЦБ* было введено в 1905 г., а двойное предыскание в 1909 г. Почти до 1920 г. в качестве предыскателя применялся исключительно искатель Кейта. В настоящее время система Autelco представляет собою следующее: абонентская линия по системе шлейфа; диск аппарата десятиномерной; одна ступень предыскания; предыскатели прерывистого движения, 25-контактные, без нулевого положения; разделительное реле ступенчатого типа; все остальные искатели подъемно-вращательные, т. е. строуджеровского типа. Фиг. 9 показывает общий вид искателя Autelco последней конструкции. Контактное поле имеет только две секции: верхняя 100-контактная провода *С* и нижняя 200-контактная, разговорная. Искатель собран на общем корпусе, здесь же размещены реле управляющего переключателя. А. т. с. системы Autelco приняты для переустройства телефонной сети Лондона.

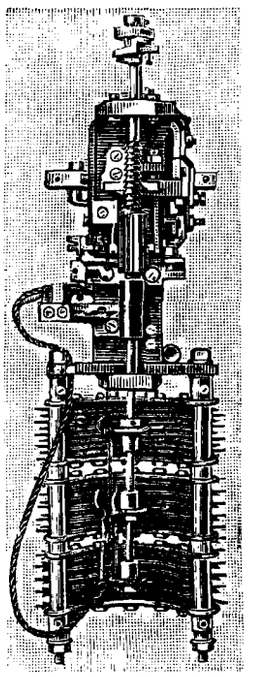


Фиг. 8.

II. Сименс и Гальске. Начало работы в области постройки А. т. с. фирмой Сименс и Гальске относится к 1901 г., но до 1908 г. крупных установок еще не было. С 1908 г. одновременно начинает развиваться постройка как полных А. т. с., так и полуавтоматических. До 1925 г. в системах Сименс и Гальске применялся строуджеровский подъемно-вращательный искатель (фиг. 10) с контактным полем на 100 номеров. Поле разбито на 3 секции, по 100 контактов в каждой, и обслуживается тремя щетками. На корпусе искателя установлены только движущие электромагниты, а все управляющие реле собраны в отдельном комплекте. Как механизм искателя, так и управляющий переключатель, легко снимаются со стойки, при чем для включения их применяются ножевые контакты. В 1925 г. фирмой была выпущена новая конструкция строуджеровского искателя S 26 (фиг. 11). Многократное поле аналогично вышеописанному и приспособлено для включений многократного кабеля специального типа (плоский из голых проволок, запрессованных в плотную бумагу).

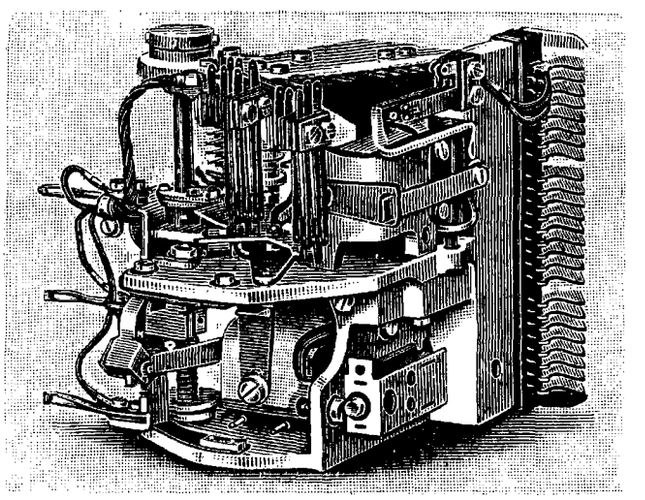


Фиг. 9. Искатель системы Autelco.



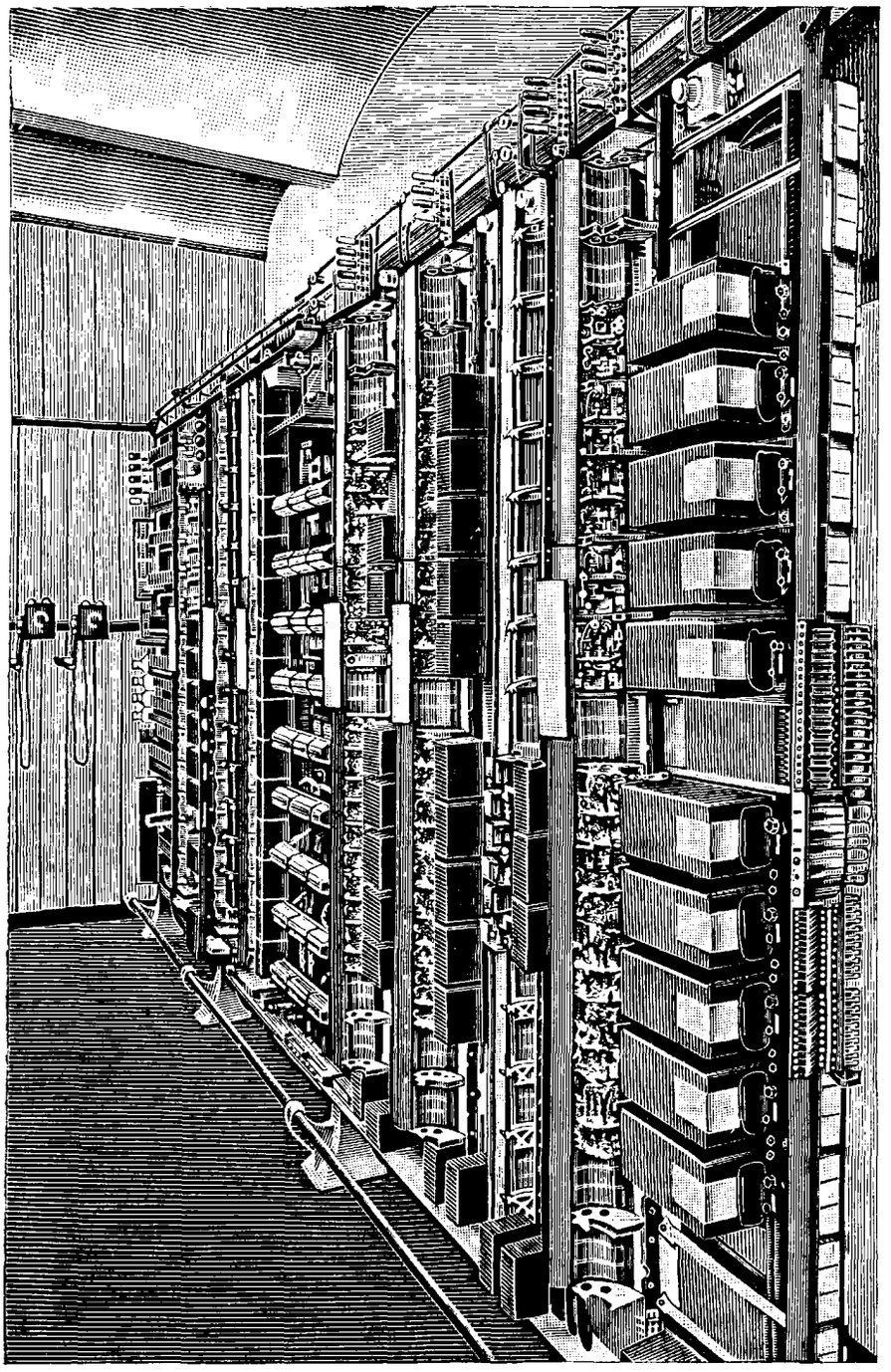
Фиг. 10. Искатель системы Сименс и Гальске.

Корпус искателя имеет три горизонтальных пластины, на к-рых и размещен весь механизм искателя. Для подъема щеток служит рейка, имеющая зубцы с обеих сторон. Одна сторона предназначена для якоря подъемного электромагнита, другая — для контроля правильности установки щеток после подъема. Для вращения служит зубчатое колесо, надетое посредине оси искателя и работающее от вращательного электромагнита. Выключающего электромагнита нет, и выключение искателя происходит так: после окончания соединения вращательный электромагнит снова получает импульсы и, передвигая щетки в том же направлении, выводит их с контактов. Тогда электромагнит выключается, а щетки падают вниз и под действием пружины возвращаются в положение покоя уже под контактами. На стойках искатели размещаются вертикально; наибольшая ширина рамы 650 *мм* и высота стойки около 2 300 *мм* при 12 искателях. Схема построения



Фиг. 11. Искатель системы Сименс и Гальске. (Вид с передней стороны.)

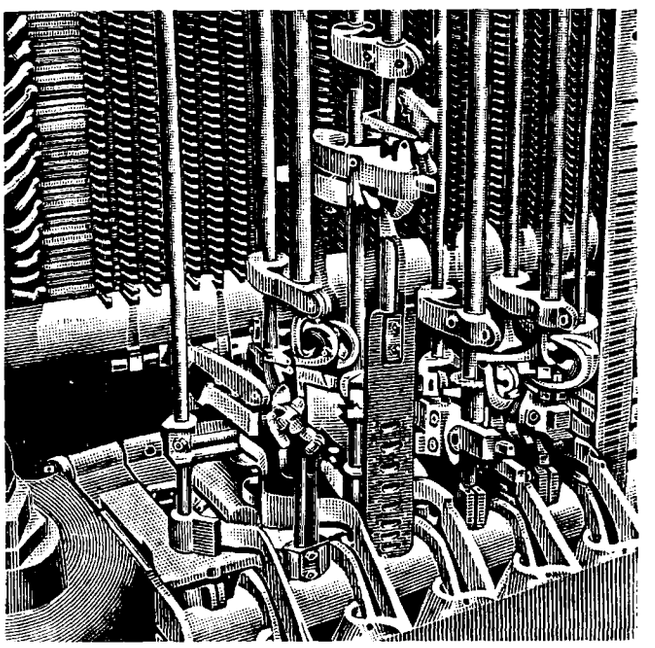
станционной линии: простое или двойное предыскание при помощи 10-контактных вращательных искателей и 100-контактных искателей, групповых и линейных. Схема на проводах абонента — шлейф-системы, внутри станции между искателями различных ступеней, или только через разговорные провода, или через разговорные провода и землю. Система Сименс и Гальске принята германским почтовым ведомством, и в настоящее время общая емкость всех построенных станций более 1 000 000 абонентов. По системе Сименс и Гальске переустраивается телефонная сеть г. Берлина



Фиг. 12. Общий вид автоматической телефонной станции, оборудованной по системе Сименс и Гальске.

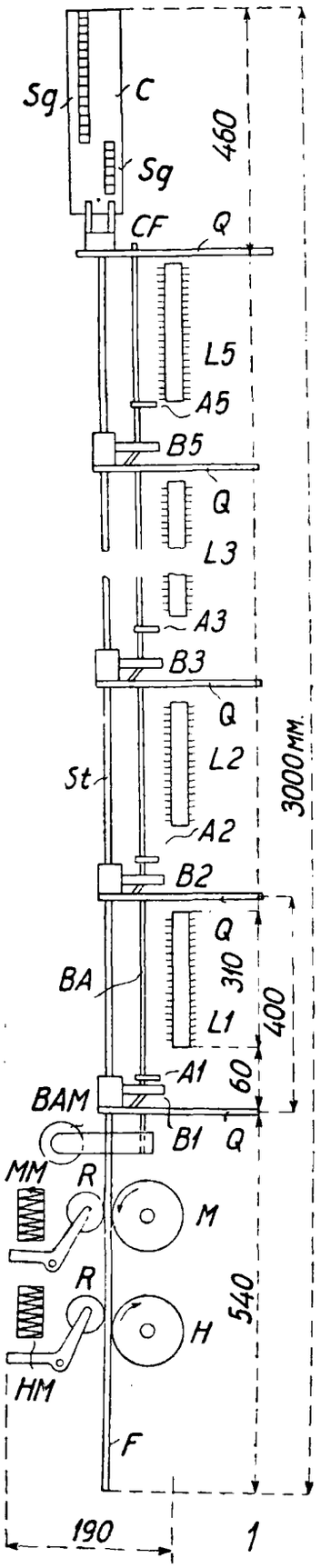
и значительной части городов Германии. Фиг. 12 показывает общий вид станции Сименс и Гальске, оборудованной новыми искателями.

III. Вестерн. Панельная система Western Electric Co впервые была построена в 1915 г. в Newark, в N. J., а к концу 1925 г. по этой системе в С.-А. С. Штатах было оборудовано около 400 000 абонентов. В других странах панельная система Western распространена очень слабо. Основным мотивом, побуждавшим к созданию панельной системы, являлось желание иметь искатели с многократным полем большой емкости и требование в каждой декаде создавать пучки желаемой величины и при увеличении в емкости станции сохранять нумерацию абонентов без изменений. Панельная система Western применяет: 10-номерной диск, обратный предыскатель на 300 №, 500-линейные групповые и линейные искатели, регистр (накопитель и пересчетчик импульсов) с 25-контактными искателями, управляющий переключатель валового типа. Схема соединения абонентов: обратный предыскатель, регистр, групповой искатель, линейный искатель. Линия абонента работает по шлейфной системе, внутри станции между искателями и регистром—обратные импульсы. Штанговый искатель Western (фиг. 13), применяющийся в т. н. панельной системе, имеет только одно прямолинейное движение, машинный привод и многократное поле на 500 линий. Многократное поле состоит из 5 секций *L1*, *L2* ,...,*L5*, каждая на 100 № (фиг. 11). Секция, или панель, собрана из медных полосок *La*, *Lb*, *Lc*, имеющих форму, показанную на фиг. 15. Каждая полоска имеет по 30 выступов (контактов) на каждой стороне, при чем контакты смещены друг против друга, как на фиг. 16. Т. о. вся секция состоит из 300 таких полосок и может быть использована с двух сторон, для 2 групп по 30 искателей в каждой. Все 5 щеток каждого искателя *B1*, *B2* ....*B5* укреплены на одной штанге (трубке) *St* (фиг. 17 и 18). Щетки состоят из пружин *Ba*, *Bb*, *Bc* и в спокойном положении отключены от контактов изолирующими клинками *K*. Расположение клинков *K* зависит от положения рычага *K3*. Плечо *K1* служит для включения щеток на контакты и плечо *K2*—для выключения их. Подводящие проводники проложены внутри штанги *St* и выводятся к щетке через соответствующий прорез. Вверху

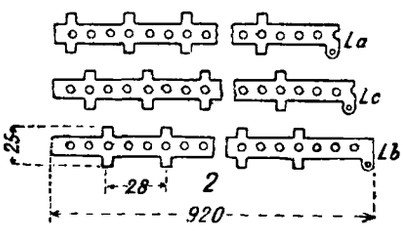


Фиг. 13. Штанговый искатель Вестерн (ниж. часть).

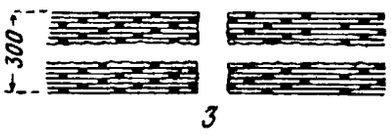
искателя, на изолированной доске *C* (фиг. 14) имеются шины *Sg*, ток к которым подводится пружинами *CF*. Назначение шин зависит от назначения искателя и м. б. различно. Нижний конец штанги представляет собой бронзовую ленту *F*, расположенную между роликами *R* и валиками *M* и *H*. Валики покрыты пробкой и непрерывно вращаются в противоположных направлениях. Т. о. при возбуждении магнита *HM* лента прижимается к валику *H*, и штанга будет подниматься вверх, при работе *MM* штанга будет опускаться вниз. Для управления щетками имеется вторая штанга *BA*, установленная между штангой *St* и полем. Штанга *BA* имеет 5 кулачков *A1*, *A2*,.., *A5*. Кулачок *A1* расположен на высоте 10 *мм*, *A2* — 20 *мм* и т. д., *A5* — 50 *мм*. На нижнем конце штанги *BA* имеется якорь, и если он притягивается электромагнитом *BAM*, то штанга несколько вращается. Соединение с желаемым номером происходит следующим образом. Предположим, данный № находится в третьей секции *L3*. Прежде всего штанга *St* под влиянием электромагнита *HM* поднимается на высоту 30 *мм* и останавливается. Под воздействием якоря электромагнита *BAM* штанга *BA* будет вращаться, и кулачок *A3*, действуя на выступ *K1* щетки *B3* (фиг. 14 и 17), поворачивает рычажок *K3* в положение *K4*. Так. об. клинки *K* освобождают пружины *Ba*, *Bb*, *Bc* и могут установить нужное соединение в поле выбранной декады. При последующем подъеме штанги пружины щетки начинают тереться о боковые поверхности контактов и при остановке штанги дадут требуемое соединение. При выключении искателя нажимается рычаг *K2*, и клинки опять отжимают пружины от контактов, после чего действует электромагнит *MM*, ролик прижимает ленту штанги к валику *M*, и штанга опускается в нормальное положение. В качестве обратного предыскателя точно так же употребляется штанговый искатель несколько видоизмененной конструкции, а именно: многократное поле имеет 300 №, и каждый искатель по 20 комплектов щеток. Т. о. на каждую щетку приходится группа всего в 15 №, что сделано для возможного ускорения процесса предварительного искания. На фиг. 19 дана схема распределения абонентов на станции по панельной системе, емкостью на 8 тысяч № (Г. И. обозначает групповой искатель и *BI*, *BII*, . . . , *BV*—его пять щеток). Каждая 100-номерная секция его разделена на 4 декады по 24 линии, с одним переходным контактом (Л. И.—линейный искатель; *BI*, *BII*, . . . , *BV*—его щетки). Декада Г. И. *BI-1* идет на Л. И. с № 1 100 до № 1 599 и т. д.: декада Г. И. *BIV-4* на Л. И. с № 8 600 до № 8 999.



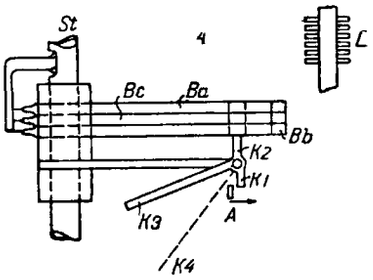
Фиг. 14. Линейный искатель Вестерн.



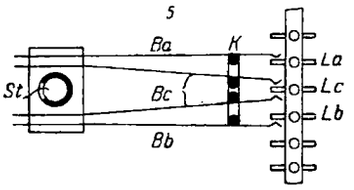
Фиг. 15. Линейный искатель Вестерн.



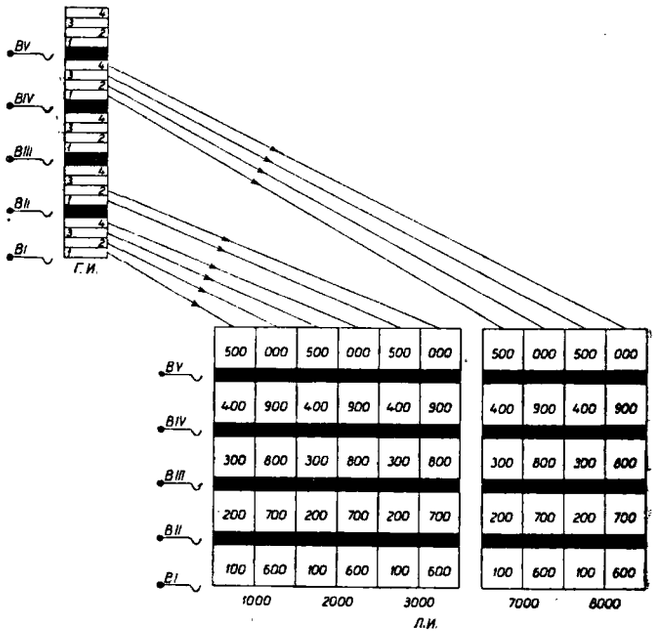
Фиг. 16. Линейный искатель Вестерн.



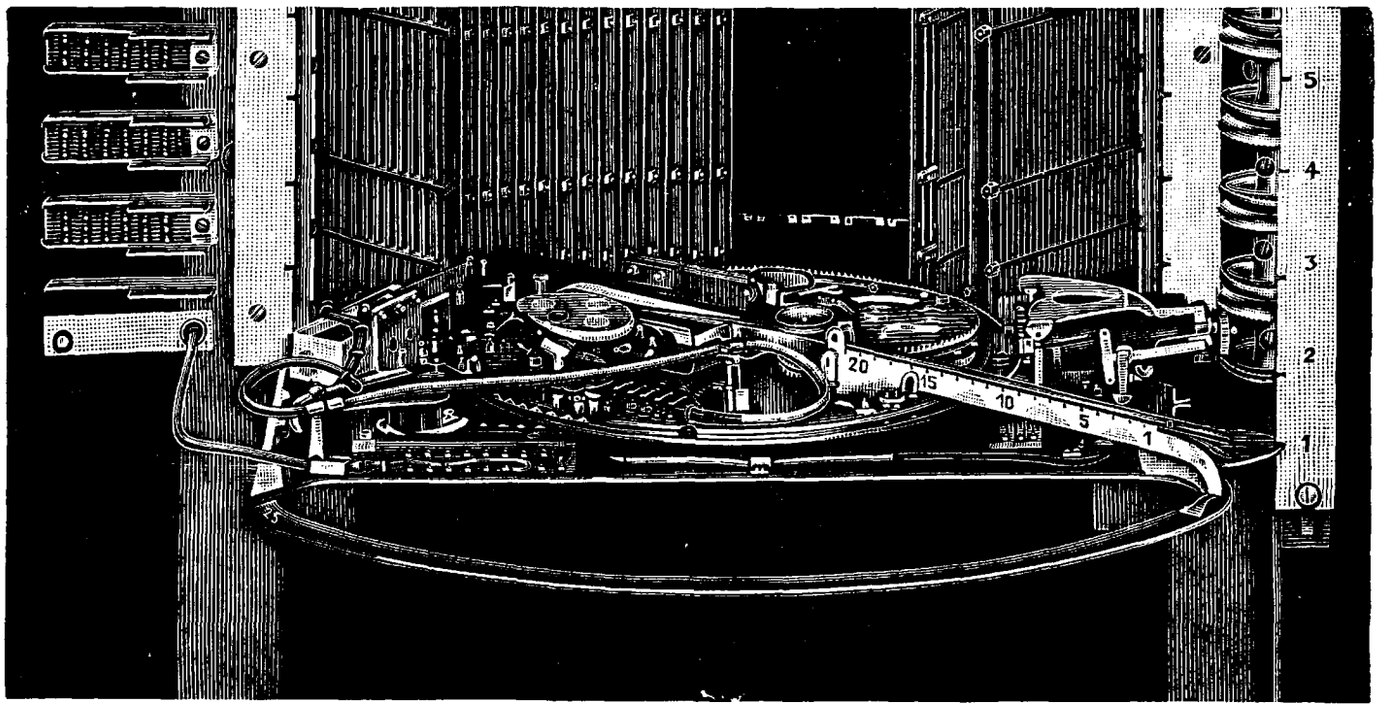
Фиг. 17. Линейный искатель Вестерн.



Фиг. 18. Линейный искатель Вестерн.

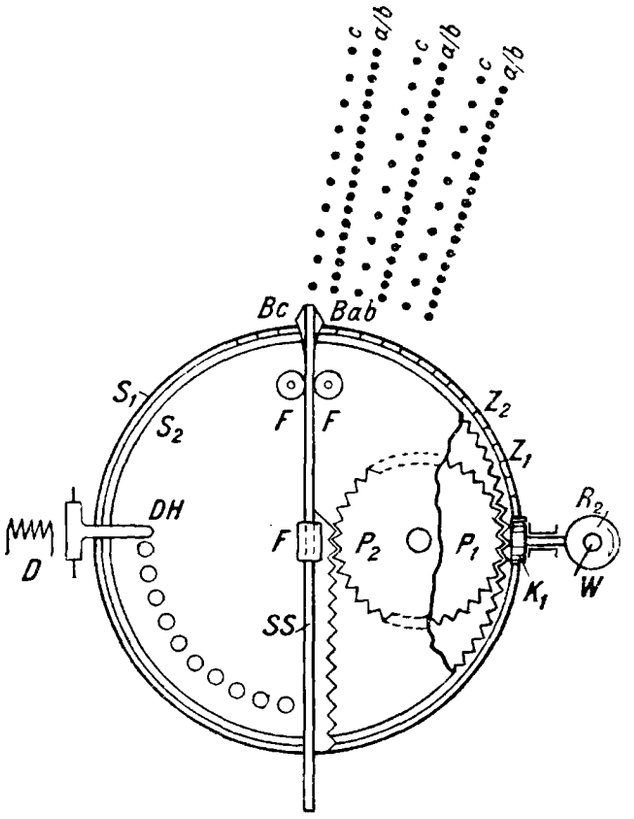


Фиг. 19. Схема распределения абонентов по панельной системе (на 8 000 №).



Фиг. 20. Общий вид искателя Эриксона с контактным полем.

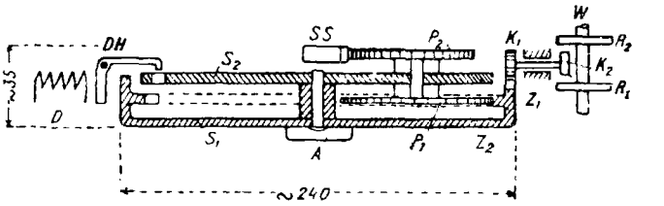
Так. обр. при соединении с № 8 784 искатели располагаются следующим образом: Г. И., щетка *BIV* с 4 импульсами; Г. И., декада *BIV-4* — с 4 импульсами; Л. И., щетка *BII*— с 2 импульсами; Л. И., контакт 84—



Фиг. 21. Искатель системы Эриксона.

с 8 импульсами для выбора десятка и 4 импульсами для выбора единицы. Следовательно для выбора абонента № 8 784 д. б. даны импульсы 4-4-2-8-4. По панельной системе «Вестерн» переустраивается в настоящее время телефонная сеть Нью-Йорка.

IV. Эриксон. Система Эриксона в станциях большой емкости применяет следующие детали: нормальный 10-номерной диск, кулисные искатели на 500 линий для обратных предыскателей, групповых и линейных искателей, регистр с шаговыми искателями, вращающимися от заводной пружины и возвращающимися механически, управляющий переключатель машинного привода, валового типа. Контактное поле искателя Эриксона (фиг. 20—22) состоит из 25 кулис (рамок), расположенных радиально



Фиг. 22. Схема разреза искателя системы Эриксона.

по отношению к центру вращательного движения искателя. В каждой кулисе натянуто с одной стороны по 40 голых проводов для линий *a/b* в расстоянии 3—4 *мм* одна от другой и с другой стороны, соответственно, 20 проводов *c*; проволоки имеют $d=1{,}5$ *мм* и для прочности скреплены изоляционными пластинками через каждые 15 *см*. Т. о. для соединения с какой-либо линией искатель должен делать два движения: вращательное — для выбора кулисы, т. е. группы из 20 линий, и поступательное — для выбора линии в данной группе, что осуществляется следующим образом. На оси *A* вращаются два диска S_1 и S_2. Диск S_1 ($d=24$ *см*) имеет форму сковороды и снабжен двумя зубчатками: Z_1—по верхнему краю и Z_2—на внутренней стороне борта. Диск S_2 имеет два зубчатых колеса P_1 и P_2, насаженных на одну ось; P_1 имеет сцепление с боковой зубчаткой Z_2, и P_2 сцеплено с зубчатой рейкой иглы *SS* (контактным штепселем — щеткой искателя). Игла, длиной 40 *см*, на переднем конце имеет 3 контактных пружины *a*, *b*, *c*.

соединенных со схемой гибким шнурочком. Правильность хода иглы обусловлена направляющ. роликами FFF. Якорь электромагнита D имеет выступ, в притянутом состоянии входящий в один из 25 зубцов диска S_2. Вал W непрерывно вращается электромагнитом со скоростью 30 об/м. и имеет две зубчатки: R_1 и R_2. Шестеренка K_2 под влиянием электромагнитов м. б. прижата к зубчатке R_1 или R_2, в зависимости от чего меняет направление вращения шестеренка K_1, сцепленная с зубчаткой Z_1 диска S_1. Установка искателя на желаемую линию происходит следующим образом. Электромагнит прижимает шестеренку K_2 к R_1, и оба диска S_1 и S_2 начинают вращаться по часовой стрелке. Т. о. игла проходит перед кулисами, и регистр получает отдельные импульсы, определяющие ее положение. При достижении желаемой кулисы возбуждается электромагнит D, и выступ его якоря останавливает диск S_2. Т. к. ось зубчаток P_1 и P_2 теперь закреплена, то продолжающееся вращение диска S_1 вызывает вращение P_1 и P_2 и, действуя на рейку SS, вдвигает иглу в кулису. Регистр опять получает обратные импульсы, и, когда игла достигнет нужной линии, электромагнит выключается, шестеренка K_2 возвращается в положение покоя, и игла останавливается. При выключении искателя шестеренка K_2 прижимается к R_2, и искатель начинает двигаться в обратном порядке, т. е. игла втягивается обратно, после чего и диск S_1, вращаясь против часовой стрелки, приходит в положение покоя. Искатели размещаются друг под другом на стойке. Высота стойки на 40 искателей 2,5 *м*, при длине проволок контактного поля в 1,7 *м*. В некоторых случаях употребляются стойки с бо́льшим числом искателей, до 70 шт.

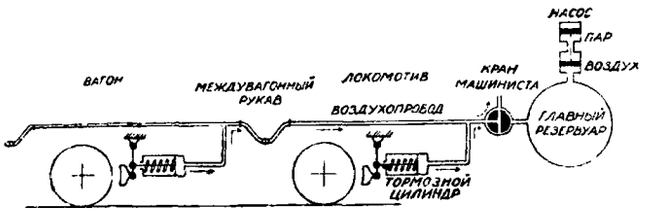
Правительство СССР придает большое значение замене старых телефонных станций новыми А. т. с. и производству аппаратов и принадлежностей для А. т. с. Значительный рост городов и стремление правительства связать телефоном отдельные районы и населенные пункты Советского Союза побудили Трест заводов слабого тока поставить производство А. т. с. на своем заводе «Красная Заря» по системе Эриксона. Из крупных станций будут установлены в 1928 г. А. т. с. в Ростове н/Д. на 10 000 №, в 1929 г.—4 районных А. т. с. в Москве, тоже на 10 000 № каждая. Ведутся (1927 г.) также переговоры с Трестом заводов слабого тока о постройке А. т. с. в Новосибирске.

Лит.: Sonnier E., Die Grundlagen des Selbstanschlussbetriebs, F. Westphal, Lübeck, 1925; Lubberger F., Die Schaltungsgrundlagen d. Fernsprechanlagen mit Wählersbetrieb, 3 Auflage, R. Oldenburg, München, 1926 (основные задачи автоматической телефонии и способы их решения, критика этих способов и описание всех систем); Lubberger F., Wirtschaftlichkeit der Fernsprechanlagen f. Ortsverkehr, R. Oldenburg, München, 1926 (экономика ручных и автоматич. станций); Deutsche Reichspost-Vorschriften, Heft 16, Teil 8, Reichspostministerium, Berlin, 1924 (описание системы герм. почт. ведомства); Rückle G. u. Lubberger F., Der Fernsprechverkehr als Massenerscheinungen mit starken Schwankungen, Julius Springer, Berlin, 1924; Aitken William, Automatic Telephone Systems, Benn Brths., London, 1921—1923 (3 тома—подробное описание всех систем, кроме принятых в Германии); Harrison H. H., An Introduction to the Strowger System of Automatic Telephony, Longsmans Green C°, London, 1924 (Гаррисон Г. Г., Основы автоматич. телефонии системы Строуджера, пер. с англ. Лебедева и Ракова, Харбин, 1926); Smith A. B. a. Campbell W. L., Automatic Telephony, Mc Graw-Hill C°, N. Y., 1914 (подробное описание системы «Autelco» и краткое изложение других систем); Bureau of Standards, Circular 112, Government Printing Office, Washington, 1921 (схемы, никаких подробностей); Milon H., La téléphonie automatique, Gauthier Willars & C°, Paris, 1914; Milhaud J., La téléphonie automatique, Dunod, Paris, 1925 (описание систем, принятых во Франции); «Ztschr. für Fernmeldetechnik, Werk- und Gerätebau», München; «Telegraphen- und Fernsprechtechnik» (T. F. T.), R. Dietze, Berlin; «Elektrische Nachrichten-Technik» (E. N. T.), Weidmann, Berlin; «Siemens Ztschr.», Siemens & Halske A.-G., B.; «Mix & Genest Nachrichten», M. & G. A.-G., Berlin; «Das Schwachstrom-Handwerk», Westphal, Lübeck; «Elektrotechnische Ztschr.» (E. T. Z.), Springer, B.; «Archiv für Post u. Telegraphie», W. H. Kühl, Berlin; «Archiv f. Elektrotechnik», J. Springer, Berlin; «Deutsche Verkehrs-Zeitung», G. König, Berlin; «Elektrotechnik und Maschinenbau», Wien; «Technische Mitteilungen der schweizerischen Tel.-Verwaltung», Bern; «Automatic Telephony», Automatic Electric C°, Chicago; «Bell Telephone Quarterly», Western Electric C°, N. Y.; «Bell System Technical Journal», American Telephone a. Telegraph C°, N. Y.; «Electrical Communication», International Standard Electric Corporation, N. Y.; «Telephone Engineer», N. Y.; «Telephone and Telegraph Age», N. Y.; «Post Office Electrical Engineers Journal», London; «Electrician», Benn Brths., London; «Inst. of Electrical Engineers», London; «Revue du Téléphone, Télégraphe et Tél. sans fil», Paris; «Comptes rendus de l'Académie des Sciences», P.; «Bulletins de la Société Française des Electriciens», Paris; «Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones», Paris; «Revue générale d'Électricité», Paris; «Svensk Trafiktidningen», Stockholm; «L. M. Ericsons Review», Stockholm; «Telegrafi e Telefoni», Roma; «Жизнь и техника связи», НКПиТ, Москва.

М. Касимов и В. Лезерсон.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА в ж.-д. подвижном составе приводятся в действие не только с локомотива или из вагонов поезда, но и автоматически, при разрыве воздухопровода поезда. В 50-х годах 19 в. Листер получил патент на тормозное устройство, действовавшее сжатым воздухом и состоявшее из работавшего от оси компрессора и других деталей, которые и сейчас применяются в тормозах прямого действия. В 1869 г. Джордж Вестингауз предложил систему прямодействующего тормоза, состоящего из парового компрессора (по жел.-дор. терминологии — парового насоса), накачивающего сжатый воздух в резервуар, и воздухопровода по поезду, с гибкими междувагонными соединениями и тормозными цилиндрами в каждом тормозном вагоне. Для приведения в действие тормозов надо было краном на паровозе пустить сжатый в резервуаре воздух в поездной провод и, действуя им на поршни тормозных цилиндров, прижать колодки к колесам. Повреждение воздухопровода выключало действие тормоза, что составляло опасность для поезда. В 1872 г. Вестингауз разработал систему автоматического торможения сжатым воздухом, которая отличалась от неавтоматической системы тем, что для торможения в первой системе надо было повысить давление в воздухопроводе, т. е. впустить воздух, а во второй—понизить давление в воздухопроводной магистрали, т. е. выпустить из магистрали воздух. На фиг. 1, 2, 3 и 4 показаны схемы неавтоматического и автоматического тормоза в двух положениях: фиг. 1 и 3 —

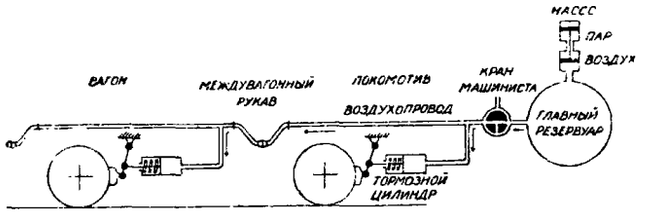
в положении оттормаживания, фиг. 2 и 4 — в положении торможения. Система прямодействующего тормоза, по приведенной схе-



Фиг. 1. Неавтоматический тормоз.—Схема положения оттормаживания.

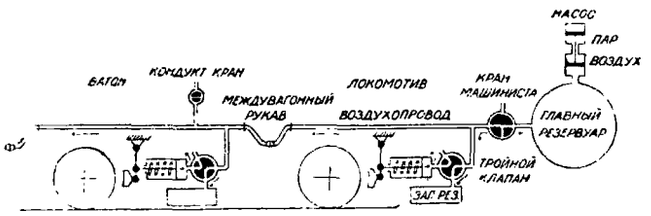
ме, в настоящее время применяется в трамвайном движении, где поезда редко составляются больше чем из двух вагонов и ходят с небольшими скоростями.

Автоматический тормоз Вестингауза. Автоматичность действия



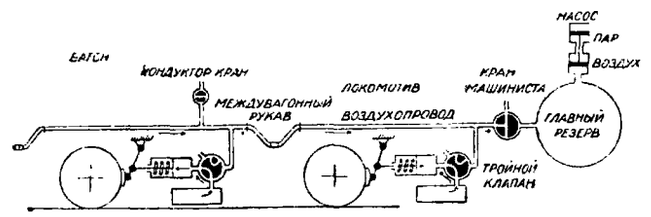
Фиг. 2. Неавтоматический тормоз.—Схема положения торможения.

получается введением в систему тройного клапана и запасного резервуара (фиг. 3 и 4), расположенных на ответвлении магистрали. Тройной клапан устроен так, что автоматически, при повышении давления в магистрали или при сохранении



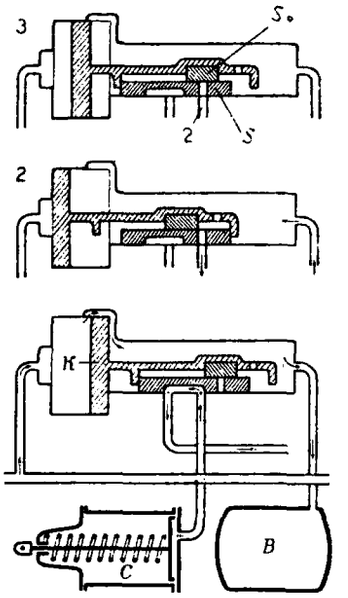
Фиг. 3. Автоматический тормоз.—Схема положения оттормаживания.

определенного постоянного в ней давления (фиг. 3), он сообщает воздухопровод с запасным резервуаром, а тормозной цилиндр с атмосферой; т. о. он заряжает запасный резервуар воздухом, позволяя в то же время оттормаживающей пружине отжимать



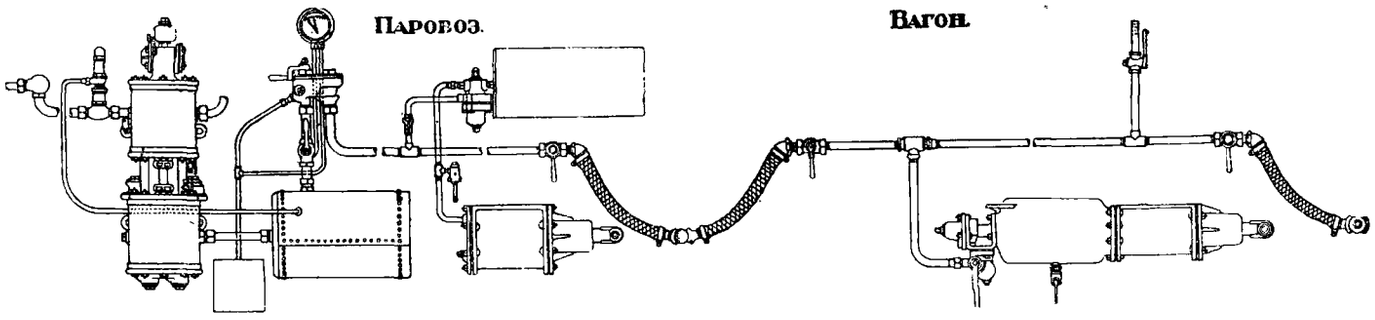
Фиг. 4. Автоматический тормоз.—Схема положения торможения.

поршень тормозного цилиндра. При понижении давления в магистрали, производимом выпуском воздуха из нее краном машиниста (служебное торможение) или краном в вагоне (торможение в случае опасности), тройной клапан автоматически переходит в другое положение (фиг. 4), разъединяя магистраль с запасным резервуаром и сообщая последний с тормозным цилиндром; при этом воздух запасного резервуара переходит в тормозной цилиндр и, давя на поршень, прижимает колодки к колесам. Действие тройного клапана показано на фиг. 5. При повышении давления в магистрали давление с левой стороны поршня K становится больше, чем с правой, и поршень (фиг. 5, полож. 1) передвигается в крайнее правое положение, при котором воздух через канаву в корпусе клапана протекает в правую полость, а оттуда в запасный резервуар. При торможении, т. е. при понижении давления в магистрали, понижается давление и в осевой полости клапана (фиг. 5, полож. 2), поршень K переходит в левое положение, передвигая золотники S_0 и S, которые, разобщая тормозной цилиндр от атмосферы, сообщают его в то же время с запасным резервуаром. Так как в левой части клапана канавки нет, то при этом положении поршня K воздух не может поступать в правую полость клапана и пополнять запасный резервуар. Если поезд разорвется, то междувагонные рукава разъединятся, воздух выйдет из воздухопровода, все тройные клапаны придут в действие, и произойдет торможение. В таком положении поршень K останется при сильном понижении давления в воздухопроводе (ок. 1,5 *atm*), т. е. при большом выпуске воздуха; при меньшем же понижении давления в магистрали давление в запасном резервуаре B упадет ниже давления в магистрали, до уравнения давления в B и цилиндре C. Как только давление в B и по правую сторону поршня K станет немного меньше давления в магистрали и по левую сторону поршня K, этот последний станет двигаться вправо и займет положение, показанное на фиг. 5, полож. 3, перекрывая золотником канал 2, т. е. разобщит запасный резервуар с тормозным цилиндром. Давление во втором останется меньшим, чем в первом, и поэтому произойдет неполное торможение. Такое изменение понижения давления выпуском воздуха малыми порциями можно произвести несколько раз и этим сделать торможение постепенным, вернее ступенчатым. Оттормаживание постепенным сделать нельзя, можно лишь полностью оттормозить, после чего вновь тормозить, выждав время, необходимое для зарядки запасного



Фиг. 5. Схема тройного клапана: *1* — отпуск, после отпуска и зарядка, *2*—торможение и после полного торможения, *3* — после неполного торможения.

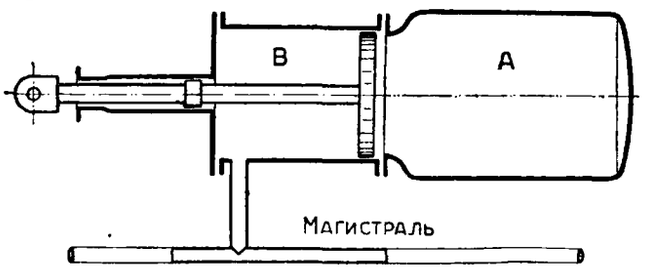
резервуара. Тормозное устройство по такой схеме может успешно действовать лишь в коротких поездах. При большой длине поезда, вследствие медленного распространения понижения давления по магистрали, действие тормозов задних вагонов замедляется. Для устранения этого недостатка в систему был введен Вестингаузом скородействующий тройной клапан, отличающийся от простого тройного клапана тем, что он при понижении давления в магистрали не только пропускает воздух из запасного резервуара в цилиндр, но также дает дополнительный выпуск воздуха из магистрали в цилиндр; этим усиливается быстрота распространения волны понижения давления вдоль магистрали, т. е. ускоряется вступление в действие тормозов следующих вагонов.—Стандартное оборудование тормоза Вестингауза (фиг. 6) состоит:



Фиг. 6. Схема расположения приборов тормоза Вестингауза.

1) из паровоздушного насоса с регулятором давления (на 7 *atm*); 2) крана машиниста; 3) скородействующих тройных клапанов с запасными резервуарами и тормозными цилиндрами под вагонами; 4) воздухопроводной магистрали из железных труб с резиновыми междувагонными рукавами и концевыми кранами и 5) кондукторских стоп-кранов в вагонах для экстренного торможения. А. т. Вестингауза останавливает поезд из 6 вагонов со скорости 90 *км/ч* на расстоянии 300—400 *м* и вполне пригоден для коротких пассажирских поездов, но начинает выявлять недостатки при длинных пассажирских поездах и мало удобен для товарных поездов. Недостатки эти следующие: 1) Невозможность постепенного или ступенчатого отпуска; при полном отпуске длинного поезда, когда голова поезда уже оторможена, хвост еще заторможен, — это ведет к оттяжкам и разрывам поездов; при ступенчатом медленном отпуске это не столь опасно. Коэфф. трения между тормозной колодкой и колесом зависит от относительной угловой скорости последнего; при остановке этот коэфф. равен 0,33, а при скорости 90 *км/ч*—0,074, т. е. в 4½ раза меньше. Поэтому сильный тормоз при остановке так крепко схватывает колеса, что они перестают вращаться и получают выбоины. Для предотвращения этого необходимо при уменьшившейся скорости ослабить тормоза, что можно сделать лишь постепенным ступенчатым отпуском. 2) Слабое действие или даже отказ от работы при нескольких повторных заторможениях и отпусках, что происходит вследствие ограниченности запаса воздуха в главном резервуаре и медленности пополнения запасных резервуаров. 3) Истощимость тормоза: при спуске на горных дорогах с длинных крутых уклонов поезд все время должен находиться в заторможенном состоянии, между тем как потери через разные неплотности постепенно ослабляют тормозную силу, которую нельзя пополнить свежим воздухом, не переведя тормоз в оттормаживающее положение. Этого, однако, сделать нельзя, ибо, как только начнется отпуск, скорость поезда немедленно достигнет опасных размеров. Для избежания этого на горных дорогах применяются двойные тормоза, представляющие комбинацию автоматического и неавтоматического тормозов с двумя отдельными воздухопроводами, при чем спуск с длинных уклонов происходит на неавтоматическом тормозе (системы Генри-Вестингауза).

Следующим усовершенствованием А. т. было применение двукамерного тормозного цилиндра, предложенного в 80-х годах Карпентером. Схема такого цилиндра представлена на фиг. 7. Он состоит из двух камер, рабочей *A* и передней *B*, непосредственно соединяющейся с магистралью. Магистраль и передняя камера заряжаются воздухом в 5 *atm*. Из передней камеры *B* воздух, обходя вокруг поршневого воротника, перетекает в рабочую камеру *A*, в которой

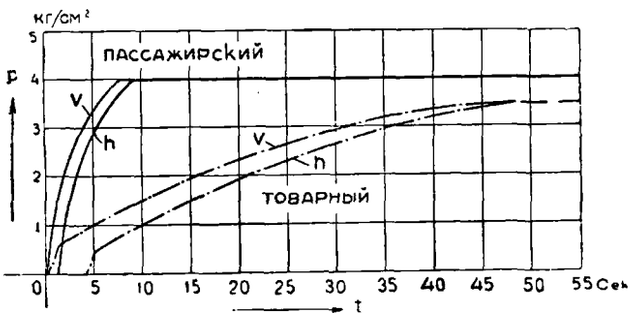


Фиг. 7. Схема двукамерного тормоза.

устанавливается то же давление. Когда при торможении (так же, как и в однокамерном тормозе) понижается давление в магистрали, понижается также давление и в передней камере *B*. Под действием избытка давления в камере *A*, из к-рой воздух никуда уйти не может, поршень продвигается вперед и нажимает колодки. Тормозное усилие может быть повышаемо постепенно (ступенями) и достигает своего максимума, когда воздух из магистрали и передних камер целиком уходит наружу. Для отпуска тормоза воздух снова должен быть впущен в магистраль и передние камеры. Разность

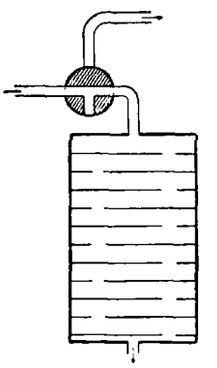
давлений по обе стороны поршня уменьшится, отчего уменьшится давление на колодки. Т. о. отпуск тоже может происходить ступенями. Полный отпуск наступает тогда, когда давление в передних камерах будет доведено до 5 *atm*. Однако, несмотря на такие принципиальные преимущества этого тормоза, он не получил распространения вследствие двух причин: 1) большого расхода воздуха и 2) продолжительного времени для выпуска воздуха, т. е. медленного торможения.

Начиная с 1909 г. во всех европейских странах начались работы по исследованию применимости существующих систем автотормозов для обслуживания товарных поездов, *при чем выяснилось, что в европейских* условиях, при длинных поездах, состоящих на 30% из тормозных вагонов и имеющих слабую сквозную (неупругую) стяжку, автотормоз должен обладать иными свойствами сравнительно с пассажирским типом. Он должен обладать: 1) Свойством легкой регулировки действия тормозом, т. е. постепенным нажатием и постепенным отпуском, чтобы предотвращать явления набега и отдергивания хвоста во избежание разрывов поезда. Если сравнить диаграммы давления в тормозном цилиндре первого и последнего вагонов (фиг. 8, левые кривые— возрастание давления в первом вагоне, а правые — в последнем), то очевидно, что в тормозах пассажирских поездов первый вагон уже сильно тормозится, когда в последнем вагоне действие тормоза только еще началось. Вследствие этого задние вагоны набегают на передние, что в дальнейшем ведет к отдергиванию и разрыву поезда.



Фиг. 8. Диаграмма давлений пассажирского и товарного тормозов: *v*—первый вагон, *h*—последний вагон.

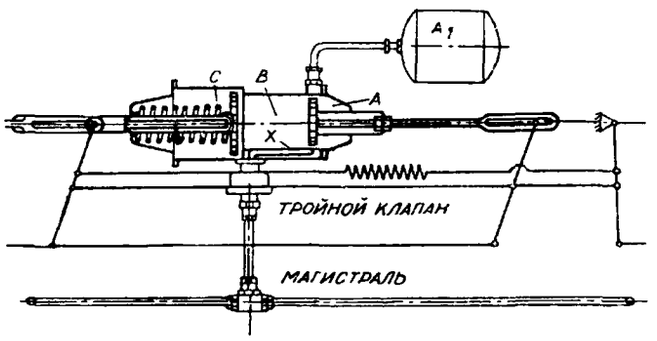
Для ослабления этого явления тройные клапаны товарных поездов имеют каналы для наполнения тормозных цилиндров с весьма малым сечением, что позволяет наполнять цилиндры значительно медленнее, чем у пассажирских тормозов, и потому распространение торможения по длинному поезду происходит достаточно плавно (пунктирная кривая диаграммы фиг. 8). 2) Неистощимостью, особенно на участках с длинными крутыми уклонами. 3) Двумя режимами — «груженым» и «порожним». Вес груженого товарного вагона в среднем в 3½ раза больше веса порожнего, поэтому если нажатие тормозных колодок будет соответствовать весу груженого вагона, то при следовании вагона порожним давление колодок будет больше давления от колес на рельсы, колеса заклинятся и не будут вращаться; если же давление колодок будет соответствовать весу порожнего вагона, то при следовании груженого вагона не будет использована возможная для него тормозная сила. Стремление использовать возможно бо́льшую тормозную силу имеет особо важное экономическое значение, т. к. дает возможность уменьшить число тормозных вагонов в поезде. В тормозе Вестингауза для удовлетворения первому требованию применяются упомянутые узкие каналы в тройном клапане. Для удовлетворения второму требованию в нем вводится *такого рода приспособление*. Отверстие тройного клапана, сообщающееся с атмосферой, снабжено трубой, имеющей кран и разветвление, одна ветвь которого сообщается с атмосферой, а другая—с особой камерой (фиг. 9) с перегородками, имеющими каждая малое отверстие, с диаметром 0,8 *мм*. При следовании по обычному профилю кран ставится на непосредственное сообщение с атмосферой — «равнинный» режим, и тормоз действует по-обычному; перед спуском же по длинным уклонам кран ставится на камеру — «горный» режим. В этом случае воздух из тормозного цилиндра будет очень медленно (ок. 110 ск.) выходить через малые отверстия камеры, что не даст заметного ослабления торможения в течение определенного срока, во время которого запасные резервуары успеют зарядиться. Наконец, для удовлетворения третьего требования применяются для «груженого» режима два тормозных цилиндра, из которых при «порожнем» режиме один цилиндр выключается. Из описанного видно, что все эти требования удовлетворяются в системе Вестингауза недостаточно полно и притом довольно сложными и не совсем удобными мерами. — После испытаний автоматических тормозов в товарных поездах, произведенных за последние годы, Франция, Польша и Румыния остановились на системе Вестингауза; остальные же страны забраковали эту систему, при чем Германия, Швеция, Дания и Венгрия приняли двукамерный тормоз Кунце-Кнорра, а СССР, Швейцария, Юго-Славия и отчасти Австрия считают необходимым применение новых систем автоматических прямодействующих тормозов, обладающих огромными принципиальными преимуществами.



Фиг. 9. Схема выпускного клапана Вестингауза.

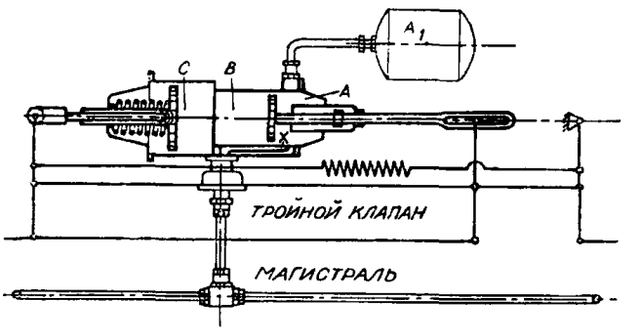
Тормоз Кунце-Кнорра. Этим тормозом оборудованы товарные вагонные парки Германии, Швеции и Дании и, повидимому, будут оборудованы в недалеком будущем вагоны Австрии и Венгрии. Тормоз Кунце-Кнорра, будучи значительно усовершенствованным по сравнению с тормозом Вестингауза, представляет собой развитие идеи двукамерного тормоза системы Карпентера, заключающееся в комбинации однокамерного и двукамерного цилиндров,

и обладает следующ. достоинствами: 1) возможностью ступенчатого отпуска, 2) возможностью повысить тормозную силу груженого вагона примерно на 60% по сравнению с порожним и 3) меньшею истощимостью по сравнению с тормозом Вестингауза при повторных торможениях. Но он имеет много недостатков, главными из к-рых являются: 1) истощимость тормоза на затяжных уклонах, 2) зависимость давления в тормозных цилиндрах от величины хода поршня, 3) крайняя медленность торможения и оттормаживания (полное торможение поезда — ок. 60 ск., столько же и оттормаживание), 4) сложность управления тормозом, 5) сложность устройства тормозных цилиндров и воздухораспределителей. На фиг. 10 изображен тормозной цилиндр системы Кунце-Кнорра, состоящий из отлитых вместе однокамерного и двукамерного цилиндров. Двукамерный цилиндр имеет рабочую камеру A, объем которой несколько увеличен добавочным резервуаром A_1, и переднюю камеру B. В однокамерном цилиндре только камера C участвует в торможении, вторая же его часть, по другую



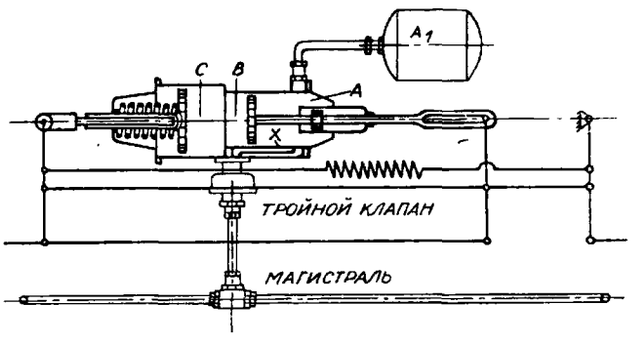
Фиг. 10. Положение тормозных поршней и передачи при отпуске.

сторону поршня, всегда сообщается с атмосферой. На тормозном цилиндре укреплен воздухораспределитель (тройной клапан), в левой стороне к-рого имеется особый переключательный кран, дающий необходимые соединения для получения «порожнего» и «груженого» режима, т. е. для получения меньшего или большего конечного давления тормозных колодок на колеса. При отпущенном тормозе (фиг. 10) оба тормозных поршня находятся в крайнем правом положении; при этом камера B через канал X и воздухораспределитель сообщается с камерой A. Обе камеры наполнены воздухом при 5 atm, камера же C сообщается с атмосферой. При постепенном торможении, т. е. при малых выпусках воздуха из магистрали, сжатый воздух через воздухораспределитель проходит из камеры B в C и передвигает поршень однокамерного цилиндра влево. Обе камеры двукамерного цилиндра при торможении служат запасным резервуаром. Чем больше воздуха выпускается через кран машиниста из магистрали, тем больше перейдет его из B в C и тем сильнее будет действие тормоза. По мере падения давления в B поршень двукамерного цилиндра все дальше продвигается влево. Т. к. при этом объем камеры A все время возрастает, то воздух в A и в добавочном резервуаре A_1 соответственно расширяется. Если прекратить выпуск воздуха из магистрали (при ступенчатом торможении), то переход воздуха из B в C, а также убыль давления в A будут продолжаться только до тех пор,



Фиг. 11. Положение тормозных поршней и передачи при ступенчатом торможении.

пока давление в A станет немногим меньше давления в магистрали. Тогда воздухораспределитель автоматически прекращает приток воздуха из B в C. Тормозные поршни при этом занимают положение, показанное на фиг. 11. При дальнейшем торможении давление в цилиндре C еще возрастет; но поршень цилиндра C не может передвинуться еще дальше влево, т. к. он уже раньше нажал на передачу. Поршень двукамерного цилиндра имеет еще возможность передвинуться влево. Тормозное усилие можно еще увеличивать, пока воздух в A может расширяться и пока правый поршень не упрется в рычажную передачу (фиг. 12). Если переключательный кран поставлен на «порожний» режим, то после ряда торможений давление в B и C уравняется и получится наибольшее торможение, возможное при таком положении переключателя. При положении переключателя на «груженый» режим и уравнении давлений в B и C воздух из B через воздухораспределитель уйдет в атмосферу, тогда как давление в C сохранится полностью. По правую сторону двукамерного поршня начнет действовать давление в A, и поршень начнет давить влево.

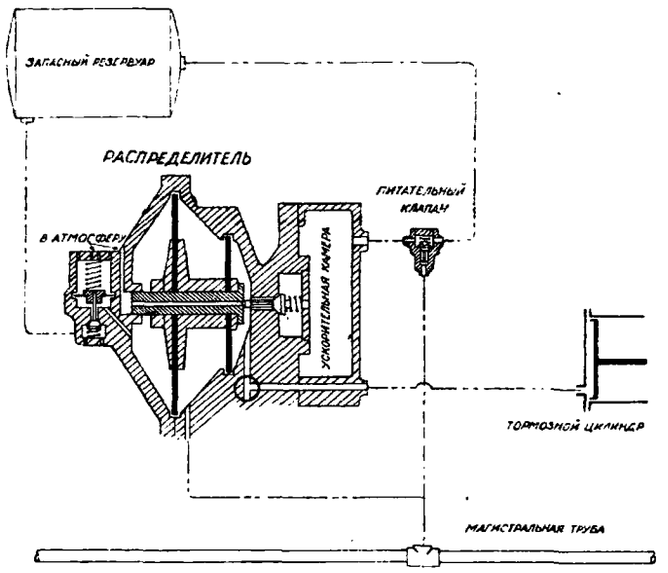


Фиг. 12. Положение тормозных поршней и передачи при полном торможении.

Этим общее тормозное усилие будет повышено на 60% по сравнению с «порожним» режимом.

Автоматические прямодействующие тормоза. Следующее усовершенствование тормозов было внесено системой автоматических прямодействующих тормозов, представляющих собою значительный шаг вперед по сравнению со всеми другими

усовершенствованиями старых систем. Основное усовершенствование заключается в применении воздухораспределителя, построенного на равновесии не двух давлений (магистрали и запасного резервуара), как в старых системах, а трех давлений (магистрали, тормозного цилиндра и особой камеры постоянного давления). Для уяснения принципа действия представим себе воздухораспределитель (фиг. 13), состоящий из трех камер, отделенных друг от друга гибкими диафрагмами: левая камера всегда имеет определенное постоянное давление, средняя — сообщается с магистралью и правая — сообщается с тормозным цилиндром. Обозначим площадь левой



Фиг. 13. Схема однорежимного воздухораспределителя тормоза Казанцева.

диафрагмы через Ω, а правой через ω; силы, действующие направо, знаком +, а силы, действующие налево, знаком —. Тогда равновесие системы можно выразить следующим уравнением: $C\Omega - M\Omega + M\omega - T\omega = 0$, где C — давление (в *кг/см²* или в *atm*) в левой камере, M — давление в средней и T — давление в правой камере. Отсюда $T = \frac{\Omega}{\omega} C - \frac{\Omega}{\omega} M + M$. Если соотношение площадей $\frac{\Omega}{\omega}$ выбрать равным 4, то

$$T = 4C - 4M + M = 4C - 3M. \qquad (1)$$

Давление в левой камере получим из рассмотрения равновесия системы во время отпуска, когда давление в магистрали будет равно 6 *atm* абс., а в тормозном цилиндре 1 *atm* абс.; тогда из ур-ия (1)

$$C = \frac{3M + T}{4} = \frac{19}{4} = 4{,}75 \text{ atm абс.}$$

и ур-ие (1) примет вид:

$$T = 19 - 3M, \qquad (2)$$

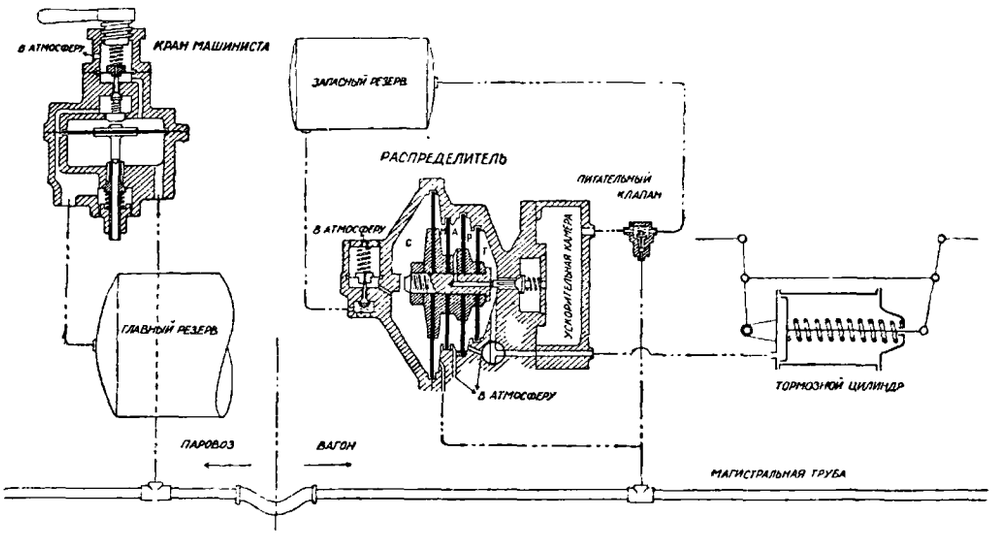
т. е. $T = f(M)$. Это означает, что давление в тормозном цилиндре является функцией от давления в магистрали, т. е. любому давлению магистрали будет соответствовать свое определенное давление в тормозном цилиндре; это свойство дает возможность иметь любое ступенчатое торможение и любой ступенчатый отпуск. Другое основное свойство — неистощимость тормоза, т. е. его питание во время процесса торможения, обеспечивается тем, что при тормозном давлении в магистрали в 6 *atm* абс. при отпущенных тормозах наименьшее давление в магистрали при максимальном торможении назначается в 4,8 *atm* абс.; тогда максимальное давление в тормозном цилиндре будет, из ур-ния (2), равно

$$T = 19 - 3M = 19 - 14{,}4 = 4{,}6 \text{ atm абс.},$$

т. е. M (4,8 *atm* абс.) $> C$ (4,75 *atm* абс.) $> T$ (4,6 *atm* абс.).

Следовательно, при торможении давление в магистрали всегда будет больше давления в цилиндре, а потому воздух всегда будет иметь возможность перетекать из магистрали в цилиндр, пополняя утечки. Это свойство делает тормоз прямодействующим, а следовательно, и неистощимым. В этих тормозах легко осуществляется применение двойного режима — «груженого» и «порожнего»; для этого воздухораспределитель разделен диафрагмами не на 3, а на 5 камер (добавляется «атмосферная» камера и «режимная»); переключением этих камер получаются разные зависимости давлений между магистралью и тормозным цилиндром. Так, при понижении давления в магистрали с 6 до 4,8 *atm* абс. давление в тормозном цилиндре получается для «груженого» режима 4,6 *atm* абс., для «порожнего» режима 2,3 *atm* абс., т. е. действительное давление при груженом режиме получается на 100% выше, чем при порожнем, тогда как в тормозе Кунце-Кнорра превышение равняется всего 60%. — По такому принципу построены тормоза: Казанцева, Матросова (СССР), Дрольсхаммера (Швейцария), Божича (Юго-Славия) и Американской компании прямодействующих тормозов, но, конечно, в совершенно различной конструктивной разработке. Схема воздухораспределителя Казанцева приведена на фиг. 14. Камера T, кроме тормозного цилиндра, может сообщаться с источником сжатого воздуха (запасным резервуаром и магистралью) или с атмосферой. Это зависит от положения стержня, на котором собираются все диафрагмы, и клапана в ускорительную камеру. При понижении давления в магистрали равновесие системы нарушается, и вся система со стержнем передвигается вправо, толкая вместе с собой также клапан и открывая впуск воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр. Т. к. с повышением давления в тормозном цилиндре повышается давление в камере T, то при некоторой величине давления в цилиндре система вновь вернется в положение равновесия, и клапан закроет впуск воздуха в цилиндр. При повышении давления в магистрали (и в камере M) система передвигается влево; стержень отойдет от конца клапана, закрывающего канал в стержне, и через этот канал откроется сообщение между T и камерой A, соединенной с атмосферой; воздух из цилиндра через T и A выйдет в атмосферу и произведет оттормаживание. Схема конструкции крана машиниста показана на фиг. 14. Тормоз системы Казанцева

принят как стандартный для дорог СССР, и им предположено переоборудовать весь товарный, а впоследствии и пассажирский



Фиг. 14. Схема расположения приборов двухрежимного тормоза Казанцева.

подвижные составы. В настоящее время (1927 г.) Закавказские дороги работают на двухпроводном тормозе Казанцева, а на Северных, Южных, Донецких, Екатерининской и Средне-Азиатской жел. дор. однопроводной системой Казанцева снабжаются маршрутные товарные поезда внутреннего сообщения. В 1925 г. на Сурамском и Джаджурском перевалах Закавказских дорог, представляющих уклоны длиной: на Джаджурском перевале 70 верст, а на Сурамском перевале 30 верст, крутизной от 28‰ до 15‰, были произведены сравнительные испытания в товарных поездах тормозов Кунце-Кнорра и однопроводного — Казанцева. Эти испытания показали все преимущества системы автоматических прямодействующих тормозов (Казанцева) перед двукамерными тормозами (Кунце-Кнорра). Насколько управление первыми было легко и просто, настолько управление вторыми требовало большого искусства и внимания. При этом поезд на тормозах Казанцева точно соблюдал предписанные скорости, а поезд на тормозах Кунце-Кнорра (ведомый германскими инструкторами) шел со скоростями, значительно отклонявшимися от предписанных.

Хозяйственное значение введения автотормозов на товарном подвижном составе. Помимо повышения безопасности движения, введение автотормозов увеличивает скорости движения поездов, а следовательно, улучшает обороты паровозов и вагонов, т. е. усиливает использование подвижного состава. Основное же хозяйственное значение — это уменьшение числа обслуживающего поезд персонала. По данным германских дорог, число кондукторов на поезд — при ручном торможении 6,75 чел.— уменьшилось после введения автотормозов до 3,75 чел., т. е. получилась экономия в персонале в 40%. Это составляет столь значительное сбережение в расходах, что издержки по введению тормозов покрываются этими сбережениями через пять лет.

В настоящей статье не описаны вакуумтормоза, в виду их малого распространения (некоторые дороги Англии и Австрии), а также электропневматические тормоза, вследствие малой вероятности широкого их применения на жел. дор.

Лит.: Труды Научно-технического комитета НКПС, выпуск 9—Непрерывные тормоза для товарных поездов, Москва, 1925; Егорченко В. Ф., Тормоз Кунце-Кнорра для товарных поездов, в ряду других систем товарных тормозов, М., 1925; Видеман и Курт, Тормоза Кунце-Кнорра для товарных поездов для германских ж. д., Берлин, 1925; Тормозная комиссия НКПС, Двухпроводный тормоз системы Ф. П. Казанцева. Схема расположения, М., 1925; Бюро по тормозам при ЦУЖЕЛ'е. Однопроводный тормоз Казанцева, М., 1927; Подробный указ. литературы по непрерывным тормозам дан в выпуске 9 Трудов Научно-технич. комитета НКПС, Москва,1925; Glenn C., The Air Brake Inspector's Handbook, N. Y., 1924; Locomotive Cyclopedia, N. Y., 1925, p. 774—852; Car Builder's Cyclopedia, N. Y., 1925, p. 827—956.

П. Красовский.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕГРАФ, см. *Телеграф.*

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ, оружие, в котором развиваемое при выстреле давление пороховых газов утилизируется не только для выбрасывания пули, но и для перезаряжания, т. е. для открывания затвора, выбрасывания гильзы, взведения боевой пружины, введения нового патрона в патронник и закрывания затвора; при этом стреляющий должен только прицеливаться, нажимать на спусковой крючок и наполнять магазин новыми патронами. Первая идея о таком оружии возникла более 70 лет тому назад. В 1854 г. Генрих Бессемер взял патент на заряжаемую с казны пушку, снабженную унитарным патроном, затвор к-рой открывался после выстрела автоматически, давлением пороховых газов. Первый проект автоматического ружья появился в 1863 г., когда американец Регул Пилон взял патент на ружье со скользящим назад после выстрела затвором, который затем взведенной отдачей пружиной вновь продвигался вперед в свое первоначальное положение. В 1866 г. англ. инж. Жозеф Куртис построил автоматическое многозарядное ружье с вращающимся барабанным магазином; отдача при выстреле, вместе с работой сжимаемых отдачей пружин, производила автоматическое открывание, заряжание и закрывание затвора. Первое практическое применение как А. о. имела изобретенная в 1883 г. Максимом автоматическая пушка, к-рая была введена на вооружение в нек-рых армиях; затем разработка А. о. сделала значительные успехи лишь в конце прошлого столетия, когда был сконструирован пулемет Максима; громадное боевое значение его подтвердилось опытом войн: англо-бурской и русско-японской. С тех пор во всех государствах стали вестись энергичные опыты по разработке А. о. В настоящее время, после опыта мировой войны, А. о. в виде пулеметов станковых и ручных, автоматов, автоматических винтовок и пушек стало постепенно вытеснять прежнее вооружение.

Классификация А. о., разработанная В. Федоровым, может быть представлена в следующем виде.

I. Действие давления пороховых газов через дно гильзы на затвор, использование отдачи.

1. Отдача затвора. Системы с неподв. стволом, работающие непоср. давлением порох. газов на затвор.

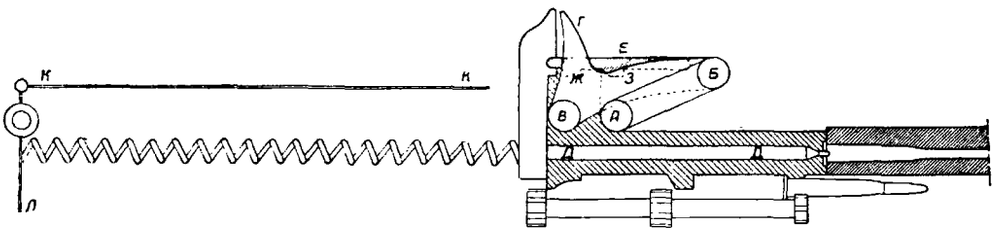
А. Системы без сцепления затвора. Автопистолет Браунинга: затвор прилегает к заднему обрезу лишь под давлением спиральной пружины, упирающейся одним концом в неподвижный каркас пистолета, а другим в особую трубку, соединенную с подвижным кожухом; при выстреле давление пороховых газов через дно гильзы отбрасывает затвор назад, происходит экстрактирование гильзы, взведение курка и сжимание пружины, к-рая возвращает кожух в первоначальное положение; эта система применима г. о. для образцов оружия с небольшим давлением пороховых газов, а также с короткими стволами, где пуля быстро покидает ствол; главная выгода их — простота устройства.

Б. Системы с вкладышем, задерживающим отбрасывание затвора. Система Томсона: стремление несколько задержать отбрасывание затвора для того, чтобы его открывание могло произойти лишь в тот момент, когда пуля покинет канал ствола, имело следствием появление образцов оружия с различными задерживающими затвор приспособлениями, основанными на трении; в системе Томсона между затвором и опорной плоскостью коробки помещается бронзовый вкладыш, выдвижение которого при выстреле вверх под действием давления газов через дно гильзы на обрез затвора и задерживает его отбрасывание назад (фиг. 1).



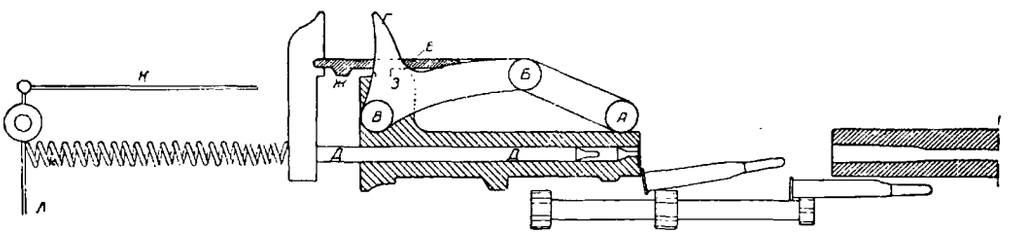
Фиг. 1. Схема автоматического пистолета системы Томсона.

В. Системы с сцеплением затвора, чтобы задержать быстрое открывание ствола, делятся на две подгруппы: а) С сцеплением помощью боевых выступов (винтовка Манлихера): затвор сцеплен со ствольной коробкой помощью боевых выступов, входящих при повороте в кольцевой паз на ствольной коробке, подобно сцеплению в 3-лин. винтовке обр. 1891 г., с тем лишь отличием, что эти пазы делаются наклонными; благодаря такому устройству, при выстреле, под действием давления пороховых газов на затвор, происходит самооткрывание затвора со скольжением боевых выступов по наклонным пазам коробки (скольжение и задерживает несколько отбрасывание затвора при выстреле). б) С рычажным сцеплением (пулемет Шварцлозе, фиг. 2 и 3): ствол закрыт затвором *ДД*, сцепленным с коробкой, в к-рой он движется, в месте *А* при помощи двух шарнирных тяг *АБ* и *БВ*; давление пороховых газов через дно гильзы на затвор стремится отбросить его назад; т. к. ось шарнира *А* соединена с неподвижным коробом пулемета, то одновременно с движением затвора начинается разворачивание тяг; сжатая возвратная пружина возвращает затем затвор в первоначальное положение.



Фиг. 2. Схема пулемета системы Шварцлозе.—Положение частей при закрытом затворе и спущенном ударнике.

Из всех описанных выше задерживающих приспособлений, наличие шарнирных тяг в пулемете Шварцлозе представляет наиболее действительное средство. Системы с неподвижным стволом, имеющие сцепление затвора, обладают тем существенным недостатком, что несмотря на более медленное открывание затвора, гарантирующее безопасность стрельбы, открывание в них начинается одновременно с движением пули по каналу, т. е. еще тогда, когда в патроннике имется нек-рое давление, при чем экстракция гильз в этих системах значительно затруднена. Это обстоятельство вызывает необходимость предварительной смазки патронов, иначе возможны случаи неэкстрактирования гильз: как пулемет Шварцлозе, так и винтовка Манлихера стреляют только смазанными патронами. Для устранения этих недостатков пришлось отказаться от весьма большого преимущества конструкций А. о., а именно — неподвижности ствола, и обратиться к конструированию систем с подвижными стволами, где ствол, ствольная коробка и затвор двигаются совместно, пока пуля не покинет конец ствола.

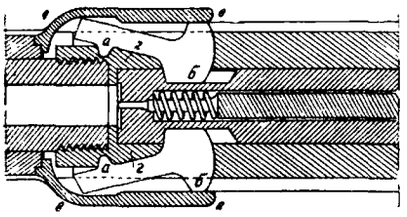


Фиг. 3. Схема пулемета системы Шварцлозе.—Положение после выстрела, затвор в крайнем заднем положении, ударник взведен, пружина сжата.

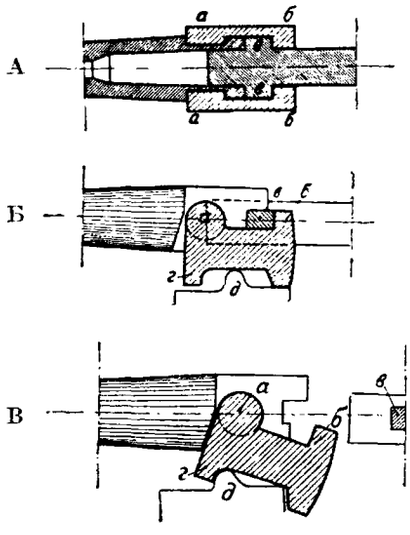
2. Отдача затвора со стволом. Системы, работающие отдачей подвижного ствола.

А. Системы с коротким ходом ствола. 1) Система с прямым движением затвора. а) Сцепление защелками в горизонтальной плоскости. Система Маузера (фиг. 4): система имеет подвижной ствол; сцепление затвора со стволом достигается помощью двух симметрично

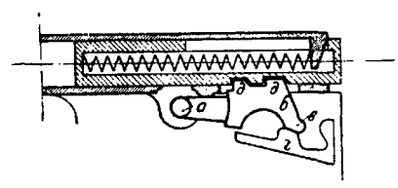
расположенных вращающихся защелок *аб*, задние выступы которых входят в соответствующие выемки затвора; при выстреле давление пороховых газов на дно гильзы отбрасывает затвор назад, а так как последний помощью защелок *аб* сцеплен со ствольной коробкой, то все подвижные части двигаются совместно назад, при чем сжимается возвратная спиральная пружина; это совместное движение продолжается до тех пор, пока передние концы защелок *аб* не коснутся особых скосов неподвижной покрышки *вв*, соединенной с коробом системы; это скольжение по скосу произведет вращение личинок и расцепление затвора от ствольной коробки; по освобождении затвор по инерции будет продолжать свое движение назад, сжимая возвратную пружину и производя все действия, необходимые для перезаряжания. б) Сцепление защелками в вертикальной плоскости. Система Федорова (фиг. 5, Б, А и В): ствол подвижной, имеющий свою возвратную пружину; сцепление затвора со стволом достигается помощью двух личинок *аб*, симметрично расположенных в вертикальной плоскости; эти личинки в передней своей части имеют круглые выступы *а*, входящие в соответствующие круглые же выемки на боковых поверхностях ствола; благодаря этим выступам личинки могут вращаться, как это видно из чертежей; на задних своих оконечностях личинки имеют загнутые вверх выступы *б*, удерживающие выступающие цапфы затвора *в*; при выстреле давление газов на затвор стремится отбросить его назад, а т. к. он сцеплен со стволом помощью личинок, то все подвижные части — ствол, личинки, затвор — приходят в движение назад; это совместное движение происходит до тех пор, пока особые крючки личинок *г*, находящиеся на нижних их плоскостях, не упрутся о неподвижные уступы *д* коробки системы, произведя вращение личинок и расцепление затвора от ствола, как это видно из фиг. 5, В; под влиянием приобретенной живой силы затвор продолжает свое движение, сжимая возвратную пружину. Система Маузера (фиг. 6а и 6б): сцепление затвора со ствольной коробкой достигается помощью одной личинки *аб*, расположенной в вертикальной плоскости; личинки могут вращаться около оси *а*, проходящей через подвижную при выстреле ствольную коробку, как это видно из сравнения двух фиг.; сцепление производится помощью двух выступов *дд*, проходящих через отверстие ствольной коробки в соответствующие выемки затвора; нижний носик личинки *в* опирается при этом на скос *г* неподвижного короба системы; при выстреле давление пороховых газов отбрасывает затвор; т. к. затвор сцеплен личинкой со ствольной коробкой, то эта последняя вместе с ввинченным в нее стволом двигается назад; это происходит до тех пор, пока носик личинки *в*, скользя по наклонному скосу *г*, не упрется в уступ неподвижного короба; при этом движении произойдет вращение личинки и расцепление затвора от ствола; под влиянием приобретенной живой силы затвор будет продолжать свое движение, сжимая затворную пружину. Подобное же сцепление нижней защелкой осуществлено и в системе Манлихера. в) Сцепление рычажное. Пулемет Максима (фиг. 7): система имеет подвижной ствол, соединенный с двумя продольными пластинами особой рамы, между к-рыми помещается замок *аб*, запирающий ствол, мотыль *в* и шатун *гд*; все три части соединены между собой шарнирами *в*, *г*, *д*, при чем последний шарнир проходит через заднюю оконечность пластин рамы и соединен с шатуном неподвижно, т. е. так. обр., что если эта ось повернется, то должен повернуться и сам шатун; на эту ось с правой ее стороны насажена рукоятка *еэж*, опирающаяся задним концом *ж* на ролик *з*; к рукояти помощью цепочки прикреплен задний конец спиральной пружины, работающей на растяжение, передний же ее конец прикреплен к неподвижному коробу системы. При выстреле пороховые газы стремятся отбросить замок назад, но т. к. он соединен помощью мотыля и шатуна с рамой пулемета посредством оси *д*, при чем средняя ось *г* расположена несколько выше двух крайних осей *д* и *в*, прилегая в то же время сверху к особой стенке,—то первоначально эти части, т. е. мотыль, шатун и замок, сохраняют свое положение, к-рое они имели перед выстрелом, и отхо-



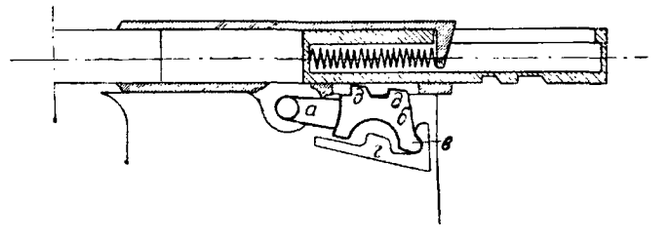
Фиг. 4. Схема винтовки системы Маузера.



Фиг. 5. Схема винтовки системы Федорова. А — горизонтальный разрез при положении до выстрела, Б — вертикальный разрез личинок до выстрела, В — вертикальный разрез личинок в момент расцепления личинок от ствола.

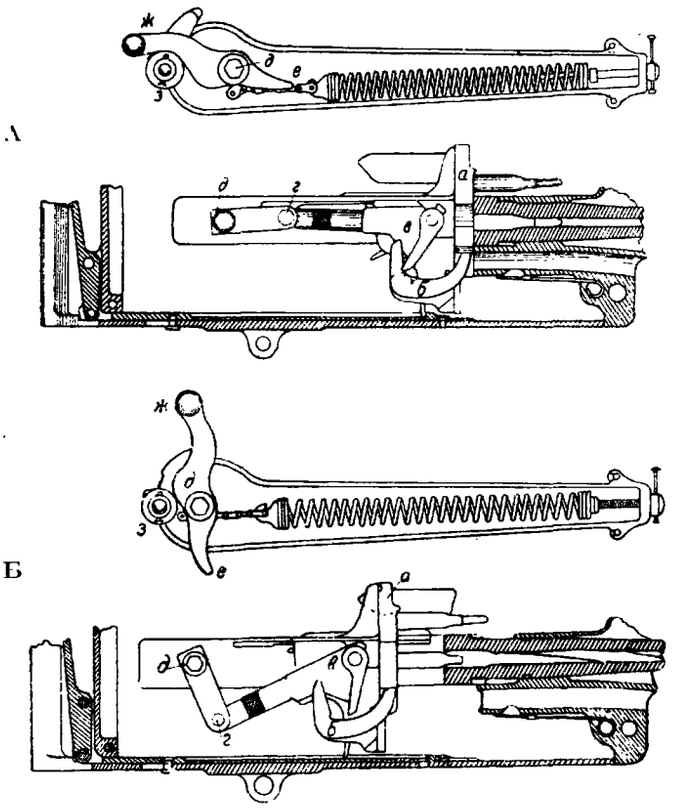


Фиг. 6а. Схема автоматического пистолета системы Маузера.—Положение до выстрела.



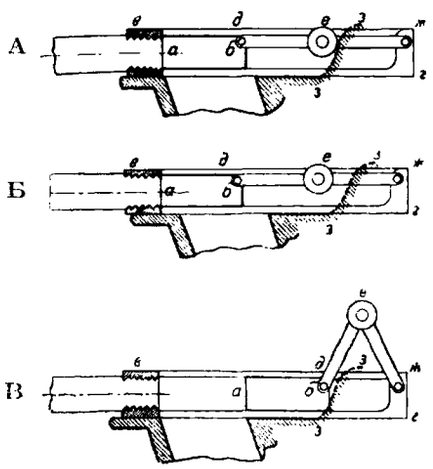
Фиг. 6б. То же.—Положение после выстрела.

дят вместе назад, двигая за собой и раму, а следовательно и соединенный с ней ствол; это происходит до тех пор, пока рукоятка *еж*, сидящая на оси *д*, не надвинется на ролик *з*, как это показано на фиг.; враще-



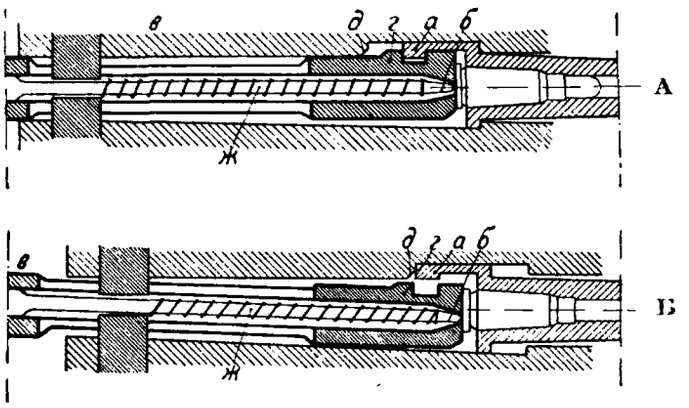
Фиг. 7. Схема пулемета системы Максима: А—положение при закрытом затворе, Б—положение при экстрактировании гильзы.

ние рукоятки вызовет, в свою очередь, вращение оси *д*, а следовательно и шатуна *гд*—все части придут в положение Б; замок при этом получит ускоренное по сравнению с рамой и стволом движение, он откроет ствол, и гильза будет выброшена



Фиг. 8. Схема автоматического пистолета Борхардта - Люгера: А—положение до выстрела, Б—положение при начале открывания затвора, В — положение после выстрела.

из патронника; из крайнего положения подвижных частей растянутая возвратная пружина возвратит затем все части в первоначальное положение; так как подвижные части в этой системе очень массивны, то для увеличения силы, отбрасывающей их назад, к системе приспособлен надульник, идея действия к-рого заключается в том, что пороховые газы, выбрасываемые из ствола вслед за пулей, действуют на передний обрез дульного среза и увеличивают скорость отбрасывания назад ствола, рамы и других подвижных частей. Система Борхардт-Люгера (фиг. 8): затвор *аб* сцеплен со ствольной коробкой *вг* помощью двух шарнирных планок *де* и *еж*; средний шарнир *е* расположен несколько ниже двух крайних; благодаря такому расположению, давление пороховых газов при выстреле отбрасывает затвор назад вместе с шарнирными планками и со ствольной коробкой; это совместное движение происходит до тех пор, пока ролики, сидящие на среднем шарнире *е*, не коснутся особой наклонной плоскости *зз*, разделанной на неподвижной коробке системы; скольжение роликов по наклонной плоскости вызовет свертывание

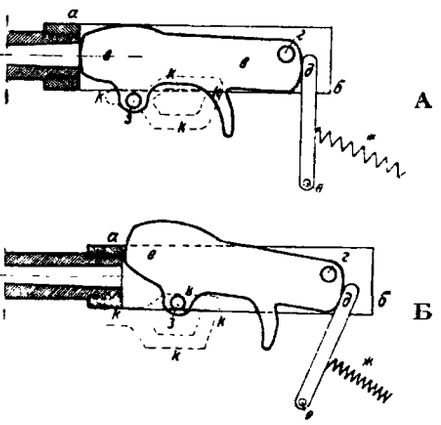


Фиг. 9. Схема автоматического пистолета Бергмана: А—положение при закрытом затворе, Б—положение при начале открывания затвора.

шарниров и ускоренное движение затвора, при чем стреляная гильза будет экстрактирована; при движении назад ствольной коробки сжимается особая возвратная пружина (не показанная на фиг.), к-рая возвращает затем подвижные части в первоначальное положение.

2) Системы с поворотом затвора. В первоначальных образцах А. о. с подвижным при выстреле стволом некоторыми конструкторами применялись системы с поворотом затвора (Токарев, 1-го образца). Такие системы имели то существенное неудобство, что рукоятка затвора поворачивалась вверх перед глазом стрелка и затрудняла спокойное прицеливание; в настоящее время они не применяются.

3) Системы с перемещающимся в сторону затвором. Система Бергмана (фиг. 9, А и Б): имеет подвижной ствол с особым отростком, выступ к-рого *а* входит в соответствующую выемку затвора *бв*; затвор может несколько перемещаться

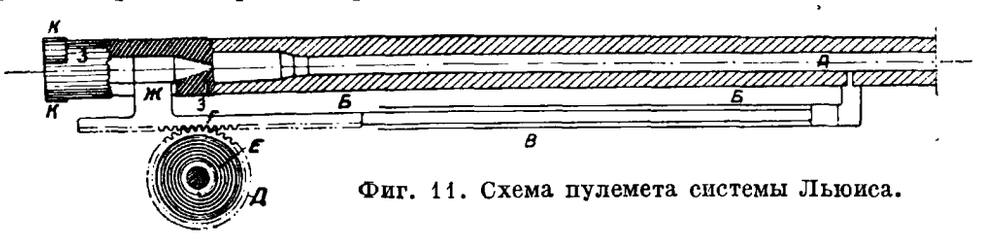


Фиг. 10. Схема пулемета системы Мадсена: А—положение при закрытом затворе, Б—положение при открытом затворе.

в горизонтальной плоскости, отходя от выступа *а* вправо и тем расцепляясь от ствола; это перемещение происходит при выстреле под действием отдачи, когда подвижные части, ствол и затвор, отбрасываются

давлением пороховых газов назад; при этом движении наклонная плоскость затвора *г* наскакивает на наклонную же плоскость *д* неподвижного короба, производя перемещение затвора вправо и освобождая его от ствола, при чем дальнейшее движение сжимает возвратную пружину *жс*.

4) Системы с качающимся затвором. Система Мадсена (фиг. 10, А и Б): ствол подвижной, ввинченный в ствольную коробку *аб*; затвор *вв*, качающийся в вертик. плоскости около оси *г*; на затвор давит рычаг *де*; под действием пружины *жс* особый шип затвора *з*, расположенный с правой его стороны, входит в паз *кккк*, простроганный в неподвижном коробе. При выстреле пороховые газы отбрасывают затвор назад, а вместе с ним и ствольную коробку, которая соединена с затвором осью *г*; при этом сжимается возвратная пружина *жс*; при движении затвора назад, вследствие скольжения его шипа *з* по наклонным и продольным пазам *кккк*, происходит качательное движение затвора в вертикальной плоскости, с открыванием ствола и выбрасыванием стреляной гильзы вниз.



Фиг. 11. Схема пулемета системы Льюиса.



Б. Системы с длинным ходом ствола. Кроме описанных выше систем с коротким откатом ствола, длина хода которого рассчитана лишь на время прохода пули по каналу ствола, имеются еще некоторые системы с длинным откатом, достигающим длины патрона. Системы эти отличаются большей громоздкостью и большим весом и в настоящее время уже признаются устаревшими.

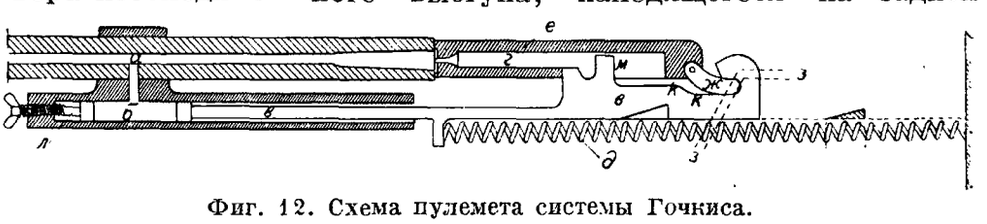
3. Отдача всего оружия. Системы с неподвижным стволом, работающим отдачей всего оружия.

Системы с ползуном и отбрасыванием затвора остающимся давлением газов. Система Маузера: затвор представляет собою брусок, подпираемый сзади двумя симметрично расположенными личинками, упирающимися передними концами в задний обрез затвора, задними же в соответствующие края ствольной коробки; для возможности расцепления затвора необходимо развести эти личинки в стороны, при чем затвор будет отброшен назад остающимся в патроннике давлением пороховых газов; при выстреле, при отдаче всей винтовки назад, ползун по инерции стремится остаться на месте, т. е. по отношению к винтовке получается движение ползуна вперед, к-рое, благодаря наличию наклонных пазов, и разводит личинки, освобождая затвор; отброшенный затвор сжимает как возвратную, так и боевую пружины. Для первого открывания затвора необходимо предварительное движение ползуна вперед для разведения личинок, а затем уже отведение затвора назад.

II. Действие частичного давления пороховых газов на специальные детали системы.

1. Системы с неподв. стволом, работ. давлением порох. газов, отводимых через поперечный канал в стволе.

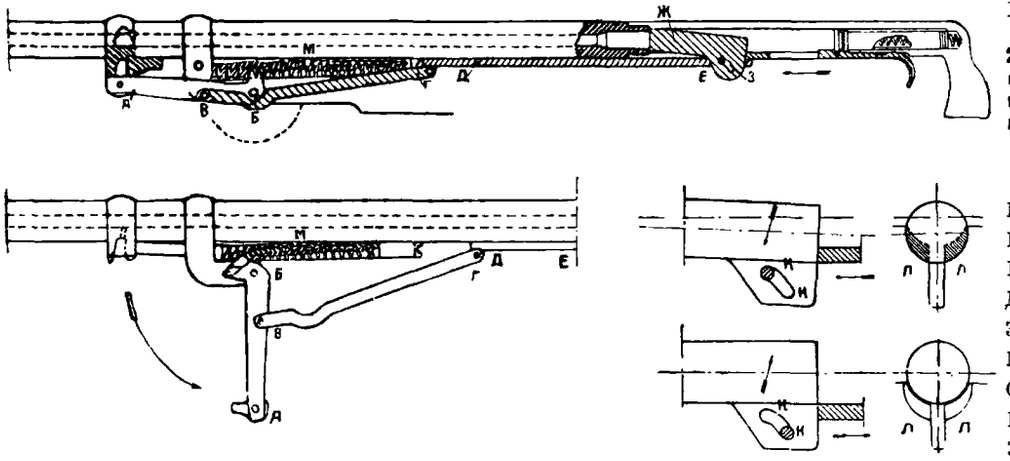
А. Системы с поршнем, двигающ. на всю длину затвора. Система Льюиса (фиг. 11): при выстреле часть пороховых газов, следующих за пулей, устремляется через боковой канал *А*, разделанный в стенке ствола, в подствольную трубку *ББ* и отбрасывает двигающийся в ней поршень *В*; поршень представляет собою одно целое с зубчатой рейкой *Т*, зубцы к-рой сцеплены с зубчатым колесом *Д*; внутри колеса помещена пластинчатая пружина *Е*, работающая на кручение; на задней конечности рейки *Г* сверху помещен ударник *Ж*; ударник входит через наклон. паз *ИИ* в затвор *ЗЗ*, представл. собою цилиндрический брусок и имеющий боевые выступы *КК*, заходящие при повороте затвора в соответствующие выемки в коробке пулемета; отбрасывание поршня назад через посредство отбрасываемой зубчатой рейки *Г* вызовет вращение зубчатого колеса *Д* и взведение пружины *Е*; кроме того, прямолинейность движения рейки с движением ударника, входящего в наклонный паз *ИИ* затвора *ЗЗ*, вызывает поворот затвора и выход его боевых выступов из выемок ствола — затвор расцепляется от коробки и отбрасывается назад под действием продолжающегося движения поршня; закрученная пружина *Е* возвращает рейку и затвор в первоначальное положение, при чем движение ударника по наклонному пазу поворачивает затвор и сцепляет его с коробкой. Пулемет Гочкиса 1-го образца (фиг. 12): пороховые газы, следующие за пулей, через канал *аб* поступают в особую газовую камору, в к-рой двигается поршень *вв*, производя его отбрасывание назад и сжатие спиральной возвратной пружины *д*; сцепление его затвора *е* производится помощью особой, могущей вращаться, планки *жс*; эта планка *жс* передним концом шарнирно соединена с задней оконечностью затвора; задний конец планки входит в отверстие крючкообразного выступа, находящегося на задней оконечности поршня; особая боковая цапфа планки *жс*, кроме того, входит в наклонный паз *зз*, простроганный в неподвижном коробе пулемета, паз этот переходит затем в продольный; при выстреле затвор не м. б.



Фиг. 12. Схема пулемета системы Гочкиса.

отброшен, он сцеплен планкой *ж* с коробкой; открывание затвора может произойти лишь при движении поршня назад, когда крючкообразный выступ несколько отойдет назад, имея следствием: 1) выход заднего конца планки *ж* из отверстия, 2) вращение ее, благодаря наличию скоса *жк* поршня, и 3) расположение боковой ее цапфы на продолжении продольного паза *зз*; при окончании этого первоначального, необходимого для расцепления, движения, выступ поршня *м* упирается в срез затвора и отбрасывает его назад, при чем происходит дальнейшее сжатие возвратной пружины *д*; для усиления действия газов объем газовой каморы может быть увеличен или уменьшен помощью регулятора *л*.

Б. Системы с поршнем, производящие толчок, к-рый отбрасывает затвор на всю длину. Пулемет Кольта (фиг. 13): пороховые газы, следующие за пулей, устремляясь в боковой канал, отбрасывают шатун *АБ* назад (что можно видеть из сравнения 1-го и 2-го положений частей *А* и *Б*); соединенный с шатуном мотыль *ВГ* приводит в движение направляющую планку *ДЕ*, двигающую затвор; последний представляет собою цилиндрический брусок, который имеет качательное движение в вертикальной плоскости; в положении перед выстрелом затвор имеет несколько наклонное положение, при чем нижняя часть его заднего обреза упирается в особые боковые плоскости коробки *ЛЛ*, представляющие собою плечи отдачи, как это изображено на схематических рисунках сцепления затвора; когда планка *ДЕ* идет назад, особый болт *З*, неподвижно вставленный в эту планку и входящий в овальную наклонную прорезь *КК* на нижнем выступе затвора *Ж*, скользя по прорези, поднимает заднюю оконечность затвора вверх, при чем происходит расцепление затвора от плеч отдачи коробки; возвратные пружины, находящиеся в соответствующих трубках *М*, сжимаются и приводят затем все подвижные части в первоначальное положение.



Фиг. 13. Схема пулемета системы Кольта: вверху — положение перед выстрелом, внизу — положение после выстрела.

Выгоды систем с отводом пороховых газов: 1) имея позднее открывание, т. е. в тот момент, когда пуля покинет канал ствола, можно в этих системах применять неподвижный ствол, что значительно упрощает систему и устраняет ряд задержек при стрельбе; 2) нет необходимости прибегать к предварительной смазке патронов для улучшения экстракции; 3) можно регулировать объем газовой каморы и силу отбрасывания поршня и затвора; 4) большой запас силы пороховых газов на случай функционирования при неблагоприятных условиях. Недостатки: 1) резкость движения отбрасываемых частей, вызываемая краткостью времени, в течение которого газы действуют на поршень (проход пулей расстояния от газоотводного отверстия до дульного среза); 2) возможность загрязнения подствольной трубки; этот недостаток в наст. время исключен соответствующим устройством патрубка и поршня (в системе Гочкиса 2-го образца; в пулемете Кольта нет подствольной трубки с пригнанным в ней поршнем). Некоторое уменьшение начальной скорости, вследствие отвода части газов, на практике не имеет никакого значения.

В. Системы с поршнем, производящим только открывание затвора (но не отбрасывание). Винтовка Чеи-Ригготти: отбрасывание затвора назад после его открывания производится остающимися в патроннике пороховыми газами.

2. Системы с неподвижным стволом, работающие давлением пороховых газов, производящих отбрасывание подвижного надульника.

Оружие с надульником является более сложным по сравнению с другими системами; резкое движение надульника вызывает, кроме того, весьма чувствительное сотрясение оружия, влияющее на меткость стрельбы; эти системы не получили большого распространения (пулемет Пюто, автоматическая винтовка Банга).

3. Системы с неподвижным стволом, работающие давленкем пороховых газов, отводимых из патронника через канал особой гильзы.

Необходимость наличия особых патронов, более строгие требования к капсюлю, выполняющему роль обтюратора, а также затрудненная экстракция гильз, вследствие сравнительно раннего открывания, являются настолько большими недостатками, что система эта не получила распространения. Характеристика и применение перечисленных выше систем А. о. в различных армиях— см. *Винтовка*, *Пулемет*, *Револьвер*.

III. Классификация А. о. в отношении типов.

Переходя к классификации А. о., имеющегося в армиях различных государств, необходимо отметить следующие типы этого оружия: 1) автоматические пистолеты, 2) пистолеты-пулеметы, 3) самозарядные винтовки, 4) самострельные винтовки, 5) автоматы, 6) ручные пулеметы, 7) станковые пулеметы, 8) автоматические орудия.

1) Автоматический пистолет — оружие для самообороны на близких расстояниях, обладающее по сравнению с

револьверами следующими выгодами: бо́льшая скорость перезаряжания (вставка магазина, наполненного патронами, в рукоять пистолета — взамен вкладывания патронов по одному в каморы барабана), несколько бо́льшая скорострельность, более выгодная для носки компактная форма оружия, без выступающего барабана. Нек-рые образцы пистолетов с более сильными патронами и снабженные притом приставными прикладами могут вести огонь не только для самообороны на близкие расстояния, но и на более дальние (автоматический пистолет Маузера с приставной кобурой-прикладом имеет прицел до 1 000 *м*).

2) Пистолеты-пулеметы — автоматические пистолеты, приспособленные для непрерывной стрельбы. Отличие от пистолетов: изменение спускового механизма с добавлением автоматического спуска и снабжение магазином с большим количеством патронов, ок. 50; оружие предназначено для стрельбы на близкие расстояния по массовым целям — при отражении атак, в самые решительные моменты боя, а также при занятии неприятельских позиций во время борьбы в окопах. Непрерывная стрельба из пистолетов, вследствие большого дрожания оружия, не может обладать хорошей меткостью, а потому она применяется на близких расстояниях, не свыше 300—400 *м*.

3 и 4) Самозарядные и самострельные винтовки. Самозарядной винтовкой называется такая, в которой для производства каждого одиночного выстрела требуется каждый раз нажатие на спуск, — в отличие от самострельной, где нажатие на спусковой крючок, благодаря наличию особого переводчика, вызывает ряд непрерывных выстрелов, до полного израсходования всех патронов магазина. Переводчик в самострельной винтовке дает возможность превращать ее в самозарядную для одиночной стрельбы. Как самозарядная, так и самострельная винтовки имеют постоянный магазин на 5 или на 10 патронов. Сведения, полученные из заграничных источников, показывают, что в настоящее время там отдают предпочтение самозарядной винтовке; самострельную же не считают возможным принимать на вооружение каждого бойца в виду следующих соображений: а) непрерывная стрельба без надлежащей подставки, без сошек, обладает значительно худшей меткостью по сравнению с одиночным огнем; б) каждый стрелок не м. б. снабжен большим числом патронов, достаточным для производства непрерывного огня.

5) Автомат. Автоматом называется такая самострельная винтовка, к-рая имеет, вместо постоянного, вставной магазин на большее (ок. 25) количество патронов; т. о. получается возможность вести непрерывный огонь, заряжая автомат вставными магазинами, наполненными патронами, т. е. приближаясь к стрельбе из пулемета. Автомат при вставке малого магазина, на 5 или на 10 патронов, превращается в самострельную винтовку, а благодаря наличию переводчика — и в самозарядную, ведущую одиночный огонь, при чем, в случае применения автомата в виде самозарядной или самострельной винтовки, заряжание производится обыкновенным способом—помощью обоймы. Так. обр. автомат является универсальным индивидуальным оружием. Имея вес одинаковый с весом винтовки, он может вести самую разнообразную стрельбу: одиночную — при заряжании из обоймы, до 25 выстрелов в мин., как самозарядная винтовка; непрерывную—при заряжании из обоймы, до 40 выстрелов в мин., как самострельная винтовка; одиночную—при заряжании вставными магазинами на 25 патронов, до 75 выстрелов в мин., и, наконец, непрерывную — при заряжании вставными магазинами на 25 патронов, до 150 выстрелов в мин. Непрерывная стрельба без упора никоим образом не м. б. разрешаема, т. к. слишком ясно, что такая стрельба не даст ничего, кроме напрасной траты патронов. Нормальным видом непрерывной стрельбы м. б. лишь стрельба с упора, очередями по 3—4 патрона. По сравнению с неавтоматической винтовкой, автоматическая обладает следующими выгодами: а) сохранение сил стрелка, взамен которого работу по перезаряжанию производят пороховые газы; б) ослабление отдачи, поглощаемой возвратными пружинами; в) увеличение скорострельности. По сравнению с неавтоматической винтовкой автомат, кроме того, имеет следующие выгоды: г) возможность превращать автомат в самозарядную винтовку для одиночной стрельбы и заряжания из обоймы с магазином на 10 патронов, а также в самострельную и обратно в автомат, — т. е. универсальность оружия; д) возможность, для отражения атак и при появлении крупных целей, обстреливать их непрерывным огнем и тем е) производить сильный моральный эффект при неожиданном открытии пулеметного огня. Недостатки автоматических винтовок: а) значительный расход патронов, к-рого требует это оружие по сравнению с неавтоматическим; б) большая сложность конструкции, несколько усложняющая обучение каждого стрелка; в) необходимость более тщательного ухода за своим оружием.

6 и 7) Пулеметы ручные и пулеметы станковые. Задача пулемета—экономить пехоту, непосредственно заменяя собою значительное число стрелков и косвенно принимая на себя огонь противника. Станковый—назначается для выполнения задач, требующих дальности, мощности и точности огня, при чем эти качества в станковом пулемете занимают первое место в ущерб его подвижности. Ручной пулемет выполняет те же задачи, но при непременном условии сохранения за оружием хорошей подвижности, хотя бы в ущерб дальности, мощности и точности. От станкового—требуется стрельба с предельных дистанций до 3 000 *м*, для ручного же предельная дальность не превосходит 1 200 *м*. Для станковых пулеметов необходима надежная твердая установка — для возможности безопасной стрельбы через головы своих и для лучшей меткости; необходимы, следовательно, станок или тренога достаточной массивности во избежание дрожания. Вес всей системы позиционного пулемета, доходящий

в крайнем случае до 80 *кг*, допускает конструкцию такого станка и треноги — с хорошими механизмами для вертикальной и горизонтальной наводки. Ручной пулемет, ограниченный пределами веса от 8 до 12 *кг*, допускает возможность иметь гл. обр. сошки или самые легкие станки. Следующими характерными данными являются система охлаждения и способ питания патронами. Для ручного пулемета водяное охлаждение не может считаться удобным, в виду трудности получения воды в бою при быстрых перебежках, — предпочтительнее охлаждение воздушное с радиатором, по принципу Льюиса (по принципу быстрой смены разгоряченного ствола). При тяжелом радиаторе пулемет должен выдерживать не менее 800—1 000 выстрелов, при быстрой смене стволов—каждый ствол не менее 300—400, иначе пулемет д. б. признан негодным. Станковые пулеметы могут иметь более совершенное водяное охлаждение. Наконец, в отношении способа питания, ручной пулемет не может иметь ленты (без коробки), т. к. при быстрых перебежках она будет болтаться и затруднять движение. Наиболее целесообразный способ питания для такого пулемета — обыкновенные или барабанные магазины, не менее как на 50 патронов и не более как на 100, во избежание трудности переноски очень тяжелых магазинов. Для станковых пулеметов предпочтительнее ленты металлические (из отдельных звеньев) и из холста, примерно от 100 до 250 патронов. Станковый пулемет допускает ведение более продолжительной непрерывной стрельбы, чем ручной, а потому способы питания и охлаждения должны быть более совершенны.

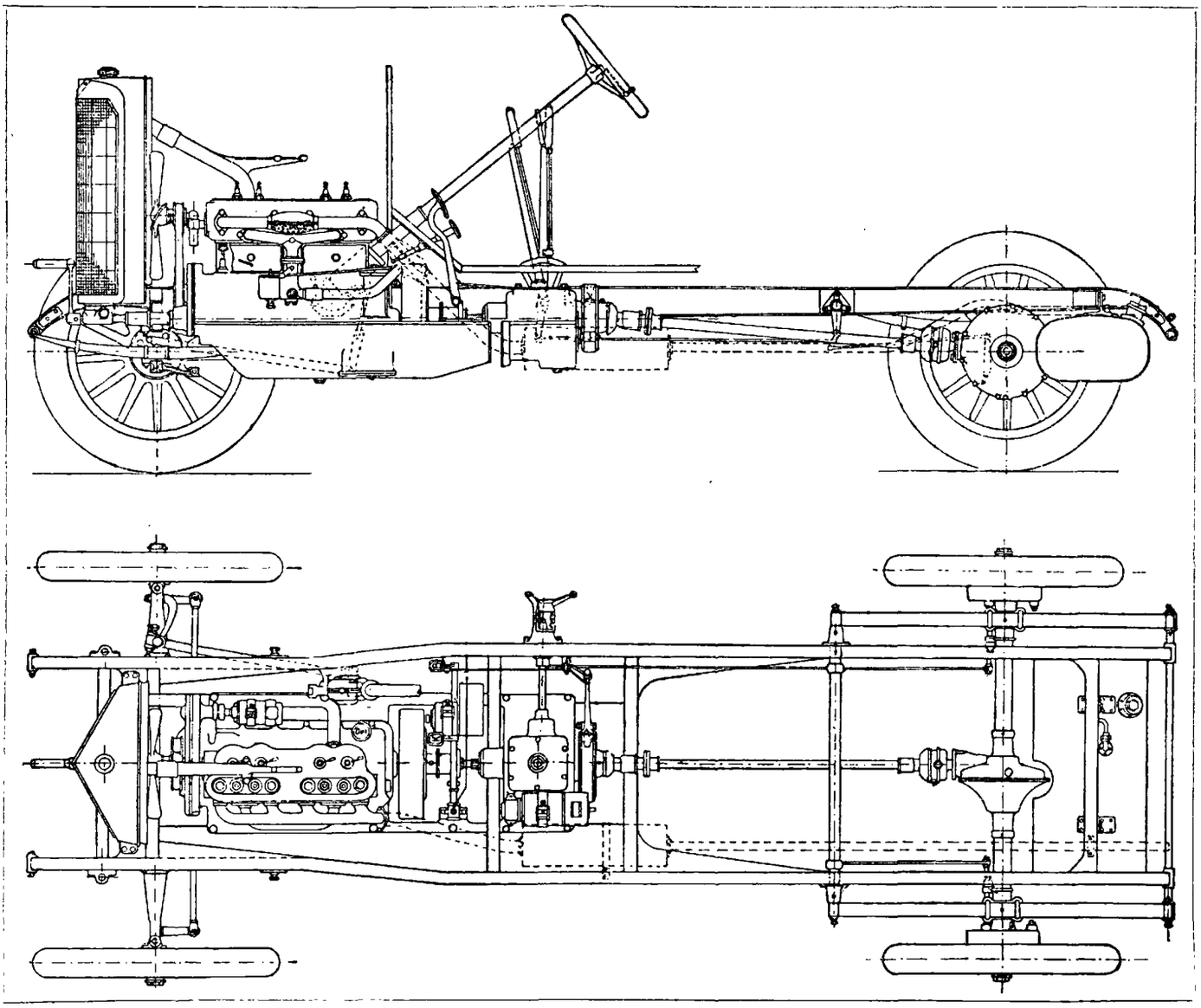
8) Автоматические орудия. Выгода их—увеличение скорострельности и уменьшение отдачи, поглощаемой сжимающимися пружинами и компрессорами. Главное применение их—зенитная стрельба при борьбе с воздушным флотом; сюда относятся орудия, обладающие полным автоматизмом: 37-*мм* пушка Максима-Норденфельда, 40-*мм* Виккерса. К орудиям с полным автоматизмом необходимо отнести и пехотные пушки системы Мак-Клена (орудия сопровождения). Из полуавтоматических орудий, в которых автоматически производится лишь открывание затвора, извлечение и выбрасывание гильзы, а также взвод ударника, остальное же—закрывание затвора и заряжание — производится прислугой орудия, необходимо отметить французские 37-*мм* пушки для бронемашин и танков.

Лит.: Хартулари, Ручное оружие самообороны и новейшие его образцы. СПБ., 1900; его же, Краткие сведения о наилучших образцах автоматического пистолета, Оружейный сборник, *1*, СПБ., 1905; Федоров В., Автоматическое оружие, СПБ., 1907; Девуж М., Современное автоматическое оружие, пер. с фр., Devouges M., L'Avènement d'armes automatiques, P., 1925; Wille R., Selbstlader-Fragen, B., 1902; Wille, Selbstspanner, B., 1896; Kaisertreu, Die principiellen Eigenschaften d. automatischen Feuerwaffe, Wien, 1902; Cordier F., Les armes automatiques, P., 1913. **В. Федоров.**

АВТОМОБИЛЬ, самодвижущийся экипаж для перевозки людей и грузов по безрельсовым дорогам. Первые А. с механич. тягой относятся к 70—80 гг. 18 в. (Кюнье, Мурдок); эти модели были с деревянной рамой на трех колесах, с паровым двигателем самой примитивной конструкции; расчетная скорость А. Кюнье была 4 *км/ч*. Более жизненную, серьезную форму конструкция А. начинает принимать с момента появления двигателя внутреннего сгорания, вернее, с момента изобретения Готлибом Даймлером в 1883 г. компактного быстроходного автомобильного двигателя. В 1885 г. им была построена первая мотоциклетка и четырехколесный А. Почти одновременно Бенц (в Маннгейме) сконструировал трехколесный А., по типу близкий к А. Даймлера. Начиная с этого времени, развитие конструктивных форм быстро подвигается вперед под влиянием гл. обр. спортивного интереса. В 1895 г. между Парижем и Бордо были устроены гонки, в к-рых участвовали 22 А., при чем машина фирмы Панар-Левассор покрыла расстояние 1 175 *км* в $48^3/_4$ часа, т. е. имела среднюю скорость 24 *км/ч*. С течением времени, наряду со спортивно-туристическим интересом к А., начинает выявляться его хозяйственное значение — появляются грузовые, пожарные и прочие виды А., служащие исключительно для хозяйственных целей. В настоящее время эксплоатация А. является одним из мощных видов транспорта, успешно конкурирующим в отдельных случаях с ж. д. К началу 1927 г. всего А. на земном шаре насчитывалось 27,5 млн.; производство их за 1926 г. достигло почти 5 млн. Современные А. снабжаются двигателями — электрическими, паровыми и внутреннего сгорания (бензиновыми, керосиновыми и нефтяными). Преимущественное распространение получили А. с бензиновым мотором — в виду надежности их действия, удобства карбюрирования и сжигания бензина, большого радиуса действия и возможности легко и повсеместно пополнять запасы горючего — бензина.

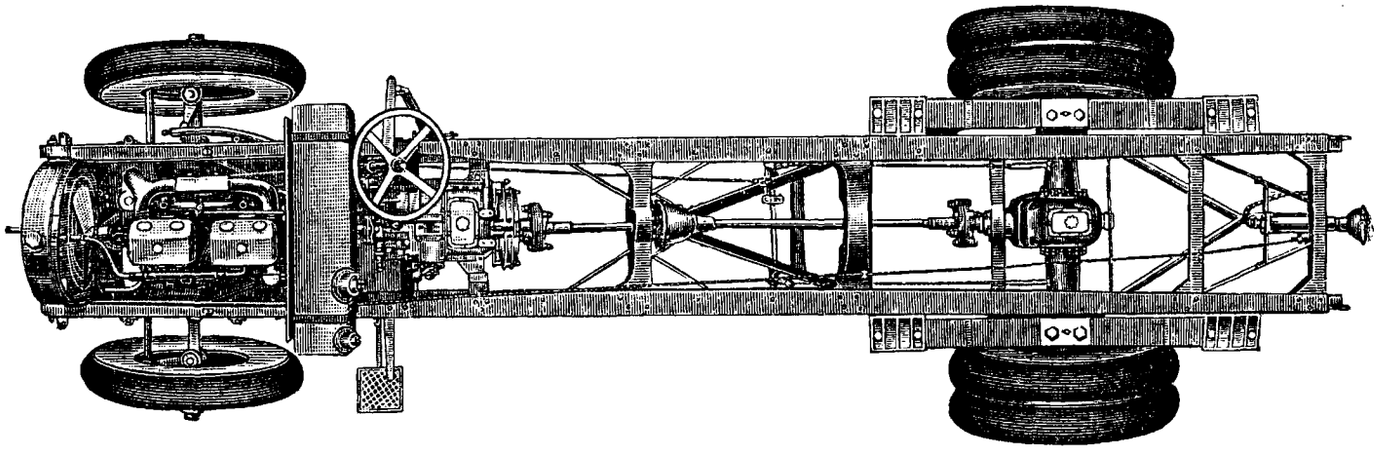
На фиг. 1 (ст. 163) изображено шасси нормального легкового А. с бензиновым мотором. Основные механизмы А. располагаются в следующем порядке: мотор с системой охлаждения крепится к передней части шасси; эффект. мощность двигателя передается к коробке передач через особый механизм — сцепление, представляющее собой фрикционную муфту; из коробки передач усилие направляется через карданный вал с двумя шарнирами по концам к дифференциалу и от последнего через полуоси—к задним колесам. Передача от карданного вала к дифференциалу осуществляется парой конических шестерен, червяком или помощью двойной зубчатой передачи. Окружное усилие на задних ведущих колесах вызывает реакцию дороги, к-рая последовательно передается колесам, шарикоподшипникам полуосей, заднему мосту и раме А. Передние колеса обычно не являются ведущими, а служат только для управления А., к-рое производится путем поворота не всей передней оси, а только кулаков, на к-рых сидят передние колеса. Расположение и функции основн. механизмов норм. грузовых А. те же, что и у легковых (фиг. 2, ст. 163).

Моторы А. крепятся к шасси на трех точках, во избежание поломок опорных лап во время перекосов рамы при езде по



Фиг. 1. Нормальное шасси легкового автомобиля с бензиновым двигателем.

неровной дороге. Ось коленчатого вала мотора направлена параллельно земле или же, с целью меньшего износа шарниров карданного вала, наклонена по направлению к дифференциалу. Сцепление служит для разъединения мотора от ведущих колес в момент переключения передач; последнее не м. б. выполнено при включенном сцеплении, т. к. под влиянием окружного усилия зубья шестерен сильно прижаты друг к другу, и включение следующей пары зубчаток при разности окружных скоростей и при наличии больших масс (маховик и вся масса А.), связанных с каждой из них, невозможно без поломок. Назначение сцепления — исключить одну из масс (маховик), уменьшить разность окружных скоростей включаемых шестерен, уменьшить давление на зуб включенных и тем самым свести до минимума удар при смене передач. Механизм сцепления в большинстве случаев выполняется в виде одного стального диска, трущегося по двум связанным с маховиком поверхностям, обшитым «ферродо» (фиг. 3); момент инерции освобождающейся части (диск) такого сцепления очень мал, и включение передач происходит без удара. Грузовые А. и автобусы с более тихоходными моторами, обладающие бо́льшим крутящим моментом, снабжаются сухими многодисковыми сцеплениями (фиг. 4); реже встречаются сцепления конусом и многодисковое



Фиг. 2. Нормальное шасси грузового автомобиля.

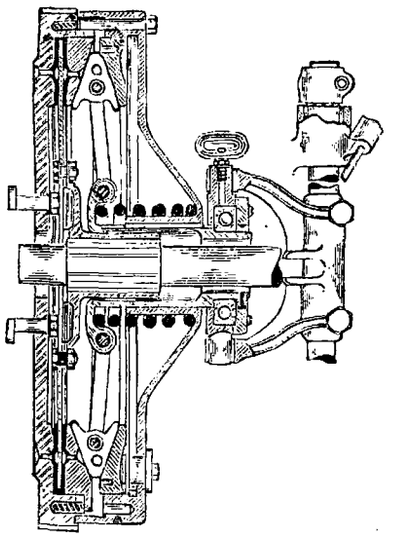
сцепление с дисками, работающими в масле. Америк. статистика показывает, что выпущенные за 1926 г. легковые и грузовые А., с точки зрения сцепления, распределялись следующим образом (в %):

Тип сцепления	Легковые А.	Автобусы	Грузовые А.	
			до $1^1/_2$ m	свыше $1^1/_2$ m
Однодисковое . . .	81	20	22	11
Многодисковое сухое	18	80	78	87
Конус	1	—	—	2

Коэфф-ты трения f и нормальные давления p, применяющиеся при различных сцеплениях, при которых они работают без заметного износа, равны:

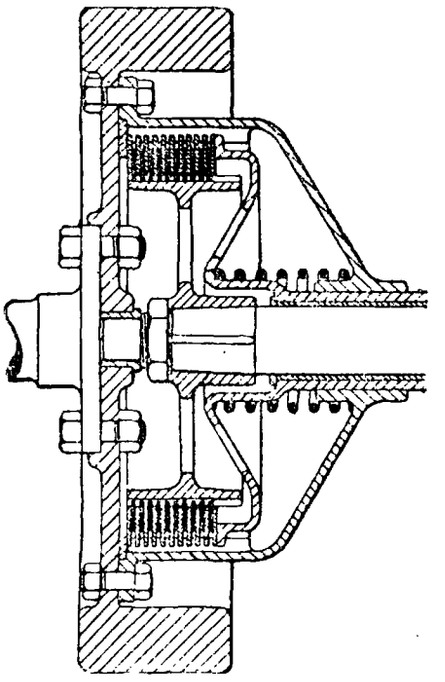
	p кг/см²	f
«ферродо» по стали, сухие . .	0,8—0,9	0,3—0,35
сталь по стали, в масле . . .	1,5—2,0	0,04

Коробка передач служит для увеличения крутящего момента мотора; на тяжелой дороге и подъемах мотор должен развивать большой крутящий момент, который, по условиям карбюрации и сгорания в двигателях внутреннего сгорания, не м. б. выше определенной величины. Сопротивления, к-рые приходится преодолевать А., требуют от мотора, чтобы он на ведущих колесах развил вращающий момент, в 4—5 раз больший, чем он может развить; это м. б. достигнуто или путем увеличения литража мотора А., что в действительности ограничено весом и габаритными размерами двигателя, или же установкой коробки передач, увеличивающей крутящий момент на задних колесах за счет скорости движения. В этом отношении двигатели внутреннего сгорания отличаются от паровых машин и электромоторов, к-рые при данных размерах и числе оборотов могут развивать большой крутящий момент, обусловливаемый гл. обр. емкостью аккумуляторов и производительностью котла. Нормальная коробка скоростей, путем включения той или иной пары шестерен, позволяет иметь 3—4 разных передаточных числа от мотора к задним колесам (фиг. 5). Чем больше число передач в коробке скоростей, тем меньшей мощности мотор, при прочих равных условиях, м. б. поставлен и тем экономичнее эксплоатация А. в отношении расхода топлива; при такой коробке мотору предоставляется больше возможности работать при полной, более экономичной нагрузке.

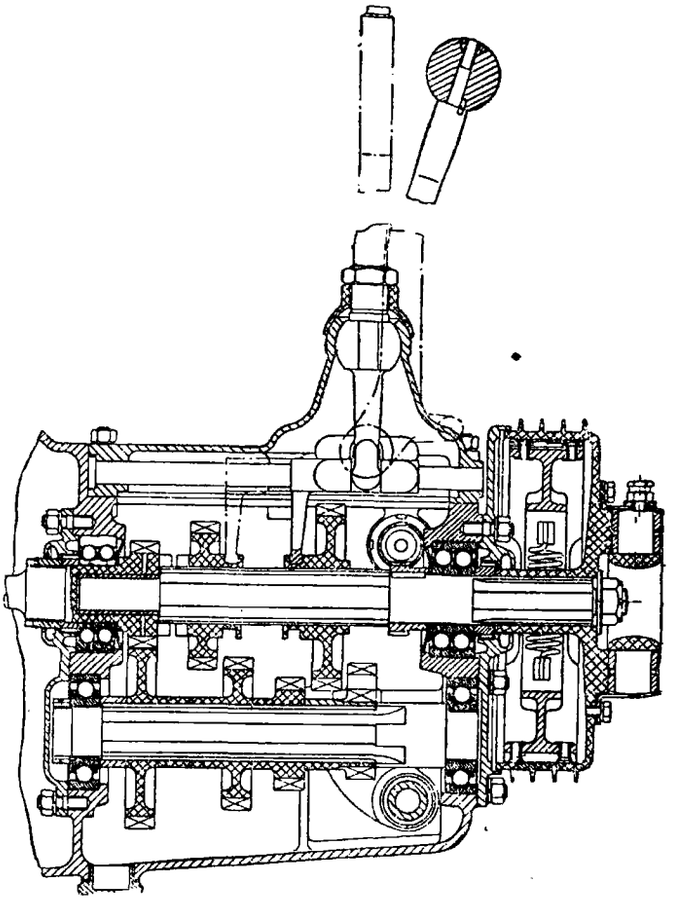


Фиг. 3. Однодисковое сцепление.

Большинство европейских легковых А. снабжено 4-скоростной коробкой, американские — исключительно 3-скоростной. В связи с этим мощность моторов америк. машин больше, чем у европейских, что при работе на прямой передаче, в смысле приемистости и способности к подъемам, выгоднее; с другой стороны, при городской езде с часто меняющимся режимом работы, А. с 4-скоростной коробкой экономичнее. Коробки передач грузовых А. по конструкции одинаковы с таковыми для легковых машин (фиг. 6). Некоторые фирмы (N. A. G., Garford, Federal) в коробках скоростей автобусов и грузовиков постоянную пару зацепления делают сменной, с таким расчетом, чтобы передаточное число от мотора к карданному валу было больше единицы (фиг. 7). При данной конструкции, в условиях легкой дороги и при езде без груза, работу мотора можно перевести на меньшее число оборотов и полное открытие дросселя, т. е. на более экономичный

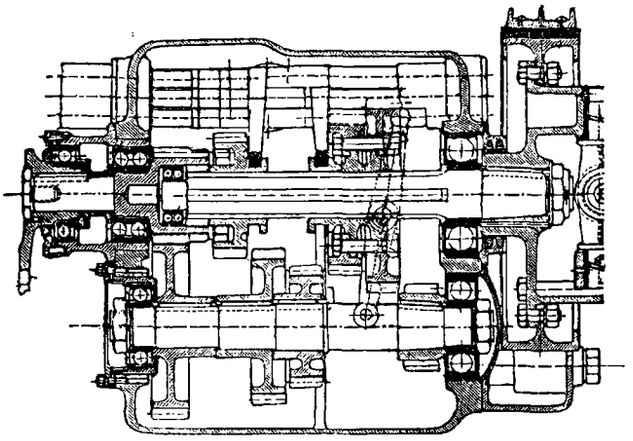


Фиг. 4. Многодисковое сцепление.



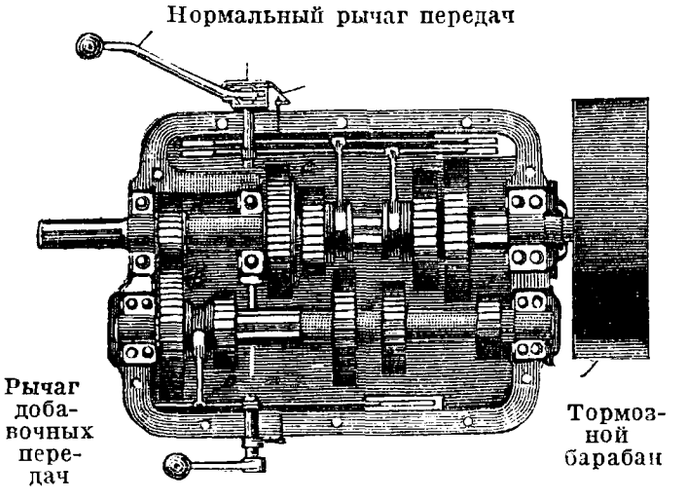
Фиг. 5. Коробка передач легкового автомобиля.

режим. При механизме добавочных передач на грузовике можно достичь 15—20% экономии топлива против работы на прямой передаче при тех же условиях пути.



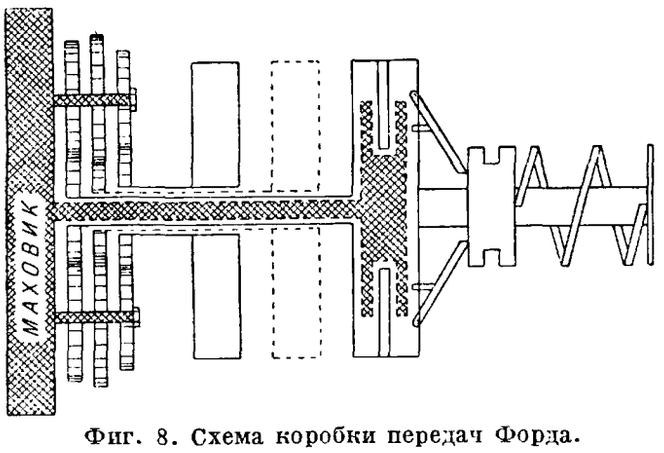
Фиг. 6. Коробка передач грузового автомобиля.

Механизм коробки передач А. требует большой практики для переключения шестерен скоростей. С целью уничтожения переключения шестерен было предложено много интересных конструкций для замены зуб-



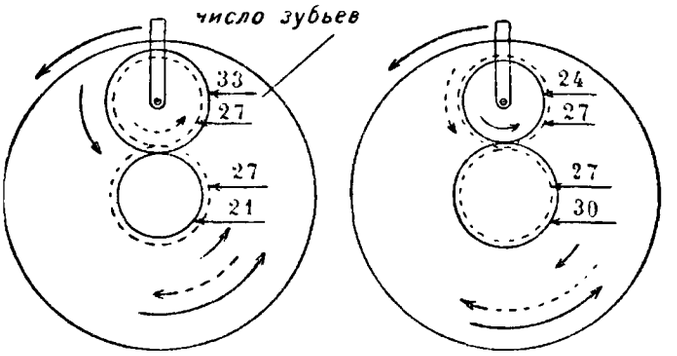
Фиг. 7. Коробка скоростей с добавочной передачей. Когда включена постоянная передача $C+D$, то 1-я передача становится 5-й, 2-я передача становится 6-й, 3-я передача становится 7-й.

чатого зацепления фрикционным и даже всей механической коробки гидравлическою или электромагнитною коробкой.



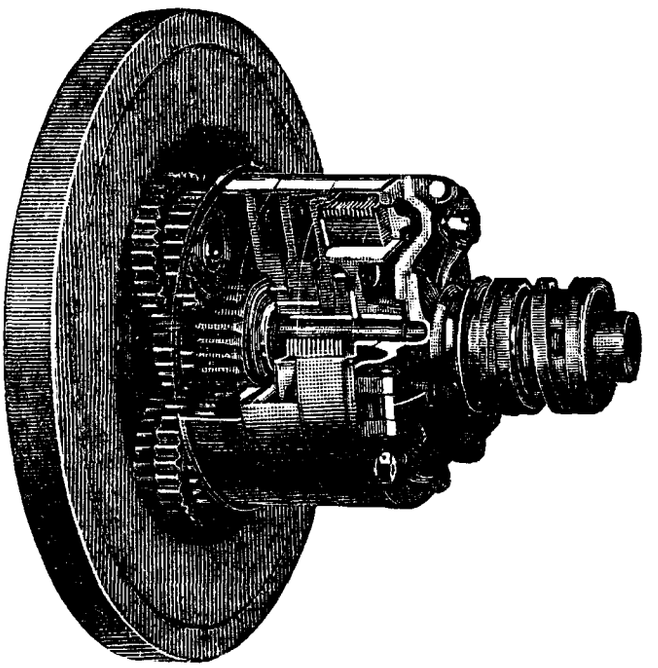
Фиг. 8. Схема коробки передач Форда.

Коробка скоростей Форда (фиг. 8 и 9)— одна из таких конструкций; шестерни находятся в постоянном зацеплении, изменение передаточного числа и задний ход выполняются помощью притормаживания дисков (фиг. 10). На фиг. 11 изображена электромагнитная передача Оуена. Электромагниты B, служащие одновременно и маховиком, при вращении захватывают своим



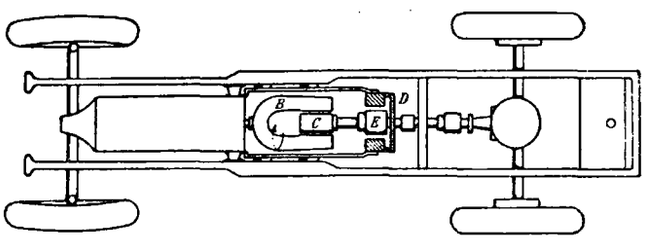
Фиг. 9. Схема коробки передач Форда: слева — 1-я скорость, справа — задний ход.

магнитным полем якорь C; последний сидит на одной оси с якорем E электромотора, электр. магниты к-рого неподвижны; якорь E соединен с карданным валом; ток, получаемый благодаря скольжению якоря C



Фиг. 10. Общий вид коробки передач Форда.

в поле магнита B, поступает в электромотор D-E и служит для дальнейшего повышения крутящего момента — чем больше скольжение, тем медленнее движение А., тем больше вырабатываемый ток и тем больше крутящий момент на задних колесах; управление выполняется контролле-



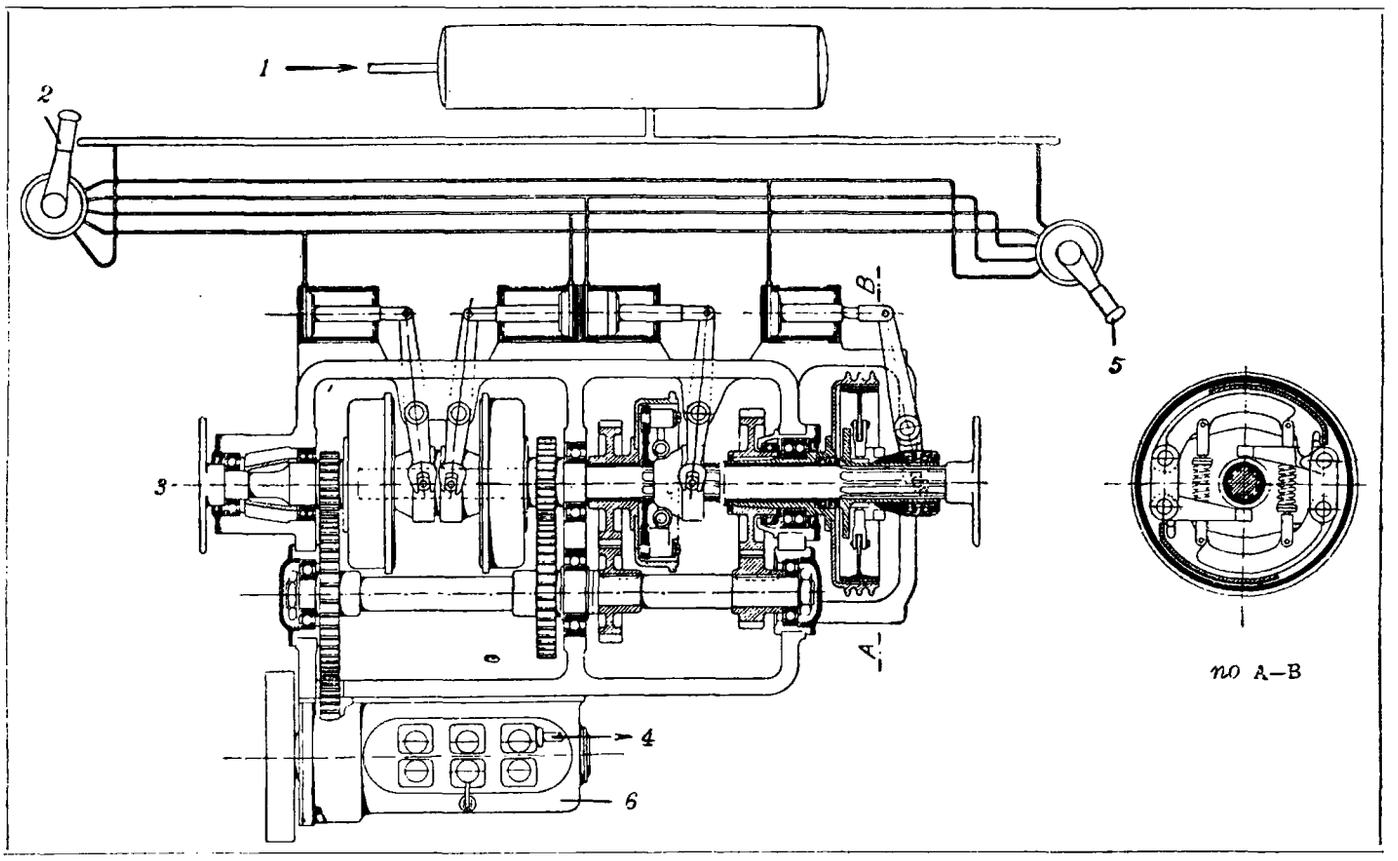
Фиг. 11. Схема автомобиля с электромоторной передачей.

ром и акселератором. Недостаток конструкции — наличие зубчатой передачи для заднего хода и большой вес.

Электромагнитные и гидравлич. передачи до сего времени широкого распространения

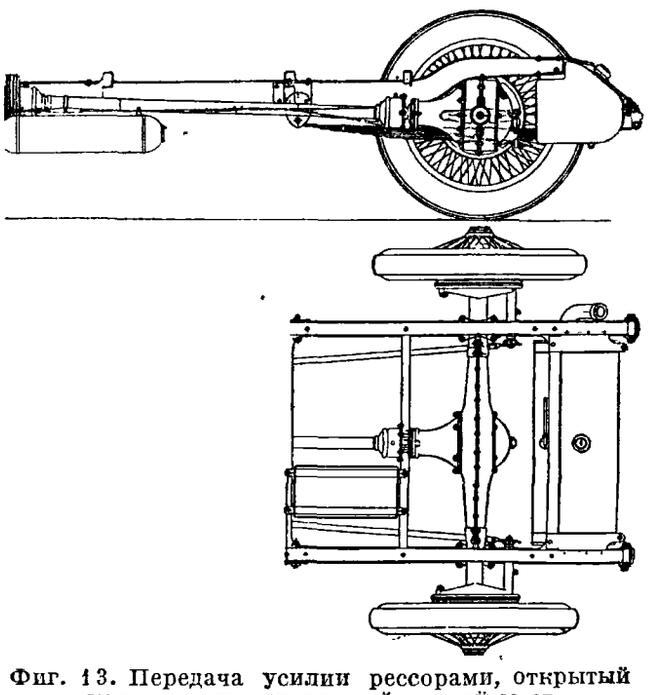
не получили. В последнее время в коробки скоростей вводят приспособления для механизации перестановки шестерен: включение шестерен в них невозможно прежде, чем сцепление и предыдущая передача не выключены. Переключение производится пневматическим способом (фиг. 12; коробка скоростей А. Е. G.), а не рычагом скоростей. Кпд современных нормальных коробок передач, в зависимости от включенной передачи, колеблется от 97% (прямая) до 94% (первая передача). Усилия от коробок скоростей к ведущим колесам в большинстве случаев передаются карданным валом (фиг. 1 и 2). В длинных машинах, при коробках моноблок с мотором, во избежание вредных напряжений от собственного веса карданного вала, последний делают из двух частей, расположенных один за другим. Прогиб вала $f = \frac{5.\ P.\ l^3}{384.\ E.\ I}$ от собственного веса не д. б. больше 0,1 *мм* (P—вес кард. вала, l—его длина, I—экваториальный момент инерции, E—модуль упругости материала вала). Цепная передача в современном А. почти не применяется: по данным америк. статистики, этот тип передачи встречается только в 4% общего количества грузовых А. Недостатки цепной передачи: неравномерность хода, вследствие непостоянства крутящего момента, набегание и вытягивание цепи, износ и обрывы. Цепная передача применяется в тяжелых грузовиках, так как карданная, из-за большого передаточного числа ($i_0 = 12—17$), чрезмерно утяжеляет задний мост.

В зависимости от способа передачи реакции заднего моста и толкающего усилия карданный вал выполняется с двумя или одним шарниром, открытый или закрытый. На фиг. 2 изображен А. с открытым карданным валом, толкающее и скручивающее усилия передаются штангой в виде треугольника. На фиг. 13 показан способ передачи скручивающего и толкающего усилий



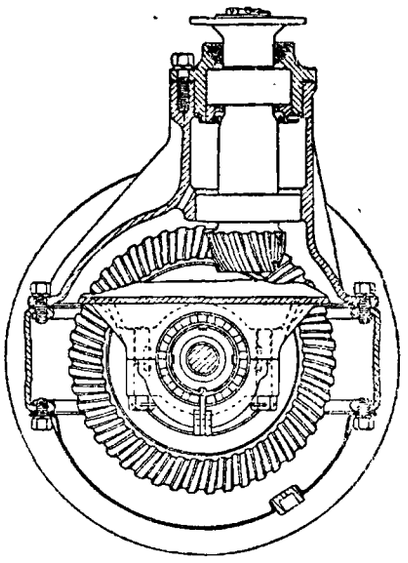
Фиг. 12. Пневматическое управление коробкой передач: *1* — от моторного компрессора, *2* — кран управления передачами, *3* — к мотору, *4* — к резервуару, *5* — кран управления передачами во второй кабине машиниста (см. *Автомотриса*), *6* — мотор-компрессор.

рессорами; в данном случае передние концы задних рессор не имеют сережек; рессоры, кроме статической нагрузки, работают на дополнительное напряжение от скручивающего момента заднего моста. Данная конструкция, в виду своей простоты, входит в употребление и на грузовых А. (Saurer, Fiat, Berliet, A. E. G.). Для тяжелых условий пути, не исключающих



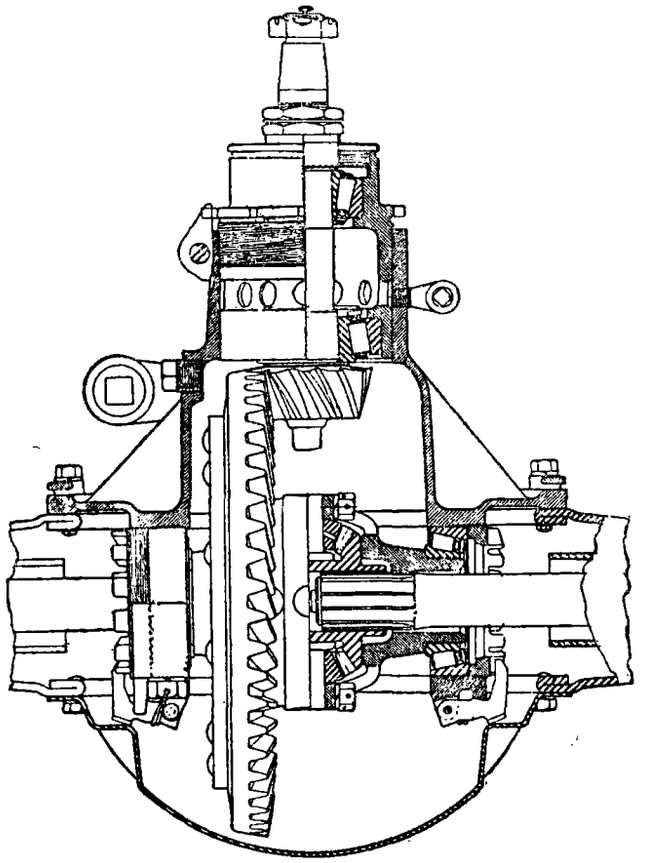
Фиг. 13. Передача усилии рессорами, открытый кардан и штампованный задний мост.

возможности поломки рессор, данная конструкция для грузовых машин не рациональна. Значительно надежнее представляется способ передачи толкающего и скручивающего усилий карданной трубой, где рессоры работают исключительно на статическую нагрузку. Соединение карданного вала с коробкой скоростей и задним мостом выполняется шарнирами, позволяющими передавать вращательное движение одновременно с изменением угла между карданным валом и валом коробки скоростей. Большим распространением пользуются дисковые шарниры Гарди (из нескольких слоев прорезиненного полотна), благодаря своей дешевизне и удобству монтажа.



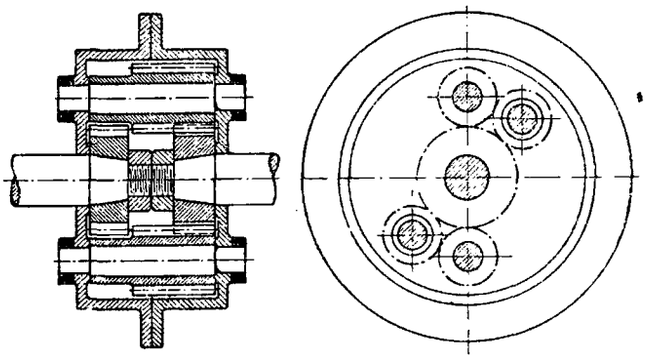
Фиг. 14. Карданная и коронная шестерни с непересекающимися осями.

Передача к дифференциалу в современных легковых А. и грузовиках до $1^1/_2$—2 *m* осуществляется исключительно парой конических шестерен; в более тяжелых грузовиках и в автобусах эта передача выполняется червяком или двойной зубчатой передачей; преимущество последней перед



Фиг. 15. Дифференциал с коническими шестернями.

червячной заключается в возможности поднять выше низшую точку картера дифференциала над уровнем земли. С этой же целью в легковых машинах оси карданной и коронной шестерен выполняют непересекающимися (фиг. 14); последнее возможно только при винтовом зацеплении. Винтовое зацепление, по сравнению с шестернями с прямым зубом, отличается плавностью хода, бесшумностью, бо́льшей опорной поверхностью и крепостью зуба; в производстве эти шестерни легче, чем прямозубчатые. Коронная или червячная шестерни крепятся к дифференциальной коробке. Дифференциалом называется механизм для уничтожения пробуксовывания

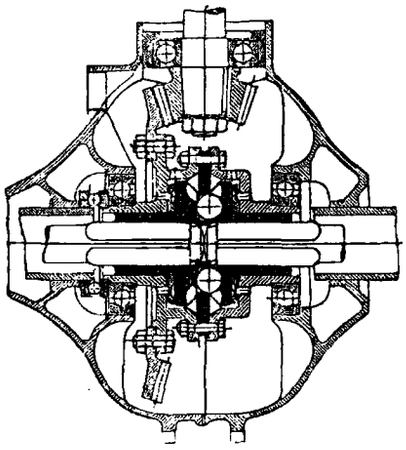


Фиг. 16. Дифференциал с цилиндрическими шестернями.

колесами при поворотах А., когда длины путей, проходимых наружным и внутренним колесами, разные. Нормальные конструкции дифференциала представлены на фиг. 15 и 16. Дифференциалы с цилиндрическими шестернями имеют меньшее распространение; число сателлитов в них больше, чем в конических. Уничтожая буксование колес при поворотах, нормальные типы дифференциалов обладают недостатком — возможностью непрерывного буксования одного из колес при уменьшении действия на него реакции почвы, вследствие понижения коэфф. трения между шиной и почвой. Чтобы предупредить это явление, тяжелые грузовики снабжаются механизмами, позволяющими сцеплять полуоси в одно целое, чем избегают уменьшения вдвое сцепного веса, к-рое наступает во время буксования одного из колес. Для этой же цели применяются дифференциалы с «неполным поворотом». Идея их конструкции заключается в следующем: при нормальных поворотах А. на 90° разница в числе оборотов внутреннего и внешнего колес в среднем равна 0,7 оборота; следовательно, нет необходимости при нормальных поворотах давать колесам возможность полного вращения относительно друг друга, — после поворота на 0,7 оборота дальнейшее относительное движение может быть уничтожено; А. с подобным дифференциалом не будет иметь постоянного буксования одного из колес; сцепной вес и проходимость А. не уменьшаются (фиг. 17).

Для предупреждения поперечного буксования передних колес на поворотах, продолжения осевых шеек колес должны пересекаться в одной точке, на продолжении задней оси (фиг. 18). Поперечная рулевая тяга, соединяющая рычаги поворотных кулаков, м. б. расположена или позади передней оси или перед ней; в последнем

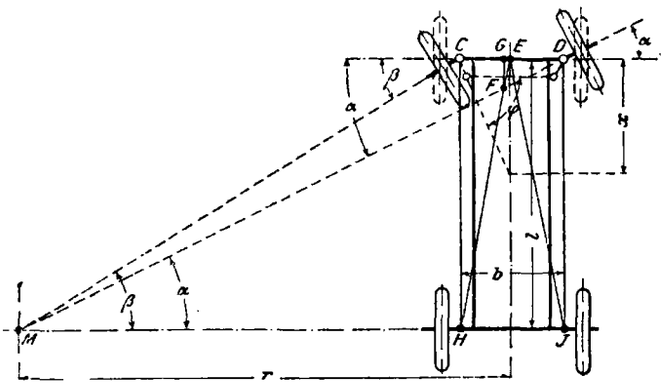
случае она работает на растяжение; при больших усилиях и ударах такое расположение предпочтительнее (грузовые А.).



Фиг. 17. Дифференциал Фишера.

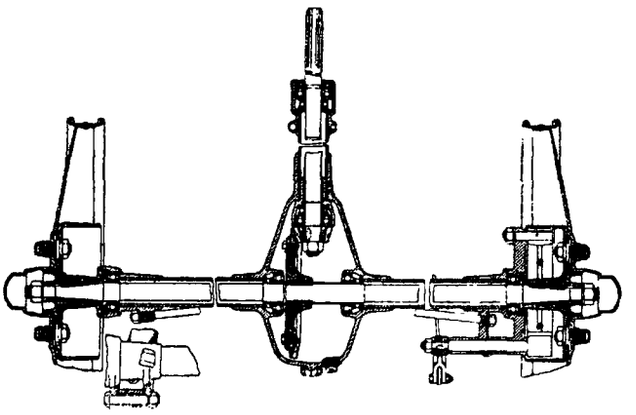
Расстояние *MD* при повороте колес до отказа называется радиусом поворота А.; средние величины его для современных машин колеблются от 6 до 10 *м* у грузовиков и от 4,5 до 10 *м* у легковых. Указанное условие — пересечение линий *MC*, *MD* и *MH* в одной точке *M* — выполняется не при всех положениях поворотных кулаков; ошибка тем меньше, чем больше угол поворота и чем больше отношение базы А. к ходу колес. Радиус поворота у А. с четырьмя поворачивающимися колесами вдвое меньше; при городской езде это преимущество не имеет места: при трогании с места А., остановившийся у барьера тротуара, принужден долгое время ехать по прямой во избежание, в случае поворота, заезда задними колесами на тротуар.

В легковых дешевых А. для широкого пользования (Honomag, Grade, Pluto, Rhode), благодаря малому общему весу (360—400 *кг*), износ шин ведущих колес невелик; в виду этого, для удешевления продукции, дифференциалы в них не применяются (тип заднего моста данной конструкции изображен на фиг. 19). От дифференциала мощность передается полуосям и далее колесам А. Полуоси, обычно выемные, передают или только крутящий момент (разгруженные), или крутящий и изгибающий одновременно (неразгруженные).



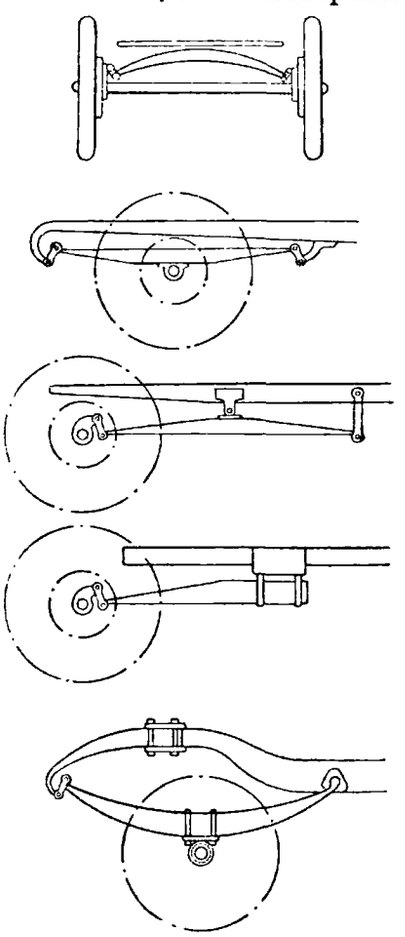
Фиг. 18. Схема четыреугольника Жанто.

Конструкция задних мостов нормальных А. выполняется в следующем виде: а) мосты цельные; б) мосты с разрезной осью, в) двойные мосты, г) мосты, представляющие собою простую ось (при цепной передаче). Последние два типа встречаются только в грузовых А. Задний мост, будучи неподвешенной деталью, подвергается ударной нагрузке. Рациональная конструкция его должна удовлетворять одновременно требованиям крепости и легкости. Цельные мосты, наиболее распространенные, бывают литые, кованные и штампованные. Американск. и европ. практика указывают на исключительное распространение сварных штампованных мостов (фиг. 13); литые и кованные мосты применяются гл. обр. в грузовиках и автобусах. Задние мосты с «разрезной осью» не имеют труб, охватывающих полуоси, и дают последним возможность вертикального перемещения. Достоинства данной конструкции: легкость,



Фиг. 19. Задний мост без дифференциала.

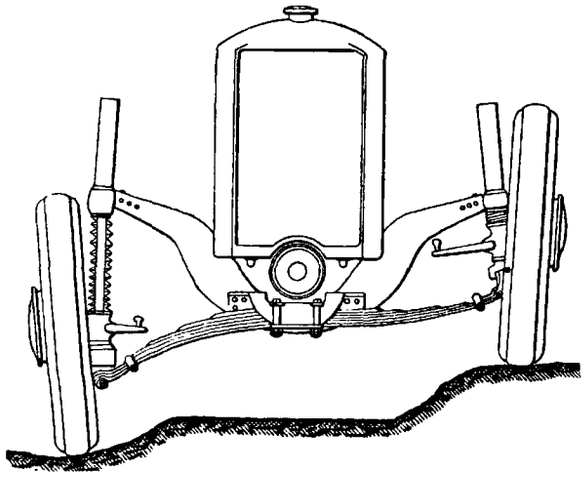
возможность обходиться без рамы, минимальный вес частей, подверженных ударной нагрузке. Подвеска А. выполняется помощью нормальных плоских рессор. Преимущественное распространение получили рессоры полуэллиптические; кантилеверные рессоры применяются для подвески задних мостов легковых А. В грузовых А. употребляются исключительно полуэллиптические рессоры. Основные тенденции в развитии конструкции нормальных рессор направлены к увеличению их длины и радиуса кривизны. На фиг. 20 показаны ходовые типы рессор.



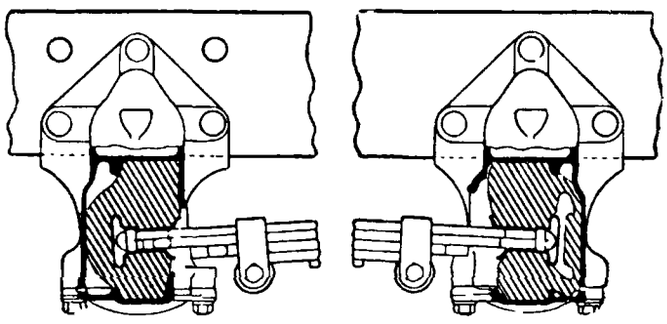
Фиг. 20. Различные типы автомобильных рессор.

Наиболее совершенной, с точки зрения комфортабельности езды, является подвеска с четырьмя независимыми колесами, когда каждое колесо может независимо от остальных перемещаться в вертик. направлении (неровности дороги, проходимые одним колесом совершенно не отражаются на других). На фиг. 21 представлена передняя ось А. с независимыми колесами; на фиг. 23 изображен А. конструкции НАМИ с разрезной задней осью; рессоры крепятся

к раме при помощи сережек. В последнее время появилась конструкция крепления рессор к раме помощью кусков резины, отличающаяся простотой ухода, амортизирующим действием и дешевизной (фиг. 22). В некоторых конструкциях рессор грузовых А. концы их отогнуты книзу, автомобильная рама опирается плоскими кронштейнами на эти концы, которые при вибрации рессор скользят по плоскости кронштейнов. Эта конструкция имеет целью увеличить рабочую длину рессоры при порожнем автомобиле и тем самым увеличить эластичность подвески. Рессоры современных легковых А. снабжены амортизаторами — приборами, уменьшающими амплитуду колебаний рессоры путем превращения работы поднятия и опускания рамы А. в работу трения, сжатия пружины, перекачивания жидкости из одного сосуда в другой, и т. д.

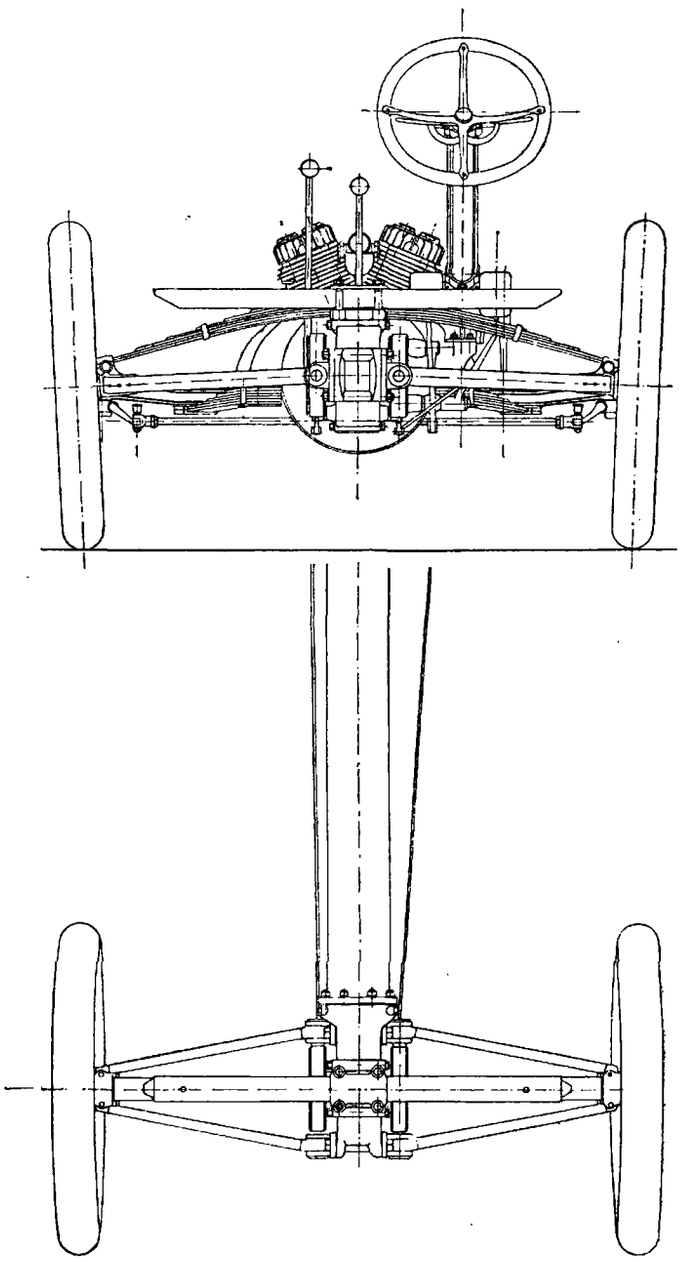


Фиг. 21. Подвеска передних колес автомобиля Коттен-Дегут.



Фиг. 22. Крепление рессоры на резине.

Толщина листов автомобильных рессор колеблется от 3 до 15 *мм*. Расчет рессор по упрощенной ф-ле: $Pl = n \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot K$ (P — статическая нагрузка на конец рессоры, n — число листов, b — ширина листов, h — средняя толщина листа, l — плечо действия силы P) дает в среднем напряжение K для передних рессор 2 500—3 500 *кг/см²*, для задних—5 000—6 000 *кг/см²*. При переездах через канавы и камни нагрузка P, вследствие динамического воздействия массы А., достигает величины, в 2—2½ раза превосходящей статическую нагрузку. Т. о. рессоры работают иногда на пределе упругости. Передние рессоры рассчитываются с запасом на случай дополнительной их нагрузки при торможении. Самый невыгодный случай работы передних рессор—переезд через канаву с большой скоростью, при одновременном торможении задних колес. Тормоза располагают в современных А. на колесах и на карданном валу, непосредственно за коробкой скоростей. Для получения наибольшего эффекта торможения теоретически выгодно располагать тормоза на наиболее быстро вращающихся деталях, т. е. самый быстродействующий тормоз д. б. расположен на маховике; практически это не выполняется, т. к. приведенная инерционная сила поступательно движущейся массы всего А. при резком торможении вызовет большие дополнительные напряжения в коробке скоростей, к-рые могут быть причиной поломки шестерен в том случае,



Фиг. 23. Задний мост с разрезной осью автомобиля НАМИ I.

когда сцепление перетянуто или рассчитано с большим запасом. Увеличение средней скорости А. и сильное развитие уличного движения выдвинули повышенные требования к интенсивности торможения. Путь торможения определяется следующей ф-лой:

$$S = \frac{Q}{Q_m} \cdot \frac{v^2}{2g\mu},$$

где (Q—полный вес А., Q_m—вес автомобиля, приходящийся на заторможенные колеса,

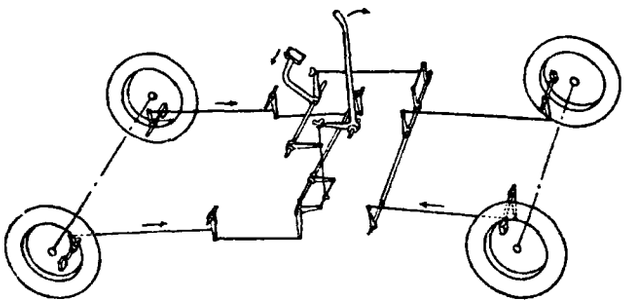
v—скорость А., g—ускорение силы тяжести, а μ — коэффициент трения между колесом и дорогой.

Чем больше Q_m., тем меньше путь торможения при данных Q и v. Отсюда ясна выгода торможения всех 4 колес; в этом случае $S = \frac{v^2}{2g\mu}$, значение μ для сырой мостовой 0,2, для сухой 0,6. При торможении одних передних или задних колес Q_m. соответственно равно:

для передних $\frac{b \cdot Q}{L - \mu \cdot h}$

» задних $\frac{a \cdot Q}{L + \mu \cdot h}$

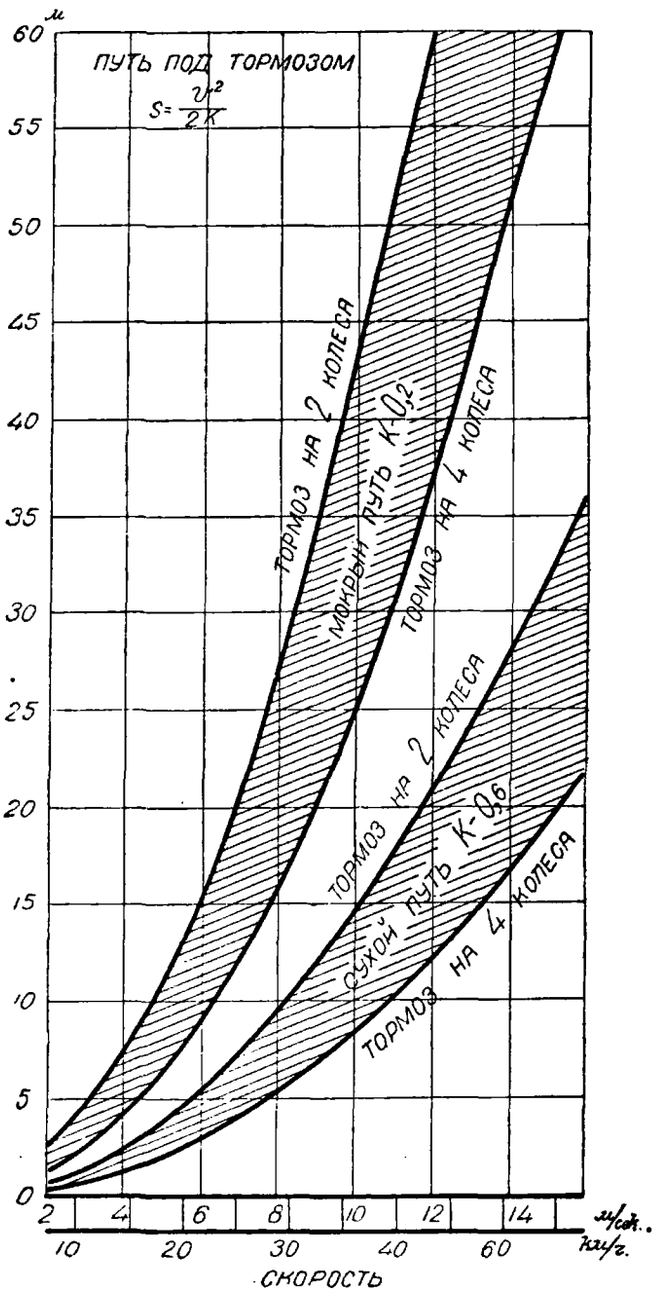
[здесь: a — горизонт. расстояние центра тяжести А. от передней оси, L — расстояние



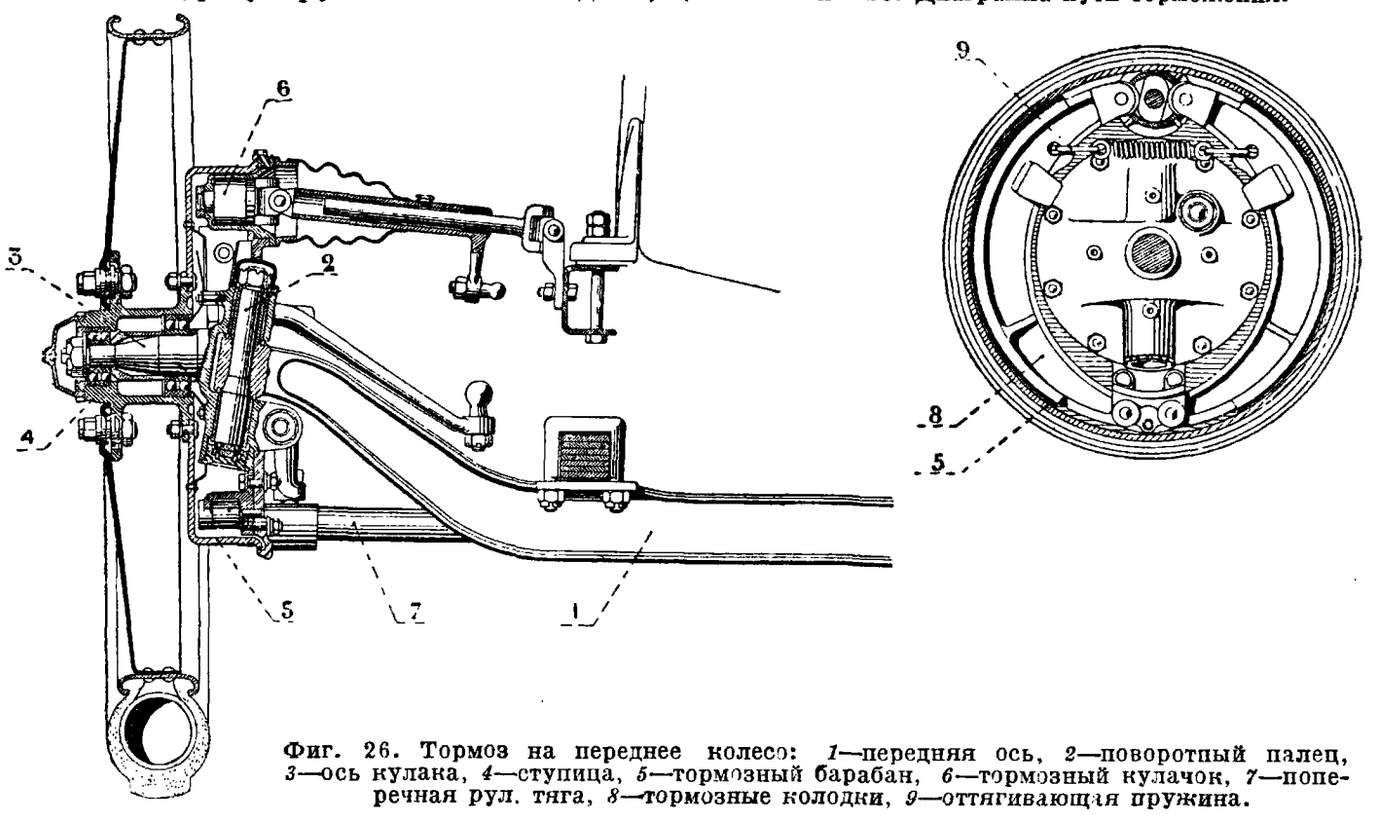
Фиг. 24. Схема привода торможения на четыре колеса.

между осями ($a + b = L$), h — высота центра тяжести А. над землей]. На фиг. 25 даны сравнительные результаты испытаний для определения пути торможения, произведенных с одним и тем же А. при торможении четырех и двух колес, на сухой мостовой и влажной. Схема привода к тормозам на 4 колеса и конструкция тормозов на передней оси даны на фиг. 24 и 26.

Идея серво-тормозов заключается в том, что в них при слабом нажатии на тормозную педаль создается большое нажатие тормозных колодок; регулируя нажатие на педаль,

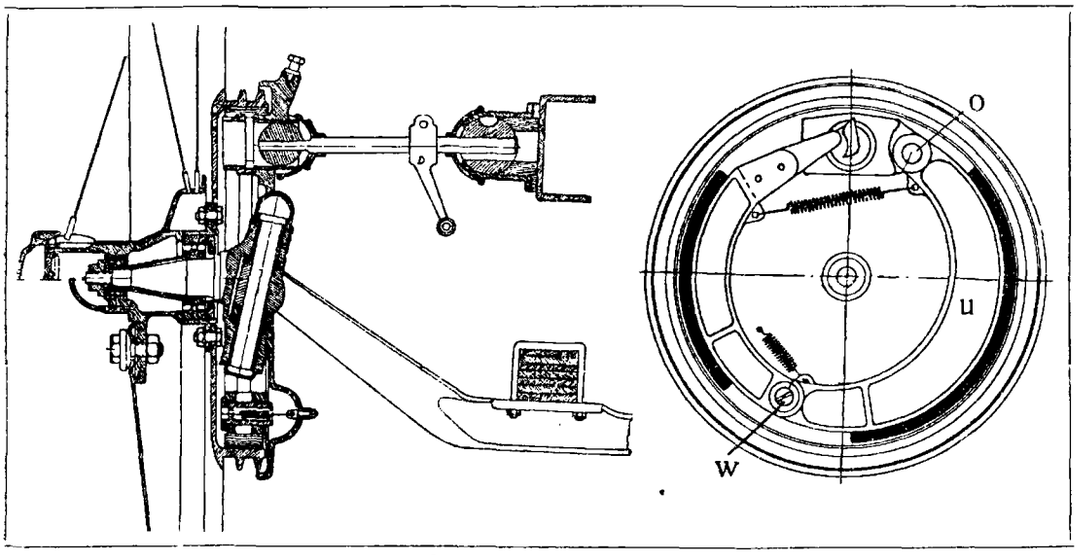


Фиг. 25. Диаграмма пути торможения.



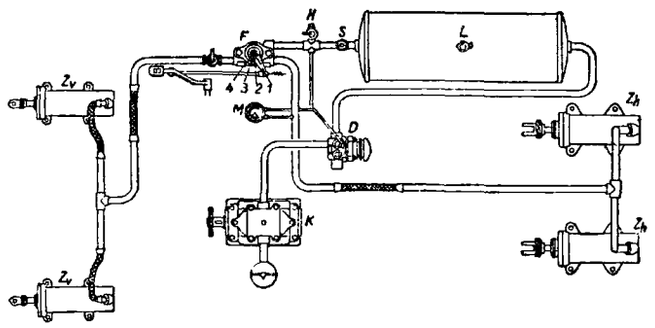
Фиг. 26. Тормоз на переднее колесо: *1*—передняя ось, *2*—поворотный палец, *3*—ось кулака, *4*—ступица, *5*—тормозный барабан, *6*—тормозный кулачок, *7*—поперечная рул. тяга, *8*—тормозные колодки, *9*—оттягивающая пружина.

можно создать любую силу торможения и без утомления поддерживать ее долгое время. На серво-тормозе Перро (фиг. 27) обе колодки соединены шарниром, бо́льшая колодка имеет неподвижную опору *O*, меньшая свободным концом опирается на



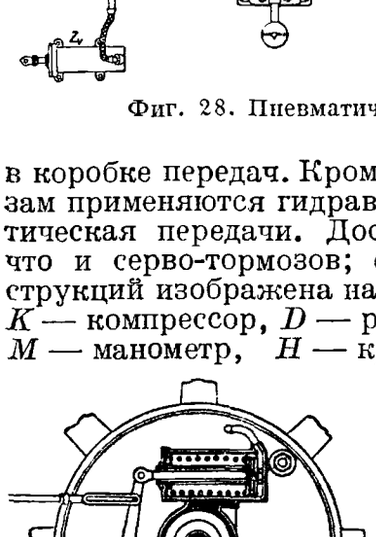
Фиг. 27. Серво-тормоз Перро.

поворотный камень, при вращении которого малая колодка прижимается к ба́рабану; создаваемое окружное усилие передается на шарнир *W* и с большой силой прижимает колодку *U* к тормозному барабану. Серво-тормоз Рено расположен не в барабане, а



Фиг. 28. Пневматический тормоз.

в коробке передач. Кроме механич. к тормозам применяются гидравлическая и пневматическая передачи. Достоинство их то же, что и серво-тормозов; одна из таких конструкций изображена на фиг. 28 и 28а; здесь *K* — компрессор, *D* — регулятор давления, *M* — манометр, *H* — кран для накачивания шин, *F* — кран управления, соединенный с педалью, Z_v и Z_h — цилиндры тормозов, *L* — баллон с воздухом, *S* — предохранительный клапан. Действие прибора таково, что, давая разные положения крану *F*, сообщают цилиндры Z_v и Z_h то с атмосферой, то с баллоном сжатого до 6—8 *atm* воздуха; интенсивность торможения достигается тем, что при разных положениях крана *F* (*2*, *3*, *4*) воздух из баллона *L* подводится к цилиндрам с большей или меньшей скоростью. Во избежание заносов А. вследствие разности нажатия тормозов применяют механизмы—уравнители, назначение которых—выравнивать нажатие тормозов правой и левой стороны; в тормозах гидравлических и пневматических уравнивание тормозов происходит автоматически.



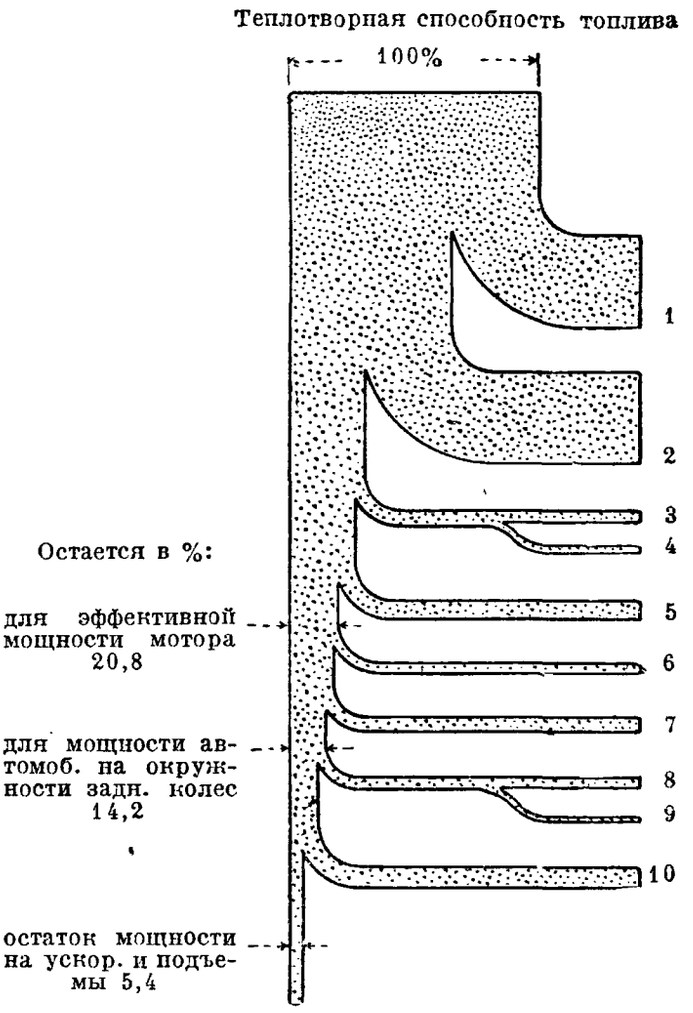
Фиг. 28а. Пневматический тормоз.—Действие на колесо.

Вращение рулевой сошке передается червяком — червячным колесом, червяком — сектором, винтом — гайкой и конической зубчатой передачей (последняя применяется только в легких дешевых А.). Передача червячным колесом дает возможность уничтожать люфт, получающийся от износа частей, путем перестановки червячного колеса в разные положения на своей оси; в других типах передачи для уничтожения люфта применяют особые детали (эксцентрическая втулка). Нормально допускаемый люфт не должен превосходить 6—8° на рулевом колесе. Передача от передних колес к рулевому колесу выполняется обратимой, чтобы избежать поломки органов управления при косом ударе о передние колеса; для избежания отдачи угол наклона витков червяка или винтовой нарезки выбирают близким к углу трения — с tg от 0,12 до 0,16 (для смазанных стали и бронзы). Полный поворот передних колес в легковых А. соответствует 0,9—1,0 оборота штурвала, в грузовиках — 1,25—1,5. Длину сошки и рычагов поворотных кулаков выбирают, исходя из предположения, что на рулевое колесо действует окружное усилие не свыше 15 *кг*; при расчете на крепость это усилие берут в 3 раза бо́льшим.

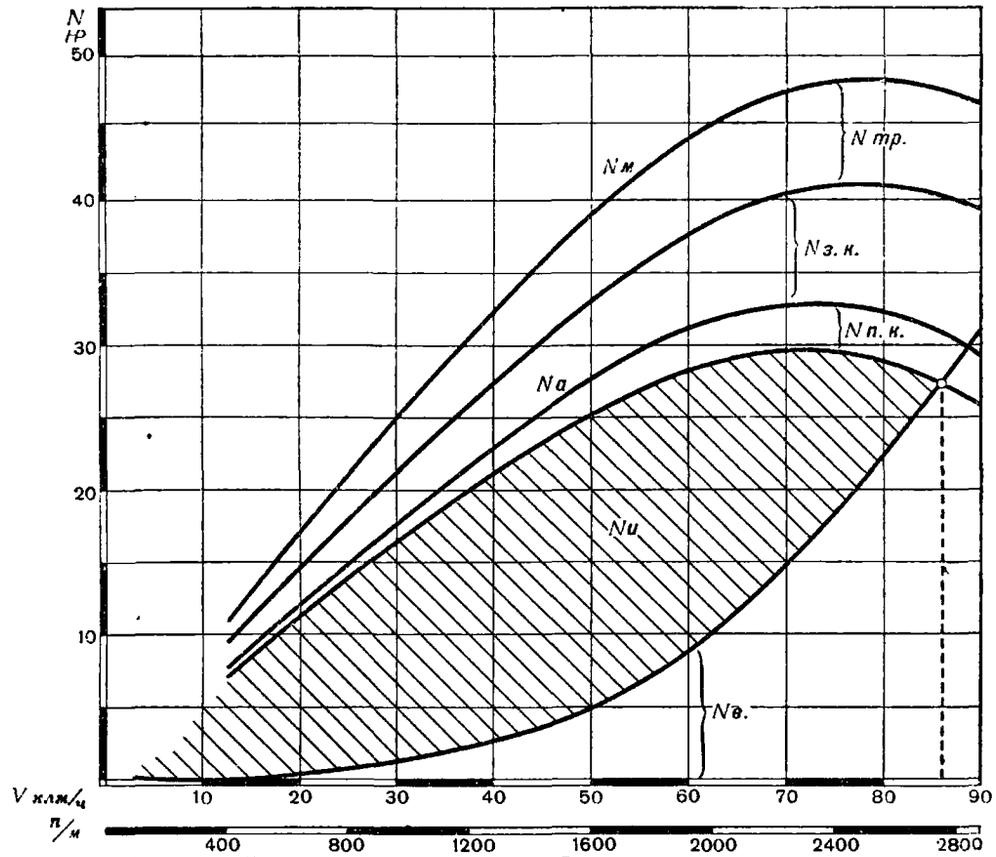
Конструкция автомобильных покрышек бывает двух основных типов: у первого — основание покрышки состоит из нескольких слоев прорезиненного полотна, плотно между собой связанных тонкими слоями резины; во втором — «корд» — основание состоит из нескольких идущих только в одном направлении тонких нитей основы, соединенных между собой подвижно, направление нитей в смежных слоях—крест-накрест. Последняя конструкция получила почти исключительное распространение; преимущества этого типа: меньше потери на внутреннее трение, меньший нагрев шины, бо́льшая долговечность и бо́льшая средняя скорость А.; средние значения коэфф-та качения для шин с полотном — 0,018, для шин «корд» — 0,011. Автошины различаются величиной давления воздуха в них: шины с высоким давлением, 4 — 5,5 *atm*, и шины «баллон» с низким давлением, 1,5—3,0 *atm*. Шины низкого давления дают бо́льшую комфортабельность езды; мелкие

неровности дороги проходят незаметно для экипажа; средняя скорость А. по плохой дороге выше при шинах низкого давления; благодаря своей эластичности эти шины проходят безвредно для своей прочности по неровным и острым камням; благодаря большой опорной поверхности уд. давление и износ меньше, сцепление с грунтом лучше. На гладкой дороге потери на внутреннее трение у шин «баллон» больше, чем у шин высокого давления. Нормальная нагрузка, с которой работают современные А., приходящаяся на единицу поверхности шин высокого давления, равна в среднем 5—6 *кг/см²*. Грузовые А. до 3½ *т* и автобусы в настоящее время монтируются на пневматиках, что позволяет увеличить скорость их движения. Сплошные шины — грузоленты — применяются преимущественно на тяжелых грузовиках с небольшой скоростью движения; разновидностью массивных шин являются сплошные шины с воздушными каналами и камерами (см. *Автошина*).

Мощность, развиваемая автомобильным двигателем, расходуется на преодоление внутренних и внешних сопротивлений движению; на фиг. 29 дана диаграмма баланса мощности А. в зависимости от скорости движения и числа оборотов мотора на прямой передаче. Здесь $N_м$. — эффектив. мощность мотора на полном дросселе, $N_{тр}$. — мощность, затрачиваемая на трение в трансмиссии, $N_{п.к.}$ — мощность, теряемая на качение передних колес, $N_{з.к.}$ — то же — для задних колес, $N_в$. — мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха. Разность $N_м - (N_{тр} + N_{п.к.} + N_{з.к.} + N_в) = N_u$. есть избыток мощности, который тратится на преодоление подъемов и на ускорение А. при разгоне. Скорость, соответствующая на диаграмме значению $N_u = 0$, есть предельная максимальная



Фиг. 30. Баланс мощности автомобиля (энергия топлива 100%). Потери в %%: *1*—через охлаждающую воду—35,8; *2*—на лучеиспускание и с отходящими газами—35,6; *3*—на сопротивление трубопровода — 1,0; *4* — через глушитель — 1,2; *5* — на механические потери в двигателе — 5,6; *6* — на трение в трансмиссии на прямой передаче—2,9; *7*—в задних покрышках—3,7; *8*—в передних покрышках — 1,1; *9* — на сопротивления в перед. колесах—0,6; *10*—на сопротив. воздуха—7,1.

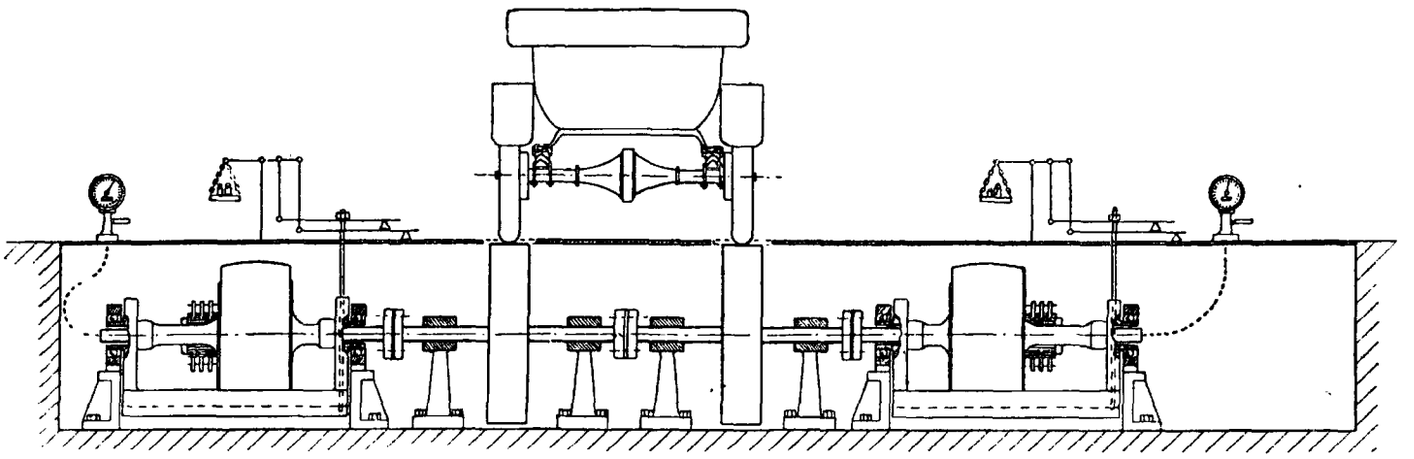


Фиг. 29. Баланс мощности автомобиля на прямой передаче.

скорость автомобиля на ровном месте. Динамические качества А. характеризуются величиной N_u.: чем избыток мощности больше, тем А. приёмистее, тем лучше он берет подъемы. Мощность, развиваемую А. на окружности задних колес, называют мощностью А.: $N_a = N_м - (N_{тр} + N_{з.к.})$. На фиг. 30 дан баланс мощности А. при нормальном числе оборотов, за 100% принята энергия топлива, подведенная к двигателю.

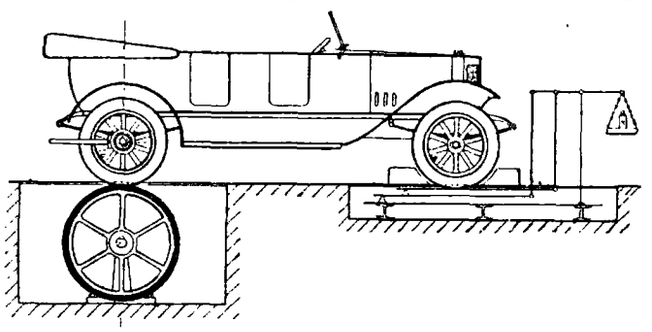
Испытание А. производится на станках и на ходу. На фиг. 31 и 32 дана схема станка для испытания целых автомобилей. А. ставят задними колесами на барабаны; задний мост крепят к особо прочному упору, под передние колеса А. помещают весы. Барабаны

укреплены на валу, на концах которого находятся две тормозные динамомашины, установленные на балансирных рамах; тормоза могут быть любой конструкции — гидравлические (Фруда, Юнкерса) или механические (Прони, Цоллера). Испытание на барабаны и вращая последние помощью динамомашин, определяют мощность $N_{п.к.}$, затрачиваемую на вращение передних колес. В том случае, когда станок оборудован гидравлическим или механическим тормозами, определение $N_{п.к.}$ выполняется на



Фиг. 31. Станок Ридлера (продольный разрез).

состоит в определении характеристик А., отнесенных к задним колесам при работе на разных передачах, гл. обр. на прямой, т. к. оценку качеств А. принято считать по данным его обычной работы. Давая разную нагрузку тормозам станка, получают разные скорости движения при данном положении дросселя. Установив режим, замеряют помощью обоих весов (фиг. 31) момент на валу и его число оборотов особыми счетчиками; далее переходят к следующим режимам. Зная момент и число оборотов барабанов, вычисляют мощность на задних колесах; одновременно определяют суммарный расход топлива. Кривые, полученные при

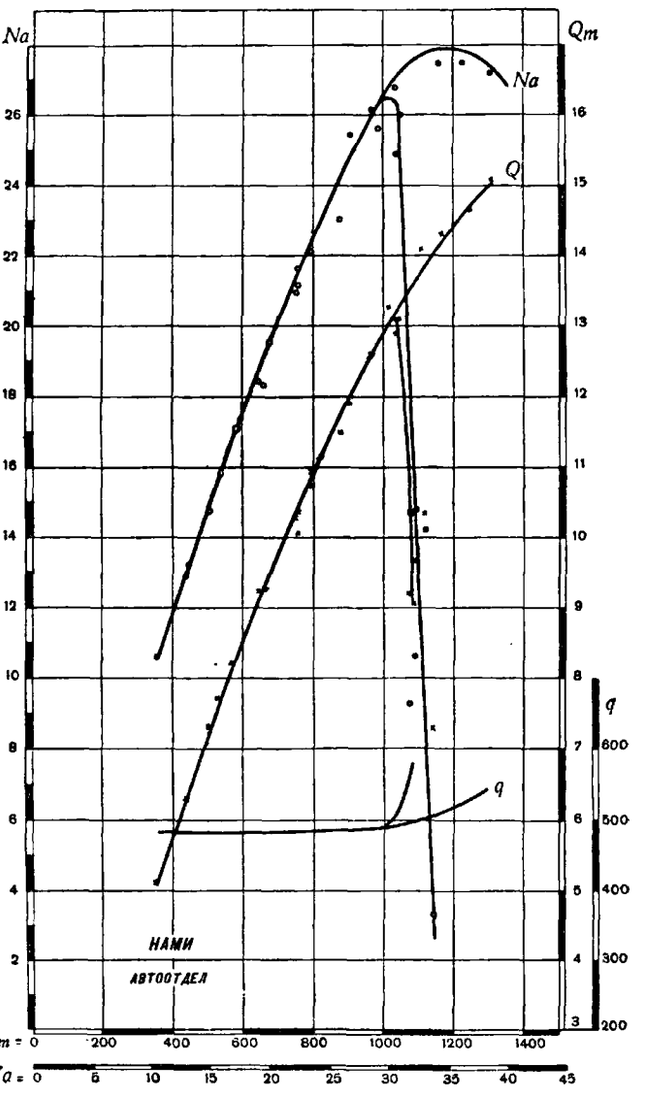


Фиг. 32. Станок Ридлера (поперечный разрез).

данном испытании, изображены на фиг. 33. Здесь N_a. — мощность на задних колесах, Q — суммарный часовой расход бензина и q — расход топлива на силу-час. Величина давления воздуха в шинах, их качество и степень изношенности, при всех прочих равных условиях, могут влиять на величину N_a; чтобы избежать этого, с целью уточнения результатов, определяют мощность не на окружности шины, а на ободе; это достигается при помощи весов под передними колесами: под влиянием реакции заднего моста передняя ось А. разгружается. Определив для различных режимов величину этой разгрузки весами (фиг. 32), зная расстояние между осями А. и число оборотов задних колес, определяют мощность N_o. на ободе задних колес. Разность $N_o. - N_a. = N_{з.к.}$ — потеря на качение задних колес. Поставив автомобиль передними колесами на специальном станке. Мощность $N_в.$, идущая на преодоление сопротивления воздуха, подсчитывается по ф-ле:

$$N_в. = \frac{\alpha . F . v^3}{75 . (3{,}6)^3} .$$

Здесь F — лобовая площадь А. в $м^2$, v — скорость А. в $км/ч$, α — коэфф., зависящий

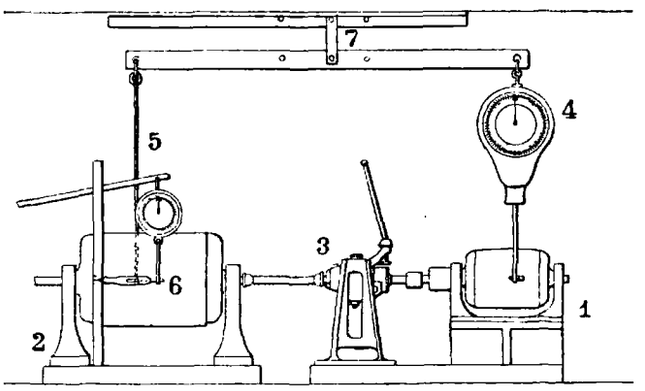


Фиг. 33. Диаграмма N_a, Q и q на прямой передаче в зависимости от V_a и $N_м$.

от формы кузова и плотности воздуха; α определено для разных форм кузова лабораторным путем, помощью продувки моделей А. в аэродинамических трубах. Средние величины коэффициента α:

для норм. открытого легкового А.	0,07
» лимузина, автобуса и А. с поднятым верхом	0,045
» закрытого спортивного А. спец. формы	0,02
» грузовых А.	0,07

Коробки передач и дифференциалы испытывают на специальных станках, для определения их кпд в зависимости от формы зубьев, конструкции, скорости, нагрузки и смазки. На фиг. 34 показан станок для испытания коробок скоростей; здесь правая пендель-динамо служит электромотором,



Фиг. 34. Станок для испытания коробки передач: *1*—вращающая пендель-динамо, *2*—вращаемая динамо, *3*—испытуемая коробка передач, *4*—динамометр налагаемой нагрузки, *5*—динамометр потери нагрузки, *6*—указатель, *7*—балансирный рычаг.

левая—тормозом; коробка укреплена между ними неподвижно и соединена с электромашинами помощью карданных шарниров. Испытание А. на ходу производится при помощи прибора а к с е л е р о м е т р а. Сущность его заключается в том, что он автоматически записывает кривую ускорения А. в функции времени во время разгона или замедления хода А. Если на минимальной скорости, с к-рой А. может итти на прямой передаче на ровном месте, быстро дать полное открытие дросселя, то А. начнет разгоняться и в течение определенного времени достигнет предельной максимальной скорости; за этот период акселерометр запишет кривую ускорений, к-рая в момент предельной скорости даст $j = 0$. Если, далее, выключить сцепление, не выключая коробки скоростей, то движение А. будет замедляться, и акселерометр запишет кривую отрицательного ускорения. Зная вес А. и перестроив полученные кривые в функции скорости, подсчитывают мощность по ф-ле:

$$N = \frac{Q}{g} \cdot j_a \cdot \frac{v_a}{270},$$

где Q—вес автомобиля с пассажирами в *кг*, g—ускорение силы тяжести в $м/сек^2$, j_a—ускорение А. в $м/сек^2$ и v_a — скорость А. в *км/ч*. Из первой кривой (разгон) определяется избыток мощности N_u., из второй (затухание)—сумма мощностей $N_{п.к.} + N_{з.к.} + N_{тр.} + N_в$. Кроме лабораторных испытаний, выясняющих исключит. динамич. качества и экономику машины, за последние 15—20 лет различные автомобильные организации для всестороннего выявления эксплоатационных качеств А. устраивают большие испытательные автомобильные пробеги, где одновременно с экономическими и динамическими качествами учитываются все поломки и проходимость машины по тяжелым дорогам. Из автомобильных пробегов, имевших у нас место, необходимо отметить: пробег 1912 г. Петербург—Вильно—Ковно—Гродно—Барановичи—Минск—Москва—Петербург (2 843 вс.), пробег 1923 г. Москва—Смоленск—Псков—Петроград—Новгород—Москва (1 963 *км*), пробег 1925 г. Ленинград—Москва—Тифлис—Москва (5 250 *км*).

К а ч е с т в а А. оцениваются определенными величинами, характеризующими его с точки зрения конструкции, динамики и экономики. Всесторонняя оценка конструктивных достоинств машины затруднительна в виду разнообразия требований, коим должен удовлетворять А.; наиболее общими признаками, какие можно применить для оценки конструкции, являются: 1) «коэфф. многооборотности», т. е. число оборотов мотора при скорости 1 *км/ч*, и 2) «коэффиц. рациональности конструкции», т. е. отношение полезной нагрузки к мертвому весу. Коэфф. многооборотности оценивает напряженность работы мотора и его долговечность. Средние значения этого коэффициента для современных А. таковы:

легковые автомобили	25—35
грузовые »	20—45

По сравнению с автомобилями выпуска 1900—1910 гг. оборотность современных машин выше, что объясняется общим стремлением к уменьшению литража мотора. Коэффиц. рациональности конструкции оценивает правильность использования того количества материала, к-рое пошло на постройку А. при правильном выборе напряжений; чем этот коэфф. больше, тем, при прочих равных условиях, конструкцию можно считать более рациональной, без лишнего мертвого веса. Этот коэффицент выражается следующими числами:

легковые автомобили	от 25 до 40%
грузовики	» 77 » 90%

(для легковых А. вес шофера включен в полезный груз). К величинам, оценивающим конструкцию, относится кпд трансмиссии $\eta_{тр.} = N_d/N_e$, характеризующий конструкцию передачи и правильность ее монтажа; средние значения $\eta_{тр.}$ для легковых А. 90—92%, для грузовиков 80—85%.

Д и н а м и ч е с к и е с в о й с т в а А. оцениваются тремя величинами: запасом мощности на m общего веса, литровой мощностью и ср. эффект. давлением, отнесенным к ведущим колесам. Числовые значения этих величин таковы:

1. Запас мощности А. на m общего веса: $\frac{N_u}{Q}$ Нр/m.

Легковые автомобили	Грузовые автомобили
а) Неприемистые машины—от 3,2 до 4,0 Нр/m.	а) Машины, годные только для езды по хорошим дорогам, от 2,3 до 2,7 Нр/m.
б) Машины с хорошей динамикой—от 7 Нр/m до 10 Нр/m.	б) Машины, пригодные для проселочных дорог, от 3,0 до 4,5 Нр/m.

2. Литровая мощность, отнесенная к задним колесам: $\frac{N_a}{V_h}$ НР.

Легковые автомобили	Грузовые автомобили
а) Машины с плохим использованием объема, тихоходные, от 4 до 6,5 НР.	а) Машины тихоходные, большой грузоподъемности свыше $3^1/_2$ *т*, от 3,9 до 4,4 НР.
б) Машины с хорошей отдачей, верхними клапанами, быстроходные, от 8,5 до 15 НР.	б) Машины среднего тоннажа, от 5 до 6,5 НР.

3. Среднее эффект. давление, отнесенное к задним колесам: $p_e = \frac{900 \cdot N_a}{V_h \cdot n}$ (для двухтактных двигателей $p_e = \frac{450 \cdot N_a}{V_h \cdot n}$).

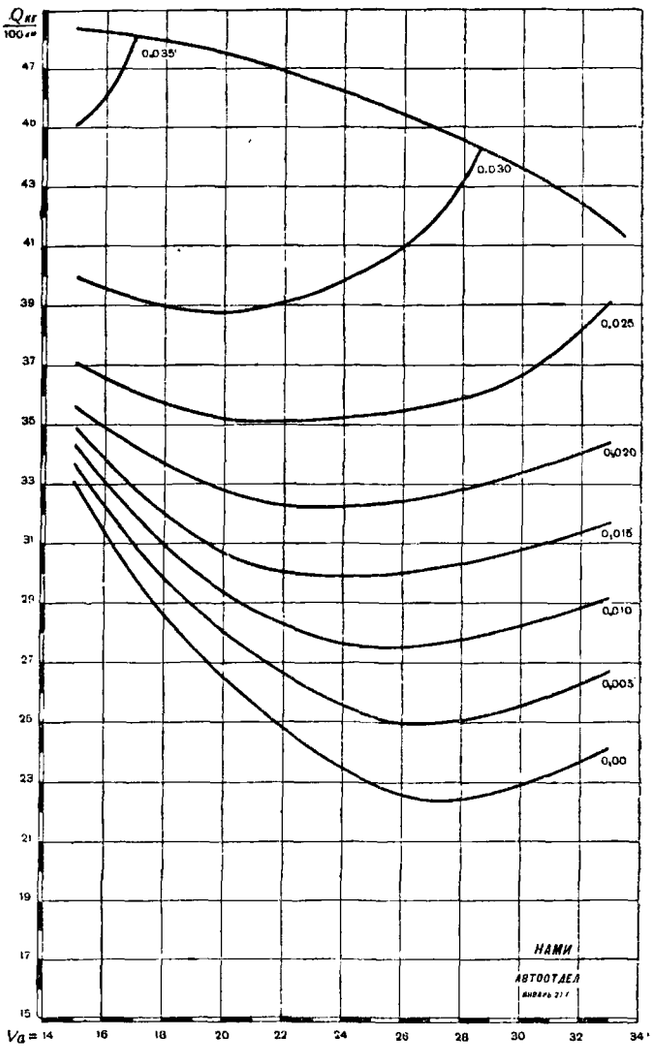
Легковые автомобили	Грузовые автомобили
а) Машины с плохой отдачей, от 3,4 до 3,7 *кг/см²*.	а) Машины с плохой отдачей, от 3,1 до 3, 6 *кг/см²*.
б) Машины с хорошим использованием энергии, от 4,65 до 5,25 *кг/см²*.	б) Машины с хорошим использованием энергии, от 3,9 до 4,6 *кг/см²*.

Приведенные цифры для легковых А. относятся к машинам нормального типа; в гоночных машинах величины среднего эффект. давления и в особенности литровой мощности значительно выше (до 55 НР на задних колесах). Такое увеличение литровой мощности получается путем изменения фаз распределения, повышения числа оборотов и степени сжатия. Кривая характеристики мощности гоночных машин имеет вогнутость по отношению к оси абсцисс, что является признаком плохого запаса мощности, плохой приёмистости машины в условиях нормальной городской езды до 40—45 *км/ч*.

Экономика машины в лабораторных и пробеговых испытаниях оценивается расходом топлива и смазки. Суммарный расход масла при определенной регулировке перепускного клапана (см. *Автомобильный двигатель*) почти пропорционален числу оборотов двигателя и не зависит от нагрузки. Расход бензина на машину, отнесенный к 100 *км*, зависит от скорости. На фиг. 35 изображена диаграмма расхода топлива на 100 *км* в зависимости от подъема и скорости, в условиях езды, соответствующей условиям испытания на ст. Ридлера, т. е. на ровной асфальтовой или торцовой деревянной дороге. Обычно эти кривые расхода имеют минимум, не всегда совпадающий с работой на полном дросселе. Уд. расход топлива, отнесенный к мощности на задних колесах N_a, при работе на полном дросселе для легковых машин обычно меньше, чем для грузовых, что объясняется большей степенью сжатия моторов легковых А., а также более тщательным выполнением трансмиссии. Нормальный расход бензина на силу-час, отнесенный к задним колесам, равен:

для легковых автомобилей . . . . . 300—340 *г*
для грузовиков . . . . . 390—420 *г*

На диагр. фиг. 36 и 37 (ст. 189—190) даны расходы бензина и масла на основании результатов Всесоюзного автомоб. пробега 1925 г. в зависимости от литража мотора—для легковых и от полного веса груженой машины—для грузовых А. На диагр. фиг. 37, кроме того, нанесен полезный тоннаж А. Средние кривые расходов проведены, не принимая во внимание точек неправильно отрегулированных машин. Данные диагр. 36 и 37 относятся к условиям езды А. с полным грузом вне города, при отсутствии частого переключения передач и при наличии высоких средних скоростей



Фиг. 35. Диаграмма экономики автомобиля по испытаниям на станке Ридлера.

движения. В условиях городской езды расход топлива сильно зависит от индивидуальных качеств шофера,—в среднем он выше на 10—15% против езды за городом. На диагр. кружками обозначены машины, премированные за экономичность.

При проектировании А., в связи с теми или иными условиями работы машины, необходимо бывает выяснить: мощность мотора, передаточное число в дифференциале, максимальную скорость, максимальный подъем как на прямой, так и на низших передачах. Для этих подсчетов служит основное уравнение:

$$W = W_1 + W_2 + W_3,$$

где W — общее сопротивление движению автомобиля, W_1 — сопротивление почвы движению, W_2 — сопротивление от подъема, W_3 — усилие от сопротивления воздуха; W, W_1, W_2, W_3 выражены в *кг*.

Суммарное сопротивление W должно равняться окружному усилию, которое развивает двигатель на шине заднего колеса, т. е.

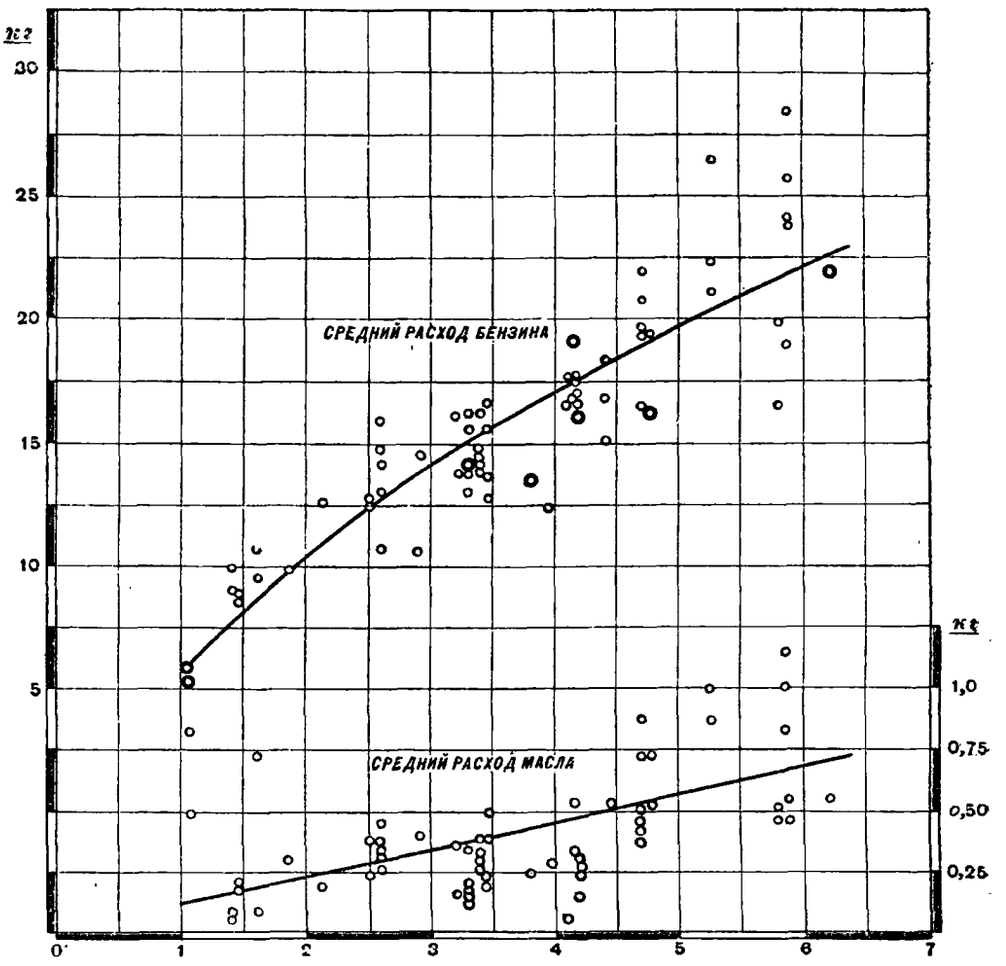
$$W = P = \frac{716{,}2 \cdot N \cdot \eta \cdot i_k \cdot i_0}{R \cdot n},$$

где N — эффект. мощность мотора в Hp, i_k — передаточное число в коробке скоростей (от 1 до 4,5), i_0—передаточное число в дифференциале (от 3,75 до 5,2, для грузовиков 5,5—15), η — кпд механизмов А., включая потери в шинах (0,8—0,85 для легковых и 0,7 для грузовых), n — число оборотов мотора в минуту, R — радиус колеса в $м$.

Каждое из сопротивлений W_1, W_2 и W_3 соответственно равно:

$$W_1 = Q . f \; кг, \quad (1)$$

где Q — общий вес А. в $т$ (им обычно задаются на основании имеющихся конструкций), f— коэфф. общего сопротивления почвы качению автомобиля (для асфальта 10 $кг/т$, для очень хорошего шоссе 16 $кг/т$, для хорошей торцовой деревянной мостовой 18 $кг/т$, для нормальной мостовой в хорошем состоянии 23 $кг/т$, для плохой мостовой 33 $кг/т$, для проселочной дороги



Фиг. 36. Расход бензина и масла легковыми автомобилями на 100 км по данным пробега 1925 г.

от 80 до 160 $кг/т$, для песка от 150 до 300 $кг/т$);

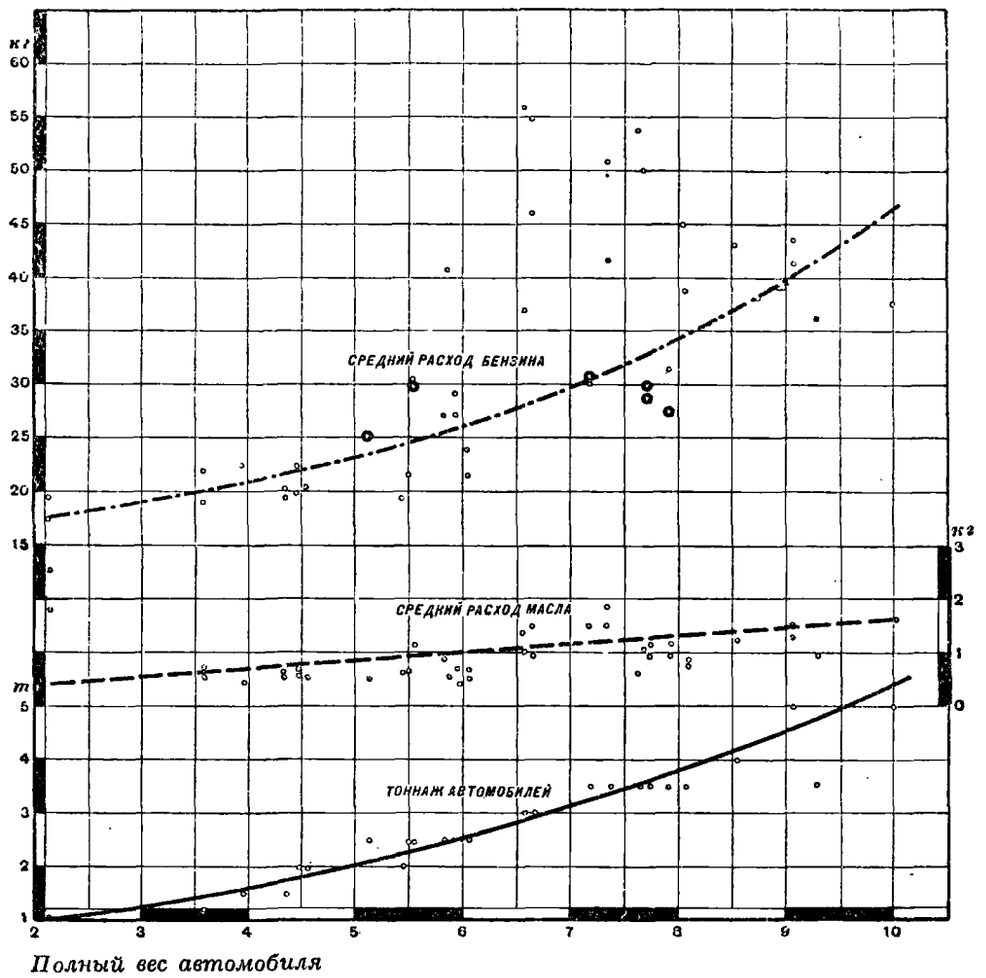
$$W_2 = Q . h \; кг, \quad (2)$$

где Q — общий вес автомобиля в $т$, h — подъем в тысячных (подъемы на прямой передаче для машин со средней динамикой—0,032—0,040, с хорошей—до 0,090);

$$W_3 = \frac{\alpha . F . v^2}{(3,6)^2} \; кг, \quad (3)$$

где F—лобовая площадь сопротивления А. в $м^2$ (берется или по точному обмеру или приблизительно равной ширине хода колес на расстояние от земли до наивысшей точки; средние значения—для легковых А. 1,5—2,5 $м^2$, для грузовиков 4,0—6,0 $м^2$); α — коэффиц. сопротивления воздуха (значения его даны выше), v — скорость А. в $км/ч$. Окружное усилие, развиваемое мотором на окружности задних колес, во избежание буксования должно удовлетворять условию

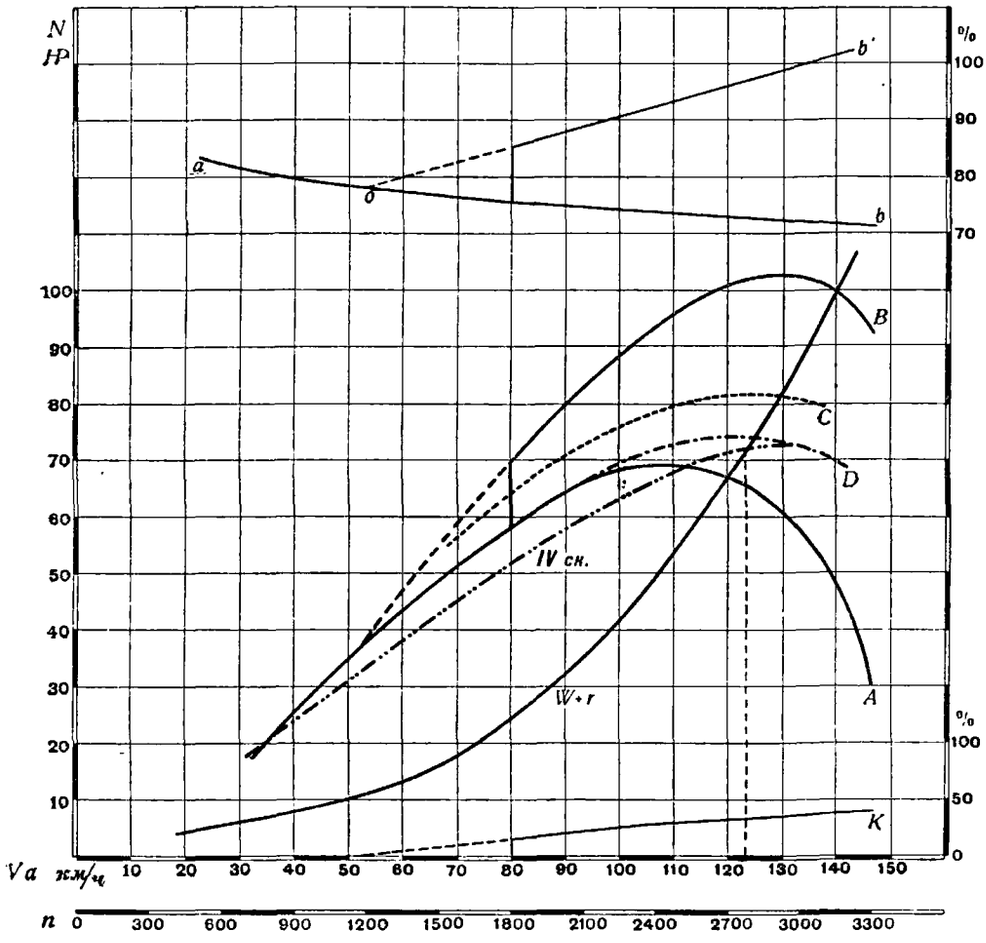
$$P \leqslant Q_c . f,$$



Фиг. 37. Расход бензина и масла грузовыми автомобилями на 100 км по данным пробега 1925 г.

где f — коэффициент трения между шиной и дорогой (для влажной дороги 0,2, для сухого асфальта 0,7; при расчете обычно берут 0,4), Q_c — сцепной вес А., т. е. вес, приходящийся на ведущие колеса (если ведущие колеса только задние, то обычно Q_c равно от 0,56 до 0,62 от общего веса Q для легковых и 0,65—0,70 для грузовых А.). Определив по вышеприведенной формуле мощность мотора согласно тем общим условиям, к-рым должен удовлетворять А., подсчитывают по ф-ле $V_h = \frac{900\,N}{p_e\,n}$ литраж мотора, задавшись кривой ср. эффект. давления. После определения характеристики мотора и после выявления точных размеров и веса А. производится повторный подсчет, где окончательно определяются динамические качества А. Кроме ф-л, указанных выше, определяющих тормозную мощность мотора, в западных странах применяются ф-лы налоговой мощности, характеризующие гл. обр. размерность мотора, а не действительную мощность. У нас применяется немецкая формула налоговой мощности $N = 0{,}3\ d^2 \cdot s \cdot i$, где d — диаметр цилиндров в *см*, s — ход поршня в *м*, i — число цилиндров мотора.

Применение компрессорных моторов повышает динамические качества автомобиля. Идея компрессорных моторов заключается в увеличении заряда рабочей смеси помощью повышения объемного коэфф-та наполнения; последнее достигается тем, что воздух, идущий на образование рабочей смеси, поступает в цилиндр под давлением, а не под влиянием разрежения во время хода всасывания; одновременно с увеличением количества воздуха, подача бензина в карбюратор тоже повышается — или помощью особого насоса, включаемого в действие одновременно с компрессором, или же путем повышения давления в бензиновом баке. Конструкции воздушных компрессоров бывают центробежные, поршневые и крыльчатые типа Рато. Поплавковая камера карбюраторов компрессорных моторов непосредственного сообщения с атмосферой не имеет. На фиг. 38 даны результаты испытания автомобиля Мерседес-Даймлер (15/70/100) с компрессорным мотором (6 × 80 × 130). Обозначения кривых следующие: A — фактическая эффект. мощность мотора без компрессора; D — мощность, к-рую можно было бы получить от этого же мотора, если бы всасывающие трубы и клапаны сделать нормального сечения (предвидя постановку компрессора, последние выполнены заводом более узкими); C — мощность, которую можно было бы получить от этого же мотора без компрессора, увеличив до возможного максимума степень его сжатия и переведя работу на бензол; B—фактическая мощность, получаемая с мотора при работе с компрессором на бензине; $(W+r)$ — кривая сопротивления движению автомобиля, IV *ск.*— мощность автомобиля на четвертой передаче при работе с компрессором, K — выигрыш в мощности от применения компрессора, *aob* — коэффициент объемного наполнения при работе без компрессора, *aob'*—коэффициент объемного наполнения с включенным компрессором. Компрессор включается в тот момент, когда запас мощности без компрессора достигает максимума (число оборотов мотора $n = 1\,800$).



Фиг. 38. Испытание автомобиля Мерседес-Даймлер.

Хорошие эксплоатационные и динамические качества А.—уменьшение расходов на топливо и резину, повышение приёмистости, способности брать подъемы, максимальной скорости, уменьшение пути торможения и пр.—возможны только при наличии большой литровой мощности двигателя и при малом общем весе всего А. Это м. б. выполнено только при условии повышения напряжений, с к-рыми работают детали автомобиля. По сравнению с изделиями тяжелого машиностроения, детали автомобильных моторов и А. в целом работают с напряжениями в 5—6 раз бóльшими. К материалам, применяемым в автомобилестроении, предъявляются высокие требования в смысле их качества. В приведенной на ст. 193—194 таблице даны механические свойства главных материалов, идущих на изготовление отдельных частей автомобиля.

Примеси в сплавах, идущих на изготовление деталей А. (в %)	Механич. свойства: коэфф. креп. в кг/мм²	Механич. свойства: пред. упруг. в кг/мм²	Механич. свойства: удлинение в %	Применение
Алюминиевый сплав				
Медь 2,5—4 . . . . . Цинк 16—18.	12—18	—	2—4	Картера двигателей и коробок скоростей
Хромоникел. сталь N.C.1 (Х. М. 2)				
Углерод до 0,16. . . . . Никель 3,0—3,5 . . . . . Хром 0,7	100—140	90—110	12—8	Части с больш. износом и средн. напряжением: рулев. управл., кулаки, ролики (цементируются)
Хромоникел. сталь N.C.4 (Х. М. 1)				
Углерод до 0,16. . . . . Никель 4—4,5 . . . . . Хром 1—1,25	120—160	110—140	11—8	Части с больш. напряж. и износом: шестерни, коробки скор. и задн. мосты, поршн. пальцы (применяется цементация)
Хромоникел. сталь N. K. H. V. (Х. 3)				
Углерод 0,3—0,36 . . . . . Никель 3—3,5 . . . . . Хром 0,6—0,9.	90	70	12	Ударн. нагрузка, скруч. и срезыв. напряж.: полуоси, шпонки, валики, коробки скор., болты (термич. обработка до механической; закалка)
Хромоникел. сталь (N. K. H.)				
Углерод 0,3—0,36 . . . . . Никель 3,0—3,5 . . . . . Хром 0,6—0,9.	70—80	100—110	12—10	Части с больш. напряж.: коленчат. валы, крестовины дифференциала, рессоры. хомуты, кардан (термическая обраб. после механической; закалка)
Хромоникел. сталь (S. H.)				
Углерод 0,45—0,53 . . . . . Никель 3,0—3,5 . . . . . Хром 1,0—1,2.	140	120	6	Части с больш. напряж., но средн. износом: шестерни, не требующие цементации; коленчатые валы (закалка)
Никелевая сталь P. N. 3 (Н. 3)				
Углерод 0,3 . . . . . Никель 3,0—3,5	60—80	40—70	20—13	Части с больш. напряжением, требующие больш. вязкости: рулевые сошки, рычаги рулевой трапеции, шатунные болты
Кремнистая сталь (К. Р.)				
Углерод 0,5—0,6 . . . . . Кремний 1,2—1,5	Термич. обработан. до 140—250	120—130	7—6	Рессоры и пружины

Помимо этих стандартных материалов, свойства к-рых можно варьировать в зависимости от той или иной термической обработки, в автомобилестроении применяются различные сорта бронз и «белых металлов» для подшипников и втулок. Средний состав и механич. свойства их следующие:

Бронза

Медь . . . . 84% Олово . . . . 11 » Свинец . . . . 3 » Цинк . . . . . 2 »

Коэфф. креп. . . 18—25 кг/мм² Удлинение. . . . 10—12%

Баббит

Олово . . . . 83% Сурьма . . . 12 » Медь . . . . . 5 »

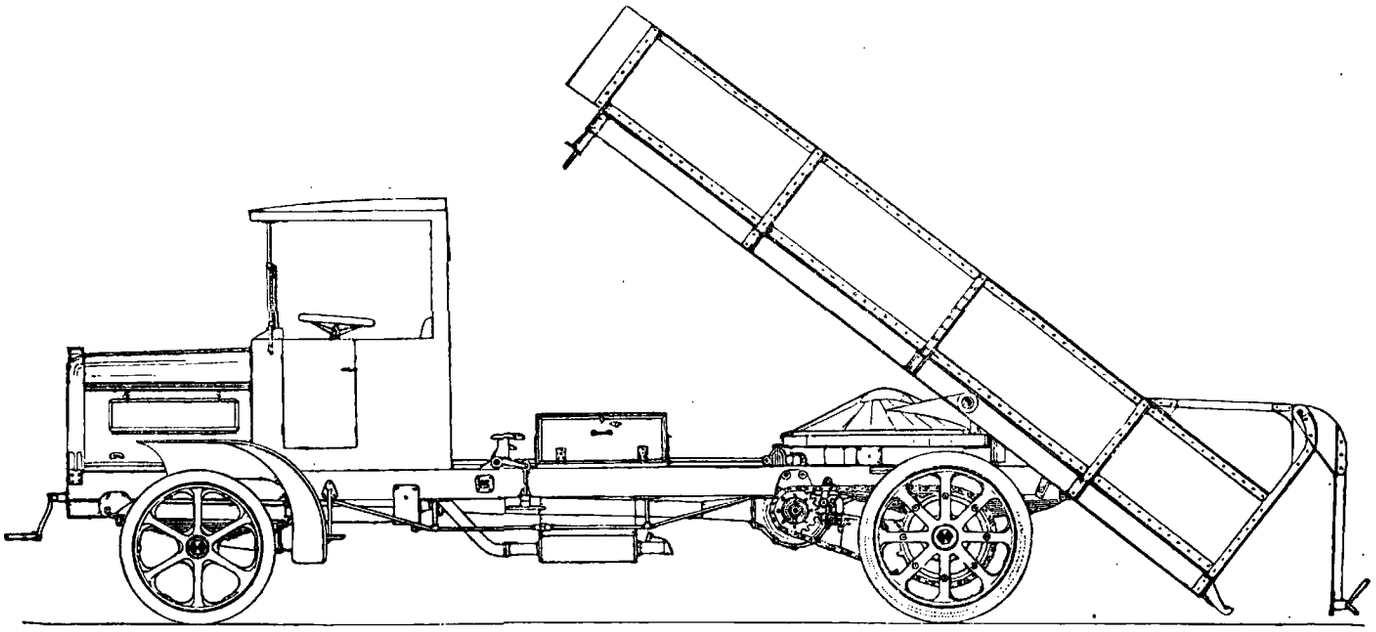
Тв. по Бринеллю . . . 20

В специальных случаях, в гоночных А. с числом оборотов до 5 000—7 000 в мин., применяются металлы «дуралюминий» и «электрон»; имея малый уд. в. 2,5—3,0, эти металлы по сравнению с алюминием имеют значительно больший коэфф. крепости— до 48 кг/мм² и удлинение до 18—20%; эти металлы, помимо обычной механич. обработки, свойственной алюминию, обладают способностью коваться и принимать закалку. Область их применения — картера, части сцепления, рамы, кузова, поршни и шатуны. Средние напряжения, с которыми работают главные детали современных автомобилей, даны в следующей таблице:

Деталь	Напряж. в кг/мм²	Условия работы
Валы коробки скоростей . . .	20—30	На 1-й передаче или задн. ходе
Зубья шестерен коробки скоростей	90—100	На 1-й передаче и задн. ходе; условн. расчет на 1 зуб
Карданный вал .	11—12	На 1-й передаче и задн. ходе
Задние рессоры .	50—60	Только от статич. нагрузки и скручив. момента; при переезде канав в 2—2½ раза больше
Полуоси	30—40	На 1-й передаче и задн. ходе
Цапфа передн. колеса	3,5—4,0	От статич. нагрузки; при переезде препятствий в 2—2½ раза больше

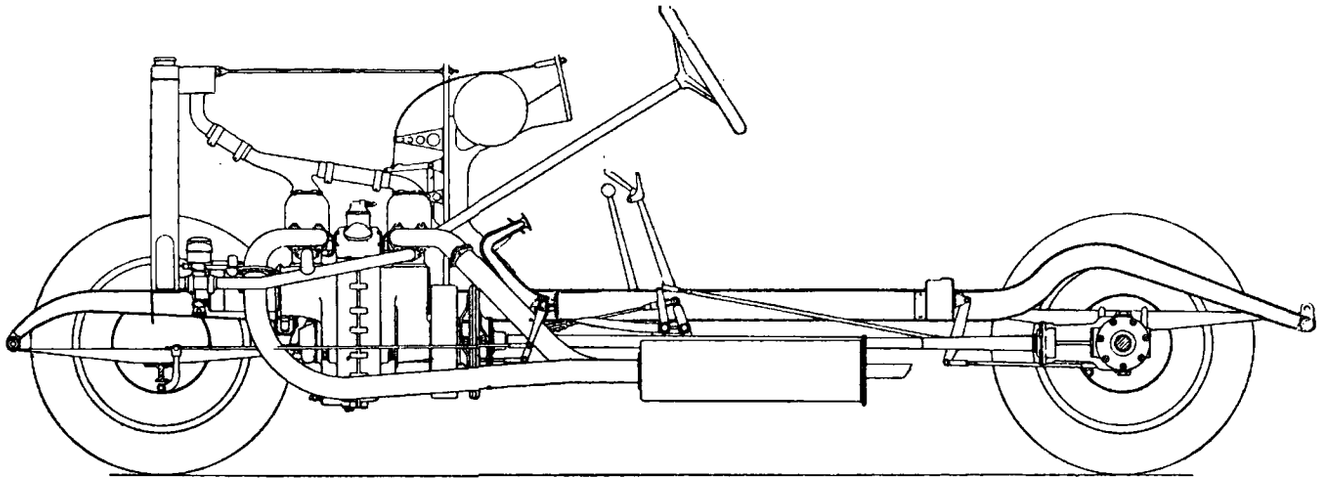
Приведенные напряжения (кроме цапф и рессор) в работе имеют место редко и в течение короткого промежутка времени, когда применяются задний ход или первая передача; обычные рабочие напряжения в 2—3 раза меньше указанных. Фактические максимальные напряжения в зубьях шестерен надо считать вдвое меньше, чем приведено, так как при точности изготовления и монтажа коробки передач современных автомобилей в зацеплении находятся не меньше двух пар зубьев; по условному расчету на один зуб $k = \frac{6Ph}{b^2 l}$ (P—давление на зуб, h — высота зуба, b — толщина зуба, l — длина зуба); запас прочности обычно берут не меньше 1,5—2.

В грузовиках начинает входить в употребление поднимающаяся платформа для сбрасывания груза (фиг. 39). Автобусы и большинство грузовиков, до 3½ m, монтируются на пневматиках; в автобусах начинают применять шины «баллон».



Фиг. 39. Грузовик с подымающейся платформой.

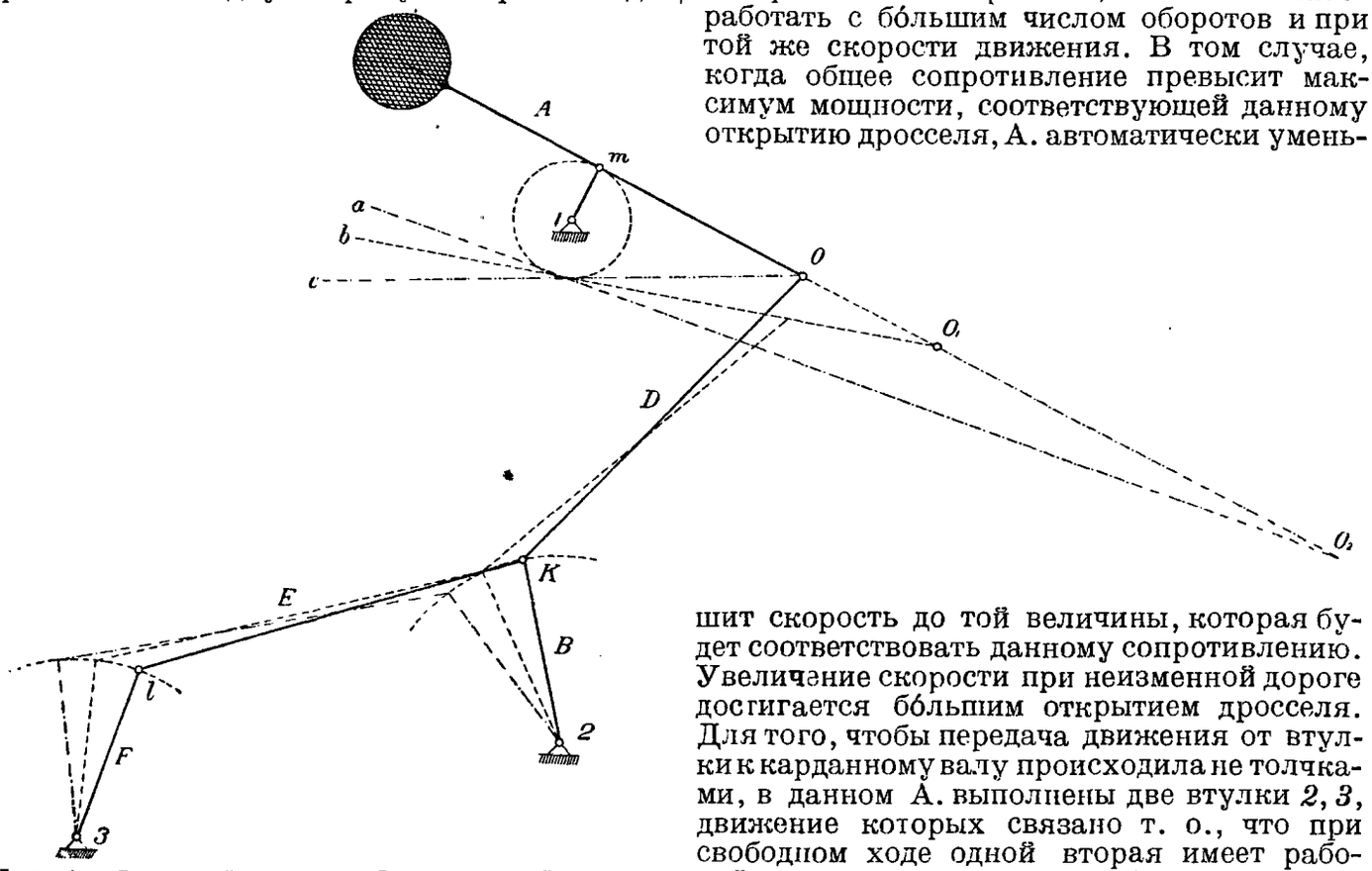
Видоизменение А. нормального типа. На фиг. 40 изображено шасси А. конструкции Константинеско. Мотор 2-цилиндровый, 2-тактный, механизм передач расположен между цилиндрами, литраж 0,493. Передача к задней оси выполняется двумя коническими шестернями, дифференциал отсутствует. Задний ход достигается включением кулачковой муфты. Особенностью машины является самоустанавливающаяся коробка скоростей, при чем



Фиг. 40. Шасси автомобиля Константинеско (общий вид).

Основные тенденции в развитии конструктивных форм легковых А. к 1926/27 г. сводятся к следующему: 1) повышение литровой мощности мотора, 2) уменьшение веса всего А., 3) повышение интенсивности торможения и механизация его, 4) улучшение подвески (удлинение рессор, разрезные оси), 5) усовершенствование коробок скоростей и дифференциала.—В грузовых А. и автобусах намечается стремление к повышению средней скорости и, в связи с этим, к уменьшению веса заднего моста и к торможению 4 колес. между определен. границами число передач бесконечно велико. На фиг. 41 изображена схема действия коробки Константинеско. Идея коробки заключается в том, что при принужденном качании маятника силой, приложенной между концом и опорой его, в опоре появляется сила реакции, величина к-рой зависит от живой силы маятника. Роль маятника выполняет рычаг A, эксцентрично сидящий на валу двигателя *1*; опора маятника, точка O, связана рычагами D и B с механизмом, представляющим собою втулку свободного хода велосипеда,

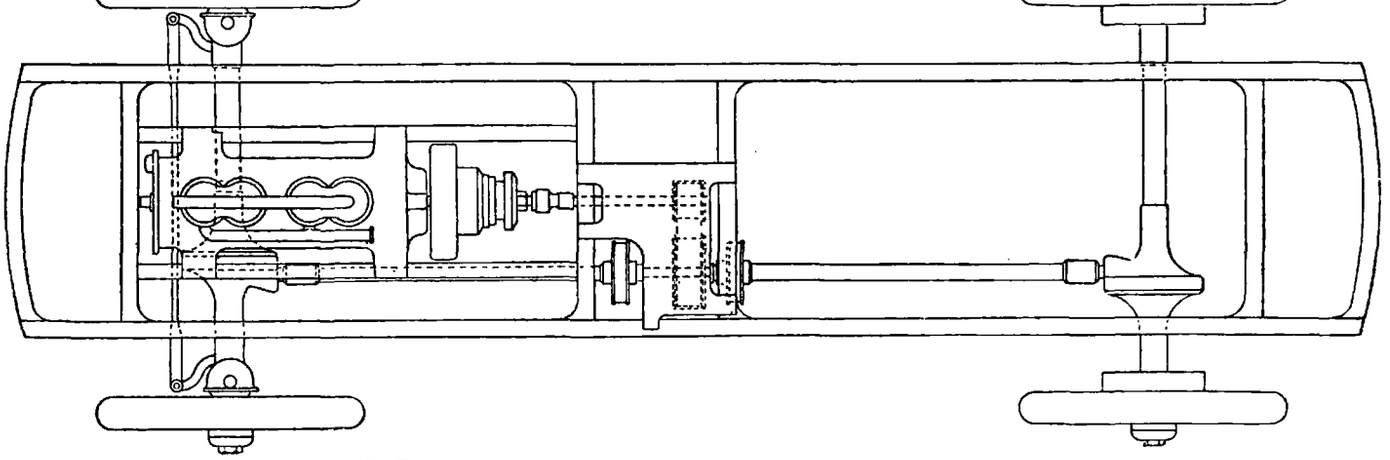
которая через дисковый шарнир соединена с карданным валом; при качании рычага B вправо и влево карданный вал будет поворачиваться в одну сторону во время хода



Фиг. 41. Схема действия коробки скоростей в автомобиле Константинеско.

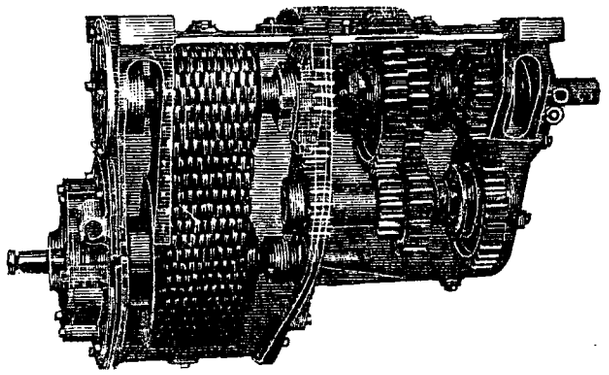
рычага влево. При трогании с места рычаг B и точка O неподвижны; двигатель работает на малых оборотах и живая сила маятника A вызывает небольшую реакцию в точке O; по мере увеличения числа оборотов, реакция на точку O быстро растет и достигает величины, достаточной для преодоления сопротивления движению рычага A. С этого момента точка O перестает быть неподвижной и маятник начинает вращаться ок. фиктивных центров качания O, O_2 и т. д. При установившемся движении для данного положения дросселя А. имеет определенную скорость, число оборотов мотора и амплитуду колебаний точки O; при ухудшении дороги или при подъеме сопротивление на ведущих колесах увеличивается, размахи рычага B задерживаются, амплитуда колебаний точки O уменьшается и, если положение дросселя остается неизменным, характеристика мотора остается прежней, но он начинает работать с бóльшим числом оборотов и при той же скорости движения. В том случае, когда общее сопротивление превысит максимум мощности, соответствующей данному открытию дросселя, А. автоматически уменьшит скорость до той величины, которая будет соответствовать данному сопротивлению. Увеличение скорости при неизменной дороге достигается бóльшим открытием дросселя. Для того, чтобы передача движения от втулки к карданному валу происходила не толчками, в данном А. выполнены две втулки 2, 3, движение которых связано т. о., что при свободном ходе одной вторая имеет рабочий ход, при чем конец рабочего хода одной втулки несколько запаздывает по отношению к началу рабочего хода другой. Конструкция данной коробки передач, помимо удобства управления, позволяет понизить расход топлива—за счет того, к-рого расходуется при переключении передач, а также за счет работы на более прикрытых дросселях, из-за ограниченности числа передач в нормальной коробке скоростей.

На фиг. 42 и 43 изображены план шасси и коробка скоростей грузового А. с 4 ведущими колесами. Шестерни коробки — в постоянном зацеплении, переключение — помощью кулачковых муфт. На главном валу коробки скоростей со стороны заднего моста насажена зубчатка, приводящая в движение через цепную передачу третий вал, к-рый соединен карданными валами с передним



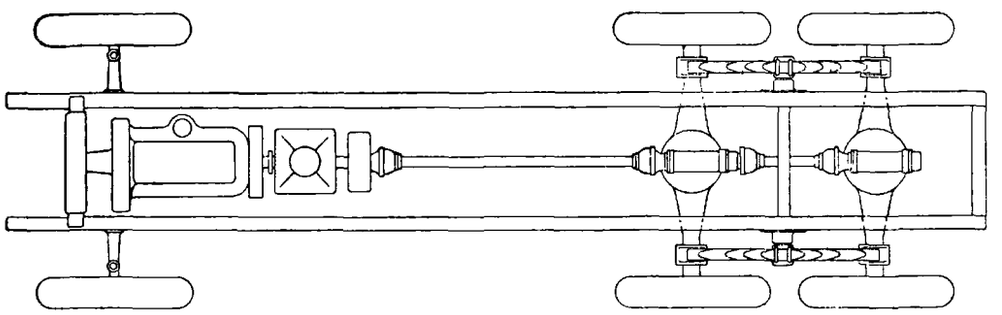
Фиг. 42. План шасси автомобиля с четырьмя ведущими колесами.

и задним мостами А. Сцепной вес таких А. равен полному весу экипажа, что повышает проходимость А. по плохой дороге. Отрицательной стороной данной конструкции является усложнение передачи на переднюю ось. Ради единообразия производства в нек-рых конструкциях передние и задние мосты делают одинаковыми, т. е. задние колеса в них делают тоже управляемыми.



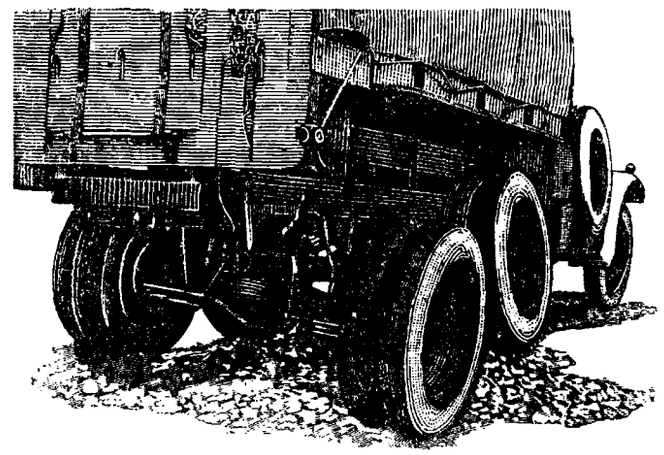
Фиг. 43. Коробка скоростей автомобиля с четырьмя ведущими колесами.

Дальнейшим развитием А. с 4 ведущими колесами является 3-осный А. (Бюссинг, Рено). На фиг. 44 и 45 представлен план шасси и общий вид такого автомобиля.



Фиг. 44. План шасси трехосного автомобиля.

Передача к ведущим колесам — одним карданным валом. Подвеска задних осей допускает независимое друг от друга вертикальное перемещение каждого из задних колес. Достоинства приведенной конструкции, по сравнению с 4-колесным А. одинакового веса: 1) меньшее удельное давление шин на мостовую и меньший износ последних; 2) более покойная езда: неровности мостовой для заднего моста менее чувствительны благодаря тому, что при переезде через них одной из осей вторая остается на земле; 3) меньшее динамическое воздействие на задние рессоры в виду того, что ударная нагрузка на рессору получается не от всего веса, приходящегося на заднюю часть А., а лишь от части его, приходящейся на одну ось. К недостаткам конструкции надо отнести скольжение задних колес во время поворотов. Кроме упомянутых конструкций сравнительно редко встречаются такие, в которых мотор расположен непосредственно над ведущей (задней или передней) осью (Румплер, Гономаг, Форан). Это вызывается, с одной стороны, стремлением придать кузову А. обтекаемую форму, с другой—желанием выкинуть передачу от мотора к ведущим колесам и соединить блок «мотор-коробка» непосредственно с ведущей осью. Наряду с изменениями конструкции основных деталей, в современных А. уделено много внимания усовершенствованию сравнительно мелких деталей, увеличивающих как комфортабельность езды, так и удобство ухода за А.

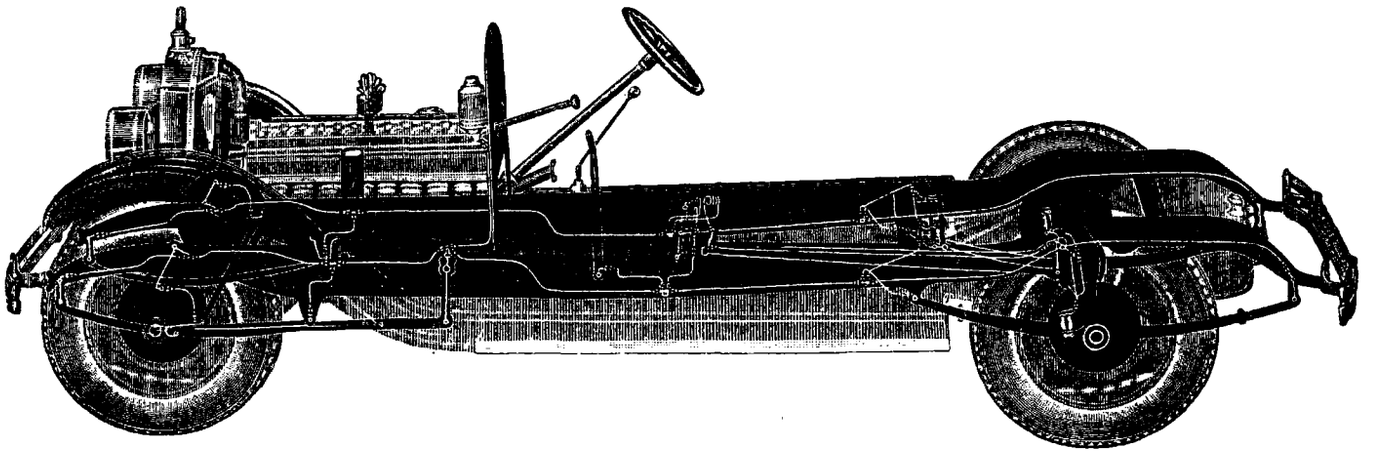


Фиг. 45. Поворотливость задних осей трехосного автомобиля в вертикальной плоскости.

В 60% современных А. подача топлива осуществляется при помощи вакуум-аппаратов, идея к-рых заключается в следующем: в баллоне, емкостью 2—4 *л*, во время хода всасывания создается разрежение, под влиянием к-рого бензин из заднего бака перетекает в этот баллон, а из него самотеком поступает в карбюратор. Достоинства этой системы перед подачей под давлением — постоянство напора, меньшее количество деталей, требующих герметичности, более легкий осмотр. На фиг. 46 представлена схема центральной смазки отдельных деталей шасси А.; центральным насосом, приводимым в движение рукой или ногой, масло гонится к рессорным пальцам, карданам, тормозным рычагам и прочим деталям, требующим кропотливой смазки тавотом.

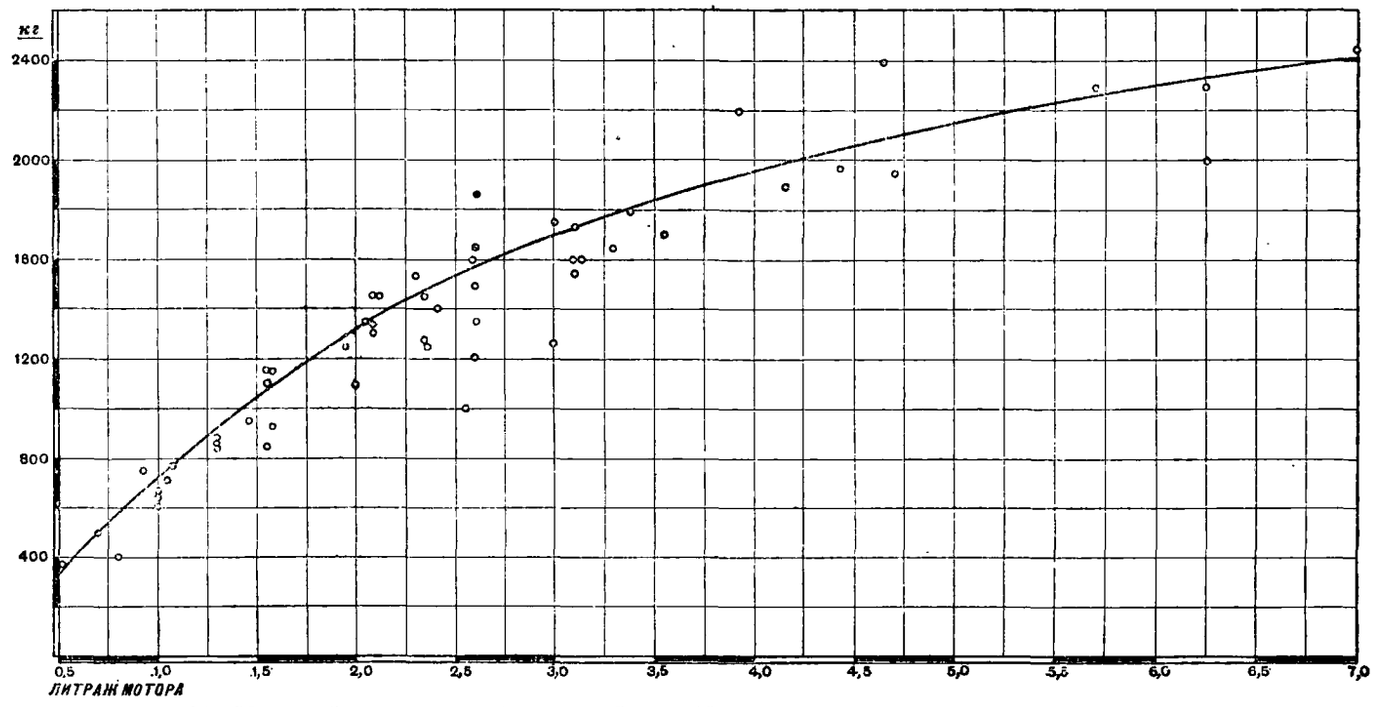
По назначению различают А.: легковые, грузовые, цистерны, пожарные, прожекторные, для чистки и поливки улиц, гоночные и бронированные. Каждый из этих типов в основных чертах имеет те же детали, что и нормальный А. Вес нормальных легковых А. колеблется в пределах от 500 до 2 500 *кг*. Максимальные скорости их — от 60 до 120 *км/ч*. Полезный тоннаж грузовых А. доходит до 5 *т*, реже до 7—10 *т*. Начиная с 3 *т*, грузовики снабжаются регуляторами скорости, ограничивающими последнюю, в зависимости от тоннажа, в пределах 18—35 *км/ч*. На фиг. 47 и 48 даны мертвые веса современных легковых и грузовых А. Пожарные А. снабжаются центробежными или поршневыми насосами, приводимыми в действие от автомобильного двигателя помощью особой муфты; во время перевода мотора на стационарную работу на пожарный насос система охлаждения двигателя, во избежание перегрева, снабжается свежей водой; мощность пожарных насосов доходит до 310 000 *л*

воды в час, при высоте подачи в 80 *м*; на фиг. 49 представлен разрез такого насоса. Средняя скорость гоночных А. при состязаниях на расстояние свыше 100 *км* доходит до 200 *км/ч*; автомобиль «Амилькар» (литраж 1,1 *л*) в состязаниях 1926 г. показал скорость 197,4 *км/ч*; в настоящее время в Англии фирмой Самбим строится гоночный А. мощностью в 1 000 HP, расчетная скорость этого А. 340 *км/ч*. На фиг. 50 изображен тип гоночного А. с кузовом обтекаемой формы.



Фиг. 46. Схема центральной смазки шасси.

Электрические А. имеют большое распространение в странах с хорошо развитой электрич. сетью. Положительными качествами электрич. А. являются: 1) простота ухода и управления, 2) меньшие затраты на ремонт, 3) плавность трогания с места и перехода с одной скорости на другую, 4) экономичность вследствие дешевого первоначального источника энергии (дрова, уголь), 5) бесшумность, 6) независимость работы от погоды. К недостаткам этих А. относятся: большой мертвый вес, малый радиус действия и небольшая скорость, что ограничивает область применения этих А. исключительно эксплоатацией в городе. Основными деталями электрич. А. являются 1, 2 или 4 электрич. мотора, батарея аккумуляторов и контроллер. Расположение электрических моторов и привод на ведущие колеса выполняются различно. Следующая таблица дает сравнительные величины радиуса действия, скорости и коэффициента рациональности конструкции бензиновых и электрических автомобилей.



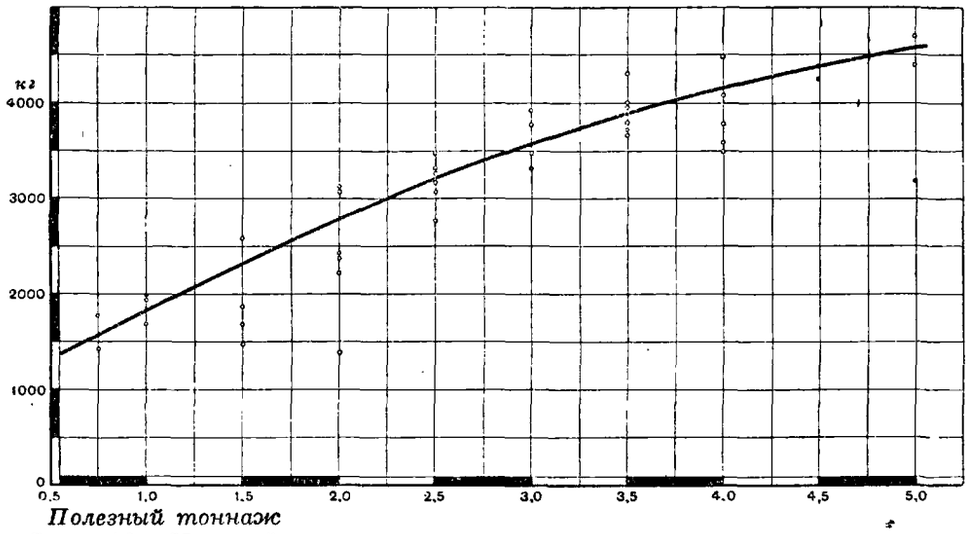
Фиг. 47. Мертвый вес легковых автомобилей (без топлива и смазки) с открытым кузовом.

Типы А.	Мертв. вес в *кг*	Коэфф. рацион. констр. в %	Максим. скор. в км/ч	Радиус действия в *км*
4-местн. легковой				
Бензиновый . .	1 200	25	80	300—400
Электрический .	1 800	16	42	150
Грузовой $3^1/_2$ *т*				
Бензиновый . .	4 000	87	30	250—300
Электрический .	4 500	78	20—22	60—70

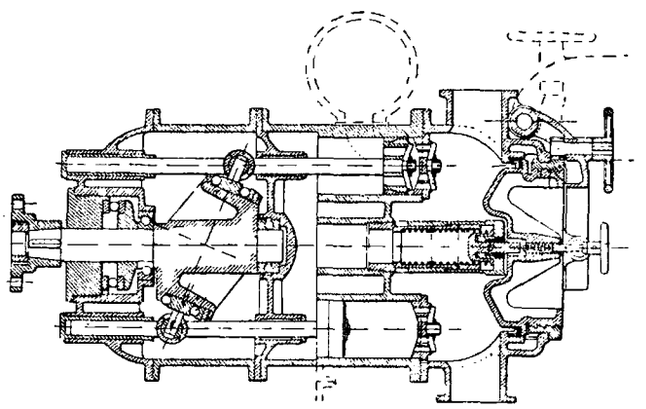
Электрич. А. не имеют коробки скоростей и сцепления, т. к. электрич. моторы обладают свойством развивать большой крутящий момент, необходимый для преодоления инерции А. при трогании с места и сопротивления подъемов. Общая мощность моторов электрических автомобилей из-за

соображений мертвого веса, невелика: 4—5 HP у легковых и 4—20 HP у грузовых А.

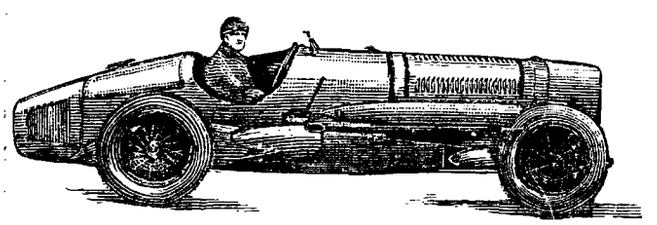
Основные механизмы паровых А. следующие: 1) паровая 2-цилиндровая машина двойного действия, расположена в середине шасси или у заднего моста; 2) водотрубный паровой котел с давлением пара до 38 *atm*, расположен в передней части А., на месте бензинового мотора нормального А.; 3) конденсатор, представляющий собою тип радиатора, расположен спереди на месте нормального радиатора. Подача топлива в форсунку и воды в котел регулируется независимо от шофера, автоматически, в зависимости от уровня воды и давления пара в котле. Отработанный пар поступает в конденсатор, где охлаждается, конденсируется в воду и идет обратно в водяной бак. Пуск в ход занимает 1—2 минуты. В качестве топлива применяется керосин. В виду того, что паровая машина питается энергией, вырабатываемой вне ее в определенном количестве, она может на тихих оборотах развить значительный крутящий момент на ведущих колесах—надобность в коробке скоростей и сцеплений отпадает. Изменение скорости движения и момента на ведущих колесах выполняются изменением отсечки. Испытания, произведенные с паровым А. Стенлея, дали следующие результаты: при пробеге в 210 *км* с 4 пассажирами—средняя скорость 54 *км/ч.* и расход керосина 14—15 *кг* на 100 *км*. Слабое место паровых А.—котел, который из-за соображений компактности и веса является перенапряженным. Большого распространения паровые автомобили не имеют вследствие ненадежности котла, а также в виду того, что экономия, получаемая от перевода работы на керосин, теряется из-за меньшего коэффициента полезного действия паровой машины.



Фиг. 48. Мертвый вес грузовых автомобилей (без смазки и топлива) с платформой.



Фиг. 49. Автомобильный пожарный насос.



Фиг. 50. Тип гоночного автомобиля.

Лит.: Кузнецов Н. Г., Курс автомобилизма, П., 1916; «Мотор», М.; Чудаков Е. А., Динамическое и экономическое исследование автомобиля. М., 1928; Bussien R., Automobil-technisches Handbuch, B., 1925; Heller A., Motorwagen und Fahrzeugmaschinen für flüssigen Brennstoff, B., 1912; «Mitteilungen des Instituts fur Kraftfahrwesen an d. Sächs. technischen Hochschule, Dresden», B. 1—2, B., 1923—24; Heldt P. M., Automobilbau, 3 B-de., B., 1922—23; Marret G., Le châssis automobile, P., 1917; Judge A., Modern Motor-cars, 3 vls, L., 1924; «Motorwagen», B.; «Auto-Technik», B.; «La vie automobile», P.; «The Automobile Engineer», L.; «The Journal of the Society of Automotive Engineers, New York.

Н. Лавров.

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. Последнее десятилетие характеризуется колоссальным развитием автомоторного дела в странах З. Европы и Америки. Двигатель внутр. сгорания проникает во все области хозяйственной и промышленной жизни мира, вытесняя собой живую рабочую силу и пар. Удачное разрешение идеи тепловоза заставляет думать, что двигатель внутреннего сгорания в недалеком будущем вытеснит паровую машину из ж.-д. транспорта. Успехами развития двигателя внутр. сгорания объясняется и необыкновенно быстрый темп развития А. п. Приведенные ниже цифры роста числа автомобилей на земном шаре показывают, что за 20-летний период автомобильный транспорт возрос количественно более чем в 95 раз.

Годы	Число автомобилей на земном шаре
1908	290 000
1914	1 836 790
1920	10 992 278
1921	12 554 012
1922	14 697 645
1923	18 023 565
1924	21 360 779
1925	22 769 000
1926	24 454 163
1927	27 507 967

Несмотря на то, что автостроение является сравнительно молодой отраслью промышленности и насчитывает не более 30 лет существования, в странах З. Европы и Америки А. п. по количеству занятых в производстве рабочих и по величине вложенных в нее капиталов занимает одно из

первых мест. Впервые А. п. зародилась во Франции, где уже в 1899 г. было построено 1 672, в 1900—2 997 и в 1901 г.—5 386 автомобилей; но затем Америка по А. п., как и по другим видам машиностроения, быстро опередила Европу, перейдя на изготовление дешевого и легкого автомобиля (заводы Форда), интенсифицируя производство и дифференцируя труд. В настоящее время С.-А. С. Ш. представляют страну с наиболее развитой А. п.; следующие данные показывают что за 20 лет рост производительности автомобильных заводов Америки достиг колоссальных размеров и что производство за этот период увеличилось более чем в 400 раз.

Производство автомобилей в З. Европе и Америке (в тыс. штук).

Годы	З. Европа	Америка
1904	33	6,5
1906	58	17
1908	92	57
1910	144	180
1923	278	3 637
1924	372	3 800
1926	434	2 450

Мировая война 1914—18 гг. послужила значительным толчком к развитию А. п. во всех странах, принимавших в ней участие. Во время войны не только было увеличено до возможных пределов производство всех существовавших тогда автомобильных заводов, но и появилось большое число новых и начали применять методы массового производства. Америка в настоящее время выпускает, примерно, в 10 раз больше автомобилей, чем З. Европа. Фактически вся А. п. сосредоточена в Европе и Америке; в других частях света, в Азии (Япония), Африке и Австралии, А. п. находится в самом зачаточном состоянии и представлена лишь сборочными мастерскими европейских и американских заводов.

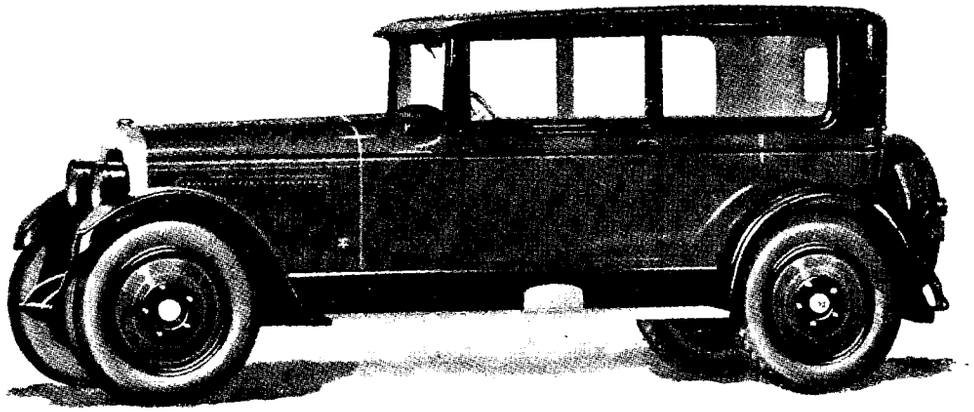
В различных государствах З. Европы, в зависимости от технич. возможностей и материальных ресурсов, автомобилестроение развилось не до одинаковых размеров. Наибольшего развития достигла А. п. Франции, затем Англии, Италии, Германии и Австрии. По росту числа автомобильных заводов наибольшие результаты показала Австрия, в к-рой за время войны возникли новые заводы: Фиат (Австро), Прага, Штейер и Татра. Послевоенный период для большинства государств З. Европы характеризуется значительным понижением спроса на дорогие автомобили на внутренних рынках и ограничением экспорта вследствие общей финансовой депрессии, что вызвало далеко не полную нагрузку автомобильных заводов; это явление надо признать почти общим для З. Европы в 1925—26 гг. В период депрессии в наилучшем положении оказались те страны, в к-рых А. п. во время войны росла несколько менее бурным темпом. Примером служит Германия, автомобильные заводы к-рой в настоящее время загружены почти полностью, т. к. их производство не подвергалось во время войны столь значительному увеличению, как, напр., во Франции, а почти полное отсутствие ввоза автомобилей из-за границы, при намечающемся даже экспорте, вызывает на внутренних рынках страны достаточно большой спрос на продукцию А. п. В Австрии, построившей во время войны большое количество новых автозаводов, наоборот, А. п. только в последнее время стала выходить из критического положения; наличие трех больших заводов, при уменьшении народонаселения до 6 000 000 человек и общем обеднении страны, снизило загруженность австр. автомобильных заводов до 30—60% возможной их производительности. Франция в 1925 г. по недогруженности своих автомобильных заводов занимала второе место. Война вызвала во Франции наиболее интенсивное, по сравнению с другими европейскими государствами, развитие ее А. п. Общее положение А. п. Англии можно было бы признать относительно устойчивым, т. к. Англия в меньшей степени увеличила свое производство во время войны, чем Франция, если бы не закон 1924 г. об отмене ввозных пошлин на автомобили заграничного производства, к-рый ставит дорогое английское производство в тяжелое положение, несмотря на сравнительно устойчивые финансы страны и невысокий банковский % на заем (5—6%): легковые автомобили начинают ввозить в большом количестве из Америки и Франции, благодаря значительно более низким ценам на продукцию А. п. этих стран. Чтобы получить представление о положении автомобильной промышленности З. Европы, достаточно обратить внимание на данные производительности автомобильных заводов, приведенные в следующей таблице.

Производство автомобилей в странах З. Европы.

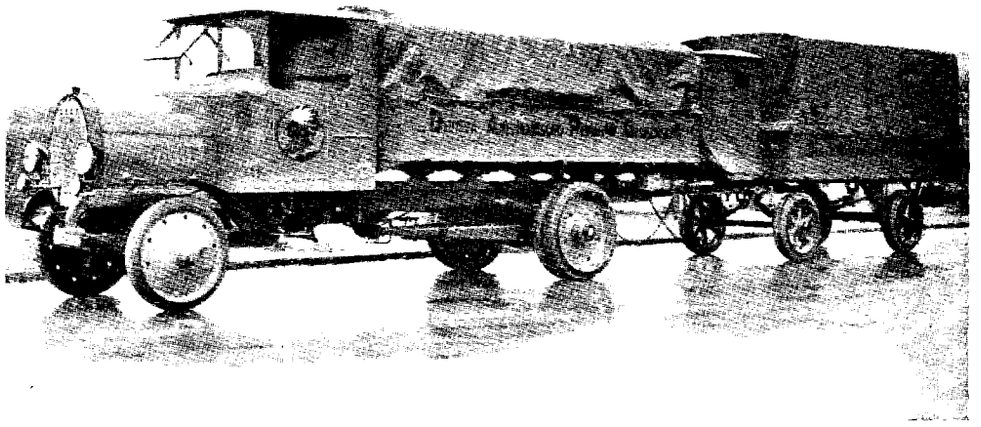
Годы	Англия	Франция	Германия
1904	12 600	17 100	2 200
1906	26 000	26 300	4 000
1908	49 900	37 300	5 200
1910	84 800	46 100	8 100
1923	78 000	125 000	35 000
1924	97 000	170 000	40 000

Из других государств З. Европы развитую А. п. имеют Италия и Бельгия, затем идут Австрия и Чехо-Словакия. Число рабочих, занятых в А. п. в 1927 г., равно: в Америке ок. 700 000, в Европе ок. 450 000 чел. Значительное увеличение продукции автомобильных заводов З. Европы объясняется переходом их на «массовое производство». Этот принцип организации производства, впервые наиболее полно примененный на заводах всемирно известной компании Форд в С.-А. С. Ш., довел производительность этих заводов в среднем более, чем до 10 000 автомобилей в день, дал возможность компании Форд занять первое в мире место по количеству и дешевизне продукции, вытеснить на 54% продукцию всех прочих автомобильных заводов С.-А. С. Ш. и привести страну к положению, когда на каждые 5,4 чел. насел. приходится 1 автомобиль.

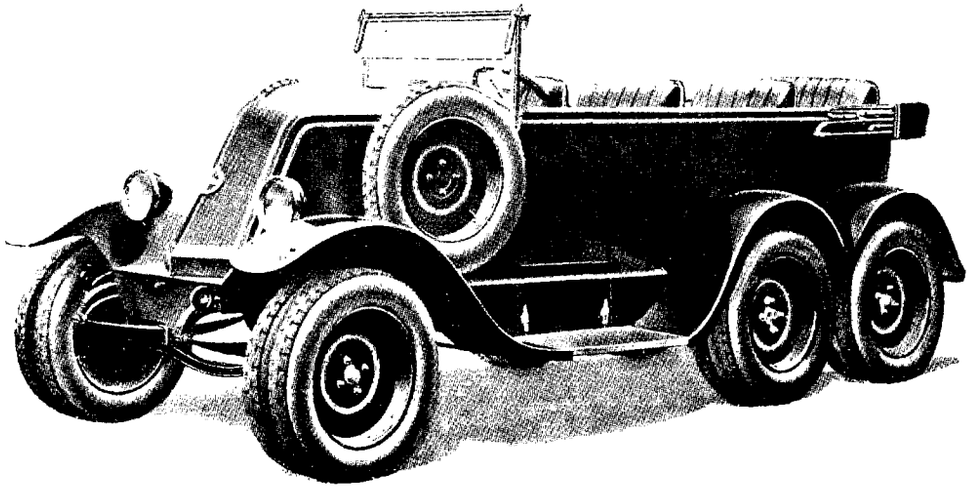
Усовершенствование системы станков, повышение скоростей резания, возможность одновременной обработки деталей с нескольких сторон, сведение до минимума времени установки на станок, возможность одновременной обработки нескольких одинаковых деталей, широкое применение штамповальных работ, определенная, строго контролируемая точность обработки каждой детали, развитие металлургической промышленности для производства высокосортных сплавов, усовершенствование термической обработки изделий, применение дифференциации труда с наименьшей затратой мускульной силы — вот те основания, к-рые позволили современным автомобильным заводам повысить свою производительность. Конкуренция америк. автомобильных заводов, дающих дешевый продукт, заставила автомобильные заводы Европы также перейти на принципы «фордизма». Одновременно с переходом к массовому производству в А. п. возникает тенденция к специализации производства, заключающаяся в образовании целого ряда подсобных заводов, занимающихся изготовлением отдельных частей автомобиля, к-рые в виде полуфабрикатов (поковки, отливки) или готовых изделий (коробки скоростей, моторы, задние мосты, шестерни, карбюраторы, магнето, измерительные приборы, арматура и пр.) поступают на автомобильные заводы, где или подвергаются дальнейшей обработке (первые), или идут в монтажную для сборки готовых аггрегатов (вторые). Большинство автомобильных заводов З. Европы с выпуском, не превосходящим несколько тысяч автомобилей в год, не имеют у себя вполне развитых кузниц и литейных и являются чисто механич. заводами со сборочным цехом. Крупные же заводы, наоборот, обладают полным оборудованием для всего производства, при чем некоторые изготовляют сами даже электрич. оборудование для автомобилей. Среднее место занимает наиболее многочисленная группа заводов с литейными для легких сплавов, при отсутствии своего стального литья и крупных молотов в кузнице. Что касается оборудования отдельных цехов большинства современных европейских автомобильных заводов, то необходимо отметить почти исключительное применение молотов (гл. обр. пневматических) для всех поковок как мелких, так и крупных, за исключением рам, для к-рых употребляются гидравлич. прессы. Намечается стремление прессовать рамы без нагрева, вследствие дешевизны такого способа обработки и меньшего коробления их. Для стального литья употребляются гл. обр. электрич. печи, для алюминиевого — нормальные, поворачивающиеся; модели для формовки — преимущественно металлические. Расположение станков в механич. цехах, в зависимости от размеров производительности, определяется или характером обработки (токарные, фрезерные, строгальные)—на заводах с продукцией менее 50 автомобилей в день, или порядком операций, что уменьшает расходы на транспортирование частей, — на больших заводах. Обработка всех отверстий как в цилиндрах моторов, так и в картерах двигателей и коробок скоростей производится при помощи кондукторов на многошпиндельных станках; шатуны обрабатываются на фрезерных и сверлильных станках; подшипники для коленчатых валов получаются преимущественно расточкой; кулачковые валы после их ковки обрабатываются, после камня или фрезы, на копирных станках; клапаны изготовляются в большинстве случаев из целого куска, путем вытягивания стержня или оттягиванием стержня и осадкой головки; цилиндрические шестерни обрабатываются преимущественно на строгальных станках, при чем начинает распространяться шлифовка шестерен или непосредственно на автомобиле или предварительной приработкой в масле; конические шестерни обрабатываются почти исключительно на строгальных и фрезерных станках Глиссон; для обработки мелких деталей (болты, втулки и т. д.) применяются исключительно автоматы. Термической обработке материала (цементация и отжиг) уделяется в современном автомоторостроении чрезвычайно большое внимание. При сборке автомобиля, в целях наибольшей экономии времени, все чаще начинает применяться принцип разделения всей работы на отдельные операции. Собранные отдельно комплекты—мотор, коробка скоростей, задний мост, передняя ось, рулевой механизм и др.—поступают на промежуточный склад, откуда идут на сборку шасси. Передвижение подлежащих сборке деталей машин производится чаще механически, реже вручную. При сборке двигателя употребляется тележка с вращающейся вокруг горизонтальной и вертикальной осей платформой. Приемка сырых материалов, полуфабрикатов и готовых изделий, а также контрольное испытание целых аггрегатов в автомоторостроении, в котором к употребляемым материалам предъявляют особо высокие требования и где необходима очень тщательная обработка частей, — имеют первостепенное значение. Поэтому на всех автомобильных заводах широко поставлены испытания, для чего имеются хорошо оборудованные лаборатории для химич. и металлографич. исследований и механич. испытания материалов, снабженные, в зависимости от размеров производства и финансового положения завода, бо́льшим или меньшим количеством лабораторных приборов. Небольшие заводы снабжают свои лаборатории самыми необходимыми приборами—для определения твердости, крепости и удлинения материала (Шор, Бринелль); другие имеют, кроме того, станки для испытания на скручивание, на изгиб и на усталость. Отдельные детали, поступая на склад, подвергаются контрольным измерениям и испытаниям на твердость. Коробки скоростей и дифференциалы испытываются на специальных приборах. Моторы подвергаются особо тщательным испытаниям; в качестве тормозных установок для испытания моторов употребляются мельницы Ренара и электрич. и гидравлич. станки (Фруда, Цепеллера и др.). Испытание целых автомобилей производится, с одной стороны, на специальных станках типа Ридлер или Цоллер, с другой — опытным пробегом. Приводим



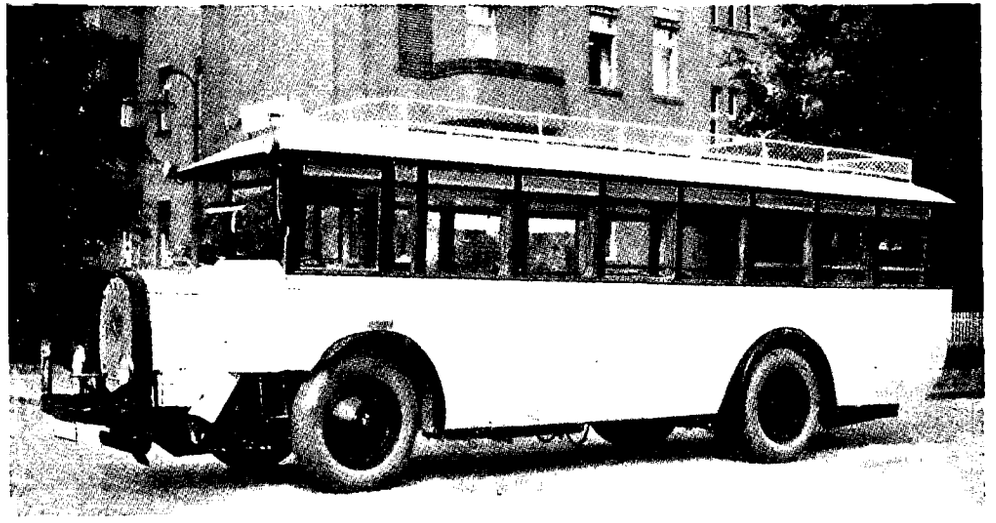
Легковой А. Студебекер.



Грузовой А. NAG с прицепом.



Шестиколесный легковой А. Рено.



Автобус городского типа NAG.

число автомоб. з-дов в различных государствах Америки и З. Европы в 1925 г.:

Америка	83
Франция	80
Англия	95
Германия	90
Италия	17
Австрия	5
Чехо-Словакия	4

Несмотря на значительно превосходящий продукцию европ. заводов годовой выпуск автомобилей, Америка имеет почти одинаковое с государствами З. Европы число заводов. Это объясняется огромной производительностью отдельных америк. заводов и их групповым объединением. На путь объединения нескольких заводов в один становится в последнее время и европ. А. п. Для Америки этот процесс концентрации А. п. можно проследить по след. данным изменения числа автомобильных заводов Америки по годам.

1911 г. 270	1917 г. 127	1923 г. 116
1912 » 190	1918 » 124	1924 » 86
1913 » 155	1919 » 94	1925 » 83
1914 » 130	1920 » 102	1926 » 76
1915 » 120	1921 » 160	1927 » 72
1916 » 105	1922 » 140	

Для характеристики годового выпуска ниже приведены данные по крупнейшим автомобильным заводам различных государств за 1924 г.

Америка		Англия	
Форд	2 500 000	Моррис	50 000
Бюик	200 000	Армстронг	4 000
Оверланд	210 000	Крослей	6 000
Студебеккер	150 000	Италия	
Франция		Фиат	17 000
Ситроэн	100 000	Ланчиа	1 500
Рено	70 000	Германия	
Берлие	25 000	Мерседес	3 000
Пежо	25 000	Н. А. Г.	3 500

Что касается числа рабочих, занятых в А. п., то на различных заводах оно колеблется в зависимости от методов производства, как это видно из следующих данных:

Производство	Европа	Америка
Выпуск автомобилей	372 000	3 800 000
Число занятых рабочих	390 000	618 000
Число автомоб. на 1 рабоч.	0,955	6,15

Указанные числа являются средними. Как на пример, ярко характеризующий америк. методы производства, можно указать на завод Форда, где на 1 рабочего в год приходится 18 автомобилей (1926 г.). **В. Ругг.**

А. п. в дореволюционной России и в СССР. Первой и единственной серьезной попыткой поставить производство автомобилей в России до мировой войны следует считать организацию этого производства на Русско-Балт. з-де в Риге в 1908 г. До августа 1915 г. (момента эвакуации этого завода из Риги) было выпущено около 450 шт. легковых автомобилей трех типов: в 12/27 HP (тип K), 15/35 HP (тип E) и в 24/40 HP (тип C), при чем попытка завода строить грузовые машины ограничилась выпуском одной серии в количестве 10 шт., путем приспособления легкового шасси с тем же мотором. Необходимо отметить, что при производстве автомобилей Русско-Балт. з-д пользовался гл. обр. заграничными материалами, полуфабрикатами и готовыми изделиями (хромоникелевой сталью, стальным литьем, коленчатыми валами, шестернями, карбюраторами, магнето, радиаторами и т. п.). Тяжелые финансовые условия, переживаемые з-дом, препятствовали нормальному развитию производства машин, что способствовало импорту автомобилей из-за границы, к-рый в 1917 г. достиг 8 158 шт. В 1916 г. правительство было вынуждено приступить к созданию производственных баз по автостроению внутри страны, в связи с чем были подписаны договоры с предпринимателями на постройку 5 заводов, именно: АМО в Москве, Рено в Рыбинске, В. А. Лебедева в Ярославле, Аксай в Ростове-на-Дону и Русско-Балт. в Филях (под Москвой) и, кроме того, с Британским об-вом Бекос — на постройку казенного завода военных самоходов в Мытищах. Общая сумма договоров по указанным 5 заводам достигла 133,5 млн. р. и предусматривала поставку в 1918 г. ок. 7 500 машин. К началу Октябрьской Революции автомобильные заводы остались недостроенными и недооборудованными и могли быть только частично использованы для ремонта автотранспорта страны, к-рый был в весьма плохом состоянии, имея лишь 30% ходовых машин. Ремонт машин производился отдельными з-дами и мастерскими кустарным путем, а производство запасных частей поставлено не было. В 1922 г. начинает постепенно организовываться серийный ремонт машин путем закрепления за каждым заводом определенных марок машин. К этому времени на автомобильном производстве остаются лишь два из строившихся автомобильных заводов. Такое положение А. п. продолжалось до 1924 года, когда ЦУГАЗ (ныне Автотрест) приступил к организации в Союзе нового автостроения. В настоящее время А. п. Союза базируется на Государственном автомобильном тресте (Автотресте), к-рый объединяет пять з-дов, занятых производством $1^1/_2$-m грузовых автомобилей типа АМО-Ф-15, 3-m грузовиков типа Я-3, серийным капитальным ремонтом грузовых машин типа Паккард и изготовлением запасных частей, автомобильной арматуры и принадлежностей.

До 1925 г. производство на автомобильных заводах Союза носило преимущественно ремонтный характер и не было еще в надлежащей степени организовано. К моменту выпуска первых партий машин заводы не были обеспечены всеми необходимыми

Выпуск товарной продукции по годам.

Годы	Выпуск тов. пр. в тыс. р.	Выпуск главных изделий				Ремонт и проч. в тыс. р.	% отнош. нового автостр. к стоим. выпуска
		$1^1/_2$-m авт.		3-m авт.			
		шт.	сумма	шт.	сумма		
1923/24	2 909	—	—	—	—	2 909	0,0
1924/25	3 872	100	1 250	—	—	2 622	32,2
1925/26	6 295	275	2 846	25	589	2 860	54,5
1926/27 (предполож.)	8 938	420	4 344	80	1 530	3 064	66,0

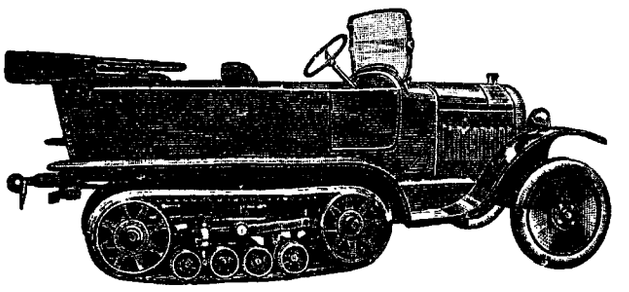
приспособлениями и инструментом; между тем, новое автостроение, основанное на принципе взаимозаменяемости частей, требовало переработки существовавших на заво-

Изменение заводской себестоимости основной продукции.

Годы	1½-т автомобили		3-т автомобили	
	ср. стоим. штуки	% удешевления	ср. стоим. штуки	% удешевления
1924/25	12 786	—	—	—
1925/26	10 385	9,9	25 809	—
1926/27 (предполож.)	10 000	3,5	19 129	26

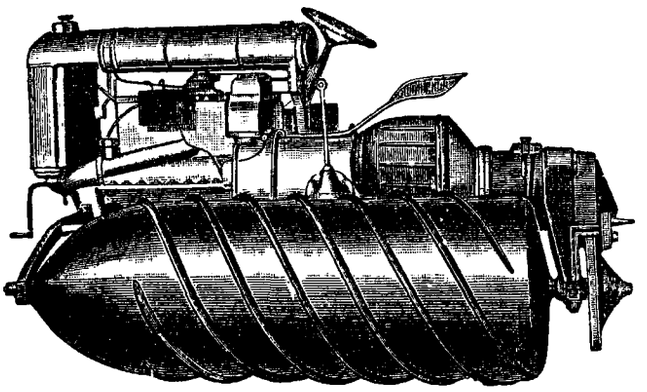
дах методов механ. и термич. обработок деталей применительно к более жестким технич. условиям. В течение 1925 и 1926 гг. А. п. проделана была большая организационная работа, с одной стороны—в части переконструирования принятых для производства образцов, пересмотра рабочих чертежей и выработки системы допусков, с другой—в части переоборудования, в целях рационализации производства, ряда цехов и заготовки приспособлений и специального инструмента. Результаты этой работы вызвали, помимо удешевления продукции, также и улучшение ее качества, к-рое в 1926 г. начинает приближаться к качеству заграничных образцов. Главнейшие капитальные работы как произведенные, так и намеченные в ближайшие годы, заключаются: 1) в строительных работах по достройке и размещению необходимых цехов и лабораторий и 2) в приобретении станков и машин как внутри страны, так и за границей. В результате произведенных капитальных работ степень использования основного капитала А. п. дает нек-рое повышение по годам. Так, в 1924/25 г., при условно-средней сумме работающего основного капитала в 6 756 тыс. р. и стоимости товарного выпуска в 3 872 тыс. р., стоимость продукции на 1 р. основного капитала выражалась в 0,58 р.; для 1925/26 г. эти цифры соответственно равны: стоимость основного капитала — 8 590 тыс. р., товарный выпуск—6 295 тыс. р.; следовательно, выпуск продукции на 1 р. основного капитала—0,74 р., т. е. на 27% выше, чем в 1924/25 г. Норм. запасы материалов к началу года, принимая во внимание особые условия автомобилестроения в СССР, нужно в среднем рассчитывать на время около 6 мес., допуская для импортных товаров 9-месячный запас. **В. Фрейдберг.**

АВТОМОБИЛЬНЫЕ САНИ, автосани, автомобили, снабженные особым приспособлением для передвижения по зимним дорогам и по снежной целине. А. с. подразделяются на 4 основные группы: гусеничные, винтовые, колесные и цепные. Наиболее разработаны в конструктивном отношении и получили распространение и практическое применение гусеничные автосани, гл. обр. сани Кегресс, изготовляемые фирмой «Ситроэн» (фиг. 1). В этих А. с. к обыкновенному автомобилю вместо задних колес прикреплена рама, на к-рой находятся движители, в виде бесконечной резиновой ленты, монтированные на двойных стальных шкивах-барабанах с конической щелью посредине, в к-рую заходит трапецоидальный гребень ленты; этот гребень захватывается ведущими конусами и воспринимает крутящий момент мотора, препятствуя сбега-



Фиг. 1. Автомобильные сани Кегресс фирмы Ситроэн.

нию ленты со шкивов; передача движения от конусов к лентам осуществляется посредством трения, возникающего между коническими поверхностями ведущих барабанов и боковыми сторонами трапецоидального гребня; под передние колеса подводят лыжи. Аппарат может работать летом по бездорожью и зимой по снегу. Двигатель А. с. Кегресс развивает 20 HP при 2 100 об/м. Вес машины 1 300 *кг*, из к-рых на гусеницы приходится 980 *кг*, а на переднюю ось 320 *кг*. Ширина каждой ленты 250 *мм*, длина между центрами барабанов 1 300 *мм*. Уд. давление ленты на снег 1 400 *кг/м²*. Коробка скоростей имеет 6 передач, максимальная скорость 30 *км/ч*, по рыхлому снегу до 12 *км/ч*. К конструкциям с винтовыми движителями относятся автомобиль Армстид и трактор Фордзон. В тракторе Фордзон (фиг. 2) под рамой шасси укреп-



Фиг. 2. Фордзон на винтовых движителях.

лены две горизонтальные продольные оси, на к-рых монтированы два червячных движителя, имеющих вид стальных пустотелых барабанов, вращающихся в противоположные стороны. Эти движители имеют на своей внешней поверхности очертание винта, благодаря чему, проникая в снег, вызывают перемещение экипажа. Управление достигается лыжным передком, в передней части рамы. Автомобиль Армстид имеет ту же конструкцию, но вместо двух движителей устанавливают четыре. Двигатель развивает 55 HP и позволяет передвигаться со скоростью до 35 *км/ч*. Прицепной груз при скорости 11 *км/ч* может доходить до 7 *т*.

Колесные А. с. состоят из кузова, снабженного лыжами; в задней части помещены одно или два колеса, снабженные выступами, врезающимися в снежный покров и тем самым дающими движение саням. В А. с. с цепными движителями движение производится укладкой звеньев цепи в снег под лыжи саней на такую глубину, при к-рой лыжи скользят по снежному слою, находящемуся между ними и цепью; эти А. с. хорошо работают на рыхлом грунте и плохо на дороге с твердой одеждой (шоссе, мостовые). Колесные и цепные А. с. изготовляются только в виде опытных образцов и до настоящего времени практического значения еще не имеют. **А. Кузин.**

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ. Наиболее распространенным типом А. д. следует считать *двигатель внутреннего сгорания* (см.), работающий по 4-тактному циклу Отто с карбюрированием топлива. Значительно реже встречаются автомобили с 2-тактным двигателем (автомобили Троян и Константинеско). Большинство автомобилей имеет 4-цилиндровый мотор, но за последние годы заметен переход к 6-цилиндровым моделям моторов. Так, напр., на выставке франц. автомобильного салона в 1926 г. из 252 разных типов шасси было:

1-цилиндровых	моторов	0,8%
2-цилиндровых	»	2,0»
3-цилиндровых	»	0,4»
4-цилиндровых	»	54,8»
6-цилиндровых	»	37,6»
8-цилиндровых	»	4,0»
электрических	»	0,4»

Рабочий цикл автомобильного 4-тактного мотора совершается за 4 хода поршня (такта), а именно: 1-й такт (поршень движется в цилиндре вниз) — всасывание горючей смеси; 2-й такт (поршень движется вверх)— сжатие горючей смеси и запал; 3-й такт (поршень движется вниз)—расширение сгоревших газов смеси, рабочий ход; 4-й такт (поршень движется вверх) — выталкивание отработанных остатков сгоревшей смеси. Отдельные рабочие такты не совпадают во времени точно с ходами поршня, а ограничены временем действия всасывающего и выпускного клапанов мотора. В случае 2-тактного мотора весь процесс совершается за 2 хода (такта) поршня. В верхнем мертвом положении поршень не доходит до верха цилиндра на некоторую величину; остающийся объем называют камерой сгорания. Отношение объема цилиндра при низшем положении поршня к объему камеры сгорания называется степенью сжатия. Величина этого отношения значительно влияет на степень использования топлива двигателем.

Для оценки всех потерь в действительном рабочем цикле двигателя установлены следующие понятия: 1) термическим кпд η_t называют отношение тепла, обращенного в работу в идеальном цикле, ко всему затрачиваемому теплу, определяемому по теплотворной способности h_u рабочего топлива; 2) индикаторным кпд η_i называют отношение тепла, соответствующего действительной рабочей индикат. диаграмме двигателя, ко всему затраченному теплу; 3) относительным кпд η_g называют отношение индикат. коэффициента к термическому: $\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_t}$; этот коэфф. учитывает те тепловые потери, к-рые имеются в действительном рабочем цикле по сравнению с идеальным; 4) эффективным кпд η_e называют отношение тепла, эквивалентного действительной работе, развиваемой на валу двигателя, ко всему затраченному теплу; 5) механическим кпд η_m называют отношение эффективного коэффициента к индикаторному, характеризующее механические потери двигателя.

Работа, развиваемая двигателем за один рабочий цикл, определяется его действительной индикат. диаграммой. Средним индикат. давлением p_i ($кг/см^2$) называют такое давление, к-рое соответствует средней высоте рабочей диаграммы. Среднее эффект. давление, т. е. то, которое соответствует эффект. мощности двигателя, получается из индикаторного умножением его на механический кпд: $p_e = p_i\eta_m$. Разность между средним индикат. и средним эффект. давлениями $p_r = p_i - p_e$ есть среднее давление, соответствующее работе трения двигателя. Мощность двигателя м. б. определена, если известны его основные размеры, число цилиндров i, число оборотов в минуту n и среднее давление p_i или p_e, при чем давлению p_i соответствует индикат. мощность N_i, а давлению p_e — эффект. мощность N_e: $N_e = \frac{p_e V_h i n}{900}$ Нр, где p_e выражено в $кг/см^2$, V_h — объем цилиндра в $л$, n — число оборотов мотора в минуту.

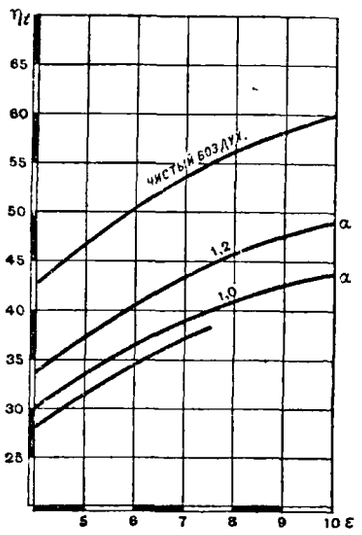
Уд. мощностью двигателя называется мощность, развиваемая одним $л$ его рабочего объема. Состав рабочей смеси влияет на мощность и экономику двигателя. Величиной, определяющей состав рабочей смеси, является коэфф. избытка воздуха α. Это есть отношение действительного количества воздуха, приходящегося на 1 $кг$ топлива в смеси, к теоретически необходимому, определяемому по хим. составу топлива и реакциям сгорания. В А. д. α колеблется от 0,8 до 1,2, при чем максимальную мощность двигатель развивает при $\alpha = 0{,}85$—$0{,}9$.

Тепловые и механич. потери в А. д. Степень совершенства двигателя с термич. стороны учитывается термическим кпд процесса работы двигателя. Термич. исследование цикла Отто дает значение для этого коэфф-та в следующем виде: $\eta_t = 1 - \varepsilon^{1-k}$, где η_t — термический кпд цикла, ε — степень сжатия мотора, k — показатель адиабаты. Т. о. термический кпд зависит только от степени сжатия мотора и с увеличением степени сжатия увеличивается. В следующей таблице приведены значения η_t для разных степеней сжатия ε и $^{\circ}k = 1{,}41$:

ε	3,5	4,0	4,5	,0	5,5	6,0	7,0	8,0
η_t	0,40	0,426	0,452	0,475	0,494	0,512	0,540	0,565

В действительном процессе из-за того, что теплоемкость газов меняется в зависимости от t°, а также вследствие изменения хим.

состава газа при сгорании, термический кпд будет меньше и, напр., для наивыгоднейшего состава газа, по опытам Tisard и Pye, определяется соотношением: $\eta_t = 1 - \varepsilon^{-0.295}$. Отсюда видно, что мотор следует выполнять с возможно большей степенью сжатия. Пределом увеличения таковой является самовоспламенение смеси из-за повышения $t°$ сжимаемой смеси. Температура вспышки смеси бензина с воздухом лежит ок. 415°, что соответствует предельной степени сжатия $\varepsilon \cong 4{,}5$. В действительном процессе появляется еще ряд потерь, а именно: 1) скорость сгорания, на основании многочисленных опытов, не особенно велика, и процесс сгорания в виду этого частично переносится на линию расширения; потеря от этого составляет ок. 4% от всего количества тепла; 2) часть тепла, полученного от сгорания, теряется благодаря отдаче непосредственно стенкам цилиндра мотора (ок. 10—14% от всего тепла); 3) потери от падения давления при всасывании и от повышения давления при выталкивании газов, а также потери от предварения выхлопа.

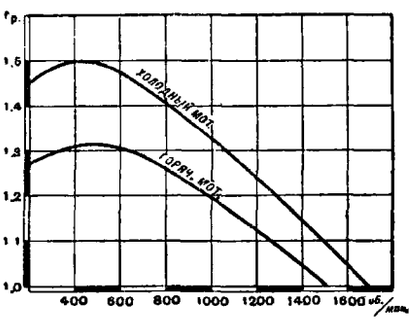


Фиг. 1. Термический кпд, полученный подсчетом и из опытов Рикардо. Нижняя кривая — Рикардо.

На фиг. 1 приведены результаты подсчета термического кпд, произведенные Tisard и Pye, а также величина индикаторного кпд, полученная проф. Рикардо. Как видно, более бедная смесь дает более высокий кпд, чем смесь с теоретически необходимым ($\alpha = 1$) количеством воздуха, и это подтверждается соответствующими опытами. Положим, что А. д. имеет степень сжатия $\varepsilon = 4{,}5$. Ок. 4% тепла потеряется вследствие неполноты сгорания, ок. 10% отдается стенкам цилиндра в период рабочего хода — т. о. потери составляют ок. 14%. Термич. кпд (фиг. 1) при коэфф-те избытка воздуха $\alpha = 1{,}1$ около 0,34. Следовательно, индикаторный кпд будет $\eta_i = 0{,}86 \cdot 0{,}34 = 0{,}292$. В эффект. работу обратится меньшее количество тепла, т. к. в двигателе будут потери на трение. Суммарные потери на трение в моторе, отнесенные к единице площади поршня, составляют примерно от 0,74 до 1,0 *кг/см²*. Предположим, что имеется двигатель с средним индикат. давлением $p_i = 5{,}2$ *кг/см²*. При принятой величине механич. потерь механический кпд η_m будет равен $\frac{5{,}2-1}{5{,}2} = 0{,}81$ и экономическ. кпд $\eta_e = \eta_i \eta_m = 0{,}292 \cdot 0{,}81 = 0{,}236$. Но экономический кпд есть отношение тепла, превращенного в эффект. работу, к затраченному теплу, т. е. $\eta_e = \frac{632}{h_u q}$, где h_u — низшая теплотворная способность топлива, а q — часовой расход топлива на 1 HP/ч. Отсюда, зная η_e, можно подсчитать расход топлива нашим двигателем:

$$q = \frac{632}{h_u \eta_e} = \frac{632}{10\,400 \cdot 0{,}236} = 0{,}260 \text{ кг на HP/ч.}$$

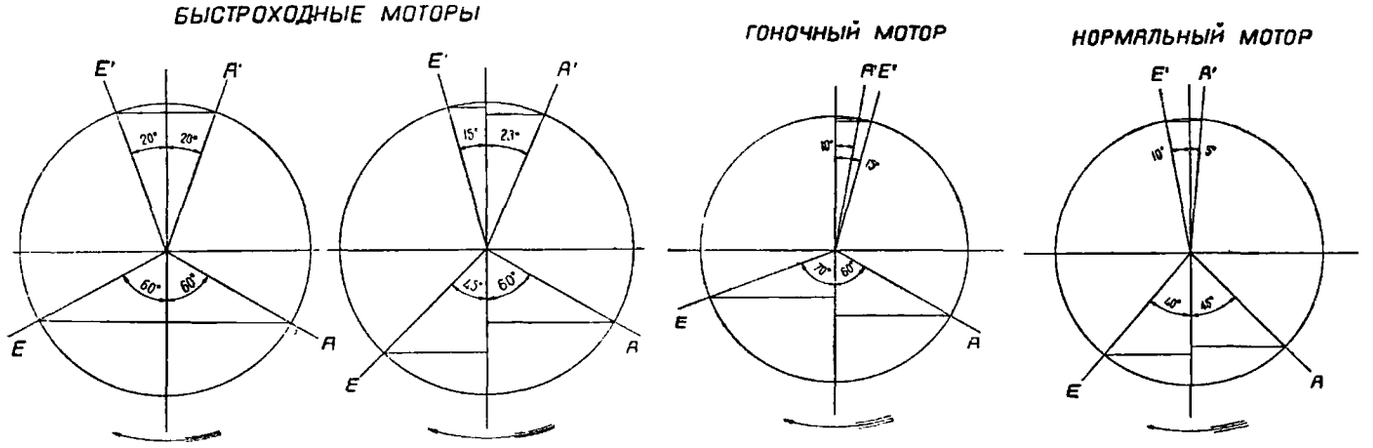
Для современного А. д. с поршнем из легких металлов $\eta_e = 25$—28%, а для моторов с чугунными поршнями и с небольшой степенью сжатия η_e опускается до 20%. Среднее индикат. давление зависит от степени сжатия ε, а также от коэфф-та подачи η_v. Коэфф-том подачи называют отношение действительно засосанного количества рабочей смеси к теоретически возможному при $t°$ и давлении окружающей среды. Коэфф. подачи будет тем меньше, чем больше сопротивление всасывающих и выхлопных клапанов и трубопроводов, а также чем больше подогрев вступающей смеси от стенок цилиндра. На фиг. 2 приведены данные опытов Judge, дающие зависимость веса смеси, засосанной в цилиндр за один оборот коленчатого вала, от числа оборотов двигателя в минуту. Верхняя кривая построена для холодного мотора (получена проворачиванием двигателя электромотором). Нижняя — соответствует нормальной работе мотора. Как видно, разница в количестве засосанной смеси горячим и холодным мотором колеблется в среднем ок. 12—15% и была бы значительно ниже, если бы не понижение $t°$ смеси при нормальной работе мотора за счет испарения топлива в карбюраторе. Коэфф. подачи η_v для современных А. д. колеблется от 75 до 80%, при хорошей конструкции достигает на средних оборотах до 92%. Мощность мотора связана с коэфф-том подачи. По опытам Бекера, уменьшение η_v на 10% снижает максимальную мощность мотора на 18%; поэтому в



Фиг. 2. Вес заряда мотора за один оборот в *г*.

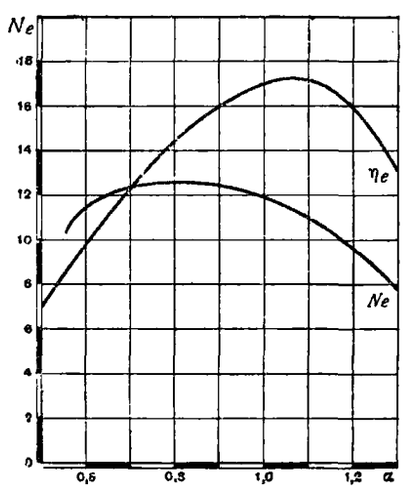
моторах стараются увеличить время всасывания и всасывающий клапан закрывают, пройдя 40—45° после нижней мертвой точки. В быстроходных моторах это запаздывание закрытия делают до 60°. Это понижает коэфф. подачи мотора и, следовательно, мощность его на малых оборотах, но зато увеличивает их на больших. Выхлопной клапан для увеличения времени выхлопа открывается также раньше нижней мертвой точки и закрывается часто пройдя верхнюю мертвую точку. На фиг. 3 нанесены диаграммы распределения

нормального и быстроходного автомобильного мотора. Максимальная мощность автомобильного мотора получается при



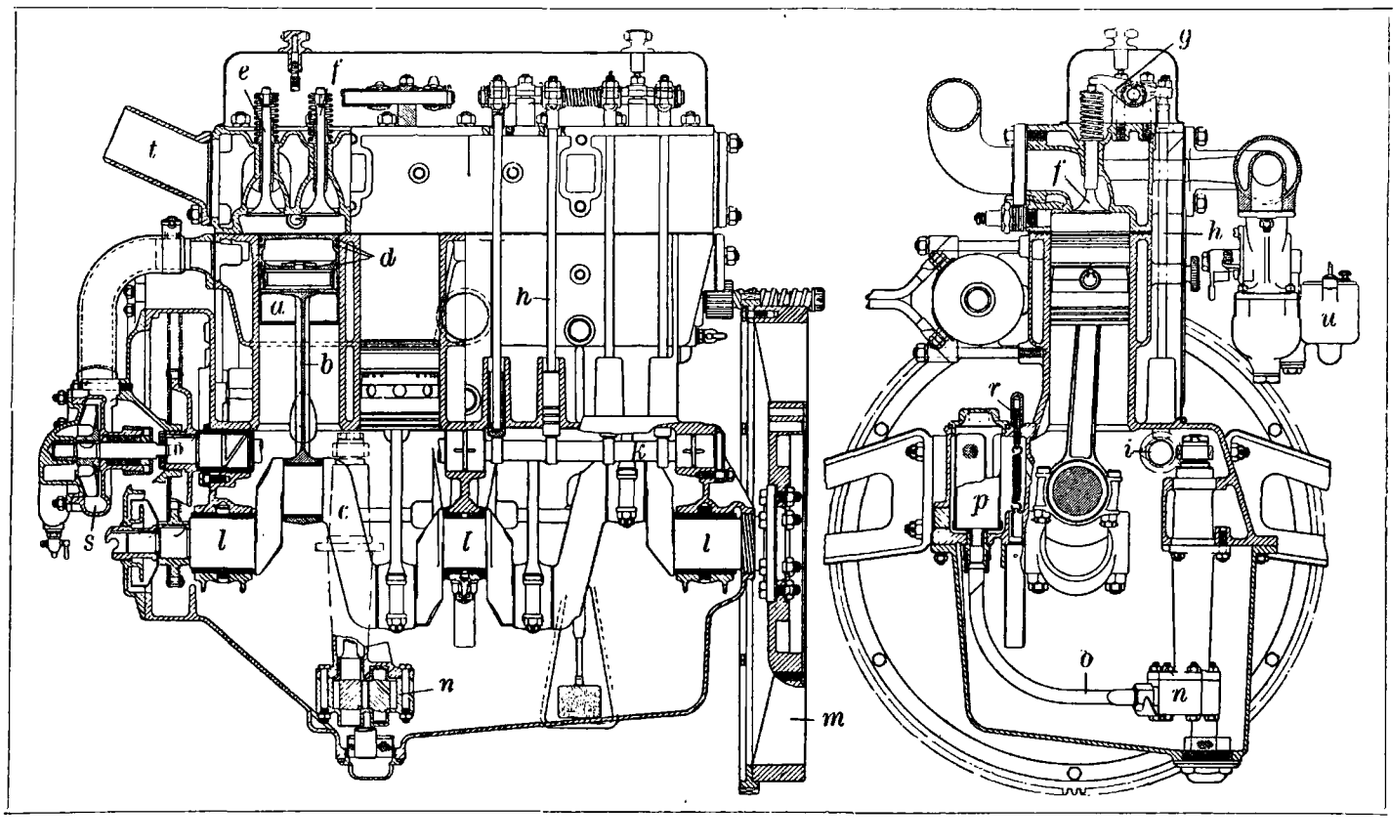
Фиг. 3. Диаграммы распределения мотора: A — начало выпуска, A' — конец выпуска, E' — начало всасывания, E — конец всасывания.

работе с некоторым недостатком воздуха ($\alpha = 0{,}84$), а максимальный кпд — при некотором избытке воздуха ($\alpha = 1{,}07$). На фиг. 4 показано изменение мощности и экономического кпд в зависимости от избытка воздуха. С прикрытием дросселя максимальный кпд сдвигается в сторону богатой смеси. Стремление дать легкую, дешевую и в то же время экономную машину заставило обратить внимание на создание мотора небольшого литража (объема цилиндров), но развивающего большую мощность при высоком кпд. В 1905 г. 1 *л* объема мотора гоночной машины давал 11 HP, а в 1926 г. — ок. 100 HP (автомобиль Деляж, $V_h = 1{,}5$ *л*, развил 160 HP при 7 500 об/м.). Число оборотов легковой машины, при котором мотор развивает максимальную мощность,—от 2 000 до 3 500 в минуту, у гоночных достигает 7 000 об/м. и выше. Нормальный легковой мотор американ. конструкции развивает мощность ок. 12—15 HP на 1 *л* объема цилиндра, автомобильные же двигатели европейских марок дают литровую мощность несколько выше.



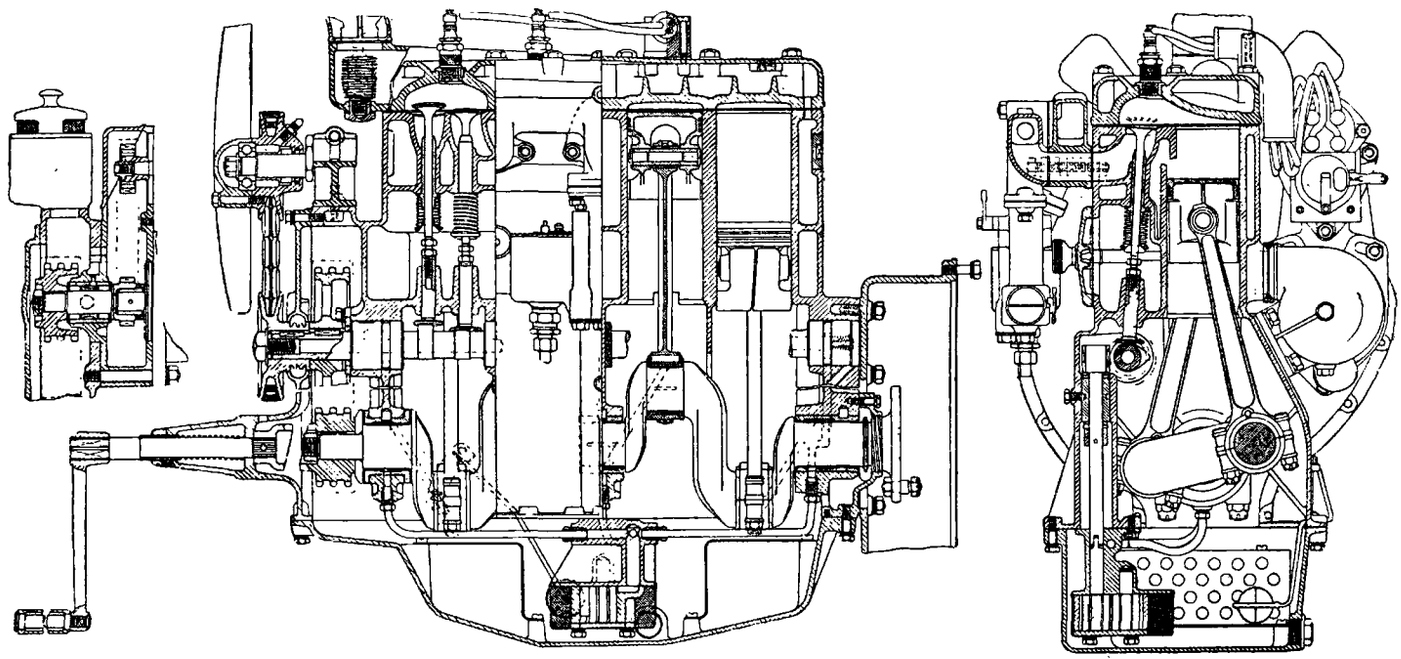
Фиг. 4. Влияние состава рабочей смеси.

Конструкция автомобильного мотора. Большинство автомобильных моторов имеет отливку цилиндров в одном блоке, часто со съемной головкой. Ровность и легкость хода, связанная с хорошим уравновешиванием движущихся частей, дает большие преимущества 6-цилиндровому и 8-цилиндровому мотору, вследствие чего, несмотря на нек-рую неэкономичность, они получают все большее и большее распространение по сравнению с 4-цилиндровым. На фиг. 5 представлен поперечный и продольный разрез автомобильного 4-цилиндрового мотора с верхним расположением клапанов. Все 4 цилиндра отлиты вместе со своими рубашками для водяного охлаждения и имеют отдельную съемную верхнюю головку. В каждом цилиндре ходит поршень *a*, который соединен шатуном *b* с коленчатым валом *c* двигателя. Поршень, для предотвращения просасывания газов между ним и стенками цилиндра, снабжен поршневыми кольцами *d*. В верхней части, в отдельной головке, расположены рядом всасывающий и выхлопной клапаны *e* и *f*, которые в нужные моменты открываются под действием коромысла *g* и толкателя *h*, кулачками *i* на кулачковом (распределительном) валу *k*. Коленчатый вал *c* помещается в картере мотора на трех коренных подшипниках *l*, на конце его помещен маховик *m*. Смазка мотора производится маслом, запас которого находится на дне картера и которое подается масляной помпой *n* по трубке *o* через фильтр *p* в коренные подшипники мотора; отсюда через сверления в коленчатом валу масло достигает до подшипников шатуна и далее, разбрызгиваясь, смазывает цилиндры и все остальные части мотора. Давление масла в масляной системе регулируется посредством клапана *r*, снабженного регулируемой пружиной. Масляный насос приводится в движение помощью зубчатой передачи от распределительного вала мотора. Тепло через стенки цилиндра отводится в охлаждающую воду, циркулирующую между цилиндром мотора и его рубашкой. Вода получает принудительное движение от водяного насоса *s*, приводимого в действие от распределительного вала мотора. Пройдя рубашки моторов, вода поступает в головку мотора, охлаждает ее и, нагревшись, уходит в радиатор через патрубок *t*. Всасывающий трубопровод с карбюратором *u* расположен сбоку мотора. Выхлопной трубопровод, приборы электрич. оборудования расположены на другой стороне мотора. Фиг. 6 иллюстрирует мотор с боковым расположением клапанов. На фиг. изображен мотор автомобиля Триумф. Мотор этот 4-цилиндровый, диам. поршня 77,5 *мм*, ход поршня 115 *мм*, объем цилиндров 2 170 *см*³. Мотор развивает при 3 000 об/м. 45 HP, что соответствует среднему индикаторному давлению $p_i = 6{,}22$ *кг/см*².



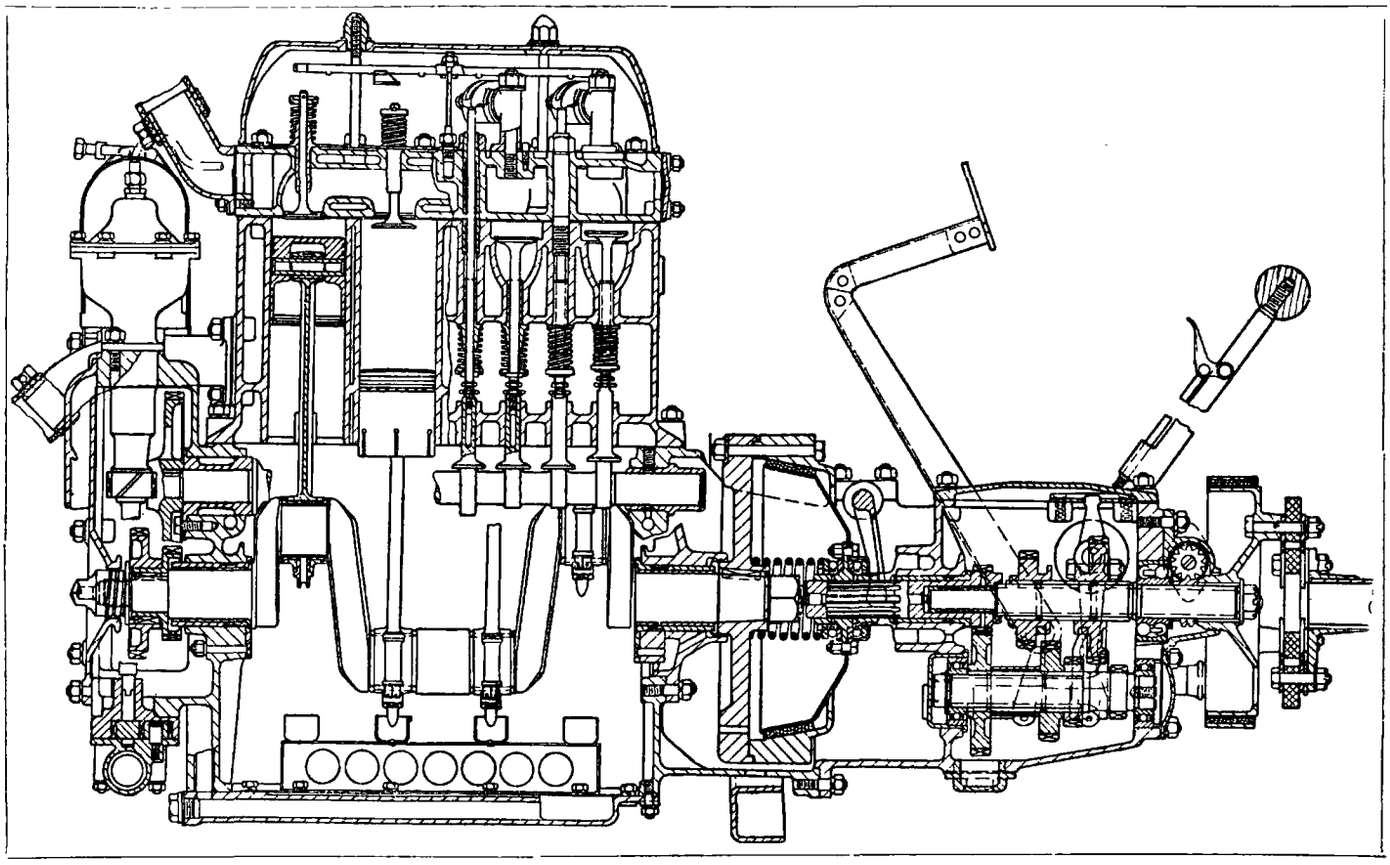
Фиг. 5. Автомобильный мотор с верхними клапанами.

Литровая мощность мотора $\frac{N_e}{V_h} = 20{,}7$ Н. Верхняя часть картера отлита вместе с цилиндрами. Головка мотора съемная. Камера сгорания имеет форму, предложенную Рикардо. Поршень алюминиевый. Всасывающие и выхлопные клапаны имеют диам. 31 *мм*, подъем клапана 7,8 *мм*. Колен- 100 *мм*. Объем цилиндров 1 057 *см*³. Мощность при 1 500 об/м. 12,75 Н, при 2 000 об/м. 17 Н и при 3 000 об/м. 23,5 Н. Среднее индикат. давление p_i на малых оборотах равно 7,25 *кг/см*², а при 3 000 об/м. — 6,67 *кг/см*². Поршень алюминиевый имеет вверху 2 поршневых кольца, внизу имеет прорезы и разжимается расположенным



Фиг. 6. Продольный и поперечный разрезы мотора Триумф.

чатый вал укреплен на 3 подшипниках, диам. всех шеек 43,8 *мм*. Три коренные шейки вращаются во вкладышах, залитых белым металлом (баббитом), и имеют длину 50, 43,8 и 62,5 *мм*. Шатунные шейки имеют длину 37,0 *мм*. На фиг. 7 изображен мотор автомобиля Гумбер. Выхлопные клапаны расположены сбоку, всасывающие подвешены в головке мотора. Мотор 4-цилиндровый, диам. цилиндров 58 *мм*, ход поршня внизу, с внутренней стороны поршня, пружинящим кольцом. В нек-рых моделях моторов (Даймлера, Минерва, Воксхол, Виллис-Найт), вместо клапанного, применяется золотниковое распределение. На фиг. 8 показан в поперечном разрезе мотор Даймлер-Найт. В верхней части мотора имеются всасывающие и выхлопные окна, сообщающиеся с соответственными трубопроводами; два золотника имеют цилиндрическую



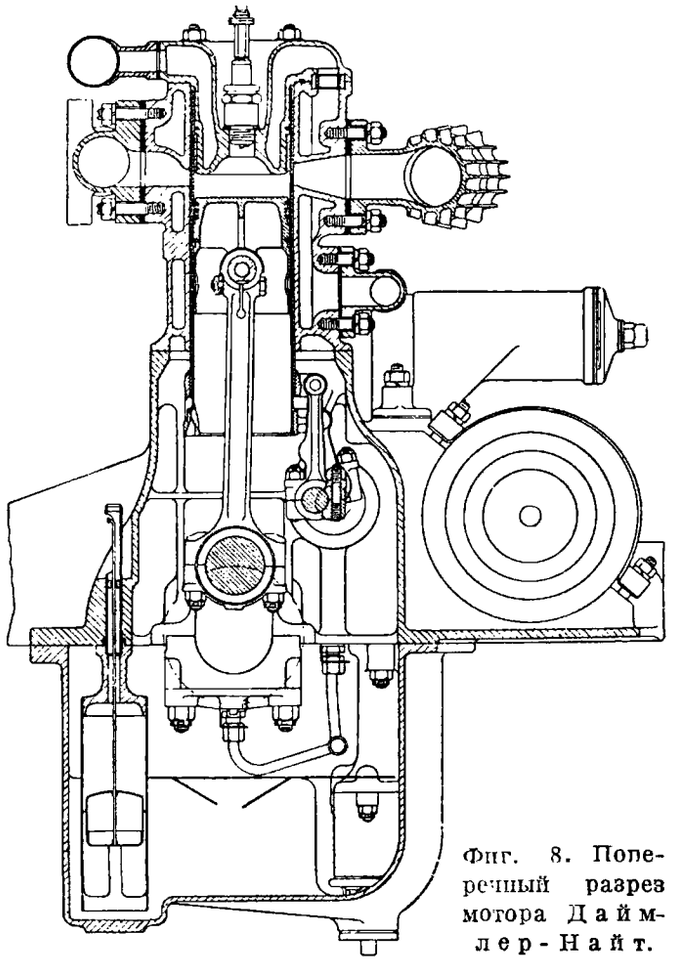
Фиг. 7. Продольный разрез автомобильного мотора Гумбер.

форму и движутся внутри цилиндра мотора один внутри другого; приводятся они специальными шатунами от особого коленчатого вала, расположенного в верхней части картера мотора; поршень ходит внутри внутреннего золотника; сверху цилиндр закрыт головкой специальной формы и в нее ввинчена свеча. Моторы с золотниковым распределением отличаются бесшумностью работы, но значительно сложнее в производстве и поэтому употребляются в дорогих машинах. В 4-цилиндровом моторе силы инерции второго порядка остаются неуравновешенными, и хотя они по своей величине невелики, но высокие требования, предъявляемые к дорогим машинам, заставили конструкторов уравновесить и их. Мотор Виллис-Найт с золотниковым распределением и с уравновешиванием масс по системе Ланчестера имеет около среднего подшипника коленчатого вала винтовую зубчатку, вращающую две цилиндрические массы, к-рые располагаются под прямым углом к оси мотора и вращаются с удвоенным против коленчатого вала числом оборотов. Центр тяжести их смещен сверлением относительно оси вращения. Вращение этих масс установлено так, что их тяжелая часть стоит внизу, когда поршни находятся в мертвых точках. Центробежные силы, возникающие при вращении этих масс, уравновешивают силы инерции второго порядка. возникающие во время работы мотора.

Детали мотора. Цилиндры моторов отливают из серого чугуна почти исключительно в одном блоке. Иногда отливают цилиндры попарно в одном блоке, а в 6-цилиндровом моторе — по три цилиндра в блоке. В верхней части цилиндры имеют клапанные коробки с одной-двух сторон. Цилиндры снабжены водяной рубашкой. Почти все моторы имеют съемную верхнюю головку. Примерный состав чугуна (в %):

кремния	1,7	общее количество углерода	3,0
фосфора	0,5—0,4		
серы	0,07	углерод в связанном состоянии	0,65
марганца	0,6		
графита	2,6		

Крепость чугуна на растяж. 20—24 *кг/мм²*, твердость по Бринеллю 200, толщина



Фиг. 8. Поперечный разрез мотора Даймлер-Найт.

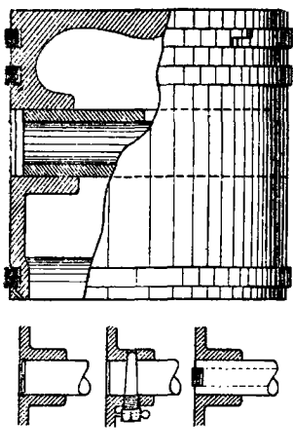
стенок цилиндра ок. 6 *мм* вверху и 8 *мм* внизу и толщина рубашки около 4 *мм*.

Картер мотора обычно отливается из алюминиевого сплава; примерный состав сплава (в %):

меди	6	кремния	10,0
никеля	2	алюминия	74,0
цинка	8		

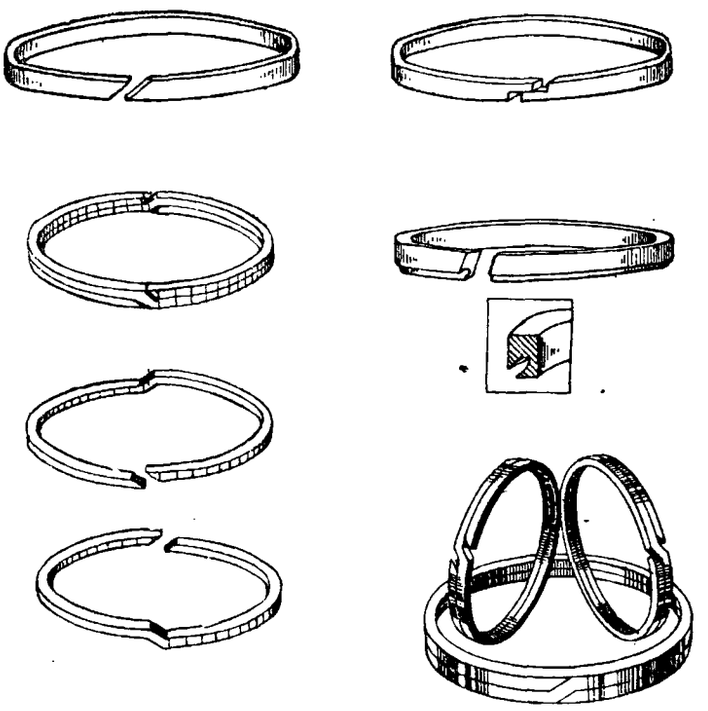
Уд. в. около 2,8, сопротивление на разрыв ок. 1 500 *кг/см²*, удлинение 1,5—4%. Часто, в особенности у грузовых моторов, верхняя часть картера отливается вместе с цилиндрами мотора. В верхней части картера прилиты лапы, которыми мотор укреплен на раме автомобиля. Нижняя часть картера или штампуется из стального листа, или отливается из алюминиевого сплава. В нижней части картера мотора расположен запас масла для смазки мотора; для лучшего охлаждения масла эта часть иногда снабжается ребрами.

Поршень отливают из чугуна, алюминиевых или магниевых сплавов. В настоящее время чугунные поршни применяются гл. обр. в тихоходных моторах грузовых автомобилей. Поршень в автомобильных моторах служит в то же время в качестве крейцкопфа и поэтому имеет форму стакана, длиною примерно в 1,2 диаметра цилиндра. Поршень делают диаметром несколько меньше, чем цилиндр, и зазор вверху поршня несколько больше, чем внизу. Величину зазора выбирают так, чтобы поршень, когда он нагреется, не заедало в цилиндре. На фиг. 9 представлен в разрезе нормальный чугунный поршень, а также способы укрепления поршневого пальца. На поршне имеется 3—4 поршневых кольца, служащих уплотнением между поршнем и стенками цилиндров. Поршневые кольца изготовляются из чугуна, ширина их при чугунном поршне ок. 5—8 *мм*; чтобы они пружинили, делают разрез, форма которого показана на фиг. 10. Поршневой палец укреплен в специальных приливах в стенках поршня; в некоторых моделях палец может вращаться — т. н. плавающий палец. В последнее время в легковых, а также и грузовых моторах стали применять поршни из легких сплавов (алюминиевых или магниевых), обладающих хорошей теплопроводностью и меньшим, по сравнению с чугуном, коэфф-том трения. Мотор с поршнем из легких сплавов лучше использует тепло топлива и вследствие легкости поршня развивает большее число оборотов. На фиг. 11 представлен результат опыта с мотором при различных поршнях. С легким поршнем мотор развил большую мощность и уменьшил расход топлива. На фиг. 12 представлена конструкция поршня из легкого металла; днище поршня из легкого сплава не делают



Фиг. 9. Поршень и детали укрепления пальца.

тоньше 8—10 *мм* (для хорошего отвода тепла). Главн. диаметры (в *мм*) и материал поршней приведены в таблице на ст. 225. Поршневые кольца для алюминиевого поршня делают несколько уже, чем для чугунного, с расстоянием между кольцами около 3—4 *мм*. В качестве материала для чугунных поршней применяют чугун более мягкий, чем для цилиндров. Наиболее



Фиг. 10. Поршневые кольца.

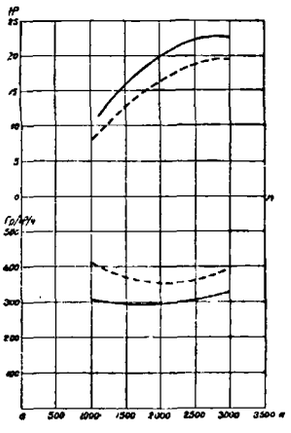
употребительный состав сплава для алюминиевых поршней (в %):

алюминия	86,0
меди	13,4
цинка	0,6

Уд. в. 2,8—3, тв. по Бринеллю 86—126. Поршни из электрона содержат примерно:

магния	91%
меди	8%

Тв. по Бринеллю 43—44, сопротивление на сжатие—36 *кг/мм²*, уд. в. 1,75. В поршнях из электрона часто применяют плавающий поршневой палец. Напряжение на сжатие в приливах поршня не допускают больше 145—160 *кг/см²*, считая давление вспышки в 30—32 *кг/см²*.

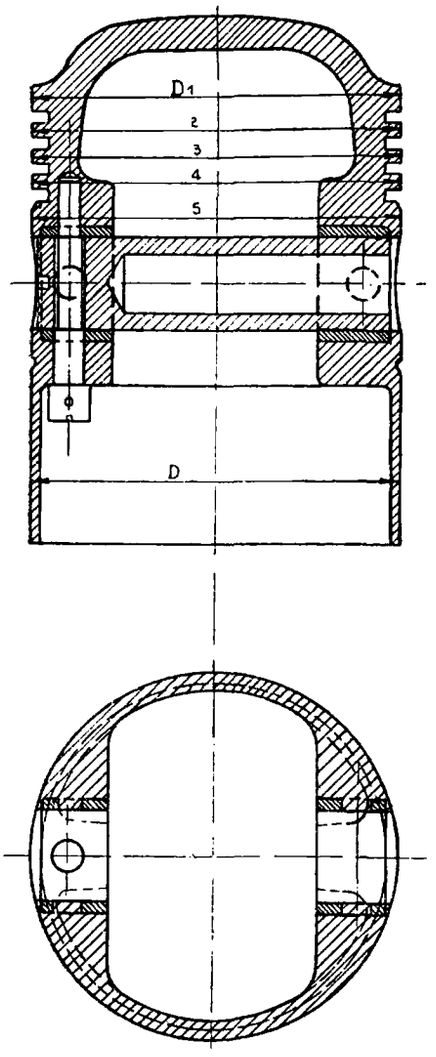


Фиг. 11. Мощность и расход тепла у моторов с чугунными (- - -) и легкими поршнями (—).

Поршневой палец изготовляется из специальной стали трубчатого сечения (хромоникелевой стали: C=0,25%, Cr=0,7%, Ni=4%) с сопротивлением на разрыв ок. 90 *кг/мм²*, с пределом упругости ок. 65 *кг/мм²* и удлинением в 19—20%.

Шатун в А. д. изготовляется I или O сечения. Материалом для шатуна служит никелевая сталь с содержанием Ni ≅ 2%.

В быстроходных двигателях шатуны часто делают из дуралюминия (уд. вес 2,8, сопротивление разрыву 42—48 *кг/мм²*, предел упругости 28—34 *кг/мм²*, модуль упругости $E = 600\,000$ *кг/см²*, удлинение от 10 до 18%) или из прессованного электрона (уд. в. 1,82, сопротивление сжатию 39 *кг/мм²*, сопротивление растяжению 36 *кг/мм²*, $E = 450\,000$ *кг/см²*, удлинение от 10 до 12%). На фиг. 13 и 14 изображены легкие шатуны — дуралюминиевый и из электрона. В верхней головке шатуна запрессована бронзовая втулка, в к-рой вращается поршневой палец. Нижняя шатунная головка разрезная, содержит бронзовые вкладыши, залитые баббитом. Длина шатуна в автомобильном моторе в 4,2—4,8 раза более, чем радиус коленчатого вала. Расчет тела шатуна надлежит вести на продольный изгиб по формулам Тетмайера.

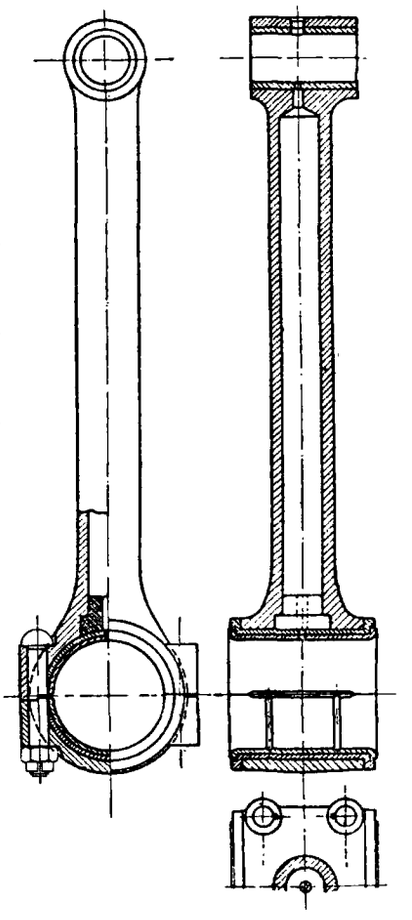


Фиг. 12. Легкие поршни.

ния вспышек, колена вала для 4-цилиндрового мотора расположены под углом в 180°, для 6-цилиндрового — под углом в 120°. На фиг. 15а, 15б и 15в приведены схематические чертежи валов различных моторов, там же видно, как располагают коренные подшипники моторов. Длина шеек коленчатого вала выбирается такою, чтобы уд. давление в момент вспышки не превосходило 50—90 *кг/см²*, а также, чтобы обеспечить отвод тепла, выделяющегося вследствие трения в подшипниках вала. Количество тепла пропорционально ср. уд. давлению

$$k = \frac{\frac{\pi D^2}{4} \cdot p_i}{d \cdot l}$$

(где D — диаметр цилиндра, p_i — ср. давление на поршень, d — диаметр шейки в *см*, l — длина шейки в *см*) и окружной скорости шейки v *м/сек*. Произведение kv служит мерой работы трения; в современных моторах величина kv доходит до 200—300 $\frac{кг}{см^2}$ *км/сек*. Такое количество тепла не м. б. отведено путем теплопроводности через стенки подшипника, и поэтому в современных А. д. применяют принудительное охлаждение подшипников маслом. Для этого подводят к коренным подшипникам с помощью насоса необходимое количество масла, которое одновременно служит и для смазки. Масло в шатунные шейки подводится через сверления в коленчатом вале.



Фиг. 13. Шатун из дуралюминия.

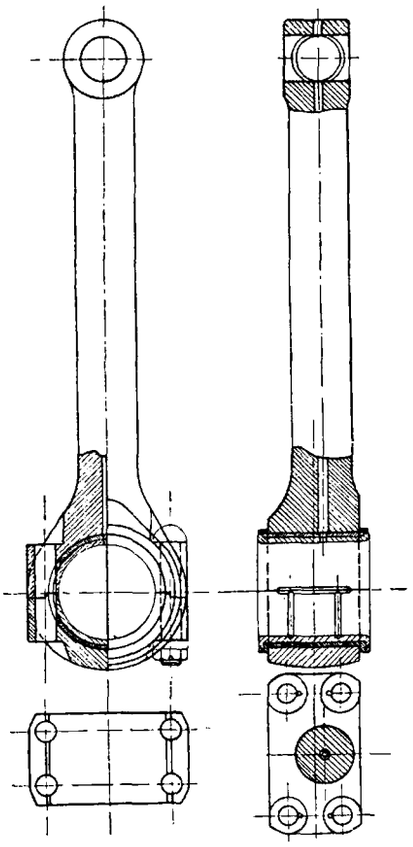
Материал цилиндров	Диам. цилиндр. D'	Диаметр поршня					
		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6
Алюминий	78,5	78,12	78,15	78,18	78,2	78,25	78,3
	100	99,48	99,52	99,55	99,6	99,6	99,75
	86	85,5	85,5	85,8	85,8	85,8	85,9
	67	66,65	66,8	66,8	66,8	66,8	67—0,06
Электрон	78,5	78,13	78,18	78,23	78,25	78,3	78,34
	65	64,6	64,82	64,85	64,88	64,88	64,92
	100	98,98	99,59	99,68	99,78	99,8	99,8
Чугун	80	79,7	79,7	79,9	—	79	79,9
	86	85,7	85,9	85,9	—	85	85,9
	92	91,5	91,95	91,95	91,95	91	91,95
	98	97,5	97,95	97,95	97,95	97	97,95
	110	109	109,9	109,9	109,9	109,9	109,95

Коленчатый вал — одна из самых ответственных частей мотора. Отковывается из никелевой или хромоникелевой стали (примерный состав для никелевой стали: C = 0,15%, Mn = 0,6—0,7%, Si = 0,1%, Ni = 5%, Cr = 0,15 — 0,20%; для хромоникелевой стали: C = 0,25%, Cr = 0,7%, Ni = 4%). Для хорошего уравновешивания масс и равномерного распределе-

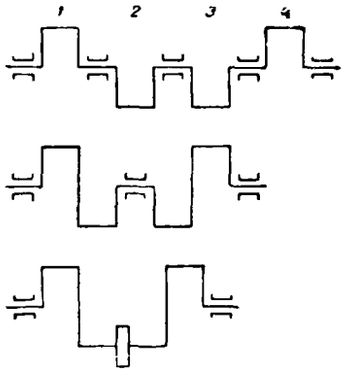
Клапаны, всасывающий и выхлопной, в современном моторе делают одинаковых размеров. Обращают внимание на хороший отвод тепла от клапанов. Клапаны изготовляют из стали, хорошо сопротивляющейся разрыву при высокой $t°$ и не окисляющейся. Для этой цели подходят стали с большим содержанием никеля (ок. 25%) или быстрорежущие стали (W—15%, Cr—3%). На фиг. 16 представлена конструкция подвесного клапана при верхнем расположении кулачкового вала.

Смазка мотора. Смазка подшипников коленчатого и кулачкового валов производится принудительно, а смазка

цилиндров — путем разбрызгивания. Запас масла из нижней половины картера подается шестеренчатым насосом по особым трубопроводам в коренные подшипники коленчатого и в подшипники кулачкового валов. На фиг. 17 представлена система смазки в моторе Дикси. Давление масла в трубопроводе при нормальном числе оборотов мотора держится ок. 0,2—0,3 *atm* и д. б. поднято с увеличением числа оборотов мотора. При увеличении уд. давления на подшипники давление масла надлежит поднять: напр., при уд. давлении в 60 *кг/см²* давление масла д. б. 0,5 — 0,7 *atm*. Для смазки мотора употребляются специальные масла— зимой более жидкие, летом более густые. Из русских масел для смазки моторов употребляют масло Нефтесиндиката «Автол» *марок*: «Л», «М», «Т». Для контроля смазки на щитке автомобиля помещен манометр, который указывает давление масла в маслопроводной системе. На моторе имеется регулятор, позволяющий регулировать давление масла в смазочной системе.



Фиг. 14. Шатун из электрона.



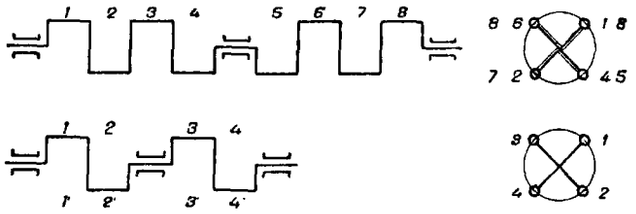
Фиг. 15а. Схема коленчатых валов 4-цилиндр. мотора.

Охлаждение мотора. Из всего тепла, поступающего в мотор, около 33% передается стенкам цилиндра. Для удаления этого тепла нормальный автомобильный мотор снабжен водяным охлаждением.



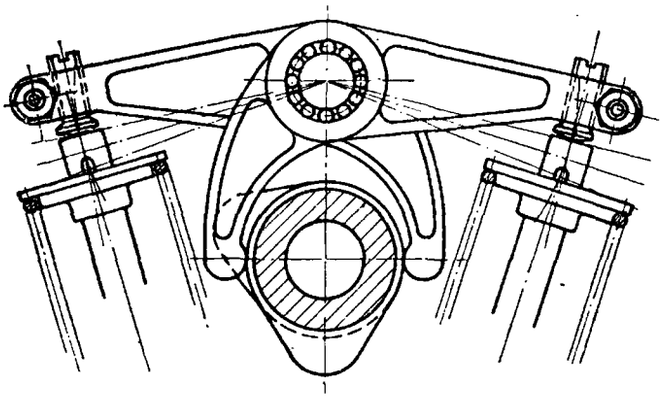
Фиг. 15б. Схема коленчатых валов 6-цилиндр. мотора.

Вода, проходя через рубашку цилиндра, уносит с собой тепло и в радиаторе отдает его окружающему воздуху. В А. д. применяют две системы водяного охлаждения: с принудительной циркуляцией воды помощью насоса и термосифонное охлаждение,



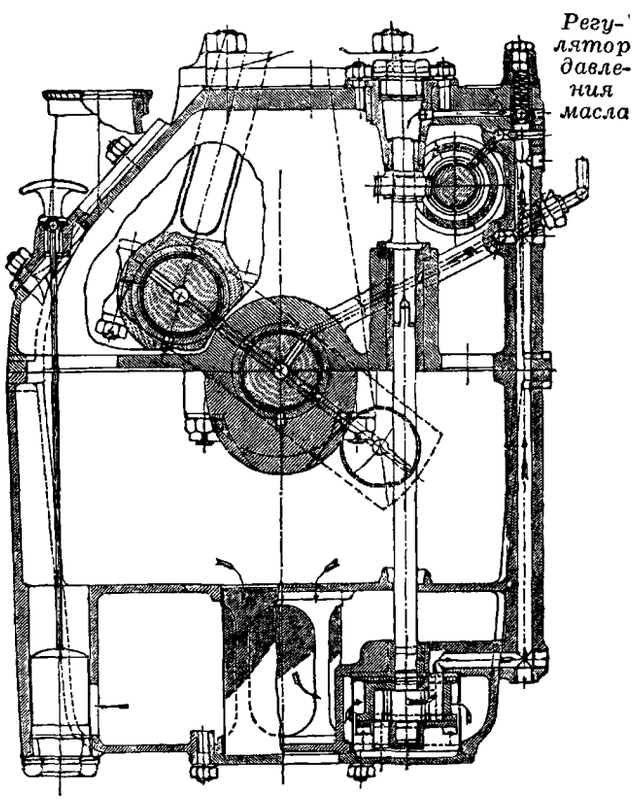
Фиг. 15в. Схема коленчатых валов 8-цилиндр. мотора.

основанное на циркуляции воды благодаря разнице удельного веса нагретой воды в рубашках цилиндра и холодной воды в радиаторе. Термосифонная система охлаждения



Фиг. 16. Клапан и привод к нему с верхним расположением кулачкового вала.

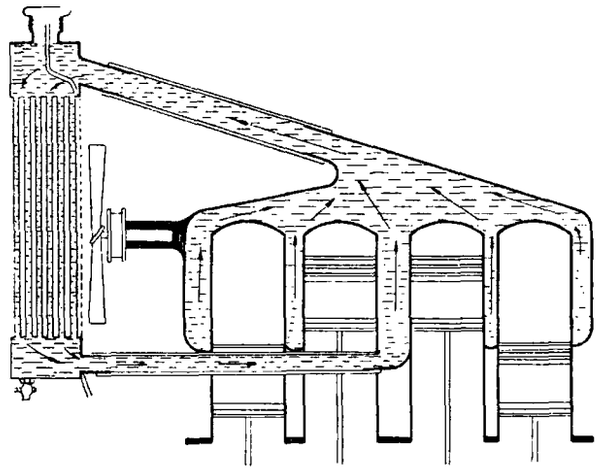
приведена на фиг. 18. Как расположен насос при принудительной циркуляции воды, можно видеть на фиг. 5. Охлаждение воды происходит в радиаторе, помещаемом обыч-



Фиг. 17. Смазка мотора Дикси.

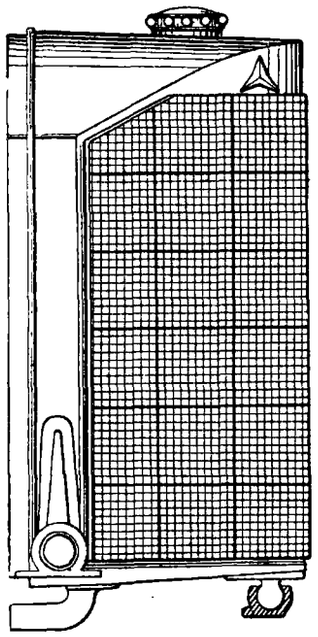
но впереди автомобиля. На фиг. 19 и 20 показан внешний вид радиатора. Различают две системы радиаторов: в сотовых (фиг. 21) вода проходит вокруг трубок,

а воздух внутри них; в трубчатых, наоборот, вода движется по тонким трубкам, а воздух вокруг них. Для контроля за пра-

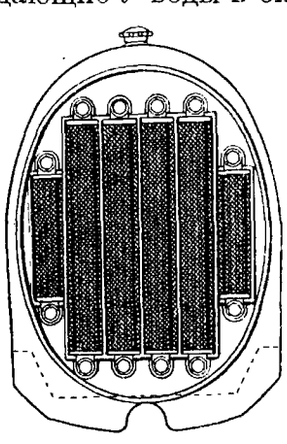


Фиг. 18. Схема термосифонного охлаждения.

вильностью работы системы охлаждения, на радиаторе устанавливают специальный термометр. Одним из наиболее распространенных приборов этого типа является мотометр Бойса: на круглой шкале сделан ряд прорезов, каждый из к-рых соответствует определенному состоянию радиатора; если столбик спиртового термометра выйдет в верхнюю часть, то это указывает, что вода в радиаторе кипит, нужно остановить мотор; следующие черточки показывают нормальные $t°$, соответствующие термосифонной или принудительной, с насосом, системам охлаждения. Иногда устанавливают на щите автомобиля дальномерные термометры (аэротермометры), дающие $t°$ воды в охлаждающей системе. На нек-рых моторах устанавливают автоматическую регулировку охлаждения. Один из типов термостата, производящий такую регулировку, приведен на фиг. 22. Существенную часть прибора представляет приспособленный к значительным деформациям своего объема герметический сосуд, состоящий из ряда пружинистых тонких пластинок, спаянных между собою жесткими кольцами. Сосуд заключает в себе некоторое количество жидкости с низкой $t°_{кип.}$ (например эфира), закипающей при поднятии $t°$ воды. Давление паров расширяет сосуд и, приподнимая связанный с ним клапан, освобождает проход для охлаждающей воды. Во время малой скорости автомобиля проход воздуха через радиатор будет недостаточен для охлаждения воды, поэтому за радиатором на моторе устанавливается вентилятор, создающий добавочный приток воздуха.

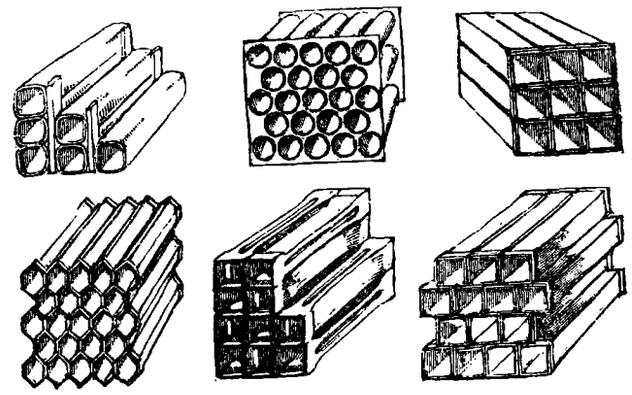


Фиг. 19. Радиатор автомобиля Мерседес.

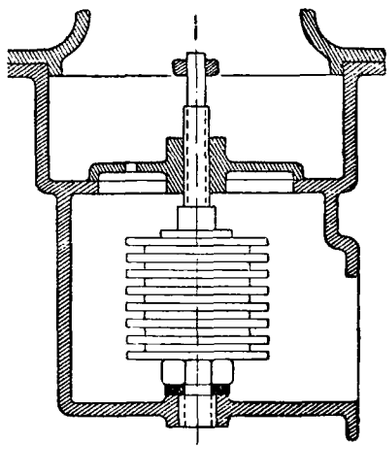


Фиг. 20. Радиатор авт. NAG из отдельных секций.

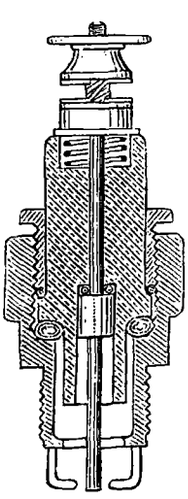
Зажигание в А. д. Зажигание в автомобильных моторах употребляется исключительно от электрич. искры, проскакивающей между электродами свечи, ввинченной в камеру сгорания мотора. Один из типов применяемых свечей показан на фиг. 23. Электрический ток высокого напряжения доставляется непосредственно от магнето, или ток от аккумулятора трансформируется катушкой Румкорфа до требуемого напряжения. В последнем случае аккумулятор заряжается от специальной динамо, приводящейся в движение от мотора, и служит одновременно для освещения и приведения в действие сигналов автомобиля. Среди магнето наибольшее распространение получили магнето высокого напряжения Бош, Эйземан, Дикси, Реми и Меа. На фиг. 24 представлен тип наиболее распространенного 4-цилиндрового магнето системы Бош. Между полюсными наконечниками постоянных магнитов вращается якорь двутаврового сечения, имеющий две обмотки: первичная, около 200 витков проволоки диам. ок. 0,8 *мм*, одним концом укреплена к массе якоря, а другим присоединена через одну обкладку конденсатора J, помощью винта I, к контакту A прерывателя. Второй контакт прерывателя укреплен на угловом рычажке B, к-рый качается на оси и соединен электрически с



Фиг. 21. Детали сотовых радиаторов.

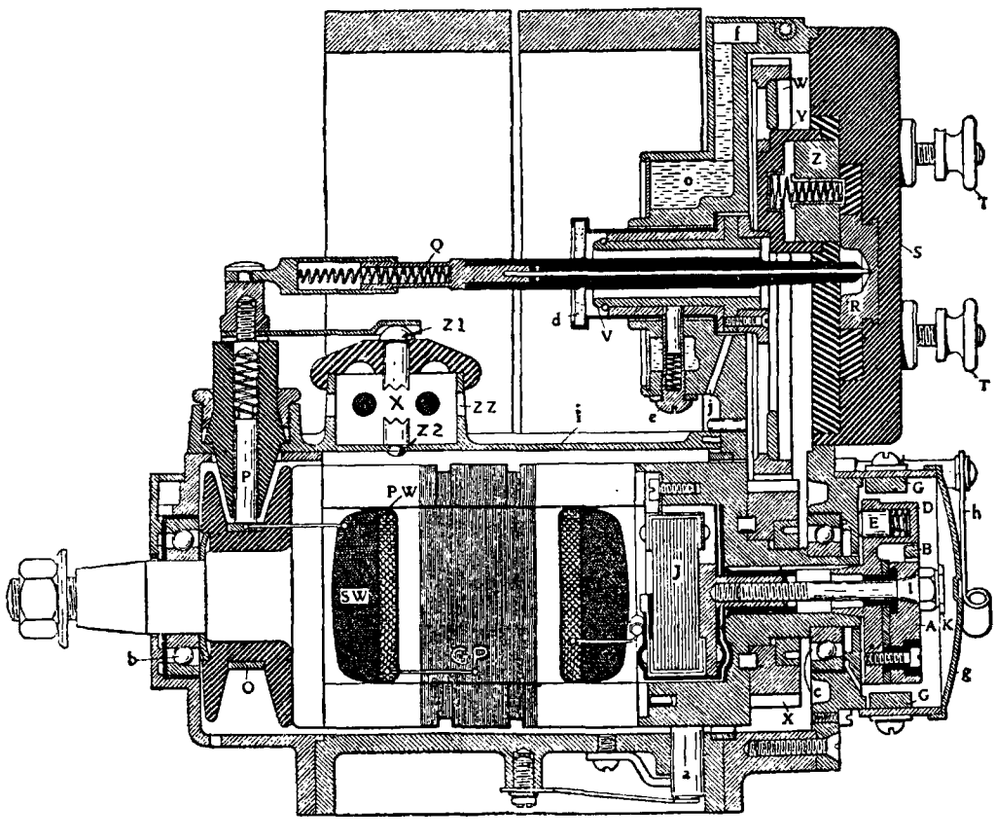


Фиг. 22. Термостат.



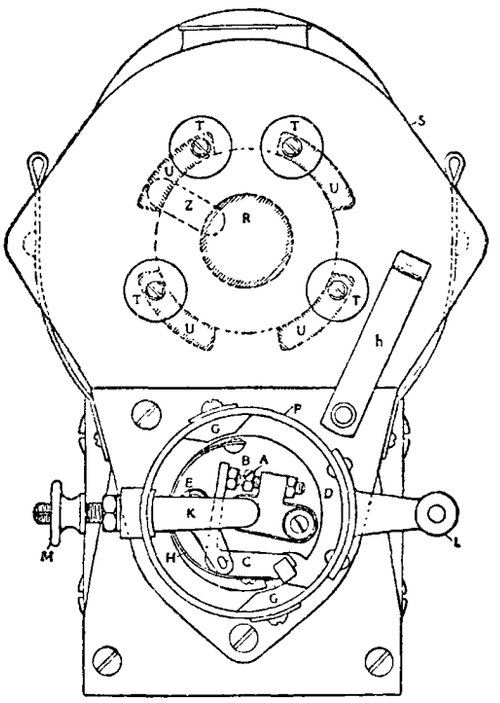
Фиг. 23. Автомоб. свеча.

массой якоря; контакты поддерживаются в замкнутом состоянии пружиной *H*. Прерыватель монтирован на диске *D*, к-рый винтом *I* укреплен на оси якоря и вращается вместе с ним. Вторая обкладка конденсатора *J* соединена с массой якоря. Во время



Фиг. 24. Магнето Бош.

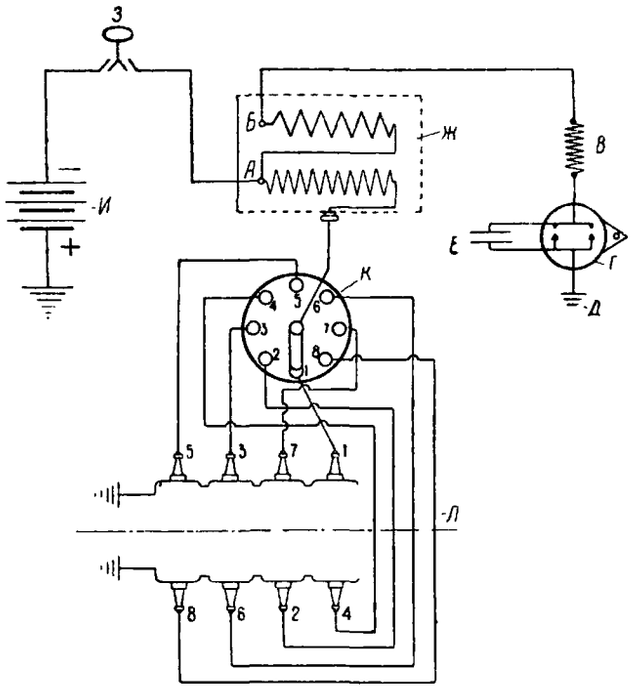
вращения якоря свободный конец углового рычажка *B* прерывателя находит на кулачки *G*, укрепленные на обойме и, поворачиваясь, разрывает цепь низкого напряжения магнето. Кулачки *G* расположены так, что прерывают ток в момент наибольшей силы тока в первичной обмотке; в этот момент первичная обмотка и конденсатор *J* образуют замкнутый колебательный контур, в к-ром возбуждаются колебания высокой частоты. Эти колебания индуктируют во вторичной обмотке *SW* магнето, намотанной в количестве 12 000 или более витков тонкого провода (диам. ок. 0,12 *мм*), ток высокого напряжения. Один конец вторичной обмотки присоединен к концу первичной (в точке *PW*), а второй—к коллектору *O*, укрепленному на втором конце якоря. Ток высокого напряжения через уголек *P*, мостик *Q* и контакт *R* идет в уголек распределителя *Z*, а оттуда через соответствующий контакт *T* в средний электрод свечи того цилиндра, в котором требуется произвести зажигание сжатой смеси. В свече ток проскакивает промежуток между электродами и по массе мотора возвращается в магнето. Момент зажигания регулируется моментом разрыва контактов прерывателя. Разрыв же контактов можно регулировать поворачиванием обоймы с кулачками *G* помощью рычага *L* (см. фиг. 24а). Эта регулировка необходима, т. к. сгорание смеси происходит не мгновенно, и момент запала поэтому д. б. предварен,—и тем более предварен, чем большее число оборотов развивает мотор. При пуске в ход мотора, магнето д. б. поставлено на позднее зажигание. Чтобы предохранить обмотки от пробива изоляции высоким напряжением в случае неисправности свечи, к мостику *Q* присоединен предохранитель *ZZ*, в котором расстояние *X* между контактами *Z1* и *Z2* выбрано такое, что в обмотках напряжение не может подняться до опасных пределов. Магнето соединено с мотором и вращается с определенной по отношению к коленчатому валу скоростью: т. к. за один оборот якоря могли быть 2 искры, то в 4-цилиндровом моторе магнето должно вращаться с одинаковым числом оборотов, а в 6-цилиндровом в полтора раза быстрее. Распределительный уголек *Z* укреплен на шестерне *W*, сцепленной с шестерней *x* на оси якоря, и должен делать один оборот за два оборота мотора. В крышке *S* распределителя помещены контакты *T*, по числу цилиндров мотора. На фиг. 25 представлена схема зажигания Делько, применяемая на автомобилях Кадиляк. Электрич. ток от аккумулятора *И* через выключатель *З* поступает в первичную обмотку *Б* индукционной катушки *Ж*, оттуда



Фиг. 24а. Боковой вид магнето Бош.

через постоянное сопротивление *B* (предохранитель) в прерыватель *Г*. Особенностью прерывателя являются две пары контактов, работающие параллельно; сделано это для надежности работы прерывателя. Конденсатор *E* помещен параллельно с прерыва-

телем. Из прерывателя ток по массе мотора и раме автомобиля возвращается в аккумулятор. Ток высокого напряжения из вто-

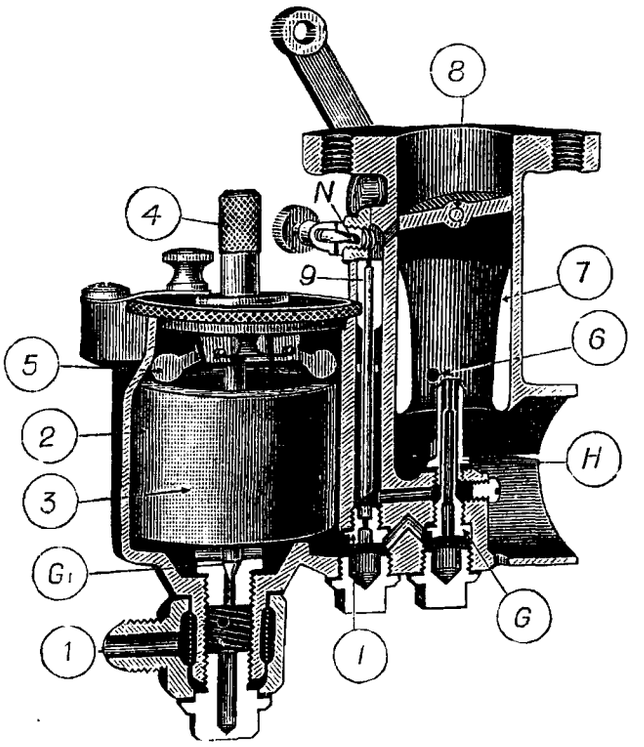


Фиг. 25. Схема зажигания Делько-Кадиляк: *А*—вторичная, *Б*—первичная обмотка, *В*—постоян. сопротивление (предохранитель), *Г*—прерыватель с двумя парал. контактами, *Д*—масса мотора, *Е*—конденсатор, *Ж*—индукц. катушка, *З*—выключатель, *И*—аккумулятор, *К*—распределитель.

ричной обмотки *А* индукционной катушки через распределитель *К* поступает в свечи и через массу мотора, аккумулятор и выключатель *З* возвращается во вторичную обмотку индукционной катушки. На автомобиле Форд применяется магнето низкого напряжения. Магнето помещено внутри картера мотора и имеет магниты, укрепленные непосредственно на маховике мотора. Катушки магнето укреплены параллельно маховику на особом диске и имеют обмотку из медной ленты. Один конец ленты припаян к массе, а другой подведен к контакту, укрепленному на изоляции к картеру мотора.

Карбюраторы. Рабочая смесь для двигателя образуется в карбюраторе. Для хорошей работы мотора необходимо получить смесь однородного состава, в к-рой топливо было бы превращено в пар и равномерно распределено в воздухе; это заставляет применять легкие сорта, т. е. требующие невысоких $t°$ для своего испарения. В качестве топлива для автомобильного двигателя применяют: бензин 1-го и 2-го сорта, газолин, бензол. В следующей таблице приведены главные данные употребляемого топлива:

На фиг. 26, представляющей карбюратор Зенит, можно проследить также и схему действия простейшего карбюратора. Бензин из бензинового бака через отверстие *1* попадает в поплавковую камеру *2*. Уровень бензина, при помощи поплавка *3*, игольчатого клапана (игл ы) *4* с системой рычажков *5*, поддерживается на постоянной высоте, расположенной немного ниже отверстия распыливающей форсунки жиклера. Отверстие жиклера помещается в узком сечении диффузора *6* смесительной камеры *7* карбюратора. При просасывании воздуха во время всасывающего хода двигателя в узком месте получается разрежение. Бензин, вытекая через отверстие жиклера, разбрызгивается, подхватывается протекающей мимо струей воздуха, распыляется, смешавшись с воздухом, испаряется и по всасывающей трубе попадает в цилиндр двигателя. Наполнение двигателя регулируется дроссельной заслонкой *8*. Далее,



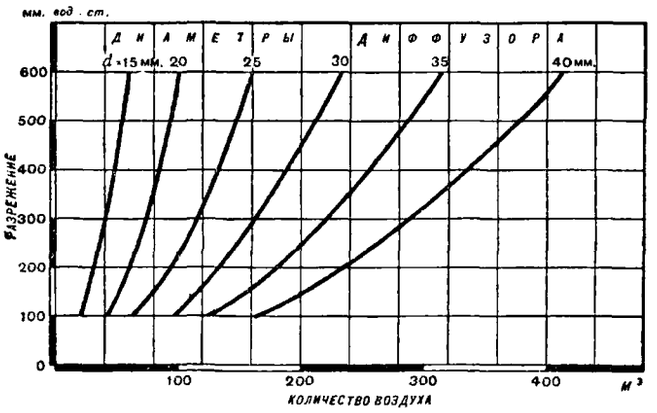
Фиг. 26. Карбюратор Зенит.

при холостом ходе, когда дроссельная заслонка почти закрыта, скорость воздуха будет недостаточна для засасывания топлива, во избежание чего в карбюраторе устраивают специальный жиклер *9*, к-рый подводит топливо в место, где у карбюратора при открытой заслонке получается

Средние химические и физические характеристики топлива А. д.

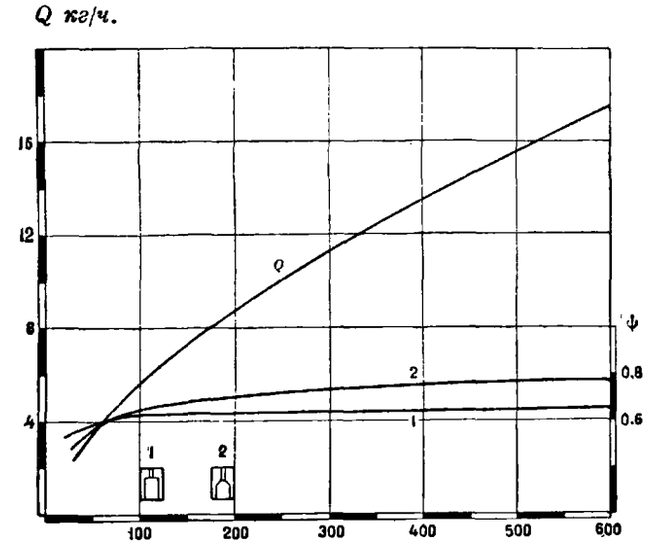
Наименование топлива	Элементарный состав в %		Теплотворная способн. Cal/*кг*	Теорет. колич. возд. для сгор.		Пределы кипения при 720 *мм* Hg	Среднее знач. тепл. испар. Cal	$t°$ самовоспл.	Уд. в.
	C	H_2		*м*³	*кг*				
Бензин	85,7	14,3	10 200	12,63	14,9	60—120° испар. полн.	74,9	415°	0,739
Керосин	85,88	14,1	10 200	12,6	14,73	150—268° полностью	75,6	385°	0,813
Бензол	91,4	8,3	9 800	12,3	14,5	не испар. 75—160° испар. полн.	92,1	520°	0,870
Толуол	91,3	8,7	10 100	11,72	13,84	—	86,0	—	0,88

достаточное разрежение. Такого устройства карбюратор обладал бы существенным недостатком: пропорция бензина в воздухе менялась бы со скоростью прохода воздуха мимо жиклера и, следовательно, с оборотами мотора. На фиг. 27 представлено количество воздуха, протекающее



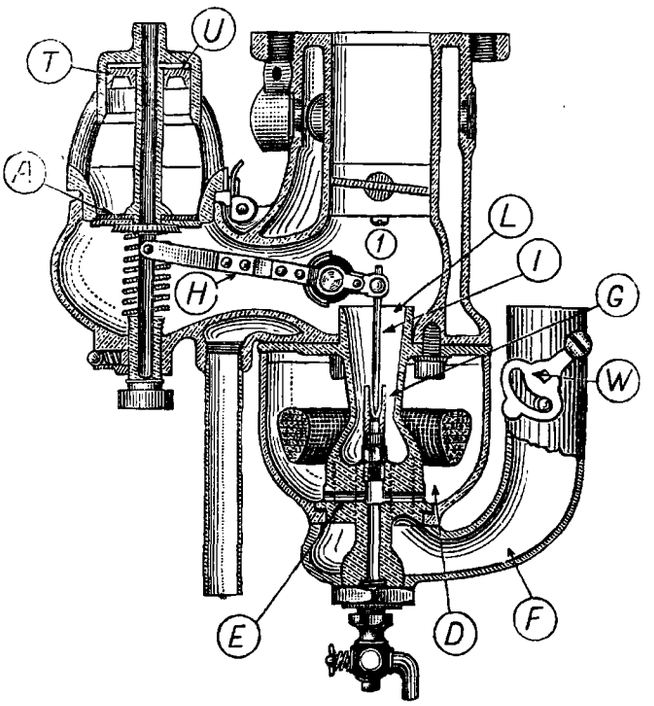
Фиг. 27. Расход воздуха через диффузор карбюратора.

через диффузор при различных разрежениях в карбюраторе, а на фиг. 28—изменение расхода топлива и жиклера с изменением разрежения. Рассматривая обе кривые, видим, что с увеличением разрежения (с увеличением числа оборотов мотора) относительный расход бензина будет увеличиваться и смесь будет обогащаться. Для регулирования состава смеси во время работы мотора применяют один из следующих способов: 1) уменьшение разрежения в диффузоре путем ввода добавочного воздуха (иногда параллельно с регулировкой отверстия жиклера), 2) пневматическое торможение струи топлива. Карбюратор Шеблер (фиг. 29) основан на принципе регулирования смеси по первому способу: бензин из поплавковой камеры *D*



Фиг. 28. Расход топлива через жиклер с изменением разрежения: $Q=\psi f\sqrt{2gH}$ — расход топлива, ψ—коэфф. расхода, H—величина разрежения, в метрах водяного столба, f—площадь отверстия жиклера.

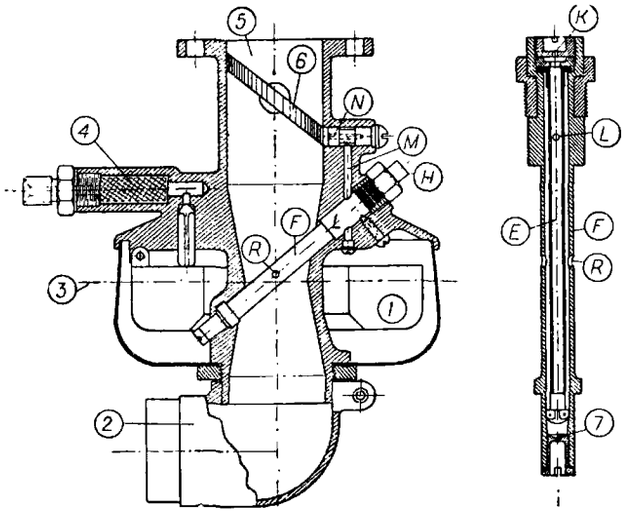
через отверстие *E* попадает в жиклер *G*; воздух по трубке *F* с заслонкой для пуска в ход *W* проходит через диффузор *L*, смешивается там с поступающим из жиклера бензином, и богатая смесь поступает в камеру *1*, где к смеси добавляется воздух, через клапан добавочного воздуха — *A*; с увеличением количества добавочного воздуха увеличивается приток бензина путем открывания отверстия жиклера иглой *I*, связанной рычагом *H* с клапаном добавочного воздуха; для плавной регулировки добавочного воздуха клапан *A* связан с поршнем *T*, движущимся в цилиндре *U*; полученный т. о. воздушный буфер обеспечивает плавную регулировку добавочного воздуха в карбюраторе. К особенностям этого карбюратора следует отнести концентрическое расположение поплавковой камеры относительно жиклера. Подобное расположение поплавковой камеры обеспечивает постоянство уровня у жиклера при работе карбюратора в наклонном положении автомобиля. Чтобы обеспечить хорошее испарение топлива в холодное время, смесительная камера окружена рубашкой, через к-рую пропускают горячие отработанные газы. В качестве карбюратора с автоматической регулировкой топлива на фиг. 26 уже была приведена схема очень распространенного карбюратора Зенит, имеющего два жиклера. Внутренний, главный жиклер *G* питается нормально из



Фиг. 29. Карбюратор Шеблер.

поплавковой камеры. Второй, добавочный жиклер *H*, расположенный обычно концентрично с главным жиклером, питается из колодца *9*, в который бензин протекает через калиброванное отверстие *I*. В то время как расход топлива через главный жиклер относительно просасываемого через карбюратор воздуха будет увеличиваться, расход бензина через добавочный жиклер будет уменьшаться. Так. обр. относительное содержание бензина в воздухе будет постоянным. Жиклер холостого хода *N* представляет собою трубку, берущую бензин из колодца *9* и подводящую его к заслонке дросселя, при открытии которого разряжение уменьшается и жиклер холостого хода перестает работать. Принцип

пневматической регулировки топлива применен в ряде распространенных в настоящее время карбюраторов (Паллас, Клодель, Солекс и др.). На фиг. 30 представлен карбюратор Паллас. Жиклер находится в трубке F, помещенной наклонно

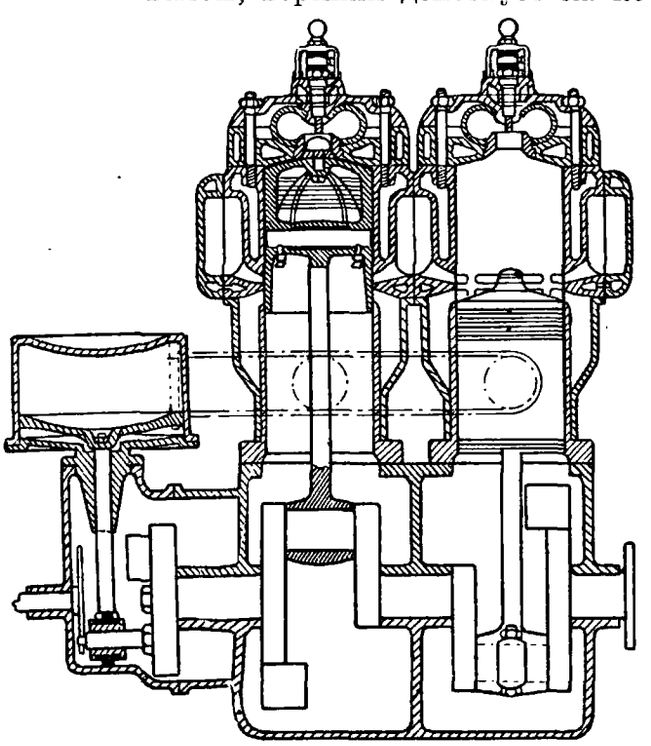


Фиг. 30. Карбюратор Палас: *1* — поплавок, 2—подвод воздуха, *3*—уровень бензина, *4*—фильтр для бензина, *5*—смесь, *6*—дроссельная заслонка, *7*—отверстие жиклера.

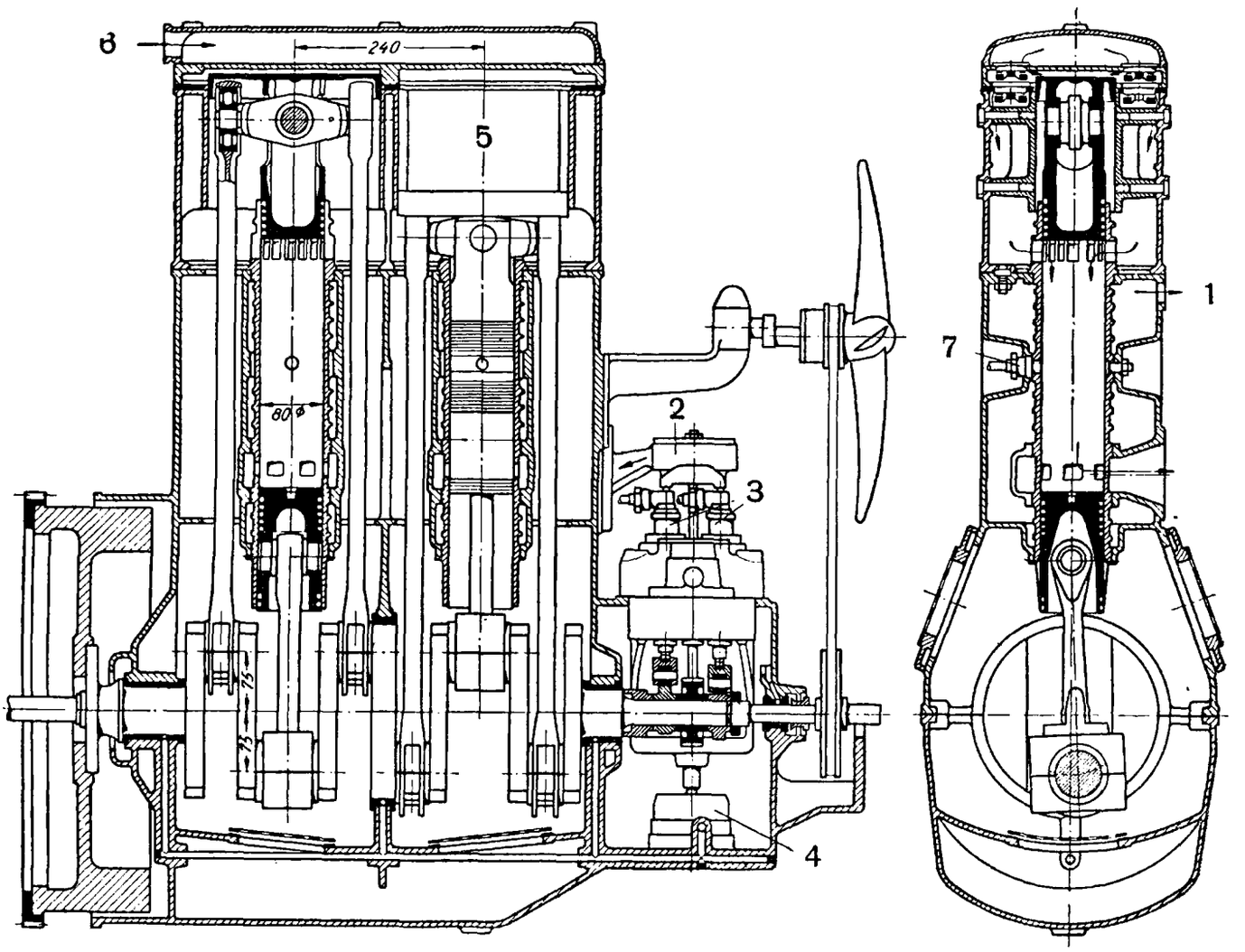
в диффузоре. Сверху ввернута пробка H, имеющая калиброванное отверстие K для воздуха. Во время работы мотора через отверстие R вытекает эмульсия (смесь воздуха с бензином), закон вытекания которой примерно таков, как и воздуха, и, следовательно, состав смеси поддерживается постоянный. Пусковой жиклер представлен каналом M и отверстием N, в которое смесь поступает из трубки E через отверстие L.

Другие типы автомобильных двигателей. Широкое развитие автомобильных хозяйств и связанное с этим вздорожание горючего материала поставили перед конструкторами задачу выработать автомобильный двигатель, работающий на более дешевом топливе, чем бензин. В разрешении этой задачи в настоящее время наметились два пути. Первый — переход на топливо с большим уд. весом (напр. нефть) и, следовательно, к приспособлению работающего по циклу Дизеля двигателя как наиболее экономичного для работы в условиях автомобильного мотора. Второй путь — приспособление автомобильного двигателя к работе на дровах или древесном угле, т. е. с генерированием горючего.

Из попыток построить автомобильный двигатель, работающий по циклу, близкому к циклу Дизеля, следует упомянуть о полудизеле системы Тартрэ. Этого типа двигатель, построенный фирмой Пежо, показан на фиг. 31. Двигатель выполнен 2-тактным, имеет два цилиндра, диам. 120 *мм*, ход поршня 150 *мм*, развивает при 1450 об/м. 53 HP и имеет вес около 4,6 *кг* на 1 HP. Продувочный воздух под давлением около 1,36 *atm* поступает в продувочные окна, расположенные по окружности цилиндра под выхлопными окнами, вытесняет сгоревшие газы и сжимается при давлении поршня вверх до давления ~ 20 *atm* (ε=9—10). Камера сгорания данного двигателя специальной формы, сообщается с цилиндром посредством горловины. Поршень имеет на днище специальную головку, которая при верхнем положении поршня входит с небольшим зазором в горловину. При этом, воздух, проходя из цилиндра в камеру сгорания через щель, завихряется и подхватывает нефть, впрыскиваемую через форсунку, расположенную в центре камеры сгорания; этим достигается хорошее перемешивание топлива с воздухом. Холодный мотор пускается на бензине, при чем зажигание производится помощью электрич. запальника (свечи). Когда головка разогреется, переходят на работу на нефти, при чем запал происходит автоматически, как и у двигателя Дизеля. Испытания, произведенные в 1923 г. фирмой Пежо над двумя автомобилями, из которых один был снабжен двигателем Тартрэ, а другой нормальным бензиновым, доказали полную пригодность полудизеля для работы на автомобиле. Легкость пуска, регулировка и динамические качества обоих моторов оказались почти равными. Расход топлива на 1 *км* пути у бензинового двигателя получился $\sim 0{,}16$ *л* бензина, у двигателя Тартрэ $\sim 0{,}15$ *л* нефти. Т. к. головка на поршне работает в тяжелых температурных условиях и вследствие этого легко сгорает, этот двигатель до настоящего времени распространения не получил. Из двигателей, работающих по циклу Дизеля, на фиг. 32 показан автомобильный двигатель Юнкерс. Двигатель 2-цилиндровый, 2-тактный. В каждом цилиндре 2 поршня, двигающихся в разные стороны. Нижний поршень связан нормально с коленчатым валом, верхний действует на коленчатый вал помощью балансира и двух шатунов. Продувочные насосы устроены в верхней части цилиндров; их поршни составляют одно целое с верхними поршнями мотора. Форсунки для топлива расположены посредине цилиндров. Цилиндры

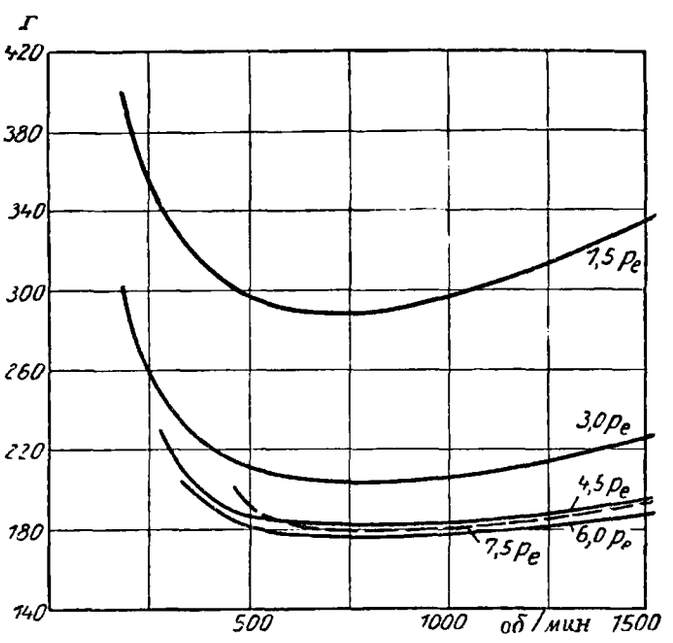


Фиг. 31. Двигатель Тартрэ.



Фиг. 32. Двигатель Юнкерс: *1*—выход охлаждающей воды, *2*—водяной насос, *3*—насосы для подачи горючего, *4*—масляный насос, *5*—насос для продувки, *6*—воздух для продувки, *7*—форсунка.

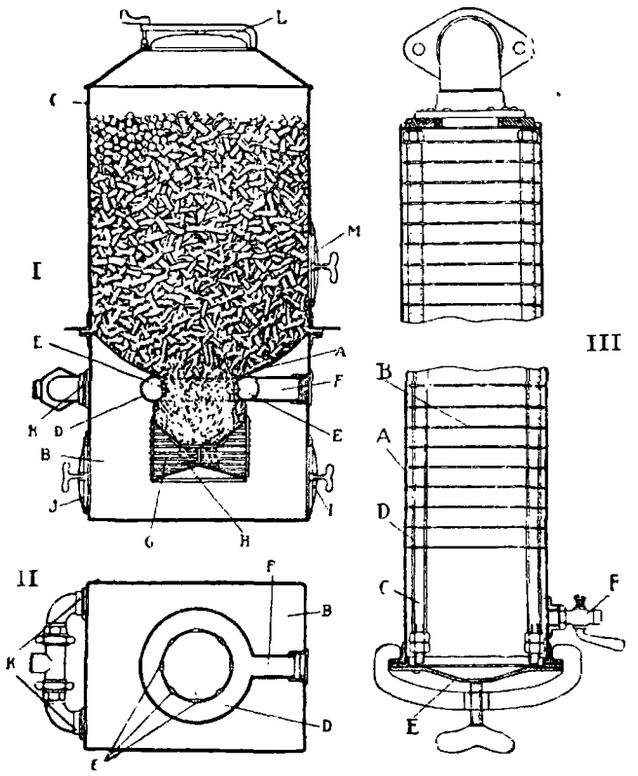
стальные, запрессованные в отливку из легкого металла. 2-тактный мотор с диам. цилиндров 80 *мм* и ходом поршней по 150 *мм* по габаритным размерам получается меньше, чем мотор 4-цилиндровый, работающий по 4-тактному циклу. Мощность его 45 HP при 1 000 об/м. и 65 HP при 1 500 об/м., что соответствует среднему эффект. давлению на поршень, равному $P_e = 6{,}75—6{,}5$ *atm*. Вес без маховика — 280 *кг*. Величина расхода



Фиг. 33. Расход топлива двигателя Юнкерс.

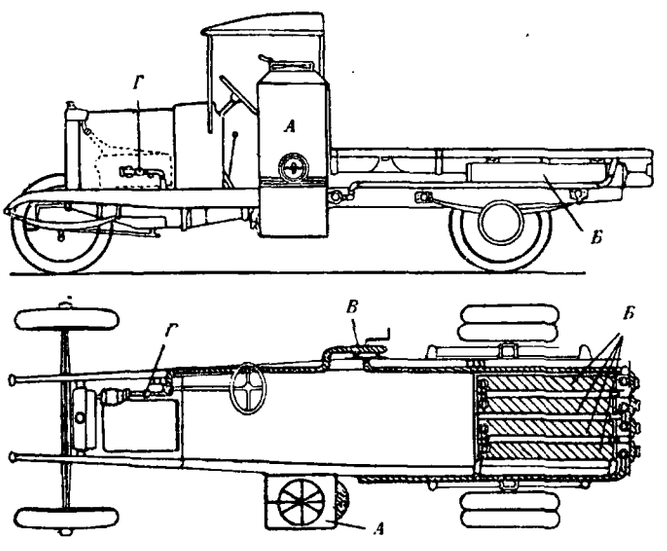
топлива при различных нагрузках в зависимости от числа оборотов для этого двигателя представлена на фиг. 33. Как видно, для нагрузок, примерно до 60% от максимальной, двигатель дает расход топлива около 180 *г*/HP, при 40% нагрузки — около 200 *г*/HP. При применении газогенераторов в двигателях можно в качестве топлива применять древесный уголь и даже дерево. На фиг. 34 приведена конструкция генератора системы Имбер-Дитрих. Генератор Имбер-Дитрих (фиг. 35) (установленный на автомобиле системы Берлие) с опрокинутым горением позволяет в качестве горючего употреблять дрова различных пород, не исключая нек-рого процента смолистых. Газогенераторы (Панар-Левассор) с вертикальным горением (снизу вверх) предназначены для работы исключительно на горючем, не дающем гудронов (например древесный уголь). Полученный газ поступает из генератора через охладитель в очиститель и оттуда в мотор. Генератор м. б. пристроен к любому автомобильному двигателю, но, во избежание потери мощности, лучше применять его на моторах с повышенной степенью сжатия (до $\varepsilon = 7—10$). В смысле расхода топлива практика показала, что 1 *л* бензина заменяется 1,2—1,3 *кг* древесного угля, или 2,0 *кг* дров. Расход топлива на 1 HP—ок. 460 *г* древесного угля, или ок. 1 *кг* дров. Для нас применение газогенераторов в автомобилях имеет большой интерес, в особенности в лесистых местностях.

Испытание моторов. Нормальное испытание мотора имеет целью выяснение правильности и тщательности исполнения конструк-



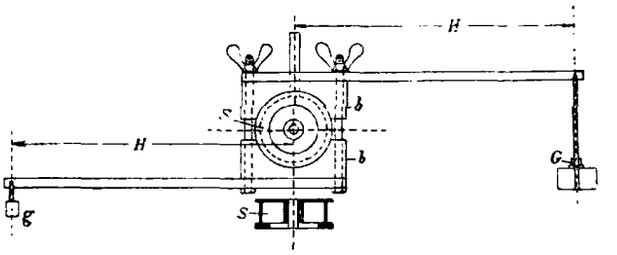
Фиг. 34. Генератор Имбер-Дитрих. I—II. *A* — горло, *B*—зольная камера, *C*—загрузочная кам., *D*—воздуходувное кольцо, *E*—форсунка, *F*—воздухопровод, *G*—решетка, *H*—колосники, *I*, *J*—люки, *K*—выпуск газа, *L*—загрузочное отверстие, *M*—люк; III. *A*—кожух очистителя, *B*—решетчатые диски, *C*—поддерживающие стержни, *D*—кольцевые прокладки, *E*—герметический затвор, *F*—отвод воды, получаемой при конденсации.

ции, выяснение мощности, расхода топлива, а также надежности работы двигателя. Во время такого испытания производят замер мощности, развиваемой двигателем, суммарного и удельного (на единицу мощности) расхода топлива, расхода смазочного масла, количества тепла, уносимого с охлаждающей водой, работы трения мотора. Мощность, развиваемая двигателем, поглощается тор-



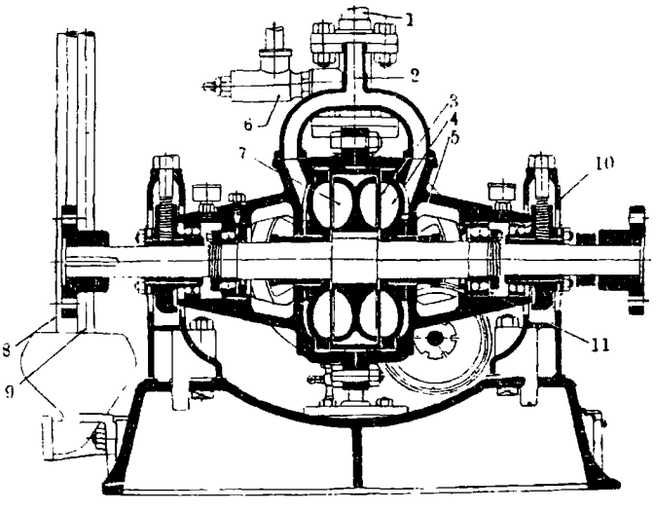
Фиг. 35. Схема генераторной установки на грузовом автомобиле Берлие: *A*—генератор, *Б*—очистители, *В*—вентилятор, *Г*—смеситель.

мозом. Наиболее распространенным, дешевым и в то же время дающим очень точные результаты, является тормоз Прони. Поэтому в заграничной практике, несмотря на существование других весьма удобных способов торможения, этот тип тормоза все же применяется для быстроходных (делающих более 2 000 об/м.) двигателей. На фиг. 36 представлена типичная конструкция этого тормоза. На чугунном шкиве *S*, снабженном закраинами, помещены две деревянные колодки *b* и *b*, стягиваемые винтами. Со стороны, прилегающей к шкиву *S*, колодки обшиты алюминиевыми листами. Для хорошего охлаждения этих листов в верх-



Фиг. 36. Тормоз Прони.

ней колодке проделаны канавки, сообщающиеся с трубкой. На эту трубку надевается во время работы резиновый шланг, по которому подводится под давлением мыльная вода. Шкив *S* во время торможения сильно нагревается, и для охлаждения его в пространство, образуемое закраинами, с внутренней стороны подводится вода. Нагретая вода забирается специальной трубкой, поставленной отверстием против вращения шкива. В тормозе Прони механическая работа мотора превращается в тепло. Регули-

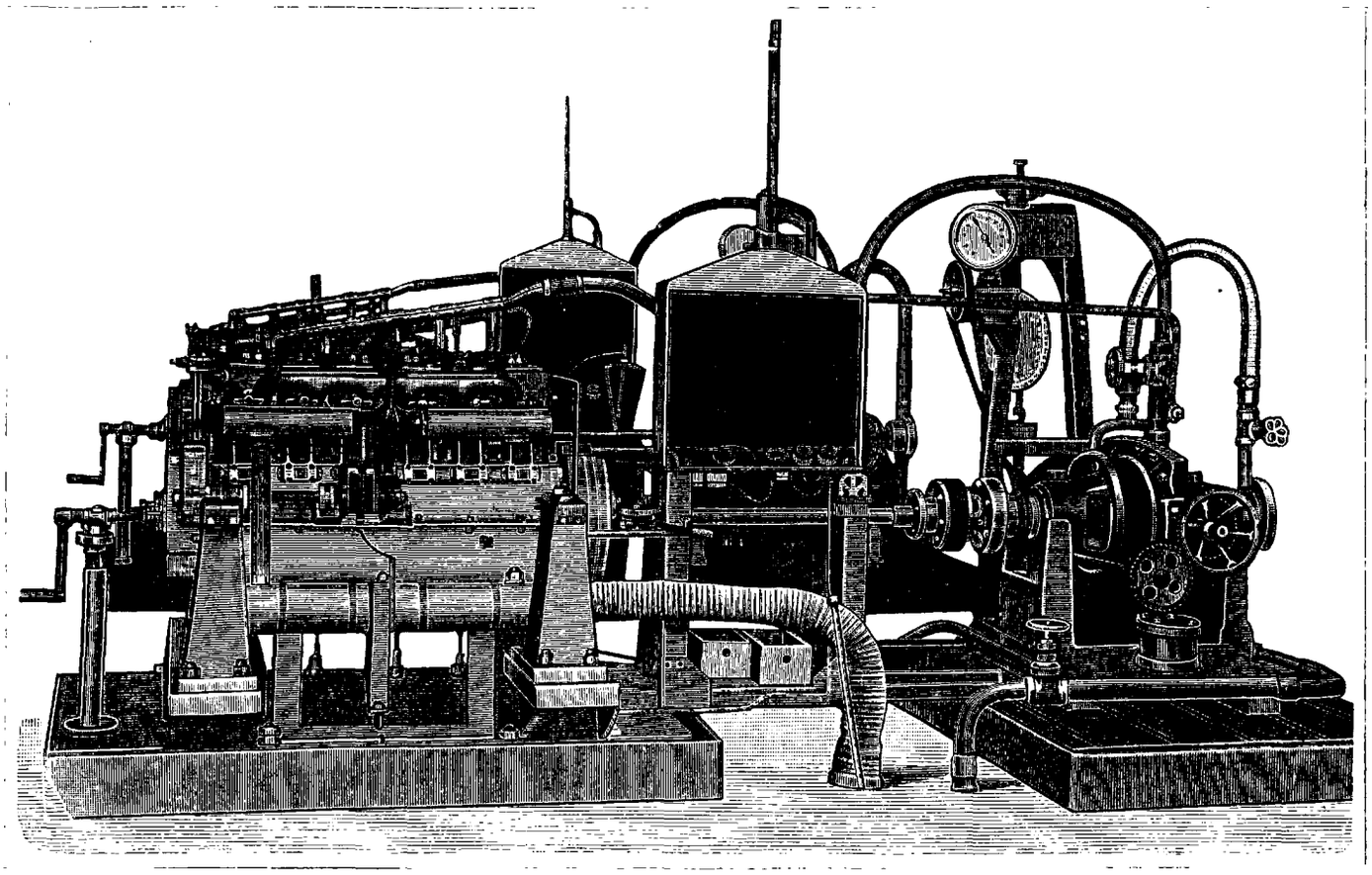


Фиг. 37. Поперечный разрез тормоза Фруд: *1*—выпускной кран, *2*—выпуск воды, *3*—заслонка, *4*—проход для воды *5*—очертание кожуха, *6*—вспомогательный кран, *7*—ротор, *8*—выпускная труба, *9*—вспомогательная труба, *10*—подшипник, поддерживающий кожух, *11*—коренной подшипник.

руя нажим колодок винтами, вызывают на поверхности шкива силы трения, которые уравновешивают усилие, производимое мотором. Чтобы измерить мощность двигателя, к колодкам приделан рычаг *H*, на конце к-рого подвешен груз *G*; тогда, в случае равновесия, мощность мотора будет равна:

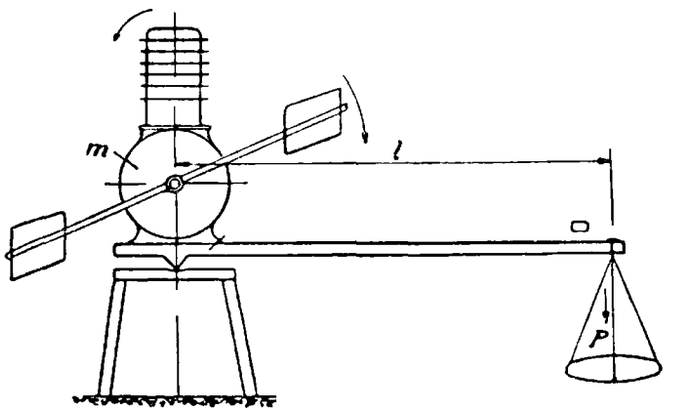
$$N_e = \frac{H\,G\,n}{716{,}2} = 0{,}001396\,H\,G\,n,$$

где H — длина рычага, G — уравновешивающий груз и n — число оборотов мотора в минуту.



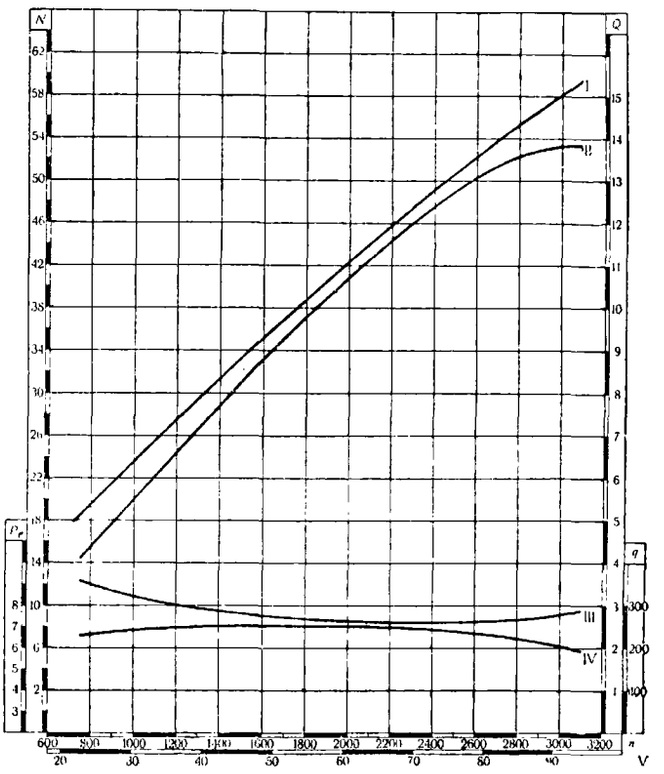
Фиг. 38. Испытательная установка с тормозом Фруд.

Из других типов тормозов, употребляемых при испытании А. д., следует упомянуть гидравлич. и электрич. тормоза и вертушки (мельницы Ренара). Гидравлич. тормоза основаны на сопротивлении, к-рое оказывает вода движению диска (ротора), вращающегося в кожухе. На фиг. 37 показан в разрезе гидравлич. тормоз Фруд. На валу тормоза, укрепленном в шариковых



Фиг. 39. Испытат. установка с мельницей Ренара: m — мотор, l — плечо рычага, P — груз.

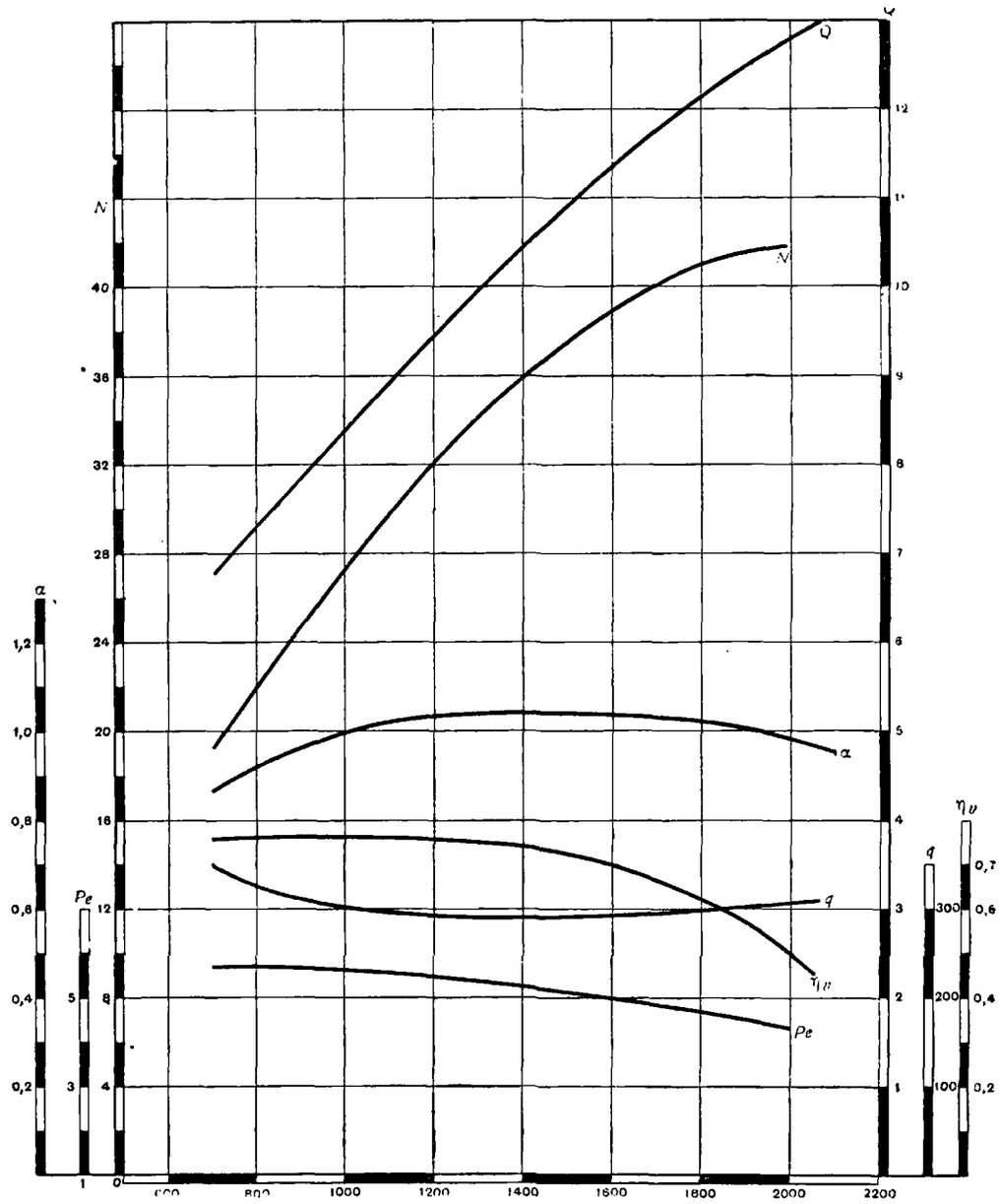
подшипниках корпуса, насажен ротор. Как в роторе, так и в кожухе устроены карманы полуэллиптического сечения. Во время движения ротор гонит воду к периферии; благодаря кривизне траектории вода отражается в карманы кожуха и направляется снова к центру ротора. Т. о. вода совершает круговые движения с большой скоростью и поглощает мощность, подводимую к ротору от двигателя. Между ротором и статором (кожухом) расположена тонкая металлическая ширма, которая может раздвигаться в направлении от центра к периферии тормоза. Вращением расположенного снаружи маховичка можно регулировать открытие карманов и тем самым нагрузку тормоза. В этом типе тормоза во время работы карманы полностью



Фиг. 40. Испытание мотора Австро-Даймлер (на полном дросселе): $i=6$, $D=71$, $S=110$, $I-Q$, $II-N$, $III-q$, $IV-p_e$.

заполнены водой, которая поступает через отверстия кожуха в месте близ центра водоворота, где давление понижено. Отработанная вода отводится в трубу; отвод регулируется вентилем так, чтобы $t°$ воды не поднималась слишком высоко (~50°). Кожух укреплен на шарикоподшипниках и уравновешивается грузом. Фиг. 38

показывает полную установку для испытания двигателей с тормозами Фруд. Из гидравлич. тормозов очень распространены тормоза Юнкерс, к-рые несколько проще по конструкции и подходят для быстроходных двигателей. Электрич. тормоз (пендель-динамо) представляет динамомашину, особенностью к-рой является то, что она может качаться на шариковых подшипниках и снабжена рычагами для уравновешивания грузом. Механич. работу динамо превращает в электрическую энергию, поглощаемую реостатом. Крутящий момент, передаваемый на динамо от мотора, измеряют по уравновешивающему грузу ($G_{кг}$) и, зная число оборотов мотора n, определяют мощность мотора. Для облегчения вычислений длину рычага делают равной 716,2 *мм*. Тогда $N_e = \frac{G_{кг} \cdot n}{1\,000}$. Электрические тормоза удобны тем, что, заставляя работать динамо как мотор, можно измерить работу трения мотора и определить механич. кпд. В некоторых случаях в качестве тормоза употребляют мельницу Ренара (вертушку). Вертушка представляет собою металлическую или деревянную балку, укрепленную на оси, имеющую на концах пластинки. Меняя величину пластинок и их расстояние от оси вращения, меняют сопротивление вращению их в воздухе (для правильности действия вертушки она не должна быть устанавливаема близко от пола, стены и пр.). Приблизительно можно подсчитать мощность, поглощаемую вертушкой, на основании следующих соображений. Пусть площадь пластинок будет F *м*^{2}, окружная скорость центра пластинок — v *м/ск*; тогда масса воздуха, прогоняемая вертушкой, будет $M = a \frac{F v \gamma_в}{9{,}81}$ $\frac{кг\,ск^2}{м}$, где $\gamma_в$ — вес 1 *м*^{3} воздуха, a — нек. коэфф. Кинетическая энергия, приобретенная воздухом в 1 *ск*, будет $A = \frac{Mv^2}{2} = \frac{aFv^3\gamma_в}{9{,}81.2}$ и, следовательно, затраченная на приведение в движение вертушки мощность $N_в = \frac{A}{75} = \frac{aFv^3\gamma_в}{9{,}81.2.75} = \frac{aFv^3\gamma_в}{1\,472}$ Нр. Для величины a можно принять значения $\cong 0{,}85$—$1{,}7$ в зависимости от данной конструкции вертушки. Таким образом мощность, поглощаемая вертушкой, зависит, кроме всего остального, от плотности воздуха, которая может меняться во время опыта. Поэтому при торможении мотора вертушкой он обычно укрепляется на балансирном станке, который позволяет непосредственно измерять крутящий момент мотора. На фиг. 39 такая установка мотора показана схематически. Мощность, поглощаемая вертушкой, зависит от массы воздуха, прогоняемой вертушкой, поэтому, ограничивая отвод воздуха, можно менять крутящий момент вертушки. Расход топлива нормально измеряется по объему. Для этого во время отсчета мотор питают из особого тарированного бачка, обеспечивающего непрерывную подачу топлива, и замечают время расхода определенного объема топлива. На фиг. 40 и 41 представлены результаты испытания в Научно-автомоторном ин-те в Москве (НАМИ) двух автомобильных моторов (Австро-Даймлер и АМО).



Фиг. 41. Испытание мотора АМО 4×100×140: главн. жиклер ⌀=1,08, компенсатор ⌀=1,36. На полном дросселе.

Лит.: «Мотор», М.; Riedl K., Konstruktion u. Berechnung moderner Automobil- u. Kraftradmotoren, B., 1925; Heller A., Motorwagen u. Fahrzeugmaschinen f. flüssigen Brennstoff, B., 1912; «Mitteilungen

des Instituts für Kraftfahrwesen an d. Sächs. technisch. Hochschule, Dresden», B. 1—2, B., 1923—24; Judge A., Modern Motor-cars, 3 vls, L., 1924; «Motorwagen», B.; «Auto-Technik», B.; «La vie automobile», P.; «The Automobile Engineer», L.; «The Journal of the Society of Automotive Engineers», N. Y. **В. Сороко-Новицкий.**

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ. Автомобиль, несмотря на свыше чем 30-летнюю историю своего существования, становится общепризнанным средством транспорта лишь во время мировой войны 1914—1918 гг. До этого времени он составлял принадлежность ограниченного круга богатых людей и служил гл. обр. целям спорта и туризма, чем объясняется значительное развитие легковых его типов за счет грузовых.

Число грузовых автомобилей в странах с наиболее развитой автомобильной промышленностью начинает заметно расти лишь после мировой войны (табл. 1).

Табл. 1.—Отношение грузовых к легковым автомобилям до 1924 г.

Наименование госуд.	Год	Колич. автомоб.		% грузовых	Год	% грузовых
		пассаж.	грузов.			
С.-А. С. Ш. .	1908	241 900	3 100	1,6	1923	12
Англия . . .	1906	52 500	3 200	6,0	1923	27
Германия . .	1907	11 072	957	8,6	1923	34

В 1925 г. в Америке на 1 грузовой автомобиль приходится уже 8 легковых, а в Европе—2,5 легковых автомобиля. Мировая война 1914—18 гг., вызвавшая максимальное напряжение всех производительных сил главнейших государств Европы и Америки, естественно, потребовала значительного развития всех видов транспорта, а необходимость быстрой и надежной перевозки огромного количества людей и грузов заставила обратить особое внимание на механич. транспорт. Война для А. т. оказалась той беспредельной лабораторией, к-рая позволила подвергнуть самому тщательному и всестороннему анализу эту новую транспортную проблему. Слабо развитая сеть ж.-д. и водных путей сообщения на некоторых участках фронта, разрушение ж.-д. сооружений на других и, наконец, ограниченная пропускная способность ж. д. на третьих — уже к концу 1914 г. выдвинули А. т. на первое место и заставили возложить на него задачи, не только не исполнявшиеся им никогда раньше, но и оказавшиеся не под силу всем другим видам транспорта. За все время империалистической войны, т. е. с августа 1914 г. по ноябрь 1918 г., А. т. франц. армии перевезено 34 млн. людей и около 31 млн. *т* груза (т. е. 1,9 млрд. п.). Общее количество принимавших участие в мировой войне автомобилей доходило до 300 тыс. единиц, при чем на долю франц. армии падает до 90 тыс., английск. — 45 тыс., америк. — 40 тыс., герм. — 60 тыс. и русск. — свыше 25 тыс. единиц. Автомобиль, помимо чисто транспортных задач, к-рые он успешно выполнял в минувшую войну, сыграл значительную роль и как новый вид оружия. Уже в первые годы войны значение А. т. было понято всеми воюющими государствами, и автомобилестроительные заводы всего мира усилили свое производство до пределов, к-рые допускали металлодобывающая и металлообрабатывающая промышленности; при этом, в отличие от довоенного периода, главное внимание заводов было обращено на производство грузовых автомобилей, броневиков, танков и тракторов. Необходимость усиления производства и бешеная погоня за «количеством» автомобилей во время войны не давали заводам возможности заниматься разработкой их конструктивных усовершенствований, вопросы же экономики (т. е. расхода эксплоатационных материалов) совсем не возбуждались. Поэтому война дала большинству стран тип дорого стоящей, большой, неэкономичной машины. Послевоенный период характеризуется общей финансовой депрессией во всех участвовавших в войне европ. государствах. Спрос на дешевый, легкий и экономичный автомобиль заставляет заводы начать переход на массовое производство, что, с одной стороны, вновь усиливает развитие А. т., а с другой—направляет это развитие по новому руслу. Автомобиль завоевывает новые области применения, проникает во все отрасли народного хозяйства, становится неотъемлемой принадлежностью сел. хозяйства и фактором первостепенного значения в общей экономике страны. Необыкновенно быстрый рост и распространение А. т. повсеместно за границей характеризуется табл. 2 и табл. 5, показывающими рост А. т. в 1926 г.

Табл. 2.—Количество автомобилей и число жителей на 1 автомобиль в главнейших государствах Западной Европы и Америки.

Наименование государств	Колич. автом. (в тыс.)		Колич. жит. на 1 автом. в 1914 г.	Колич. автом. (в тыс.)		Колич. жит. на 1 автом. в 1920 г.	Колич. автом. (в тыс.)	
	1908 г.	1914 г.		1917 г.	1920 г.		в 1926 г.	жит. на 1 автом.
С.-А. С. Ш. .	245	1 785	72	5 086	7 600	14	17 740	6
Англия. . . .	70	246	184	172	255	180	788	60
Франция . . .	32,5	101	369	96,4	93	430	574	71,5
Дания	—	8	345	—	22,3	131	47	75
Швеция. . . .	—	5	1 104	—	14,3	408	63	100
Бельгия . . .	—	10	742	—	12	625	65	143
Германия. . .	16,2	57,3	1 133	76,8	75	866	216	250
Италия. . . .	6,5	12,5	2 889	22,5	35,5	985	90	333
Испания . . .	—	8	2 449	—	14	1 380	70	333
Австрия. . . .	9	12,3	—	16,4	19	1 502	15	400
СССР.	1,3	16	11 438	27,9	15	10 000	18	7 500

Всего на земном шаре на 1 янв. 1927 г. насчитывалось 27 507 967 автомашин, из них 23 572 879 пассажирских и 3 931 508 грузовых; мотоциклов числилось 1 520 829.

В 1921 г. на земном шаре (статистические данные за 1926—27 гг. взяты из журн. «Местный Транспорт», № 1—2, 1927 г.) имелось лишь 12 588 949 автомобилей; за последнее пятилетие прирост А. т. составляет 118%, т. о. число автомобилей за это время увеличилось более чем в два раза; из общего наличия автомобилей на земном шаре 80,2% падает на С.-А. С. Ш. Прирост А. т. за

1926 г. на всем земном шаре, за исключением С.-А. С. Ш., достиг 18,8% (852 679 автомобилей), а в С.-А. С. Ш. за тот же год — 11,8% (2 203 021 автомобиль), т. о. весь мировой А. т. за 1926 г. получил прирост в 12,6% (3 055 700 автомобилей). По абсолютному количеству прирост автомобилей в С.-А. С. Ш. превышает т. о. в 3,6 раза прирост всех остальных стран вместе взятых, но в процентном отношении он самый низкий. Наоборот, самый высокий процент прироста (30,2%) падает на наименее многочисленный А. т. Африки (180 366 автомобилей на 1 января 1927 г.). Наблюдаемое в С.-А. С. Ш. уменьшение прироста автомобилей объясняется значительной «плотностью» А. т. (1 автомобиль приходится в среднем на 5,4 жит.). Второе место (после Африки) по росту А. т. занимает Америка (если исключить С.-А. С. Ш. и Канаду), давшая за 1926 г. прирост на 28,8% (121 893 автомобиля), при наличии 544 373 автомобилей на 1 января 1927 г. Из таблицы 5 видно, что число легковых автомобилей повсеместно превосходит число грузовых: первые составляют 85,6% всего А. т. на земном шаре. Грузовых автомобилей в Европе всего лишь 24,9%. Из стран с наиболее развитым легковым А. т. следует отметить Ю.-Африканский союз (92,6%) и Аргентину (92,1%), а из европ. государств—Испанию (89,4%). Прирост легковых автомобилей происходит с бо́льшей скоростью, чем прирост грузовых, напр.: в С.-А. С. Ш. за 1926 г. прирост легковых автомобилей составлял 12,4%, а грузовых — только 10%; исключение составляет Персия, показавшая за год прирост легковых машин на 36%, а грузовых на 77,7%. Рассматривая развитие А. т. на всем земном шаре, исключая С.-А. С. Ш., по данным табл. 3 мы видим, что годом наиболее бурного роста А. т. за последнее пятилетие был 1923 г.—в этом году А. т. в общем увеличился на одну треть.

Табл. 3.—Развитие А. т. вне С.-А. С. Ш. с 1922 по 1927 г. (на 1 янв.).

Годы	Число автомоб. (без мотоцикл.)	Прирост в %
1922	2 083 289	—
1923	2 379 091	14
1924	3 018 819	32
1925	3 634 272	21
1926	4 608 391	26
1927	5 461 010	18,3

Что касается мотоциклетного транспорта, то приходится указать, что по отношению к нему Европа заняла такое же положение, как С.-А. С. Ш. по отношению к А. т. На континенте Европы сосредоточено 81,2% (1 235 094 шт.) всех мотоциклов земного шара. В С.-А. С. Ш. мотоциклов всего лишь 128 782 шт., или 0,6% их авто-мототранспорта. Наибольшее количество мотоциклов находится в Англии—498 255 шт.: 33,6% от авто-мототранспорта Англии. В среднем мотоциклы составляют лишь 5,2% всего авто-мототранспорта мира, а исключая С.-А. С. Ш.—20,3%.

Размеры развития А. т. в З. Европе и в Америке доказывают целесообразность его применения как в промышленности, так и в сел. хозяйстве. Успешно конкурируя не только с гужевым транспортом, но и с трамваями, и даже с ж. д., А. т. в большинстве крупных городов Европы и отчасти Америки совершенно вытеснил животную тягу и оттеснил трамваи из центра города, где загруженность улиц не позволяет развить рельсовые пути сообщения, на окраины. Если загромождающее влияние пассажирского автомобиля принять за единицу, то значения остальных средств транспорта в этом отношении выражаются коэфф-тами:

электр. трамвай	9	однок. повоз. (быстр.)	3
конный омнибус	5	» » (тихох.)	7
автобус	4	парок. » (быстр.)	4
извозчик	2	» » (тихох.)	10
экипаж конный	2	легк. груз. автом.	1
таксомотор	1	тяж. груз. автом. (быстрох.)	3
автомобиль пасс.	1	тяж. гр. авт. (тихох.)	5
мотоцикл	0,5		

Для характеристики конкуренции различных видов городского транспорта ниже приводится табл. 4. Аналогичная картина наблюдается в З. Европе и в Америке в отноше-

Табл. 4.—Распределение видов городского транспорта в городах Англии, Франции и Канады в конце 1924 г.

Города	Таксомоторы	Извозчики	Автобусы	Омнибусы	Трамваи
Лондон	8 031	296	5 767	8	2 802
Париж	12 714	152	1 247	—	2 532
Нью-Кэстль	87	12	179	12	273
Чикаго	5 000	4	200	7	3 000
Бирмингэм	234	13	420	7	685
Эдинбург	294	125	284	—	300
Портсмут	114	21	103	32	117
Шеффильд	76	—	172	1	451
Бристоль	330	—	313	—	237
Кардиф	114	12	70	—	131

нии грузового городского транспорта. Разгрузка ж.-д. узлов, морских и речных пристаней, обслуживание ф-к, з-дов и складов требуют от транспорта большой грузоподъемности, скорости, надежности и дешевизны перевозок. Развитие грузового А. т. (грузовиков тяжелого типа, тракторов, автопоездов), появление прицепных повозок к автомобилям, специальных кузовов для различных родов груза, механизация погрузочно-разгрузочных работ и значительное удешевление эксплоатации грузовых автомобилей делают А. т. одним из наиболее выгодных видов коммерческого транспорта. Примером развития грузового А. т. может служить то обстоятельство, что в 1921 г. америк. грузовые автомобили перевезли 1 430 000 000 *m* груза (более 85 млрд. п.) и сделали 6 479 200 000 *m*-миль (около 585 млрд. п.-вс.) против 1 642 251 000 *m* груза (ок. 100 млрд. п.), перевезенных ж. д. Судить о роли А. т. среди других видов транспорта можно по примеру европ. и америк. государств, где автомобили успешно конкурируют не только с гужевым транспортом, но и с ж. д. В С.-А. С. Ш. к началу 1922 г. общее число автобусов достигало 40 000 единиц; при этом пассажирскими автомобилями было перевезено около 7 млрд. пассажиров и сделано 113 млрд. *км*, а ж. д. перевезено 1 млрд. пассажиров на расстояние 60 млрд. *км*. В Англии в 1920 году А. т. перевезено

Табл. 5.—Развитие мирового А. т. к 1927 г. и его «плотность» по некоторым государствам (из журн. «Местный Транспорт» № 1—2, 1927 г.)

Государства	Всего автом. на 1926 г. (без мотоцикл.)	Всего автом. на 1927 г. (без мотоцикл.)	Прирост за 1926 г. в %%	Число жителей на 1 автом. в 1927 г.	Данные на 1927 г.			
					Легков. автом.	Груз. автом.	Автобусы	Мотоциклы
С.-А. С. Ш.	19 843 936	22 046 957	11,1	5,4	19 207 808	2 839 149	—	128 782
Великобритания	853 405	984 368	15,3	45,6	642 850	258 841	82 677	498 255
Франция	736 499	901 000	18,2	43,5	611 000	290 000	—	155 000
Канада	719 718	820 222	14,2	10,7	733 764	84 955	1 503	7 846
Германия	295 000	318 800	8,1	188,0	223 500	95 300	—	274 600
Аргентина	173 754	222 610	28,1	39,0	205 000	16 500	1 110	2 971
Италия	115 000	150 000	30,3	259,0	150 000	—	—	62 000
Бельгия	120 000	130 000	8,2	58,0	130 000	—	—	62 730
Бразилия	68 903	104 561	51,7	293,0	70 820	33 741	—	3 500
Испания	76 000	85 000	11,9	245,0	76 000	9 000	—	—
Ю.-Африк. союз	62 600	81 000	29,4	89,2	75 000	6 000	—	28 500
Швейцария	37 250	51 560	38,5	75,2	41 800	9 300	460	21 000
Ирландия	33 782	44 003	30,2	71,6	44 003	—	—	7 938
Австрия	17 300	27 305	57,7	238,5	18 805	8 500	—	20 000
Китай	12 970	14 766	13,9	29 600,0	12 569	1 704	493	1 002
Персия	2 950	4 200	116,0	2 380,0	3 400	800	—	450
По частям света								
Азия	240 653	295 477	22,6	—	241 529	45 688	8 260	57 703
Америка	20 981 229	23 411 552	11,8	—	20 406 970	3 000 702	3 880	147 311
Америка, исключая С.-А. С. Ш.	1 137 353	1 364 595	20,3	—	1 199 162	161 553	3 880	18 529
Африка	138 531	180 366	30,2	—	150 366	27 896	2 104	48 031
Европа	2 668 558	3 102 716	16,2	—	2 232 898	772 152	97 666	1 235 094
Океания	423 296	517 856	22,3	—	429 020	88 650	186	32 690
Итого на 1926 г., исключая С.-А. С. Ш.	4 608 331	—	—	—	3 605 131	1 003 200	—	1 227 483
Итого на 1926 г., на земном шаре	24 452 267	—	—	51,2	20 922 131	3 530 136	—	1 367 898
Итого на 1927 г., исключая С.-А. С. Ш.	—	5 461 010	18,3	20,9	4 252 975	1 095 939	112 096	1 392 047
Итого на 1927 г. на земном шаре	—	27 507 967	12,6	45,5	23 460 783	3 935 088	112 096	1 520 829

1 850 000 000 пассажиров и 60 млн. *т* груза, а ж. д. за тот же срок—2 189 000 000 пассажиров и 68 млн. *т* груза. Во Франции насчитывается 19 200 *км* субсидируемых правительством автомобильных линий, а общее число автобусов доходит до 29 000. Интересны данные по Японии, характеризующие коммерческую целесообразность развития А. т. После землетрясения 1923 г. Япония отказалась от ранее разработанной программы ж.-д. строительства в 14 500 *км* и решила заменить его автосообщениями. При подсчете оказалось, что вместо 3 млрд. иен, к-рые стоила бы постройка ж.-д. линий, проектируемые автосообщения будут стоить стране лишь 300 млн. иен, включая сюда постройку усовершенствованных шоссе и покупку 10 000 автобусов и грузовиков.

Роль А. т. в сел. хозяйстве м. б. оттенена примером С.-А. С. Ш., где механизация гужа (замена конной тяги автомобильною) расширила рынок заготовок с.-х. продуктов в среднем с 11 до 32 *км* и позволила сократить стоимость перевозки (в 1918 г.) за *т/км* 32,2 к. для пшеницы, 36,7 к. для кукурузы и 54,2 к. для хлопка—до 17,1 к. для пшеницы и кукурузы и ок. 20,4 для хлопка, т. е. больше, чем в три раза. 33% всех автомобилей С.-А. С. Ш. принадлежат сел. хозяевам; в Канаде им принадлежат 37% всего А. т., а в Австралии—от 64 до 72% общего числа автомобилей поступает в с.-х. районы. Для СССР, с слабо развитой ж.-д. сетью, с недостаточным использованием водных путей сообщения, с значительным уменьшением животной рабочей силы (конский состав), развитие А. т. имеет колоссальное значение как для обороны страны, так и для интенсификации ее сельского хозяйства, восстановления промышленности и развития внутренней и внешней торговли. При общей площади Союза в 21 352 129 *км*², эксплоатационная длина жел.-дор. линии равна лишь 74 605 *км*, а протяжение водных судоходных путей сообщения—только 87 905 *км*. Т. о. на 1 286 *км*² площади приходится лишь 1 *км* ж.-д. путей и на 243 *км*² площади также лишь 1 *км* водных п. с. Наибольшее среднее удаление от ближайшего ж.-д. пункта составляет по европ. части Союза 71,4 *км* (67 вс.), а по азиатской—1 000 *км* (937 вс.), в то время как для з.-европ. и америк. государств соответствующие расстояния равны: 33,3 *км* в Испании, 23,1 — в Польше, 18,5 — в С.-А. С. Ш., 14,3—в Италии, 10,3—во Франции, 8,1—в Германии, 8,0—в Великобритании и 2,9—в Бельгии. Из 2 534 ж.-д. станций, по данным 1913 г., в России, в пределах городских поселений, находилось всего

179 ж.-д. станций (7%), в расстоянии 5 *км* от городов—151 станция (6%), а остальные 87%, т. е. 2 204 ж.-д. пункта, расположены от городских поселений на расстоянии значительно большем, чем 5 *км*. Обследование типичных волостей дает следующие цифры кратчайшего расстояния между ж.-д. станциями и волисполкомами: у 27% — до 5 *км*, у 16% — от 6 до 10 *км*, у 11% — от 11 до 15 *км* и у 46% — свыше 15 *км* (до 150 *км*).

Начало развития А. т. в России относится к 1901 г.; дальнейшее его развитие по годам видно из табл. 6:

Табл. 6. — Развитие автомобильного транспорта в СССР, начиная 1921 г. (по официальным данным ЦУМТ НКПС).

Дата	Колич. учтен. автомоб. и мотоцикл.					
	на ходу		треб. рем. и неизв. сост.		общ. число	
	число	%	число	%	колич.	%
На 1/I 1921	9 772	45,6	11 662	54,4	21 443	100
» 1/IV »	8 709	38,9	13 691	61,1	22 400	»
» 1/X »	9 892	46,5	11 386	53,5	21 278	»
» 1/III 22	10 956	54,4	9 183	45,6	20 141	»
» 1/VII »	10 361	47,5	11 418	52,5	21 779	»
» 1/I 23	10 247	45,8	12 121	54,2	22 368	»
» 1/I 24	13 347	60,0	8 881	39,9	22 228	»
» 1/I 25	14 640	60,5	9 578	39,5	24 218	»
» 1/I 26	—	—	—	—	—	—
» 1/I 27	—	—	—	—	—	—

Распределение А. т. между учреждениями, состоящими на гос. бюджете и на хоз. расчете, а также между частными организациями и лицами приводится в табл. 7:

Табл. 7.—Распределение А. т. между учреждениями, частными организациями и лицами в СССР.

Владелец	Легковые		Грузовые		Специальные		Всего		Мотоциклы	
	колич.	%	колич.	%	колич.	%	колич.	%	колич.	%
Гос.-бюдж. учрежд.	4 918	53,7	2 904	33,2	535	52,5	8 357	44,0	1 210	22,0
Хоз.-расч. учрежд.	3 549	38,7	5 325	62,9	482	47,5	9 356	50,5	1 087	19,7
Частные организации и лица	696	7,6	328	3,9	—	—	1 024	5,5	3 184	58,3
Итого	9 163	100	8 557	100	1 017	100	18 737	100	5 481	100

Всего за 1922 — 1924 гг. ввезено 1 636 авто-мотомашин, из них 819 легковых автомобилей, 616 грузовых, 58 специальных и 143 мотоцикла, что по отношению к общему числу нашего ходового А. т. (14 640 ед.) дает лишь 11,2% за три года. Средний срок амортизации автомобиля (т. е. срок, когда его выгодно заменить новым) для условий работы в СССР принимается в 6—7 лет. Т. о. лишь поддержание союзного А. т. на ходу (без увеличения численного его состава) требует ежегодного пополнения его новыми машинами на 15—17%. В эксплоатации А. т. СССР за последние годы наблюдается значительное улучшение: количество дней работы в месяц, число часов работы, количества пройденных *км* и перевезенного груза неизменно повышаются, в то время как простой без работы, время, потраченное на ремонт, недогруз и расходы эксплоатационных материалов заметно понижаются (см. табл. 8). Хотя полученные фактические данные, еще значительно отстают от таковых из практики з.-европ. и америк. государств (напр., 25 дней работы в месяц, 270 *г* горючего на 1 *км* и пр.), но по технич. состоянию нашего А. т. могут быть признаны удовлетворительными. После гражданской войны и блокады открыт целый ряд междугородных и пригородных линий пассажирского, почтового и грузового автосообщений общественного пользования. В 1923/24 гг. эксплоатировались 52 линии, общим протяжением в 3 325 *км*; перевозки совершались на 300 автомобилях (127 автобусов, 90 легковых и 83 грузовика); на регулярных линиях перевозилось за месяц в среднем 781 810 пассажиров и 9 300 *т* грузов. В 1925 году вновь открыто 38 линий, общим протяжением в 2 760 *км*, с подвижным составом в 120 автомобилей. Линиями наибольшего протяжения являются: Омск—Боровое (341,4 *км*), Боровое—Петропавловск (224,7 *км*), Тифлис—Владикавказ (213 *км*), Днепропетровск—Кривой Рог (180 *км*). Наиболее короткие расстояния перевозок падают на линии: Волоколамск, город—станция (3,2 *км*); Тула, город—вокзал (3,2 *км*); Петрозаводск, город—вокзал (3,5 *км*); Минск, вокзал—завод «Деревообделочник» (5,3 *км*). Из крупных достижений советского А. т. по массовой переброске грузов заслуживает внимания Сибирская автомобильная экспедиция Наркомпрода в 1921 г.: в глубь Акмолинских степей было направлено 413 грузовых автомобилей, общей грузоподъемностью в 1 048,5 *т*, и вывезено ок. 15 570 *т* хлеба.

При огромных удобствах, А. т. является, однако, и опасным видом транспорта, служа причиной многих несчастных случаев. Так, в С.-А. С. Ш. за 1925 г. произошло ок. 19 800 несчастных случаев от автомобилей со смертельным исходом, т. е. приблизительно одна смерть за год на 1 000 автомобилей; в числе всех вообще несчастных случаев в стране (в количестве 78,2 случаев со смертельным исходом на 100 000 населения) автомобиль является причиной 22,3% всех смертей от несчастных случаев (17,4 смерти на 100 000 населения).

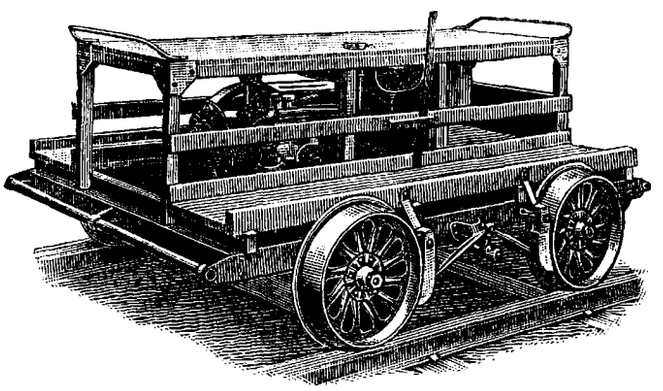
В заключение необходимо остановиться на общей схеме руководства А. т. в СССР. Высший правительственный контроль и регулирование А. т. осуществляется Центральным управлением местного транспорта НКПС (ЦУМТ), задачами к-рого по автоделу являются: 1) мероприятия по созданию благоприятных условий развития А. т.; 2) рационализация автотранспортных и ремонтных предприятий; 3) содействие организациям междугородных автосообщений; 4) регулирование импорта А. т.; 5) регулирование автостроения в СССР (совместно с ВСНХ);

6) разработка концессионных условий по автоделу; 7) учет и статистика автотранспорта; 8) инспекторская деятельность и инструктирование автохозяйств и автотранспортных предприятий в целях рационализации их организационных форм и общих методов работы. Автостроение СССР осуществляется Автомобильным трестом ВСНХ, в ведении к-рого находятся заводы, изготовляющие как новые автомобили, так и части их, запасные части, приборы и принадлежности. Внутренняя торговля предметами А. т., ремонт и эксплоатация главнейших линий междугородных и городских автосообщений осуществляются гл. обр. государственным акц. об-вом «Автопромторг». Крымские линии автомобильных сообщений поддерживаются акц. о-вом «Крымкурсо». Наконец, центральным научно-исследовательским органом по А. т. и центром научной автомобильной мысли СССР является НАМИ НТУ ВСНХ. **В. Ругг.**

Табл. 8.—Работа грузового А. т. в СССР за 1920—1924 гг. (по официальным данным ЦУМТ НКПС).

Результаты эксплоатации	1920 г.	1921 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.
На 1 машину за мес. дней раб. . .	8,9	11,9	11,25	13,8	14,2
» 1 » » » » рем. . .	10,6	10,1	10,3	10,1	9,9
» 1 » час. работы	64,9	81,3	95,0	118,0	102,0
» 1 » за мес. пройд. вс. .	360,0	498	484	622	555
» 1 » » » перев. груз.	4 029,5	4 084	4 237	4 640	4 320
Расх. горюч. на 1 вс. (в фн.) . . .	2,9	1,9	1,64	1,43	1,34
» масла » » » . . .	0,32	0,27	0,23	0,19	0,18

АВТОМОТРИСА, автовагон, самодвижущийся экипаж, приспособленный для движения по рельсам. Ж.-д. терминология различает три вида таких экипажей.

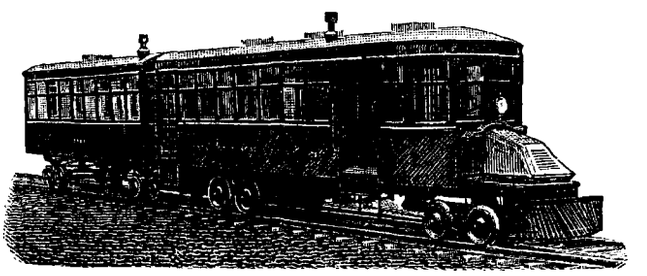


Фиг. 1. Автодрезина.

1) Автодрезины—самодвижущиеся повозки такого веса, что едущие на дрезине могут снять ее с рельсов для пропуска поезда. Это (фиг. 1) обыкновенно 4-колесная дрезина с бензиновым двигателем до 5 Н. Такие дрезины, вследствие своей легкости, иногда сходят с рельсов особенно те, в к-рых моторы расположены несимметрично относительно поперечной оси мотора. Скорость движения автодрезины, в целях безопасности, д. б. ограничена 30—40 *км/ч.* Значение автодрезины чисто служебное, но весьма большое, т. к. позволяет переходить от экстенсивного способа производства путевых работ—неквалифицированными рабочими—к интенсивному способу—высококвалифицированной рабсилой, снабженной усовершенствованными орудиями производства.

2) Автомашины—автомобили, поставленные на рельсовый ход; они настолько тяжелы, что их нельзя снять с рельсов, но вместе с тем, они не достигают таких размеров, чтобы на них можно было устроить обычные сцепные приборы и ставить их в поезда. Они снабжены автомоторами и автопередачей от мотора к движущим осям. Т. к. сопротивление движению экипажа по рельсовому пути значительно меньше, чем по обыкновенной дороге, то машина с мотором обычной мощности в 40—50 Н может еще вести легкий прицеп (фиг. 2).

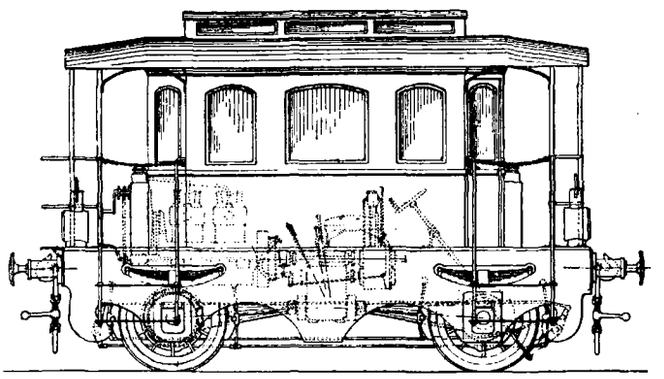
3) Автомотрисы или автовагоны,—ж.-д. вагоны, снабженные паровой машиной, электрич. мотором или двигателем внутр. сгорания, при чем, в зависимости от мощности двигателя, вагон ходит один или с несколькими прицепными вагонами. Мощность моторов 2-осных вагонов—



Фиг. 2. Автомашина с прицепом.

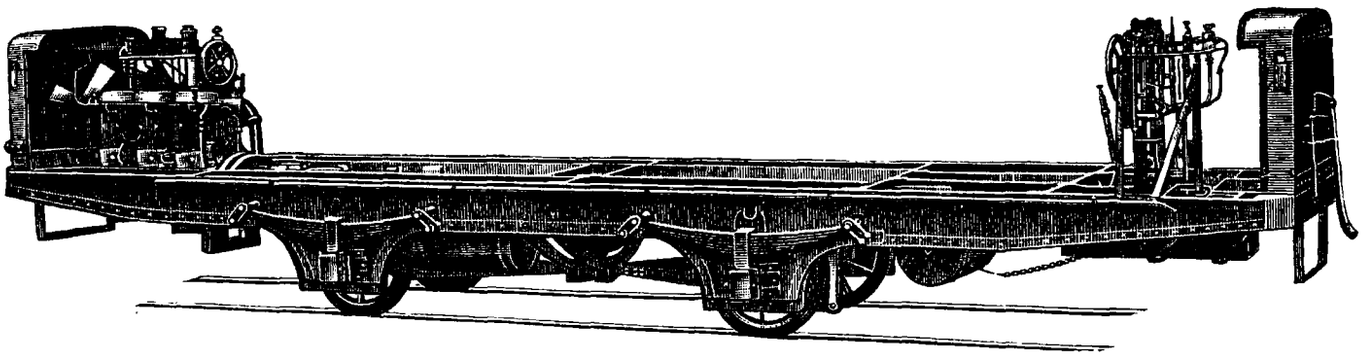
50—75 Н [фиг. 3—автовагон (мотовоз) системы инженеров С. Маттиссона и С. Вальднера (Матваль) в 100 Н]; мощность 4-осных вагонов—ок. 150 Н, а в тяжелых и сильных вагонах доходит до 340 Н. Такие вагоны обыкновенно заменяют собою поезда и имеют пассажирские и багажные помещения.

В 1895 г. были введены электрические аккумуляторные вагоны. Опыты с ними оказались удачными, и в настоящее время на герм. дорогах работает свыше 200 аккумуляторных А. типа вагонов-двойников. Аккумуляторная единица состоит из двух постоянно коротко-сцепленных между собой 3-осных вагонов, концы к-рых заняты аккумуляторами. Две ведущие оси расположены



Фиг. 3. Мотовоз системы Матваль.

под серединой вагонной единицы и приводятся в движение при помощи зубчатых передач от электромоторов, подвешенных к осям. Мощность обоих моторов 170 HP; вес А. с грузом 66,5 *т*, что составляет 1,47 *т* на 1 *м*² полезной площади вагона. Мощность, отнесенная к 1 *т* веса,—2,55 HP. Свинцовые аккумуляторы емк. 368 Ah достаточны для пробега 100 *км* при скорости на площадке в 60 *км/ч*. Расход тока—20 Wh на 1 *т/км*. При замене свинцовых аккумуляторов железо-никелевыми (Эдисона) пробег вагонов



Фиг. 4. Товарная автомотриса.

без зарядки м. б. увеличен до 300 *км*. Годовой пробег вагона ок. 40 000—50 000 *км*. Такие вагоны чрезвычайно просты в эксплоатации и надежны, но выгодны лишь при зарядке их дешевой электрической энергией, т. е. ночью, когда нагрузка электроцентралей падает до минимума и можно получать ток по минимальным ценам.

С появлением легких и мощных двигателей внутрен. сгорания явилась возможность применить эти двигатели и на рельсах. Для тяжелых вагонов ввели устройство, дающее плавную передачу усилий от двигателя к колесам. Разработаны передачи двух типов—гидравлическая, не получившая распространения, и электрическая. В электрич. передаче на одном конце вагона находится быстроходный двигатель, вращающий электрогенератор, ток от к-рого через контроллер машиниста подводится к двум подвешенным к осям моторам. Подобное устройство дает чрезвычайную гибкость управления, но оно тяжеловесно и дорого как по первоначальным затратам, так и в эксплоатации. Приобретенные русскими дорогами перед войной несколько таких А., при весе ок. 64 *т* и моторах в 100—125 HP, оказались сложными, слабыми и в эксплоатации успеха не имели. Мощность этих А., отнесенная к *т* веса, составляла ок. 2 HP, между тем как мощность в А. с автомобильной передачей достигает 3,5 HP на *т*. В Германии эти А. вытеснены А. с зубчатой передачей автомобильного типа, после того как в эту передачу введены были усовершенствования. Включение шестерен осуществляется механич. путем или, в нек-рых типах, пневматически (см. *Автомобиль*, фиг. 12). Передача состоит из зубчатых колес, находящихся в постоянном зацеплении, при чем соответствующая пара шестерен сцепляется помощью фрикционных муфт с валом, передающим движение. Муфты управляются поршнями пневматических цилиндров под действием сжатого воздуха, поступающего в подлежащий цилиндр через кран машиниста. Подобное устройство обеспечивает плавность перемены скоростей, т. е. мягкое выключение и включение надлежащей передачи и делает совершенно независимым расположение мотора и передачи от кабины машиниста. Так же, как и в автомобилях, рама А. с двигателем, передачей и тележками представляет собою шасси, на к-ром устанавливается кузов вагона, при чем снятие и постановка кузова вагона для ремонта делаются весьма быстро. Практика уже установила стандарты таких А.: 4-осная весом с грузом и пассажирами в 41 *т*, при таре 32 *т* и двигателе в 150 HP, и 2-осная весом с грузом в 14 *т*, при таре в 10 *т* и двигателе в 50—75 HP. Первая А. может вести один прицепной вагон весом в 20 *т* и тогда дает возможность использовать 76 *м*² полезной площади помещения, или, считая без переполнения по 0,5 *м*² на сидящего пассажира, 152 места. Малая А. дает 20 *м*² полезной площади, или 40 мест для сидящих пассажиров. Мощности моторов, отнесенные к единице полезной площади (2—2,5 HP/*м*²) и единице веса (3,5 HP/*т*), близки к таковым паровых пригородных поездов, поэтому А. работают с теми же коммерческими скоростями, что и паровые поезда. В Америке, наряду с А. с механич. приводом, строят А. с электрич. приводом, применяя двигатели до 340 HP.

Полная стоимость обслуживания, слагающаяся из эксплоатационных расходов и расходов по амортизации и уплате процентов, определяется: для поездной паровой тяги (паровоз + 13 пригородных вагонов на 1 000 пассажиров) в 110 + 60 = 170 р., а для А. (4-осная с прицепом на 152 пассажира) в 25 + 20 = 45 р., т. е. стоимость 100 поездо-*км* при автомотрисной тяге составляет $^1/_4$ стоимости при паровой тяге. Если же отнести расходы к 100 пассаж.-*км* рассматриваемых поездов, то получим: для первого случая 170 : 1 000 = 0,17 р., а для второго 45 : 152 = 0,30 р. Отсюда следует, что при значительном движении, когда назначают паровые поезда нормального состава, автомотрисная тяга конкурировать с паровой не может; но чем меньше [illegible]ные поезда, тем резче выступают все в[illegible] автомотрисной тяги. Кроме того, пр[illegible]ачении коротких, но частых автомот[illegible]х поездов гораздо лучше обслуживают[illegible]отребности населения, чем при редких, но длинных паровых поездах. Стоимость 4-осной А. (150 HP) по ценам союзных заводов — 72 000 руб.,

2-осной (50 HP)—27 000 р. Стоимость, отнесен. к одному пассажирскому месту, для А. примерно вдвое больше, чем для пригородного парового поезда на 1 000 пассажиров. Большинство А. работает на легких горючих маслах, т. е. на опасных в пожарном отношении бензине или бензоле, стоимость которых по сравнению с другими топливами очень высока. Расход топлива одинаковой теплопроизводительности (нефть для паровоза и бензин для А.), отнесенный к одной HP, в паровозе в 4 раза больше, чем в А.; но т. к. бензин не менее чем в 4 раза дороже нефти, то стоимость топлива получается в обоих случаях одинаковой. Отсюда стремление перейти к более дешевым видам топлива — к сырой нефти, применяя быстроходные двигатели Дизеля, и к коксу или антрациту, применяя газогенераторы. Двигатели, работающие на газе, мало чем отличаются от бензиновых двигателей, поэтому к оборудованию вагона приходится лишь добавить газогенератор, состоящий из двух аппаратов. Стоимость топлива при газогенераторе составляет около 30% от стоимости бензина. Емкость генератора не требует перезарядки его на пробег в 180 *км*. Строят А. и для перевозки грузов (на фиг. 4 показана товарная А. с подъемной силой 5 *т*, с мотором в 40 HP); при моторе в 80—100 HP А. в состоянии еще вести прицеп с полезным грузом в 10 *т*.

Лит.: Railway Engineering a. Maintenance Cyclopedia, 2 ed., N. Y., 1926. **П. Красовский.**

АВТООКИСЛЕНИЕ, окислительный процесс, связанный с превращением кислорода в особое деятельное (активное) состояние. Это активирование кислорода происходит за счет энергии окисляющегося тела, и поэтому «автоокисляться» способны только такие вещества, которые обладают некоторым избытком свободной химической энергии. В качестве первичного продукта окисления образуются п е р е к и с и, структурно характеризующиеся присутствием группы — O·O —, свободные валентности которой насыщены двумя одновалентными или одним двувалентным минеральным или органическим остатком. Перекиси содержат половину присоединенного кислорода в слабо связанном, «активном» состоянии и потому легко уступают его другим телам, т. е. являются более или менее сильными окислителями. Процесс автоокисления можно выразить следующей схемой:

$$\underset{\text{окисл. тело}}{A} + O_2 = \underset{\text{перекись}}{AO_2};$$

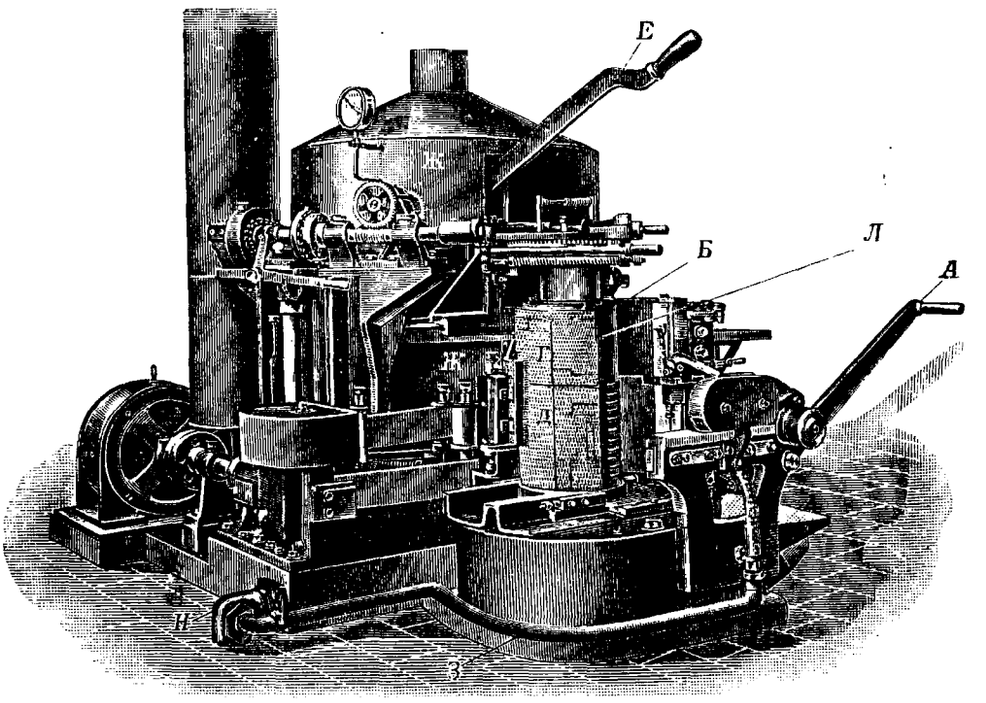
$$A + AO_2 = 2AO.$$

Если в реакционной системе присутствует какое-нибудь тело B, не способное присоединять молекулярный кислород, но способное отнимать атом кислорода от перекиси, то механизм процесса примет след. вид:

$$A + O_2 = AO_2$$
$$AO_2 + B = AO + BO.$$

Подробности и теорию процесса см. в статье *Окисление*. **С. Медведев.**

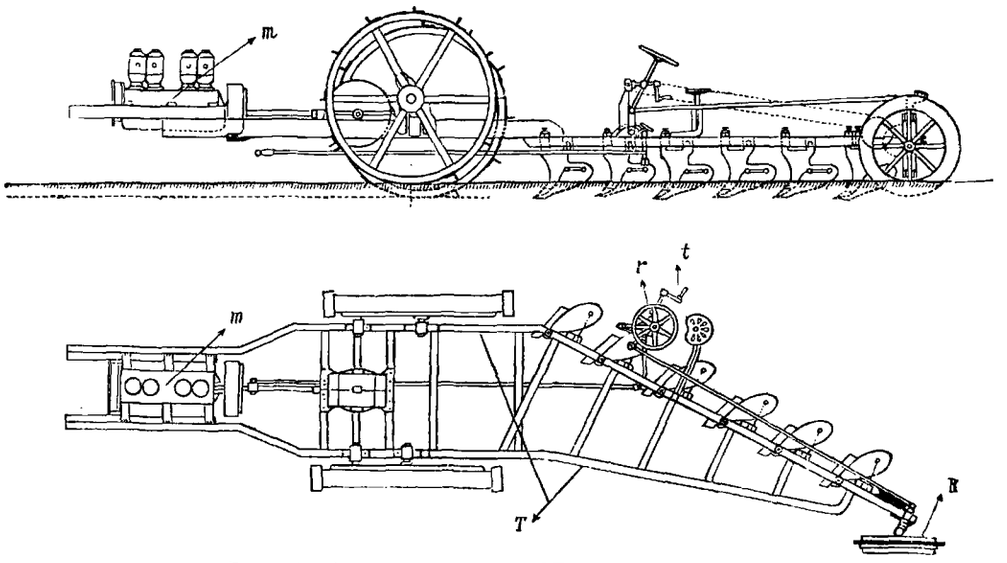
АВТОПЛЕЙТ, пресс, отливающий полукруглые стереотипы для газетных ротационных машин. Состоит из трех основных частей: котла для расплавленного металла *Ж*, насоса и отливной формы *Б* (см. фиг.). Насос ручной, поршневой, забирает чистый расплавленный металл из глубины котла и накачивает его через рукав в отливную форму. Последняя состоит из двух частей: пустотелого барабана (ядра) и отодвигающегося цилиндрического пустотелого ложа *Л* для матрицы. Бумажная матрица закреп-



ляется замками в форме, которая поворотом рукоятки *А* придвигается к ядру. Нажимом на рычаг *Е* насоса металл накачивается между формой и ядром. Подаваемая через трубу *НЗ* вода охлаждает отлитый стереотип. При помощи мотора барабан приводится в движение. Вращаясь, он поворачивает отлитую полосу, прижимая ее к фрезеру, отрезающему прилив. Когда барабан поворачивается на 180°, стереотип *ГД* отжимается от него, и отрезанный прилив, а затем и стереотип свободно снимаются. Продолжительность отливки стереотипа—около 1 мин. А. последней конструкции америк. инж. Вуда работает автоматически. В этом аппарате достаточно вставить матрицу в форму, включить штепсель на нужное число отливок и пустить мотор,—остальное происходит автоматически. Через один полуоборот барабана отлитая полоса автоматич. передается на фрезерный и пропускной станки, и стереотип выходит вполне обработанным.

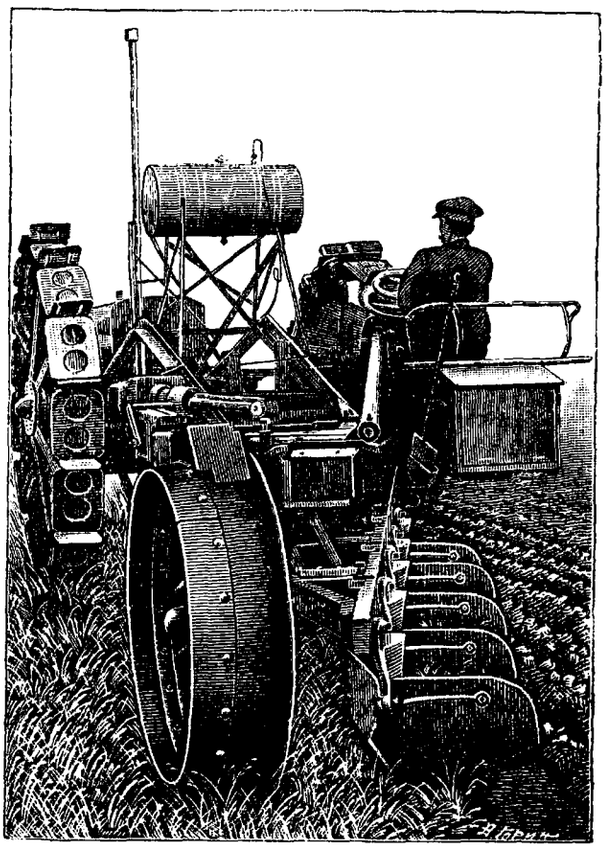
АВТОПЛУГ, м о т о р н ы й п л у г, плужная гарнитура, в которой на одной общей раме расположен двигатель и плужные корпуса. Первый А. был сконструирован на заводе Штока и выпущен под названием ш т о к - м о т о р а. Он состоит (фиг. 1) из жесткой рамы-шасси *Т*, опирающейся

на три колеса; спереди расположен 4-цилиндровый бензиновый мотор *m*, сзади укреплены 6 плужных корпусов и рулевое колесо *R*. Ходовые колеса, диаметром 2 200 *мм* и шириною 170 *мм*, расположены по бокам рамы, одно выше другого на высоту,



Фиг. 1. Автоплуг завода Штока (шток-мотор).

соответствующую глубине вспашки; колеса снабжены шпорами, расположенными в радиальном направлении. Заднее колесо снабжается рейкой, по к-рой можно перемещать задний конец рамы для погружения корпусов в землю и подъема А. в транспортное положение. А. управляется одним шофером, имеющим перед собой рулевой маховик *r* для управления плугом и рукоятку *t* для подъема рулевого колеса. Шток имеет 50-сильный мотор и корпуса плугов с цилиндрическими отвалами. Скорость плуга вперед 4 *км/ч*, заднего хода нет. При начале работы только последний корпус идет на полную глубину, первый же совсем не дает борозды; промежуточные корпуса работают не на полную глубину, и нормальная работа является возможной только тогда, когда правое колесо будет итти по борозде, проведенной на полную глубину (недостаток шток-мотора). Испытания по вспашке на глубину 25 *см* определяют расход бензина в 22 *кг* на *га*, что считается достаточно экономным; производительность — 0,6 *га/ч*. На мягком грунте шток работать не может. Шпоры колеса, проникая на большую глубину, разрезают землю так, что пласт при следующем заезде разрывается и куски его беспорядочно отбрасываются и частью попадают назад в борозду. При работе замечаются толчки, которые можно объяснить переменой сопротивлений на колесах в моменты прохождения шпоры и обода между двумя шпорами; в последнем случае имеет место буксование. Регулирование скорости производится от руки, путем дроссельного клапана; но для тракторов такой способ регулировки ненадежен, т. к. здесь нельзя рассчитывать на действие живой силы движущейся гарнитуры (как, напр., в автомобилях), и поэтому часто заставляют мотор работать с большей скоростью, чем следует, что вызывает его преждевременное изнашивание. В последнее время стали присоединять корпуса к раме плугов шарнирно, чтобы при встрече с препятствиями корпуса могли, во избежание поломки или затормаживания хода автоплуга, приподниматься кверху. Шток-моторы хорошо работают только на ровных и культурных полях и в Германии имеют довольно большое распространение. А. системы W.-D. (фиг. 2) имеет то преимущество перед шток-мотором, что рама с плужными корпусами передвигается параллельно самой себе, что обусловливает вхождение всех корпусов на одинаковую глубину. Плуги строятся на 80 и 35 Hp; последние снабжаются шкивом для приведения в действие молотилок, насосов и других машин. А. «Прага» 4-корпусный, с 4-цилиндровым 4-тактным бензиновым двигателем в 40 Hp; скорость вперед 3½—4 *км/ч*, имеется одна скорость назад; подъем автоматический. Интересным А. является шведский «Аванс», снабженный 1-цилиндровым дви-



Фиг. 2. Автоплуг W.-D. в 80 Hp.

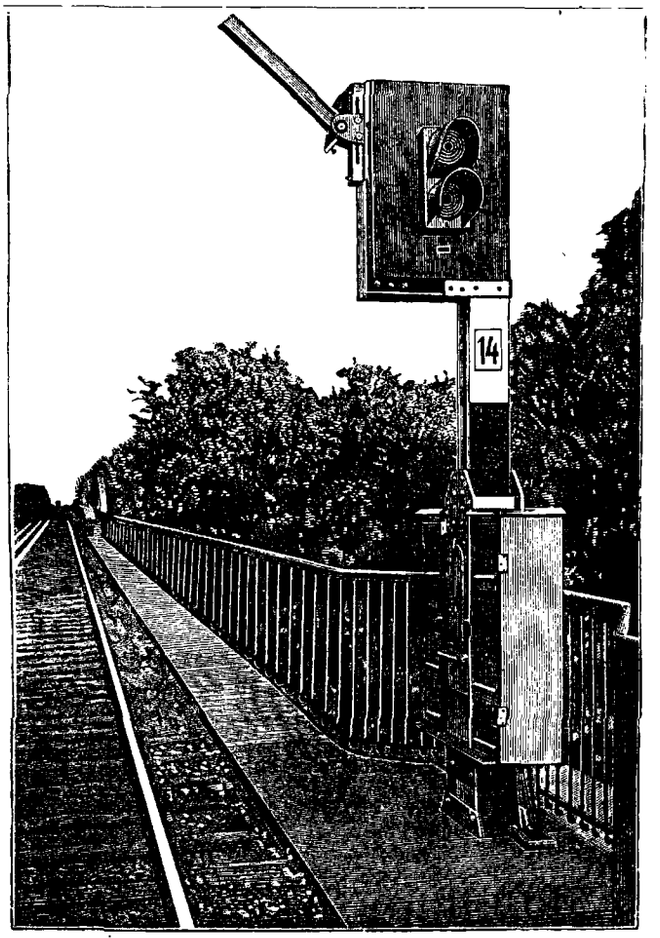
гателем мощностью в 17 индикаторных Hp. А. «Аванс» работает на обыкновенной черной нефти, что значительно удешевляет его эксплоатацию. Управление ходом осуществляется при помощи двух передних колес, от руля, возле сиденья для шофера. Ходовые колеса имеют шпоры около 6 *см* высоты, на которые при движении по дорогам надеваются предохранительные шины.

Двигатель имеет шкив для стационарной работы на молотилку и другие машины. А. имеет две скорости: первая — 2,6 *км/ч* и вторая — 3,4 *км/ч*, при глубине вспашки в 18 *см* и ширине захвата в 1 *м*; производительность 0,3 *га/ч*. А. «Аванс» имеет три плужных корпуса, присоединенных к раме шарнирно, при чем каждый корпус имеет спереди опору на полозок, к-рый скользит по поверхности поля; при неровности поля плуг приподнимается, сохраняя глубину хода. Управление двигателем очень просто и не требует от шофера высокой квалификации. К А. можно отнести американ. трактор «Молин», т. к. к раме трактора присоединяются жестко два плужных корпуса. Двигатель трактора укреплен на раме, опирающейся спереди на два ходовых колеса; задняя часть рамы поддерживается двумя колесами, что превращает А. в моторную тележку. Вместо задних колес можно присоединить 2-корпусный плуг или дисковую борону, или сноповязалку, а также и другие машины. Двигатель 2-цилиндровый, мощностью в 12 HP, работающий на бензине. Скорость трактора 5 *км/ч*; левое колесо устанавливается выше правого соответственно глубине вспашки. Одно время вызывал к себе интерес английский А. «Фаулер». Он имеет два плужных корпуса и снабжен двигателем в 8 HP. Копия этого плуга в 1920/21 г. была построена в Москве с заменой английских корпусов корпусами, изготовленными Брянским и Рязанским заводами. Этот плуг не оправдал возлагаемых на него надежд вследствие того, что он может работать только на глубину около 13 *см*; скорость его мала, около 3 *км/ч*; на мягких почвах он работать не может, при движении по дорогам расшатывается и неудобен в управлении. В последнее время появился целый ряд маленьких А. с одним корпусом и мотором в 2—4 HP, но такие А. экономически мало выгодны, т. к. пригодны только для вспашки и неприменимы для других полевых и стационарных работ. К А. надо также отнести новый оборотный 2-корпусный плуг, построенный на заводе Сакка, прикрепляемый к трактору Фордзон; плуг этот очень удобен для запашки небольших площадей.

Лит.: Вейс Ю. А., Курс с.-х. машиноведения, изд. 2, М., 1927; Белянчиков П., Тракторы, М., 1921; Барановский А. А., С.-х. тракторы и моторные плуги на IV Междунар. автомоб. выставке в СПБ., СПБ., 1912; «Известия Бюро по с.-х. механике», СПБ., 1909—1917; «Изв. Отдела машиноведения Гос. ин-та оп. агр.», Л., 1926. **Б. Криль.**

АВТОПОКРЫШКА, см. *Автошина.*

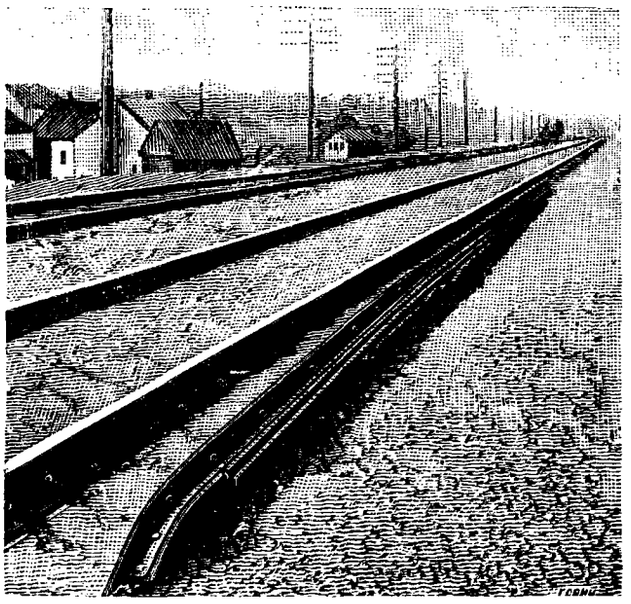
АВТОРЕГУЛИРОВКА ПОЕЗДОВ. Значительное число «происшествий» на ж. д. всего мира вызывается тем, что машинист либо не заметил сигнала, либо неправильно его понял. Это явление замечается не только у новичков, но даже у весьма опытных и надежных машинистов, и зависит как от целого ряда объективных причин (плохой погоды, сложности сигнальной картины и т. д.), так и от физического и психического состояния машиниста в данный момент. Поэтому представляется желательным осуществить такую связь между движущимся поездом и относящимися к нему сигналами, чтобы он, независимо от бдительности машиниста, автоматически останавливался, если этого требуют сигналы. Такая связь и носит название «автостопа» (automatic train stop). Т. к. резкая остановка поезда весьма неприятна для пассажиров и при современных скоростях и длинных составах может вызвать сход вагонов с рельсов, то к такого рода устройствам предъявляют требование, чтобы поезд предварительно снижал свою скорость, т. е. требуется А. п. (automatic train control). В С.-А. С. Штатах в 1922 г., после 15-летних опытов, было по постановлению правительства приступлено к планомерному оборудованию ж. д. авторегулировочными устройствами. Всякая установка А. п. состоит из двух элементов: неподвижного — путевого и подвижного — на локомотиве (паровозе, электровозе и т. п.). Первый может быть либо механическим [например подвижной рычаг, связанный с приводом семафора (фиг. 1), передвигающийся одно-



Фиг. 1. Путевой семафор для механич. А. п.

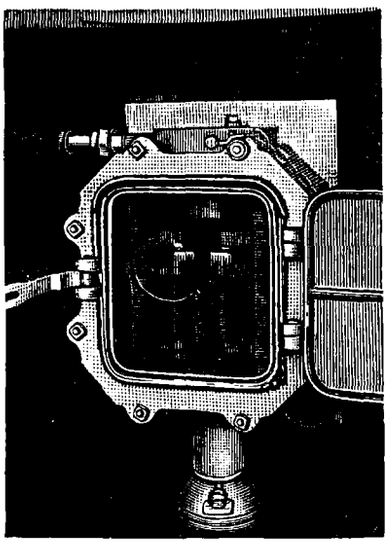
временно с его крылом и воздействующий на т. н. «контактное» приспособление на локомотиве], либо электрическим, в виде неподвижной металлической полосы — «рампы» (фиг. 2), находящейся под электрическим напряжением (наличие которого и знак зависят от положения крыла соответствующего семафора). Эта рампа входит в соприкосновение с токособирателем, установленным на локомотиве (фиг. 3). На локомотиве, помимо только что упомянутых контактного приспособления или токособирателя, воспринимающих воздействие путевых элементов, находятся: а) «кэб-сигналы», т. е. электрические лампочки,

воспроизводящие показания путевых сигналов, б) прибор, приводящий в действие непрерывные тормоза поездов (фиг. 4), и



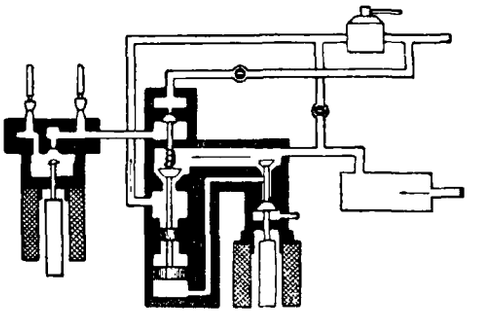
Фиг. 2. Путевая рампа для электрической А. п.

в) механические или электрические устройства, предназначенные для передачи полученных с пути импульсов приемным приборам. Есть другая система, при которой в путь вставляются короткие изолированные рельсы (фиг. 5), находящиеся под электрическим напряжением; ток через них передается в приборы на локомотиве при посредстве одной из его тележек, изолированной от остального корпуса локомотива. Эта система неудобна и почти не применяется. Иногда в качестве путевых элементов устанавливают между путями электромагниты, куски рельсов из немагнитного металла и т. п. Во всех описанных системах локомотив сообщается с путем лишь в определенных пунктах [так называемые «прерывные» (intermittent) системы]. Существенный недостаток этих систем в том, что они работают на принципе нормально разомкнутого тока; если путевой элемент случайно отсутствует или занимает неправильное положение и в силу этого не входит в соприкосновение с контактным элементом на локомотиве, то поезд будет итти далее так же, как если бы перед ним был сигнал «путь свободен». Этого недостатка нет в «непрерывных» (continuous) системах, где связь пути с поездом осуществляется при посредстве уложенного вдоль всего пути третьего рельса или подвешенного вдоль него провода, или, чаще всего, индукционным путем, когда по ходовым рельсам

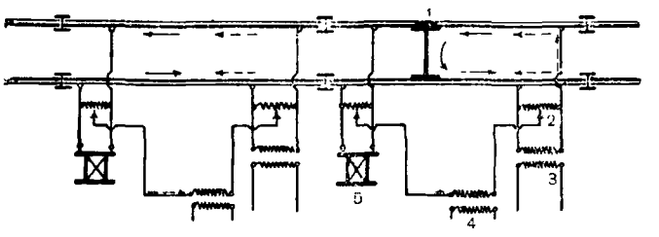


Фиг. 3. Токособиратель на локомотиве для А. п.

пропускается переменный ток: о с е в о й (фиг. 5 — сплошная стрелка), проходящий по обоим рельсам в разных направлениях, а потому замыкающийся на короткое осями поезда, и с к в о з н о й (пунктир. стрелка), идущий по обоим рельсам параллельно и не изменяемый поездом. На локомотиве, в передней части его, в достаточной близости к рельсам, устанавливается пара катушек, в которых осевой ток индуктирует некоторую электродвижущую силу; для восприятия сквозного тока служит другая пара катушек, устанавливаемая сзади тендера. Возникающие т. о. токи усиливаются помощью катодных ламп и в усиленном виде действуют на реле, якорь к-рого, в зависимости от разности фаз между этими токами, занимает одно из двух своих крайних положений; при прекращении одного из этих токов якорь становится в нейтральное положение. В свою очередь якорь реле управляет электромагнитными клапанами, приводящими в действие поездные тормоза. Изменение токов в рельсах производится обычно переключателем, связанным с семафорным крылом: если крыло, нормально стоящее вертикально, переходит в полузакрытое положение (в момент закрытия следующего за ним семафора), то осевой ток меняет свою фазу на 180°; если семафор совсем закрывается, то оба тока — и осевой и сквозной — выключаются. В зависимости от этого, в соответствии с системой, поезд либо уменьшает свою скорость, либо останавливается (фиг. 6). Ряд дополнительных приспособлений на локомотиве, соединенных с самопишущими контролирующими приборами, дает возможность машинисту вести поезд так, как он считает это целесообразным, или даже совсем выключить авторегулирующие устройства, напр. при переходе на участок без авторегулирующих устройств на пути. Во всяком случае он не может превысить

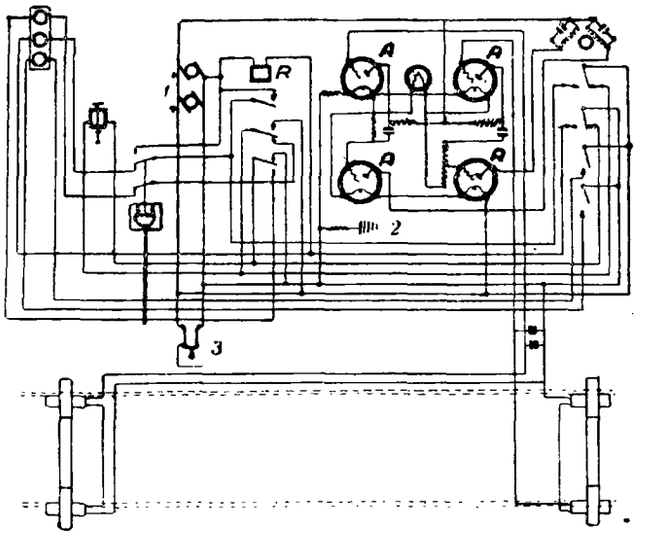


Фиг. 4. Прибор, приводящий в действие непрерывные тормоза.



Фиг. 5. Схема электрической А. п.: *1*—поезд, *2*—сопротивление для сквозного тока, *3*—трансформатор для осевого тока, *4*—трансформатор для сквозного тока, *5*—реле автоматической блокировки.

предписанной для данного места и при данных обстоятельствах скорости; всякая его ошибка или невнимательность отмечаются



Фиг. 6. Схема электрической А. п.: *1*—мотор-генератор, *2*—корпус паровоза, *3*—динамо паровозного освещения, *A*—катодные усилители.

на упомянутых самопишущих приборах. Из всех описанных систем на ж. д. с электрической тягой, где тормозные пути поездов сравнительно весьма невелики, почти всюду применяют прерывные системы с механическими рычагами как наиболее простые и дешевые. На железных дорогах с паровой тягой, где поезда идут с громадной скоростью, повидимому, наиболее рациональными являются, несмотря на свою дороговизну, непрерывные системы с индукционным воздействием.

Лит.: Рогинский Н. О., Современные методы ограждения безопасности следования поездов, М., 1925; Railway Engineering and Maintenance Cyclopedia, N. Y., 1926; Tattersall A. E., Modern Developments in Railway Signalling, «Railway Engineer», L., 1921; Mc Minn E. B., «Railway El. Engineer», *1—2*, N. Y., 1927. **Н. Рогинский.**

АВТОСКРЕПЛЕНИЕ, искусственное повышение механических упругих свойств во внутренних слоях стальных труб сверх тех, которые были приданы металлу путем термической обработки. Идея А. современных артилл. орудий предложена недавно франц. артилл. инж. Малавалем. Она основана на том, что, если сталь подвергнуть действию усилий, превосходящих предел ее упругости, то этот последний в определенных условиях может повышаться. Впервые подобного рода идея была предложена для бронзовых орудий в Австрии—Ухациусом и в Италии—Россетом. По способу Ухациуса, через канал бронзового орудия протаскивались последовательно конуса, диам. основания которых был несколько более диам. канала. При этом внутренние слои подвергались растягивающим усилиям и получали повышенный предел упругости (сталебронза). По методу Малаваля, повышенных давлений в каналах стальных орудийных труб достигают гидравлическ. способом. Труба перед окончанием всех механич. обработок закрывается с концов ввинтными пробками и подвергается гидравлич. давлению, значительно превышающему (до 5 000 *atm*) давление пороховых газов при выстреле. Внутренние слои этим давлением будут растянуты за предел упругости на определенную величину и получат нек-рую остающуюся деформацию и повышенный предел упругости. По окончании механич. обработки орудия процесс заканчивается стрельбой на «автоскрепление», при повышенном давлении пороховых газов, к-рое углубляет и завершает воздействие на тело орудия гидравлич. давления. Т. к. внутреннее давление различно действует на отдельные концентрические слои трубы, то в результате А. дает орудийный ствол, как бы составленный из бесконечно-большого числа бесконечно-тонких слоев с различными упругими свойствами. Эти слои, действуя друг на друга подобно взаимодействию частей обычно скрепленного орудия, повышают общее сопротивление орудия, согласно теории скрепления орудийных стволов. Опытные «автоскрепленные» орудия иностранных заводов нормально выдерживали внутреннее давление в 4 000 *atm*, чего нельзя достичь в обыкновенных «скрепленных» орудиях (см. *Скрепление орудийных стволов*).

Метод А. еще не вошел в практику орудийных заводов, но изучается ими на опытных образцах. Полученные результаты работ говорят о следующих выгодах и трудностях А.:

1) Повышается прочное упругое сопротивление орудийного ствола, т. е. из металла извлекается больше, чем при обычном, многослойном скреплении. Нужно, однако, иметь в виду, что если предел упругости металла поднят А. на 20%, то прочное упругое сопротивление ствола повысится только на 12—14% (примерно в отношении 2 к 3). Значит, А. имеет особое значение для углеродистой стали, у к-рой предел упругости составляет около половины разрывающего усилия, при соблюдении требований вязкости и пластичности. Значение А. падает для специальных сортов стали, у к-рых предел упругости доходит до 0,75 величины разрывающего груза; автоскреплением можно поднять упругое сопротивление такого орудия только на 6—8%.

2) Для успешного осуществления А. прежде всего требуется однообразный, изотропный и здоровый металл, и нужно точно знать его упругие свойства.

3) Можно изготовлять однослойные орудийные стволы — это исключает необходимость дорогих, продолжительных (в течение месяца) и сложных операций, требующихся при изготовлении многослойных скрепленных орудий обычного типа, когда необходимо тщательно и точно подготовить под скрепление несколько поверхностей; в то же время задача скрепления достигается более совершенным образом.

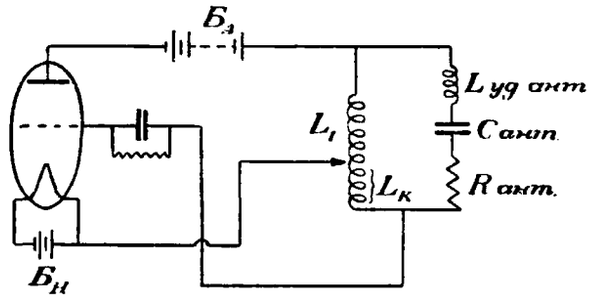
4) Встречаются большие затруднения с оборудованием процесса А. для достижения в канале орудия гидравлич. давления в 5 000—6 000 *atm*, а тем более — желаемого давления в 10 000 *atm*. Т. к. ствол не обладает одинаковым сопротивлением по длине, то процесс А. должен проводиться при стволе, вставленном в специальный «ограничитель», регулирующий и ограничивающий расширение до желаемой величины.

5) В процессе А. металл подвергается напряжениям выше предела упругости, т. е. молекулы выводятся из равновесия, и металл оказывается в перенапряженном состоянии, в виду чего будет подвергаться более быстрому разъеданию под действием пороховых газов. См. *Выгорание каналов орудий.* **В. Руппенейт.**

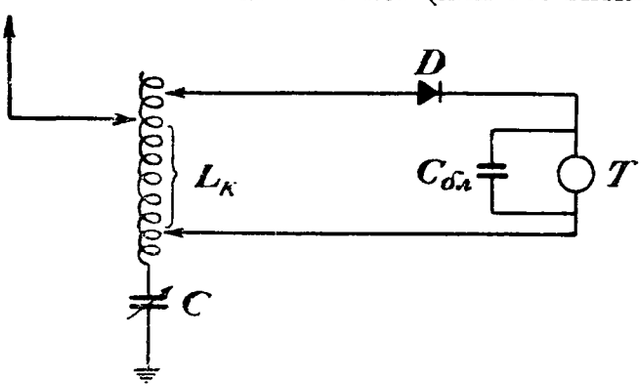
АВТОТИПИЯ, фотомеханич. способ воспроизведения полутоновых изображений картин, фотографий и т. п. Способ впервые опубликован в 1882 г. Мензенбахом и Шмейделем. Заключается в том, что фотографич. изображение разлагается на отдельные точки, при чем на светлых местах эти точки малы и очень редки, на более затененных—точки укрупняются и сгущаются и, наконец, совершенно темные места представляют сплошные тени без всяких точек. Разложение рисунка на точки достигается тем, что в фотографич. камеру между объективом и светочувствительной пластинкой (т. е. будущим негативом) вставляется т. н. растр. Растр—сетка, начерченная на стекле и полученная следующим образом: алмазными сверлами на зеркальное стекло наносят линии точек, от 20 до 100 точек в *см*; затем два таких стекла накладывают одно на другое и склеивают так, чтобы линии перекрещивались под углом в 45—90°. Чем сетка мельче, тем меньше и точки, на к-рые разлагается изображение; чем сетка крупнее, тем крупнее точки и грубее рисунок. Наиболее редкая сетка (20—30) применяется для газет, сетка средней густоты—для учебников и дешевых изданий и мелкая сетка—для художественных изданий. Такой разложенный на точки негатив копируется прямо на отполированную металлич. пластинку (из меди, латуни или цинка), покрытую светочувствительным слоем хромированного желатина или белка. При копировке негатив в специальных рамах прижимается к металлической пластинке и подвергается электрич. освещению в течение 3—10 м., в зависимости от силы света. Затем изображение проявляют в темной комнате и окрашивают анилиновой краской, лучше всего фиолетового цвета. После этого пластинка нагревается на медленном огне, при чем окрашенное изображение сперва обесцвечивается, а потом приобретает коричневую окраску. В таком виде пластинка готова для травления. См. *Клише.* **Б. Котловкер.**

АВТОТРАНСФОРМАТОР, трансформатор с одной обмоткой; употребляется для незначительного изменения напряжения в сети (до 25% при высоких напряжениях). А. можно рассматривать как обычный трансформатор, в котором первичная обмотка соединена последовательно со вторичной. См. *Трансформатор переменного тока.*

АВТОТРАНСФОРМАТОРНАЯ СВЯЗЬ, взаимодействие двух контуров при помощи самоиндукции (L_k), общей для обоих контуров. А. с. является частным случаем индуктивной связи и применяется в радиотехнике как в передатчиках (напр. «трехточечная схема», фиг. 1, см. *Передатчики*) и в приемниках (напр. «простая схема», фиг. 2, см. *Приемники*), так и в различных измерительных приборах. А. с. называется некоторыми авторами также «непосредственной», «прямой» или «кондуктивной» связью; по немецкой терминологии А. с. иногда носит название «смешанной»—из собственно трансформаторной и реостатной (иначе—гальванической или связи посредством сопротивления). По общеэлектротехнич. представлению А. с. отличается от трансформаторной тем, что вторичную обмотку в этом случае составляет часть витков (или все витки)

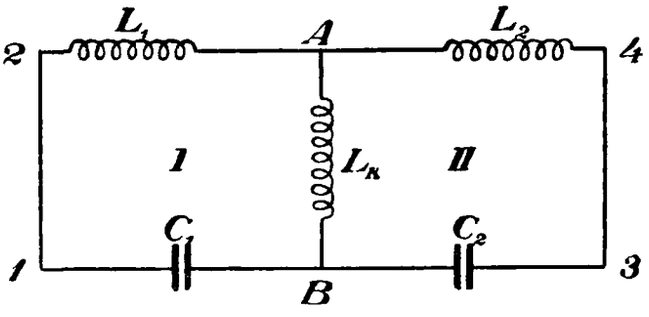


Фиг. 1.



Фиг. 2.

первичной обмотки. Коэфф. связи для общего случая А. с. (обозначения—на фиг. 3) выражается ф-лой: $k = \frac{L_k}{\sqrt{(L_1 + L_k)(L_2 + L_k)}}$. Практически он м. б. определен измерением напряжений в различных точках схемы, по ф-ле: $k = \sqrt{\frac{V_{12} \cdot V_{21}}{V_1 \cdot V_2}}$, где $V_{12} = \omega i L_k I_1$ — напряжение между точками A и B; ω — угловая частота; $V_1 = i\omega (L_1 + L_k) I_1$ — напряжение между точками B и 2 (при чем в обоих случаях при измерении контур II разомкнут и возбуждается лишь контур I); $V_{21} = i\omega L_k I_2$ — напряжение между точками A и B; $V_2 = i\omega (L_2 + L_k) I_2$ — напряжение между точками B и 4 (при чем при этих двух измерениях контур I разомкнут и возбуждается лишь контур II). Здесь $i = \sqrt{-1}$, I_1 — сила тока в I контуре, I_2 — сила тока во II контуре. Подробнее — см. *Связь.* **В. Баженов.**



Фиг. 3.

АВТОХРОМИЯ, многокрасочное воспроизведение цветного оригинала при помощи фотографии.

АВТОХРОМНЫЕ ПЛАСТИНКИ, употребляются в цветной фотографии, выпущены впервые в продажу в 1907 г. Их особенность заключается в том, что между светочувствительной эмульсией и стеклом находится слой очень маленьких светофильтров, окрашенных в три цвета — красно-оранжевый, желто-зеленый и фиолетовый — и рассеивающих из падающего на них света только лучи того цвета, в который они сами окрашены. А. п. «панхроматичны», т. е. чувствительны ко всем цветам спектра. Технически А. п. изготовляют так: на зеркальное стекло, покрытое липким слоем, наносят слой крахмальных зернышек (диам. в 0,01 *мм*), окрашенных в указанные выше цвета и тщательно перемешанных (они и служат светофильтрами); в промежутки между ними втирается тончайший угольный порошок. Эта цветная мозаика («растр») покрывается слоем лака, а на него наливается очень тонкий (ок. 0,015 *мм*) слой светочувствительной эмульсии. Хотя А. п. чувствительны ко всем цветам спектра, все же чувствительность к синим и фиолетовым лучам преобладает, поэтому съемку производят с дополнительным оранжевым светофильтром. Цена А. п. высока, держатся они не дольше полугода. См. *Фотография цветная.*

АВТОХРОНОМЕТРАЖ, см. *Хронометраж.*

АВТОХТОННЫЕ ГЛИНЫ, первичные глины, залегают на месте своего образования при выветривании кристаллических пород или выщелачивании известняков, в отличие от аллохтонных (вторичных или отложных), перенесенных, перемытых и отложенных на новых местах. Первичные каолины Украины содержат от 45 до 65% кварца и подвергаются отмучиванию на каолиновых заводах. Проделаны опыты применения первичного каолина (для фарфоровой массы) без отмучивания. Применение этого метода дает возможность значительно снизить себестоимость каолина. Вторичные каолины содержат значительно меньше кварца (до 1%); из них самый известный—«Глуховка»—обладает исключительной пластичностью. См. *Глины.*

Лит.: Статьи Лучицкого В. И. и Лузина И. К., «Минеральное сырье», М., 1926/27.

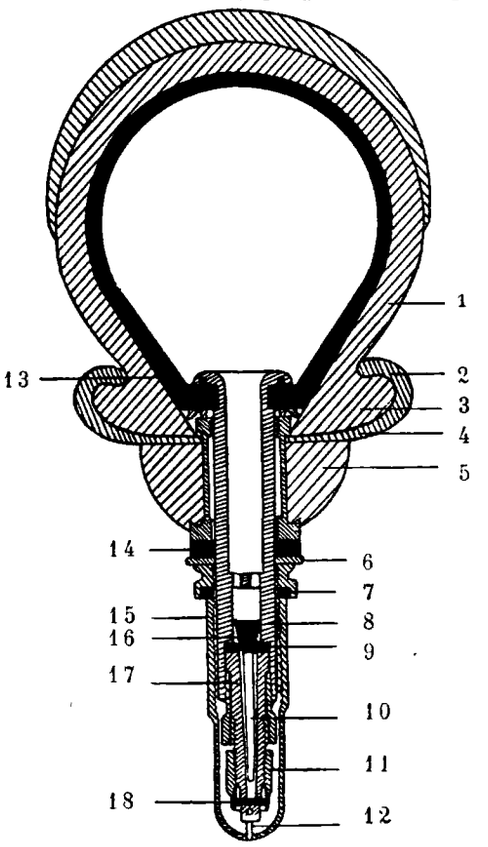
АВТОХТОННЫЕ УГЛИ, по терминологии Гюмбеля, образовавшиеся из местных элементов каменные угли, подобно торфу и бурому углю, в противоположность аллохтонным углям, получившимся из скопления принесенных водою растений. Автохтонная теория происхождения каменных углей подтверждается наблюдениями в Сент-Этьеннском каменноугольном бассейне (Сев. Франция) и в разных других угольных бассейнах, где были обнаружены гигантские стволы Sigillaria, превращенные в каменный уголь и расположенные перпендикулярно к самим слоям каменного угля; отсюда было сделано заключение, что эти стволы были погребены и обуглены в том же положении, в каком они росли. Нек-рые исследователи оспаривают это заключение. См. *Каменный уголь.*

АВТОХТОННЫЙ ТОРФ, торф, образовавшийся на том месте, где произрастали растения, давшие материал для торфообразования. От А. т. отличают аллохтонный торф, образованный остатками растений, принесенными на место отложения торфа откуда-либо извне; этот последний случай редок и в наших условиях может иметь место лишь на низинных торфяниках речных долин. См. *Торф.*

АВТОШИНА, эластичная съемная оболочка на ободе колеса автомобиля, несет всю тяжесть его, передает движения и смягчает толчки от неровностей дороги на ходу. А. удовлетворяют столь разнообразным назначениям благодаря особому свойству входящей в их состав резины. А. благодаря их большой эластичности, значительной прочности и малому износу, а также и большому коэффициенту трения (сцепления) позволяют длительно развивать значительные скорости на дорогах любых типов. Следует различать три основных вида автошин:

I. Пневматические А. Конструкция и назначение их — использовать упругие свойства сжатого воздуха. Впервые пневматическая шина была изобретена английским инж. Томсоном в 1845 г. В 1888 г. шотландский ветеринар Денлоп (Dunlop) сконструировал для своего велосипеда пневматическую шину и успешно использовал в дальнейшем свою идею, запатентовав ее. В следующем году его изобретение сразу приобрело славу, после того как на спортивном празднике Ирландии первый приз за скорость на велосипеде взял неизвестный до того гонщик, случайно применивший пневматические шины Денлопа. Применив к шинам изобретенный Велчем обод, Денлоп сконструировал почти современный тип пневматической шины и положил начало широкой коммерческой эксплоатации своего изобретения, основав в 1895 г. фирму «Денлоп». На протяжении последующих тридцати лет пневматическая шина ,непрерывно совершенствовалась, наравне с успехами автомобилестроения, содействуя его развитию в такой же мере, как и легкий двигатель внутреннего сгорания. Пневматическая шина состоит из двух основных частей — камеры и покрышки. 1) Камера, наиболее существенная часть шины, состоит из кольцеобразной резиновой трубы, в которую нагнетен воздух. Т. о. в камере удачно сочетаются эластичность и воздухонепроницаемость резины с совершенной упругостью и текучестью воздуха. В стенку камеры заделан металлический самозапирающийся вентиль, через который и производится нагнетание камеры сжатым воздухом. Камера для пневматической шины изготовляется из особо эластичной и прочной цветной резиновой смеси. Наиболее распространенный способ производства состоит в изготовлении цельнотянутых резиновых труб на т. н. «колбасных» машинах, на которых резина выжимается червяком через мундштук, в виде труб определенного диаметра. Другой способ изготовления камер состоит в обкладке болванки («дорна») резиновыми

полосами в один или более слоев. Стыки слоев тщательно прикатываются, а на месте, где предположена установка вентиля, наклеивается утолщение, и в таком виде сырая камера снимается с «дорна». Заготовленные в виде отрезков сырые камеры надеваются на спирально изогнутые полированные металлические трубы и обинтовываются материей. На таких же трубах происходит формовка и вулканизация камер. Последняя производится в больших котлах. За последнее время для больших камер стал применяться способ вулканизации в изложницах, в к-рых внутрь камер нагнетается воздух, вода или нейтральный газ. По окончании вулканизации на трубах камеры снимаются с них выворачиванием наизнанку, концы камер подготовляются для склейки стыка, а в утолщенное место заделывается вентиль. Стык клеится в нахлестку дополнительной вулканизацией. Если вулканизация происходит в изложницах, камера из них выходит в совершенно готовом виде. 2) П о к р ы ш к а—наружная оболочка пневматической камеры. Она защищает ее от повреждений, удерживает на ободе и создает наиболее благоприятные условия для устойчивости и движения автомобиля. Конструкция покрышки должна целесообразно использовать столь различные по своим основным свойствам материалы, как резина разных качеств, ткани разного изготовления и часто входящие в аггрегат покрышки кольца из стальной проволоки. Расчет размеров и конструктивных форм пневматиков не укладывается в какие-либо определенные формулы. Размер, тип и форма пневматика зависят от нагрузки, к-рую он будет нести, от скорости вращения, от обода, на к-рый он монтируется, от мощности мотора, от назначения автомобиля, от дорог, от производственных процессов, материалов, от экономичности, требований комфорта, соображений эстетических, патентных и т. д. В основу расчета пневматика кладутся нижеследующие существенные соображения: пневматик, монтированный на обод колеса и имеющий в камере сжатый воздух, под действием нагрузки сядет и прижмется своей нижней беговой частью к земле. Величина этой осадки и площадь, образуемая при этом контакте с землей, очевидно, д. б. так рассчитаны, чтобы последняя могла наилучшим образом выдержать нагрузку не только статического, но и динамического порядка. Площадь контакта пневматика с землей обычно имеет очертания эллипса, вытянутого в направлении движения экипажа. Чем больше нагрузка, тем, очевидно, площадь контакта д. б. больше, но она имеет свои пределы, зависящие от размеров самого пневматика. С другой стороны, чем под бо́льшим давлением сжат воздух в камере, тем оседание пневматика под нагрузкой меньше, а следовательно, и площадь эллипса меньше. Но при слишком большом внутреннем давлении пневматик становится жестким, теряет свою эластичность; стенки его должны быть толстыми, прочными, что удорожает пневматик, и т. п. Оптимальные условия сбалансирования основных характеристик пневматика, нагрузки и внутреннего давления определяются ур-ием: $S = \frac{G}{KP}$, где S—площадь контакта в $см^2$, G—нагрузка на шину в $кг$, P—давление воздуха в камере в $кг/см^2$, K—коэфф., величина к-рого зависит от материалов, формы, толщины стенок и т. п. Общепринятое обозначение размеров пневматика выражает собой округленные размеры покрышки и обода в такой последовательности: $A \times B \times D$, где A—наибольший диаметр покрышки, B—наибольшая ширина покрышки, измеренная параллельно оси колеса (профиль покрышки),

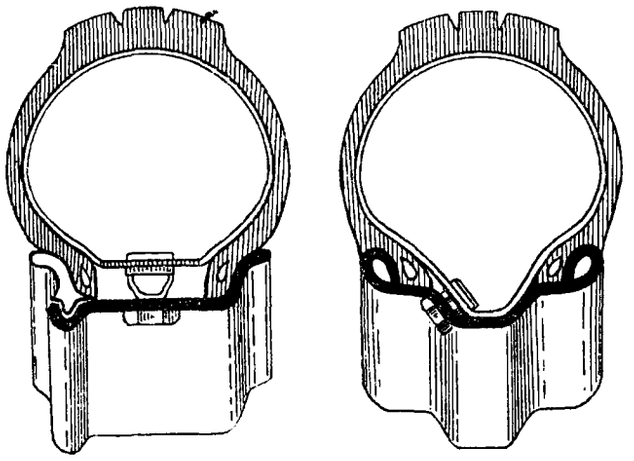


Фиг. 1. Поперечный разрез монтированной А.: *1*—покрышка, *2*—борт обода, *3*—борт покрышки, *4*—металлический обод, *5*—деревянный обод, *6*—медная прокладка, *7*—кожаная прокладка, *8*—тело вентиля, *9*—резиновая прокладка, *10*—игла, *11*—колпак вентиля, *12*—болт, *13*—камера, *14*—резиновая прокладка, *15*—колпак, *16*—клапан, *17*—трубка, *18*—резиновая шайба.

D—диам. обода колеса. В виду громадного разнообразия размеров имеющихся на рынке пневматиков для точного определения пневматика необходимы все три измерения.

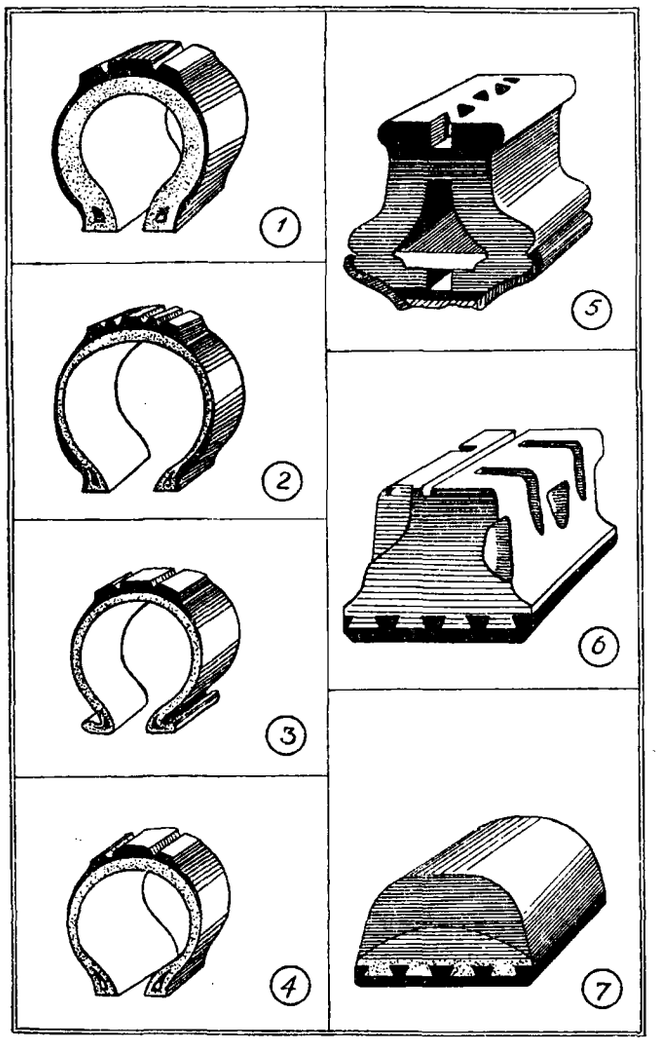
Пневматические шины различают не только по размерам, но и по конструкциям, свойствам и назначению. У с л о в н а я к л а с с и ф и к а ц и я т и п о в п н е в м а т и к о в: 1) В зависимости от конструкции обода различают пневматики бортовые [фиг. 1 и 4 (слева)] и безбортовые (фиг. 2). Первые закрепляются на цельном ободе, удерживаясь своими внешними выступами бортов в пазах обода (тип «клинчер»). Вторые своими плоскими и толстыми бортами со стальным кабелем закрепляются на ободе со съемной щекой или с глубоким седлом (тип «SS»). Последние проще в монтировке и более прочны. 2) По величине внутреннего давления в камере, измеряемого специальным

манометром как сверхдавление, следует различать (фиг. 3): а) баллонные или низкого давления пневматики, отличающиеся



Фиг. 2. Типы безбортовых автошин.

мягкими, тонкими стенками и широким профилем; применяются преимущественно на ободах до 500 *мм* в диам., на машинах со скоростями не выше 90 *км/ч*; придают автомобилю мягкий ход, допускают сред-



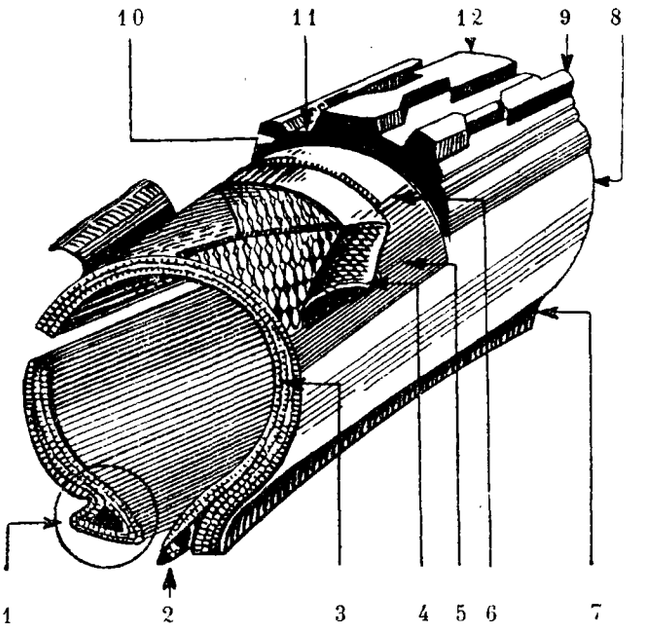
Фиг. 3. Современные типы автошин. Пневматики: *1*—гигант, *2*—баллон, *3*—тип баллон, *4*—обыкновенные. Массивные: *5*—полупневматик, *6*—подушечные, *7*—массивные.

нюю нагрузку не свыше 35 *кг/см* профиля при внутрен. давлении 1,50—2,75 *кг/см²*, в зависимости от нагрузок; благодаря своим прекрасным качествам этот тип получает все бо́льшее распространение; б) полубаллонные пневматики с более толстыми стенками несколько у́же по профилю, менее эластичны; в большинстве случаев применяются для сравнительно больших нагрузок; монтируются они на обода обыкновенного типа пневматиков, для которых они представляют переходную ступень к А. баллон; в) пневматики высокого давления имеют пока наибольшее распространение, отличаются узким профилем и большой величиной давления воздуха к камере; стенки такой шины толсты и жестки; внутреннее давление в пневматике не менее 3,5 *кг/см²*, нагрузка на 1 *см* профиля—до 50 *кг*; применяются для легковых машин больших мощностей и скоростей, а также и для грузовых автомобилей до 1½ *т* полезной нагрузки; г) пневматики «гиганты» отличаются особенно мощными стенками, крупными формами; применяются для больших нагрузок в грузовых автомобилях и автобусах; внутреннее давление в камере доходит до 7—8 *кг/см²*, нагрузка на 1 *см* профиля достигает 100 *кг*. Отличительной чертой этих четырех основных типов пневматиков, как видно, является объем воздушного пространства в шине или соотношение размеров профиля и диам. шин, дающее наибольшую величину «пневматичности» для баллонов. Эти последние находят себе все более и более широкое применение для автомобилей всех типов, назначений, мощностей и нагрузок. В эксплоатации пневматики требуют самого внимательного отношения к себе в смысле соблюдения предписанного нормами соответствия между нагрузкой, внутренним давлением, типом шины и размерами обода колеса. Особенно чувствительны к отступлениям от норм пневматики баллонного типа.

Производство покрышек распадается на три основных этапа. Первый этап состоит в заготовке сырья и материалов для резиновых смесей и в обработке этих смесей. Эти работы аналогичны для всех видов резиновых изделий. Особенностью заготовительного этапа в производстве покрышек является подготовка тканей для постройки каркаса покрышек. Если для каркаса употребляется ткань обычного плетения, утка и основы (см. *Автоматерия*), то пропитывание резиной (гуммировка) этой ткани производится на т. н. пропиточных столах, обычных для резинового производства. В случае употребления ткани с редким утком гуммировка производится на вертикальном каландре, в к-ром ткань пропускается между двумя валиками и в это время пропитывается резиной. Особой оригинальностью отличается гуммировка т. н. безуткового корда, получившего за последние два года повсеместное и исключительное распространение. С катушек, на к-рых навиты нити корда, последние, сматываясь, попадают под нож и барабан. Поступая под барабан, нити впитывают жидкий резиновый клей, благодаря чему склеиваются друг с другом и обволакиваются резиновым слоем. За гуммировочным барабаном нити, уже в виде широкой полосы, проходят ряд сушильных барабанов, где испаряется бензин, и с другого конца машины выходят в виде длинных кусков ровного и отлично

прорезиненного полотна. В дальнейшем это полотно, для накладки покровного слоя клейкой резины, пропускают еще через упомянутый вертикальный каландр. Резина по сортам, в зависимости от назначения и размера покрышки, отмеряется по весу или шаблону, а полотно, также в зависимости от размеров и типа покрышки, раскраивается полосами по диагонали. В таком виде заготовки поступают во в т о р о й э т а п производства, называемый постройкой покрышки (фиг. 4). Основанием пневматической покрышки служит т. н. каркас из ткани. Этот каркас, состоящий из нескольких наложенных друг на друга тканевых прокладок, строится соответственно каждому размеру покрышек, путем накатки длинной ленты прорезиненной ткани на плоский барабан или металлический разборный сердечник, имеющие форму внутренней полости покрышки. Количество и ширина прокладок строго соответствуют типу и размеру покрышек. Во время накатки такого развернутого каркаса к бокам его прикрепляются заранее заготовленные крылья бортовой части. Развернутый каркас в виде плоского браслета натягивается на т. н. мягкую рабочую камеру и по ней обжимается. Средняя часть такого каркаса растягивается специальным приспособлением. В дальнейшем на готовый тканевый каркас наклеивают с внешней стороны полосы резины по бокам, а среднюю часть, кроме того, усиливают еще несколькими слоями ткани. Сверх этого усиления накладывается толстый слой т. н. протекторной резины. Т р е т и й э т а п производства покрышек состоит в вулканизации. Сырая покрышка снимается с рабочей камеры или сердечника и закладывается в тяжелые металлические формы, состоящие из двух симметричных половинок с осью симметрии, совпадающей с наибольшей осью продольного сечения покрышки. Выемка в форме точно соответствует наружному габариту покрышки. Для того, чтобы стенки покрышки плотно прижались к форме, а также для облегчения вулканизации, внутрь покрышки закладывается мягкая варочная камера. В камеру через вентиль под давлением вводится воздух, вода или нейтральный газ. Формы спрессовываются и подвергаются в т. н. автоклавах продолжительному нагреву, вызывающему явления вулканизации. В это же время на покрышке запрессовывается рисунок рельефа беговой дорожки, марка, размер и номер покрышки.

Возможность повреждения в виде проколов и пробоин составляет основной недостаток пневматиков. В случае такого сквозного повреждения покрышки и камеры и связанной с этим утечки воздуха пневматик сразу теряет все свои преимущества. Средние эксплоатационные нормы автомобильных пневматических шин на современных дорогах СССР достигают 8—10 тыс. *км* для пневматиков легковых типов (в 1927 г.). Для пневматиков «гигантов» средний километраж доходит до 18—25 тыс. *км*. Пневматики, не выдержавшие установленных норм километража, в случае незначительных «механических» повреждений м. б. легко отремонтированы и вновь пущены в эксплоатацию. В особенности это относится к камерам. Размеры, типы и эксплоатационные нормы пневматиков ежегодно меняются. Стандарты автомобильных пневматических шин почти во всех странах мира ежегодно пересматриваются. Для СССР на 1927 г. и впредь до изменения стандарт автомобильных и мотоциклетных шин установлен СТО. Технические условия и инструкции приемки шин сводятся к контролю качества изделий, взятых в определенном % к принимаемой партии, на основе доступных, объективных и заранее установленных признаков. Для пневматиков эти признаки определяются эластичностью резины, отсутствием повреждений на поверхности покрышки и камеры и полным соответствием размеров покрышки и камеры размерам обода. Кроме того, в камерах тщательно проверяется добротность стыка и надежность вентиля. Хранить пневматические покрышки и камеры без вреда для них можно лишь в течение $1^1/_2$—2 лет, притом в специальных помещениях, ибо сырость, холод, жара и свет вредно отражаются на качестве пневматиков. Правильная монтировка, частая проверка внутреннего давления шин, выверка колес, рулевого, тормозного и передаточного механизмов и рессор автомобиля, наряду с учетом шин, должны составлять постоянную заботу рационально поставленного автопредприятия.

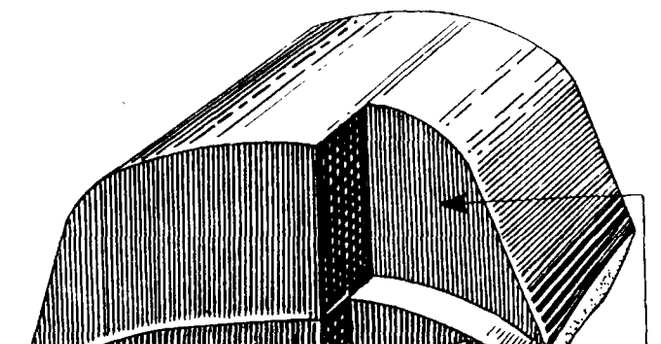


Фиг. 4. Пневматическая автошина: *1* — крыло бортовой покрышки, *2* — сердечник безбортовой покрышки, *3*—каркас, *4*—прокладка, *5*—буфер, *6*—подпротектор, *7*—бортовая ленточка, *8*—боковая часть, *9*—боковая дорожка, *10*—протектор, *11*—канавка, *12*—центровая дорожка.

II. П о л у м а с с и в н ы е А. отличаются тем, что сжатый воздух пневматиков заменен резиной или другим подобным материалом. Не обладая преимуществами пневматиков, полумассивные шины лишены и их недостатков, проколы и пробоины безвредны для их службы, они требуют меньшего ухода за собой. Применяются они для грузовых, броневых и специальных автомобилей средней грузоподъемности. Полупневматики бывают двух типов:

1) обыкновенные пневматики, с камерой или без таковой, после их монтировки на обод вместо сжатого воздуха заполняются так наз. «наполнителем». Наполнитель бывает или желатинообразного состава, или им служат каучукоподобные шашки или губки, заполняющие внутреннюю полость шины. Известно до 70 патентов наполнителей, но ни один из них не получил пока широкого распространения и не пришел на смену пневматика, оставляя т. о. наиболее заманчивую для изобретателей проблему замены пневматика неразрешенной; 2) т. н. эластики построены на принципе использования амортизирующей способности резины, взятой в толстом слое. Для уменьшения веса и улучшения амортизирующих качеств, шины эти применяются более широких профилей, но в самом массиве имеют сквозные каналы и ниши. Этот вид шин находит все большее применение для грузовых автомобилей всех видов и назначений, представляя наиболее удачную замену более жестких массивных А. В эксплоатации эластики, после обычной монтировки гидравлическим прессом, не требуют никакого ухода и имеют километраж, приближающийся к типу «гигант».

III. Массивные А. (фиг. 5), или грузошины, или плотнорезиновые. Толстый слой массивной резины,



Фиг. 5. Массивная шина: *1* — стальной бандаж, *2*—роговая резина, *3*—полутв. резина, *4*—протектор.

наложенный на стальное кольцо, представляет довольно жесткую для наших дорог автомобильную обувь. Такие шины применяются для тяжелых грузовых и специальных автомобилей с небольшими скоростями. В работе эти шины достаточно надежны. Для монтировки они требуют специальных приспособлений. Известны два типа массивных А.: 1) прессовый тип, при котором стальное кольцо натягивается на обод специальным прессом большой мощности; имеет наибольшее распространение; 2) съемный тип, закрепляющийся на ободе посредством специальных конусных вставок между ободом и стальным кольцом шины; вследствие сложности арматуры и ненадежности соединения этот тип шин выходит из употребления и заменяется прессовым. Массивная грузошина изготовляется путем последовательной накатки резины разных сортов на стальной плоский бандаж. На наружной поверхности бандажа проточены канавки в виде ласточкина хвоста. В эти канавки запрессованы полоски эбонитовой резины. На них накатаны полосы более мягкой резины, а сверх них— массив беговой резины. Последний получается или наращиванием тонких лент, или в виде толстой колбасы. После постройки массива шина закладывается в металлические формы, запрессовывается и вулканизируется в автоклаве под большим давлением в течение нескольких часов. Шины типа «эластик» изготовляются таким же способом, но в массив вставляется разъемный сердечник. При приемке надо обращать внимание на эластичность резины, отсутствие внешних дефектов и особенно на качество и цельность стального кольца в месте стыка. Хранение массивных шин в условиях, указанных для пневматиков, допустимо в течение 2 — 3 лет без вреда для качества их. Размер и применение массивных шин определяются профилем шины, нагрузкой на него и диаметром обода, на к-рый шина монтируется. На 1 *см* профиля приходится в среднем около 100 *кг* нагрузки. Этот тип шин постепенно выходит из употребления и с успехом заменяется «эластиками» и особенно пневматиками типа «гигант». Для советских дорожных условий массивные грузошины не могут быть рекомендованы. Стандартные обозначения грузошин для СССР на 1927 г. приняты для 15 размеров прессового типа шин. В силу специфич. условий монтажа шин принята след. методика обозначения: $A \times B \times D$, где A — наибол. диаметр шины, B — ширина профиля, D — диам. обода колеса.

Для 28 000 000 механич. экипажей мира (в 1927 г.) изготовляется свыше 120 000 000 шин. На изготовление такой массы шин расходуется в год около 400 000 *т* каучука и 300 000 000 *м* хлопчатобумажной ткани. В производстве шин занято около 350 000 человек. Свыше 85% всего мирового производства шин изготовляется в С.-А. С. Штатах.

Лит.: Розенберг С. и др., Шины, М., 1926; Pearson H. C., Pneumatic Tires, N. Y.; 1922; раннее издание перераб. R. Ditmar'ом и изд. на нем. яз. Hartleben'ом под назв. Gummireifen, Wien, 1910; Petit H., Le Pneumatique, P., 1912; Ferguson's Book of Motor Tyres, L., 1924; «Мотор». М.; «Бюллетень правления Резинотреста» (на правах рукописи), М.; «India Rubber World», N. Y.; «Tires», N. Y.; «The Rubber Age», L.; «The Tires Rate Book», N. Y.; «Le Caoutchouc et la Gutta-Percha», P.; «Kautschuk», B.; «Gummi-Zeitung», B.; «Circular of the Bureau of Standards», Wsh.

Каталоги, проспекты, прейс-куранты: Резинотреста, Fisk, Fayrsto, Michelin, Continental и т. п.; 40 Jahre Kautschukforschung (указатель статей в «Gummi-Zeitung» за 40 лет до 1927 г.), изд. «Gummi-Zeitung», Berlin. **С. Розенберг.**

АГАВА-ВОЛОКНО, волокно, получаемое из листьев различных видов агавы. Наиболее распространенное А.-в.—сизаль из Мексики и Ю. и Ц. Америки. Волокно отделяется процессом мочки; оно белого цвета, с легкой желтизной, блестящее, устойчивое к влаге, по виду напоминает *манильскую пеньку* (см.), по качеству ей уступает. Длина технического волокна достигает 0,7 — 1,0 *м*, элементарного — в среднем 2,5 *мм*; поперечник сечения — 24 *μ*,

употребляется часто в смеси с манильской пенькой и другими родственными волокнами для производства шпагатов, канатов, дешевых ковров и других грубых тканей.

Лит.: см. *Волокна*.

АГАЛИТ, силикат магния $Mg_3H_2(SiO_3)_4$, того же состава, что и тальк; минерал сероватого цвета (несколько светлее талька); под микроскопом имеет вид длинных игольчатых кристаллов. А. применяется как наполнитель при производстве низких сортов писчей бумаги (реже печатной); при печатании на такой бумаге агалит загрязняет шрифт пылью, и тонкие линии клише быстро изнашиваются.

АГАЛЬМАТОЛИТ, минерал хим. состава $K_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 3H_2O$, тв. 1,5, уд. в. 2,8, цвет белый, желтый, зеленый. Минерал превосходно поддается обработке и шлифовке и служит материалом для мелких поделок — ваз, статуэток и т. п., в огромном количестве изготовляемых кустарным способом в Китае (центр — Гонконг). В СССР А. встречается в Семиречьи (Казакстан), но его месторождения мало изучены и не разработаны.

АГАР-АГАР, японский или бенгальский клей из морских водорослей, обладает коллоидальными свойствами. По хим. составу представляет углевод, полимер галактозы, т. н. «гелозу»; при кипячении с растворами минеральных кислот превращается в галактозу. В теплых водных растворах вращает влево, при продолжительном нагревании становится правовращающим. При гидролизе А.-а. дает незначительное количество пентозы. Безвкусен, без запаха, нерастворим в холодной воде, распускается в горячей. По охлаждении раствор желатинируется в гель. В водном растворе таннина не дает осадка (что указывает на отсутствие желатина) и синего окрашивания с иодом (отсутствие крахмала). А.-а. находит широкое применение в бактериологической технике — среда для выращивания бактерий, в кондитерском производстве—вяжущий материал, в медицине входит в состав многих препаратов (слабительное, средство от кашля).

Лит.: Allen A. H., Commercial Organic Analysis, v. 1, L., 1898; König J., Chemie d. menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel, 4 Aufl., B. 1, p. 809, 1498, B. 2, p. 937—8, B., 1920—23.

АГАТ, хим. состав SiO_2, тв. 7, уд. в. 2,6, разность кварца, халцедон слоистого строения (см. *Халцедон*); встречается в виде включений, миндалин в изверженных породах и в виде галек по берегам рек, морей и в россыпях; всех цветов — от молочно-белого через желтый и красный до черного. А. зеленый и синий встречаются редко. «Восточные» А. более прозрачны. По преобладанию окраски различают А. — халцедоновый, карнеоловый, яшмовый (мало прозрачный), а по рисунку—ленточный (кружковый, глазчатый), ландшафтный, облачный, звездчатый, коралловый. В ленточном А. молочно-белые полосы чередуются с черными (оникс), серыми (халцедоникс), красными (карнеоликс), коричневыми (сардоникс). Дендритовый и моховой А.—см. *Халцедон*. Стоимость мировой добычи А. составляет 150 000 р. Цена 1 *кг* тонкого А.—150 р., рыночного—10—1 р. Центры обработки: Оберштейн-Идар (А. вне конкуренции по дешевизне и качеству работы), Коломбо, Дели, Агра, Калькутта. Уже в древности А. обрабатывался кустарно в Египте, Вавилоне, Ассирии, Риме, Индии, Ср. Азии, Китае. Из А. делают ступки для хим. лабораторий, призмы для точных весов и «камни» в часовом деле; вставки (ручки), вазы, чашки, ступки, рукоятки, амулеты «оливы» (для Африки), камеи (гравировка производится в Париже и в Италии). Кроме того, А. применяют в кожевенном деле в виде роликов для лощильных машин (им полируют мягкую кожу для придания ей блеска) и в переплетном (для полировки обрезов бумаги). Несмотря на дешевизну А., практикуется подделка их—«агатовое стекло» и итальянские раковины для камей, имитирующие сардоникс. Искусственное окрашивание агатов: в Идаре существуют разные методы окраски в черный, синий, зеленый, красный, коричневый цвета; красного (из желтого и коричневого) и молочно-белого цвета (из серых) достигают одним прокаливанием; условием хорошей окраски и эффектного рисунка является степень пористости и прямолинейность слоев (южноамерикан. А. поэтому особенно ценятся). Цена ½ *ц* (50 *кг*) легко окрашиваемого А. от 100 до 5 000 марок. Искусной окраской агатовых безделушек славится Япония. Величина агатовых миндалин—от горошины до экземпляров в 40 *ц*. Месторождения: 1) Ю. Америка (поставляет в Идар). Бразилия (1827 г., провинция Rio Grande do Sul) и Уругвай (экспортирует с 30-х годов 19 в.); цена 1 *ц* 5—15 марок; единичные миндалины — до 1 000 марок; 2) В. Индия; 3) Саксония (с 1924 г.); 4) Оберштейн (выработан); 5) СССР—Урал (Шайтанский завод), Забайкалье.

Лит.: Ферсман А. Е., Драгоценные и цветные камни, сборник «Нерудные ископаемые». т. 1, КЕПС, 1927. **А. Ферсман.**

АГАШКИ, фабричное название самой дешевой современной фарфоровой посуды русских фабрик с ручной живописной раскраской; распространены среди местного крестьянского населения и частью на азиатском рынке. Рисунок в четыре краски и до настоящего времени конкурирует по быстроте исполнения с механизированной декорацией посуды.

АГГЛОМЕРАТ, рыхлое скопление частиц различной величины, формы и состава, не связанных никаким цементом. См. также *Конгломерат*.

АГГЛОМЕРАЦИЯ, агломерирование, в горной промышленности окускование, получение из рыхлых, мелких песчанистых руд, непригодных для переплавки, кускового материала путем прессования, *брикетирования* (см.) или прокаливания, при чем кусковой материал получается вследствие спекания или действия хим. реакций, вызываемых прокаливанием. См. *Обжиг руд*.

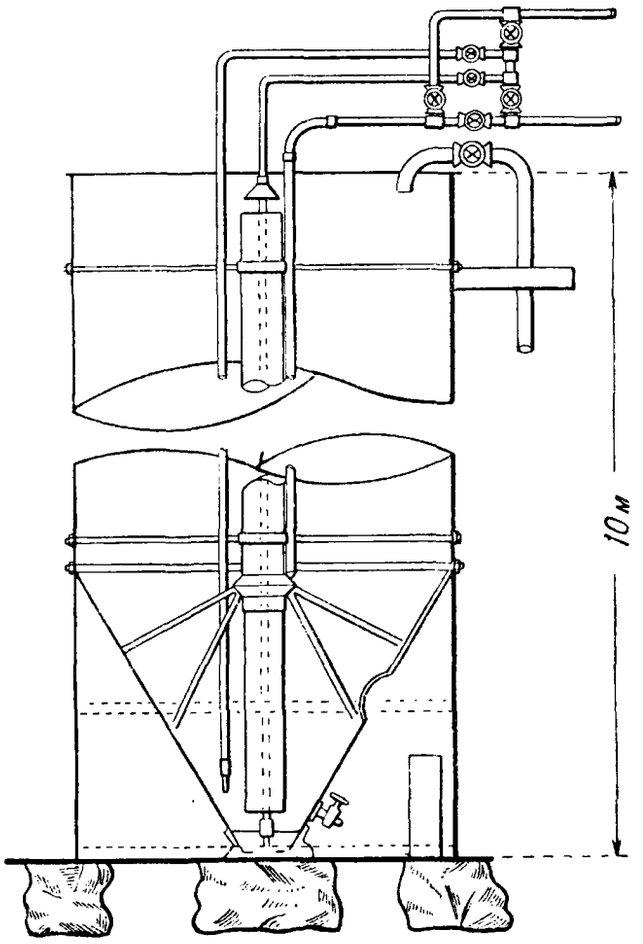
АГГРЕГАТ, в машиностроении ряд механически сопряженных машин-генераторов или машин-орудий или тех и других

между собою, напр. двигатель в соединении с насосом, турбогенератор, пародинамо и т. п., а вообще А. называют совокупность тел, объединенных каким-либо общим признаком (в геологии, минералогии).

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА, состояния вещества, различающиеся по существу физич. свойств в зависимости от условий $t°$ и давления. Обыкновенно различают 3 состояния: 1) твердое, характеризующееся определенным объемом и формой, для нарушения которых требуется значительное механическое усилие (переход за предел упругости); 2) жидкое, характеризующееся определенным объемом в силу поверхностного натяжения, обусловленного молекулярным сцеплением, и отсутствием определенной формы, которая для жидкости находится в зависимости от заполняемого ею сосуда, и 3) газообразное, характеризующееся возможностью безграничного расширения и любого изменения формы в силу беспорядочного теплового движения молекул. При переходе вещества из одного состояния в другое в направлении: твердое → жидкое → газообразное происходит поглощение энергии; при обратном переходе наблюдается выделение такого же количества энергии. Указанное разделение А. с. в. недостаточно строго, т. к., с одной стороны, нек-рые твердые тела обладают значительной текучестью (вар) и с другой—жидкости в некоторых условиях (при погружении в среду равной плотности, при несмачивании, в сфероидальном состоянии) имеют свою форму, а иногда и кристаллическую структуру (см. *Жидкие кристаллы*). В газообразном А. с. в. необходимо различать пар от газа, т. к. пар возможен лишь при $t°$ ниже критической. Если при $t°$ выше критической мы будем сжимать газ, то, при значительной своей плотности, газ (напр. водород при 12 000 *atm* в опытах Бриджмена) все же не перейдет в жидкое состояние Поэтому правильнее было бы различать два состояния: 1) кристаллическое, которое характеризуется определенным относительным расположением атомов в пространстве и которое может быть обнаружено интерференцией X-лучей по способу Брагга (отражение от кристаллических плоскостей) или Дебая (прохождение X-лучей через кристалл), и 2) аморфное. В кристаллах атомы закреплены в определенных точках (узлы кристаллической решетки), около которых они могут совершать лишь небольшие колебания. Аморфное состояние характеризуется неправильным, беспорядочным расположением атомов и молекул в пространстве. Газы и пары типично аморфны, жидкости в редких случаях кристалличны. Твердость б. ч. обусловлена наличием хотя бы слабо развитых центров кристаллизации. Твердые тела м. б. аморфны (плавленый кварц — кварцевое стекло) и кристалличны (горный хрусталь). Аморфное состояние почти всегда изотропно, т.е. различные свойства его (электропроводность, теплопроводность, показатель преломления) по всем направлениям одинаковы; кристаллическое состояние — анизотропно. Переход из аморфного состояния в кристаллическое и обратно—прерывистый, но иногда может казаться непрерывным и постепенным (в случае перехода через стеклообразное или студневое состояние). Так, например, ортоклаз перестает быть кристалличным (что заметно в поляризованном свете) при 1 180°, когда он плавится, но стекло его еще столь вязко, что атомы не сдвигаются с занимаемых ими мест; поэтому поглощение скрытой теплоты плавления идет в значительном температурном интервале и, следовательно, мало заметно. Значение этого свойства ортоклаза при его применении в фарфоровом производстве очень велико.

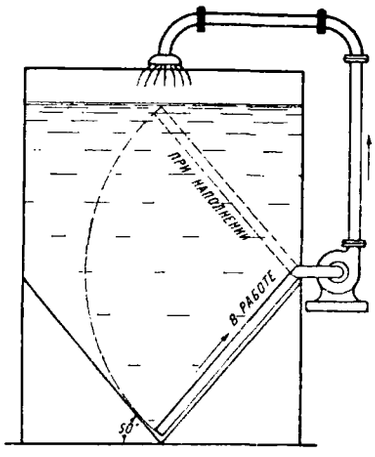
АГЕНТЫ-МИНЕРАЛИЗАТОРЫ, присутствующие в магме при ее застывании летучие вещества, представляющие собою соединения бора, фтора, хлора, фосфора, серы, углерода, мышьяка, теллура, селена и др. редких элементов, а также и паров воды. Действие их частью физическое, частью химическое. В значительной мере они действуют как катализаторы и содействуют обогащению пород определенными минералами при кристаллизации магмы. Т. о. застывающая магма при действии этих летучих минерализаторов выделяет главные элементы изверженных пород в виде минералов: кварца, полевых шпатов, роговой обманки, авгита, мусковита, биотита и т. п.

АГИТАТОРЫ, аппараты, в которых производится механич. перемешивание (агитация) растворов с обрабатываемым материалом (обычно — измельченной рудой) в целях усиления и ускорения выщелачивания металлов [в *цианистом процессе* (см.),



Фиг. 1. Чан для взмучивания шлама.

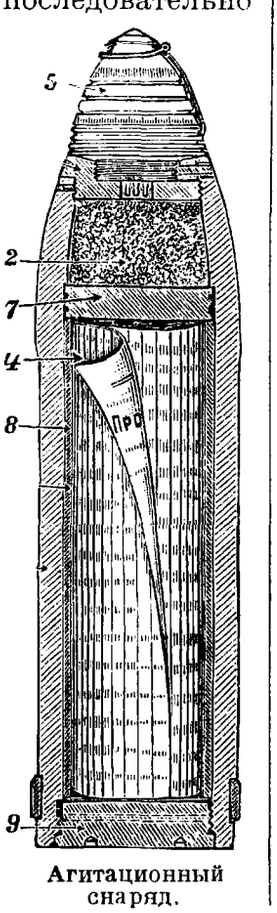
при растворении золота и в других гидрометаллургических процессах, при производстве медного купороса и др.]. Перемешивание достигается сжатым воздухом, механически движущимися лопастями, комбинацией обоих способов или, наконец, с помощью центробежного насоса, энергично перекачивающего названную взмученную смесь. Наиболее распространенным типом пневматических А. служит чан Пахука или Броуна (Pachuca, Brown), позволяющий иметь $\frac{\text{жидкое}}{\text{твердое}} = 1{,}5$. Этот чан имеет вид высокого цилиндра, снабженного коническим днищем (фиг. 1); по середине чана проходит труба, немного не доходящая до верхнего его края; в нижний конец этой трубы входит трубка, проводящая сжатый воздух; под влиянием входящей струи воздуха материал, находящийся в трубе, увлекается вверх, так что описываемое устройство действует подобно *аэролифту* (см.). Снизу в трубу входит рудная муть, подлежащая перемешиванию с раствором. Таким устройством достигается постоянная циркуляция рудной мути во время процесса выщелачивания, при чем стоимость обработки значительно ниже, чем при механич. мешалках. Сообщая несколько таких чанов между собой, можно достигнуть вполне непрерывной агитации, при которой обрабатываемый материал последовательно пройдет через все аппараты. А. этого рода строятся иногда значительной высоты (10 *м* и более). Действие механич. А. с применением насоса показано на фиг. 2. Из комбинированных А. большое распространение имеет А. системы Дорра, в котором грабли, движущиеся по слабо коническому днищу невысокого чана, подгребают материал к центральной трубе, действующей, как и в А. системы Пахука.



Фиг. 2. Агитация с помощью центробеж. насоса.

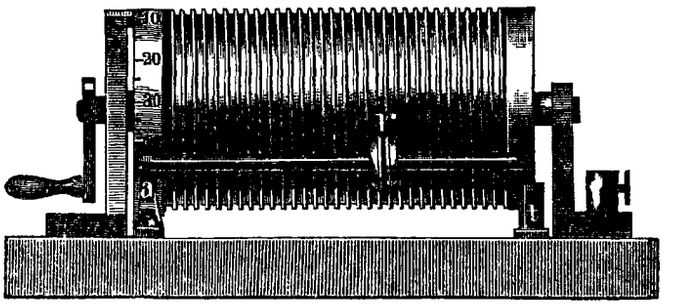
Лит.: Мостович В. Я., Обработка золотосодержащих руд. Цианирование, Томск, 1923. **Б. Рольщиков.**

АГИТАЦИОННЫЙ СНАРЯД предназначен для распространения агитационной литературы среди войск противника, при помощи выстрела из орудия. Снаряд не имеет целью наносить поражение противнику осколками, поэтому сконструирован так, чтобы давать наименьшее число осколков и частей, к-рыми можно было бы наносить поранения людям. Литература, туго свернутая в валик, покрывается двумя полуцилиндрами *8* и вставляется через донную часть снаряда (см. фиг.); литературы помещается 1,0 — 1,4 *кг*. После выстрела, во время полета снаряда, на определенной высоте огонь из дистанционной трубки *5* передается в пороховую камору, где происходит взрыв вышибного заряда *2*; образовавшиеся газы давят на диафрагму *7* и вышибают снаряжение снаряда вместе с дном *9*, срываемым с нарезки давлением полуцилиндров *8*. Выброшенная назад литература *4* разворачивается в воздухе в виде облака поперечником в 25—60 *м* и, вращаясь по инерции, разлетается отдельными листами, относимыми по направлению ветра. После падения листки занимают на земле узкую полосу по направлению ветра, длиной 300—600 *м*.



Агитационный снаряд.

АГОМЕТР, вид реостата — прибор, служащий для плавного изменения силы электрич. тока при помощи введения в цепь сопротивления; представляет собою барабан


Агометр.

из изолятора, на который навита проволока. Ток подводится к концу проволоки и к контакту (подвижное колесо, передвигающееся вдоль прибора). Часть проволоки между концом ее и контактом определяет величину сопротивления.

АГОНИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ, линия, соединяющая на картах изогон (линий равного склонения магнитной стрелки) места с магнитным склонением, равным 0°.

АГОЦЕМЕНТ представляет собою раствор целлулоида в ацетоне, обладает склеивающей способностью, водонепроницаем, употребляется как сапожный клей.

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, см. *Почва*.

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ХИМИЯ изучает гл. обр. вопросы азотного и минерального питания с.-х. растений с целью повышения урожая и улучшения продукции. Так. обр. А. х. исследует состав с.-х. растений, почвы, удобрений и процессы взаимного влияния почвы, с.-х. растений и удобрений. Равным образом она изучает процессы приготовления удобрений и вещества, употребляемые для борьбы с вредителями, а также разрабатывает методы хим. анализа агрономических объектов: почвы, растений и продуктов, из них получаемых, и пр. (см. *Агрономический анализ*). Особенно важное значение имеют микробиологические процессы почвы. В этой области А. х. соприкасается с почвоведением и общим земледелием. С другой стороны, А. х. опирается на физиологию растений и с ней соприкасается, поскольку А. х. занимается изучением

процессов, происходящих при прорастании, питании, созревании семян и пр., и пользуется методами водных, песчаных и почвенных культур. Из истории А. х. видно, что объединение указанных выше отраслей знания сложилось благоприятно для агрономии и обогатило основные науки: химию, физиологию растений и микробиологию. Итак, при своих исследованиях агрономы-химики, пользуясь гл. обр. хим. методами, из которых в последнее время особенно широко применяются физико-химические, в то же время должны владеть методикой искусственных культур и бактериологическими методами исследования. Вследствие сложности и многообразия задач А. х., некоторые группы вопросов, входивших ранее в А. х., выделились в самостоятельные дисциплины. Это относится к химии, изучающей химический состав растений, главным образом с.-х. и технических, а также к биологической химии и биологической физике, изучающим процессы живой клетки. Подобным образом стали самостоятельными науками: почвенная и вообще сельско-хозяйств. микробиология; энзимология. или химия энзимов, объединяющая учение о ферментах, играющих громадную роль в биологии и технике, особенно в сельско-хозяйственной технологии; коллоидная химия (иногда называемая так же капиллярной химией)—учение об особом состоянии материи, имеющем громадное значение для жизни организмов и играющем важную роль в почвенных процессах.

Лит.: Либих Ю., Химия в приложении к земледелию и физиологии растений, пер. с нем., 2 ч., СПБ., 1864; Густавсон Г. Г., Двадцать лекций агрономич. химии. Курс, чит. в Петровской земледельч. академии, изд. 2, М., 1889; Прянишников Д. Н., Агрономическая химия (избранные главы). Учение об удобрении, 5 изд., Берлин, 1922; Прянишников Д. Н., Химия растений. Вып. 1 — Углеводы и нек-рые сопутств. им вещества, М., 1907; Демьянов Н. Я. и Прянишников Н. Д., Жиры. Химия и анализ, Москва, 1924; Dehérain P., Traité de chimie agricole, 2 éd., Paris, 1902; Mayer A., Lehrbuch der Agrikulturchemie in Vorlesungen, 4 B-de, Heidelberg, 1905—08. **Н. Демьянов.**

АГРОНОМИЧЕСКИЕ РУДЫ, минеральные ископаемые, необходимые для удовлетворения потребностей сел. хозяйства (гл. обр. для изготовления удобрений), к-рые можно добывать в достаточном количестве и с выгодой для земледелия. К «основным» А. р. относятся: фосфатовые, калийные, азотные, известковые и содержащие серу руды. К «добавочным» А. р. относятся: медный купорос, хлористый барий, мышьяковистые соединения меди и другие минеральные продукты, к-рые необходимы в агрономии для предупреждения заболеваний растений или лечения уже заболевших. В СССР имеются залежи *фосфоритов* (см.), *калийных солей* (см.), *известняков* (см.). Азотных А. р. у нас не обнаружено, если не считать обширных запасов *торфа* (см.). Кроме этого встречаются *серный колчедан* (см.), *гипс* (см.) и *поваренная соль* (см.). Подготовка агрономов, всесторонне знакомых с А. р., должна способствовать значительному увеличению интереса к минеральному удобрению и повышению спроса на него со стороны широких земледельческих масс.

АГРОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, анализ: 1) растительных веществ, 2) животных продуктов, 3) почвы и удобрений, 4) воды и воздуха. А. а. обслуживает опытные с.-х. станции и лаборатории при выработке научных оснований животноводства и растениеводства, контролирует с.-х. производство и переработку продуктов сел. хозяйства. Каждый отдел А. а. имеет ряд отдельных методов определения.

I. По анализу растительных веществ: 1) определение гигроскопической влажности, 2) золы, 3) «сырого» жира, 4) «нечистой» клетчатки, 5) чистой клетчатки и сопутствующих ей лигнина и кутина, 6) пентозанов, 7) крахмала, 8) общего количества безазотных экстрактивных веществ, 9) растворимых углеводов, 10) тростникового сахара, 11) общего количества азота, 12) белковых веществ — по содержанию белкового азота, 13) азота небелковых веществ: а) свободного аммиака, б) амидов кислот (аспарагина и глютамина), в) аминокислот, 14) нитратного азота. Кроме того, определяются иногда органические вещества растений, а также все минеральные составные части золы растительных веществ.

II. По анализу животных продуктов, как, напр., мяса, рыбы, и пр.; отличие заключается гл. обр. в способах подготовки вещества к анализу и предохранения его от действия микроорганизмов. Соответственно иному химическому составу выпадают одни определения и заменяются другими.

III. По анализу почв. А) Методы валового анализа почвы: 1) определение гигроскопической влаги, 2) общего содержания минеральных веществ, 3) углекислоты, 4) карбонатов, 5) перегноя, 6) азота, 7) химически связанной воды, 8) различные валовые определения минеральной части почвы после разложения почвы фтористоводородной кислотой или сплавлением с углекислыми щелочами. Б) Анализ солянокислой вытяжки. В) Анализ водной вытяжки. Из применяющихся методов, кроме общих приемов весового и объемного анализа, следует отметить возможность применения колориметрических (цветовых) методов. Отличаясь меньшею точностью, чем весовые и объемные методы, колориметрические методы применяются в случаях весьма малого содержания определяемых веществ и оказываются подчас единственными и незаменимыми методами. Особое место занимают методы механического анализа почв.

IV. По анализу удобрений. Детально разработаны методы анализа: 1) фосфорнокислых удобрений, 2) азотных, 3) калийных и 4) известковых.

Лит.: Демьянов Н. Я., Общие приемы анализа растительных веществ, М., 1922; Гедройц К. К., Хим. анализ почв, П., 1923; Егоров М. А., Агрономический анализ, ч. 1 и 2, М., 1925; Виноградов В. И., С.-х. анализ, ч. I—Анализ почв, М., 1923; Егоров И. В., Виноградов В. И. и Виноградов А. В., С.-х. анализ. Удобрения, М., 1924; König J., Die Untersuchung landwirtschaftlichwichtiger Stoffe, B., 1923. **В. Чехович.**

АГРОНОМИЯ, в буквальн. смысле значит наука о законах полеводства. В настоящее

время под А. разумеют науку о сел.-хоз. производстве во всем его объеме. Сел. хозяйство — самое сложное из всех производств; оно потребляет элементы земного происхождения лишь поскольку они необходимы для использования факторов космических; его орудия производства, растения и животные, являются в то же время и продуктами производства. Смысл производства заключается в преобразовании кинетической энергии солнечного луча в скрытую концентрированную, потенциальную энергию органического вещества. В развитии А. можно отметить несколько периодов. Первый период — древней истории, оставивший после себя лишь собрание добытых эмпирическим путем рецептов по обработке полей и воспитанию домашних животных. Второй период охватывает длинный ряд веков до начала прошлого столетия. По существу он не отличается от предыдущего, и в литературе А. мы встречаем не более, как пересказ старых рецептов. В третьем периоде развития А. внимание исследователей сосредоточивается на вопросе о восстановлении плодородия почвы, как на центральном вопросе сельского хозяйства. Но изучение вопроса могло при современном состоянии развития науки привести только к установлению принципов зольного и азотного питания растений и позволило Ю. Либиху частично формулировать один из основных законов земледелия, т. н. закон минимума по отношению к питательным веществам растений, и положить начало учению об удобрении. Приблизительно в то же время обособляются в отдельную научную систему и вопросы *с.-х. экономии* (см.). Четвертый период развития А.— период накопления нового фактического материала, под новым углом зрения, установленным работами Л. Пастера, Ч. Дарвина, Г. Лайеля и Т. Шлёзинга. После накопления достаточного фактического материала наступает пятый период — перестройки всего здания А. Работы Э. Вольни, Е. Рислера и К. А. Тимирязева выявили основные закономерности, регулирующие производство. Под влиянием обновленной геологии В. В. Докучаев и Н. М. Сибирцев создали новую национальную русскую науку *почвоведение* (см.), и под натиском научного анализа П. А. Костычева разрешается основная проблема А. — восстановление плодородия почвы. Наконец, гениальный организаторский ум В. И. Ленина вновь сливает в одно неразрывное целое всю А., подведя под ее естественнонаучные основы прочный социально-экономический фундамент, и в Октябре ставит всю систему новой А. на грандиозную материальную базу одной шестой части всей поверхности земной суши.

Все, без всякого исключения, проявления жизнедеятельности человека, как организма, а следовательно, и все проявления жизнедеятельности человечества в целом, требуют непрерывной затраты *энергии* (см.). Источником энергии в человеческом организме является беспрерывное разрушение в нем органического вещества посредством сжигания его при помощи дыхания. То же органическое вещество является и единственным доступным организму человека источником материальных элементов — его пищей. Задачей сел. хозяйства является доставка человечеству источника энергии — органического вещества. Органическое вещество, как источник энергии и пищи, м. б. создано исключительно зелеными растениями. Поэтому ясно, что все потребности растений, создающих органическое вещество, должны быть удовлетворены в первую очередь. Это группа первичных факторов сел. хозяйства, факторов природных. Но, кроме того, в производстве участвует человек, и все элементы, связанные с этим участием и с распределением продуктов сельского хозяйства между всеми членами общества, представляют группу вторичных — социально-экономических факторов. Нужно иметь в виду, что почти все продукты сельского хозяйства, за немногими исключениями, не могут быть непосредственно использованы человеком, а должны быть предварительно переработаны обрабатывающей промышленностью, для большинства отраслей которой они играют роль сырья.

В А. мы рассматриваем органическое вещество как группу простых минеральных соединений, сдерживаемых в форме сложного комплекса запасом потенциальной энергии хим. сродства. Эта энергия при разрушении органического вещества, т. е. при его расщеплении на простые минеральные соединения, выделяется в виде т. н. кинетической энергии. Из сказанного вытекает, что зеленому растению для создания органического вещества необходим приток как простых минеральных соединений, так и той энергии, которая сдерживает эти последние в форме сложного комплекса органического вещества. Растению нужны материя и энергия. Химия, изучающая свойства материи, физика, изучающая свойства энергии, геология и метеорология, изучающие природные источники материи и энергии,— представляют основные науки, на к-рых зиждется А. Количественное изучение, существенный признак науки, показывает, что как энергия, так и материя, нужные для построения органического вещества, распределены на земной поверхности в очень скудных количествах. Энергия беспрерывно освобождается при распаде органического вещества и рассеивается в междупланетном пространстве; на место потерянной беспрерывно притекает новое количество лучистой энергии в виде солнечных лучей. Не так обстоит дело с материей. Главные элементы, образующие органическое вещество, — *углерод* (см.), *азот* (см.), *фосфор* (см.) — представляют в сущности редкие элементы. Их количество измеряется всего десятыми долями процента от веса земной коры. Поэтому зеленые растения очень скоро связали бы все необходимые им минеральные элементы в форме органического вещества, непригодного для питания культурных зеленых растений. Единственный способ придать ограниченному количеству свойство бесконечного — это заставить его вращаться по замкнутой кривой, и природа широко

применяет этот способ. Зеленые растения создают органическое вещество, незеленые организмы разрушают его; из минеральных соединений, полученных от распада органического вещества, новые зеленые растения строят новое органическое вещество, и так без конца. Но при разрушении органического вещества его элементы переходят в минеральные соединения, растворимые в воде, и, становясь доступными для растений (ибо растения могут питаться только соединениями, растворенными в воде), они увлекаются в геологический круговорот воды. Вода, испаряясь из океана, сгущается в облака, дождем падает на сушу и, растворяя по пути все способное раствориться, вновь через ручьи и реки возвращается в океан, унося в него все ею растворенное. Попав в пучины океана, питательные вещества усваиваются морскими организмами, после смерти которых с их трупами падают на дно океана и погребаются там на миллионы лет в морских осадках, что равносильно потере их навсегда для современных наземных организмов. Отсюда вытекает важнейшая задача сел. хозяйства, имеющая целью обеспечить возможно надолго процветание человечества: вырвать питательные вещества растений из стихийного геологического круговорота и заставить их беспрерывно вращаться в биологическом — культурном сел.-хоз. круговороте. Древние цивилизации Ассирии, Ниневии, Вавилона, Монголии, Египта, Рима, Мексики погибли потому, что они выкинули в море единственное реальное богатство народа — питательные элементы растений, а следовательно и свою пищу. И если мы, СССР, не изменим нашей системы земледелия, наследия старого режима, нас неизбежно постигнет та же участь, ибо ежегодно миллиарды народного богатства уносятся в океаны, а это богатство не неисчерпаемо.

Биологический круговорот веществ на земной поверхности осуществляется путем гармонического сочетания двух основных процессов — создания и разрушения органического вещества. Первый процесс представляет основную задачу производства; второй, возвращающий в производство элементы пищи растений, тоже подлежит контролю производства. Кроме того второй процесс дает возможность использовать ту часть органического вещества, созидаемого зелеными растениями, к-рая не служит непосредственно пищей человеку, напр. солому, мякину, ботву, траву и др. т. н. нерыночные продукты. При разрушении этих веществ животными (незелеными организмами) получается новое органическое вещество — мясо, жир, молоко, кожа, шерсть и пр., потребляемые человеком, и ценные элементы зольной пищи растений вновь возвращаются в почву в навозе. Последний окончательно разрушается несметными количествами населяющих почву незеленых растений—бактериями и низшими грибами. Те же организмы разрушают в почве пожнивные остатки. Они переводят зольные питательные вещества навоза и пожнивных остатков в органическое вещество своих тел с тем, чтобы, отмирая и разлагаясь, передать эти ценные вещества вновь зеленым растениям. Т. о. осуществляется и завершается биологический круговорот веществ, и весь смысл ухода за почвой заключается в беспрерывном поддержании в ней условий существования как зеленых растений, так и незеленых организмов. Этот уход за почвой осуществляется путем ежегодной обработки, обеспечивающей наличие в ней запасов воды и воздуха, необходимых для всего ее населения. Ту же цель преследуют более редко повторяемые приемы *удобрения* (см.) и паровой обработки. Забота о почве завершается применением той или иной системы восстановления плодородия почвы, или т. н. системы земледелия.

В состав А. входит изучение природных групп зеленых растений, т. н. растительных формаций и сообществ. А. охватывает также изучение культурных растений в отношении требований к питательным веществам, воде и к энергетическим факторам — метеорологическим условиям. Наконец, заключительным звеном всей технической, или агрикультурной, стороны А. является разработка процесса придания продуктам сел. хозяйства рыночных или потребительных свойств, однородных для каждого вида сырья, — их с т а н д а р т и з а ц и я — и придания им устойчивости при хранении и перевозке. Это достигается или путем применения приемов с.-х. механической технологии, или путем обработки первичного сырья, напр. льняной соломы, винограда, картофеля, травы, при посредстве деятельности незеленых организмов и обращения их в кудель, вино, спирт, сыр, мясо и т. п., другими словами — при помощи с.-х. технических производств, неразрывно связанных с основным производством громоздкостью первичного сырья и необходимостью возвращения своих отбросов почве.

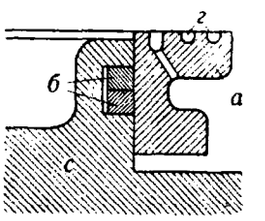
Природные, или первичные, факторы сел. хозяйства, рассмотренные выше, характеризуют его как проявление природного комплекса биологических процессов, совершающихся на поверхности земли. Этот комплекс можно коротко характеризовать как борьбу за жизнь живых элементов природы с ее мертвыми процессами, беспрерывно стремящимися похоронить биологически важные элементы на дне океанов. Но как только мы начинаем смотреть на сел. хозяйство с точки зрения производства, мы неминуемо должны внести в комплекс наук, изучающих создание органического вещества и его преобразование и разрушение на земной поверхности, и ту группу дисциплин, которая изучает вторичные или социально-экономические факторы сел. хозяйства, ибо только они придают ему существенный признак производства и без них А. не отличалась бы по существу от биологии. Изучение социально-экономических факторов базируется на двух основных науках: научном социализме и теоретической или так наз. политической экономии. Основными элементами социально-экономической стороны сел.-хоз. производства являются земля, продукт и труд. Характер сочетания этих трех элементов определяется стихийными причинами, и его приходится изучать независимо от

соответствующих элементов других производств в самостоятельной науке—сельско-хозяйственной экономии. Земля входит в круг изучения не как орудие производства, а как территория производства, по к-рой должны быть закономерно распределены орудия производства, растения и животные и к-рая также закономерно д. б. насыщена трудом. Рассеянность притока стихийного фактора — лучистой энергии — и наличие закона земледелия, называемого законом оптимума или законом наивыгоднейших соотношений, исключают возможность территориальной концентрации с.-х. промышленности и выдвигают роль транспорта и распределения продуктов. Из совокупности этих элементов создается широкое поле научного исследования вопросов землепользования, землеустройства и организации территории—как вопросов координирования распределения материальных факторов жизни растения с притоком энергии для получения гармонического хозяйственного комплекса. В неразрывной связи с территорией и ее свойствами стоят свойства продукта сел. хозяйства, к-рый является одновременно и орудием производства в сел. хозяйстве, и основным источником энергии производства — труда, и незаменимым и единственным источником энергии, а следовательно и жизни всего человечества, и поэтому всегда служил главной базой классового расслоения общества. Очевидно, что распределение продукта такого порядка представляет вопрос первостепенной важности в народном хозяйстве и требует во что бы то ни стало регулирования и контроля. Наконец, условия труда в сел. хозяйстве отличны от тех же условий в других отраслях промышленности своей сезонностью и зависимостью от метеорологических условий. Эти особенности вносят чрезвычайные осложнения в вопросы организации труда, сплетают их в тесный комплекс с организацией первичной переработки сырья и вместе с тем в корне разрушают установившийся взгляд на идиллическую обстановку сельского труда, выдвигая сложнейшие вопросы этой еще непочатой области. Наконец, неизбежность распыленности с.-х. производства приводит к неизбежному изучению основных элементов правильной организации колоссального производства в общереспубликанском масштабе, к обобществлению труда, концентрации распределения и обмена продуктами, коллективизации землепользования и комбинации первичной обработки продуктов. Только закономерная координация всех этих элементов может привести к гармонически законченной организации всего национального производства.

Лит.: Фортунатов А. Ф., Агрономия, «Энциклопедия сел. х-ва», т. 1, изд. Девриена, СПБ., 1900; Прянишников Д. Н., К истории развития современных воззрений в агрономии, Отчет Петровской с.-х. академии, М., 1906; Кирсанов А. Т., Натуралистические признаки сел. х-ва, Записки Белорусского гос. ин-та с. х., Минск, 1924; Виноградов В. Н., Сел.-хоз. анализ, ч. 1—Анализ почв, М., 1923; Прянишников Д. Н., Учение об удобрении, Берлин,, 1922. **В. Вильямс.**

АГРУМОВЫЕ МАСЛА, групповое название эфирных масел из плодов различных видов Citrus: лимонное, померанцевое, бергамотное, апельсинное и др. Получаются А. выжиманием (вручную или прессами) корок перечисленных плодов. По гл. району производства А. м. называются еще мессинскими.

АДАМСА ЗОЛОТНИК, плоский разгруженный золотник (см. фиг.). Кольцо *а* прижато к разгрузочному зеркалу спиральными пружинами по типу золотника Боррисса. Пружины *б*, помещенные в золотнике *с*, и канавки *г* кольца не пропускают пар. Существуют видоизменения, отличающиеся количеством пружин и формой кольца. А. з. отличается длительной работой без ремонта, отсутствием пропусков пара, легкой пригонкой, прочностью колец. Недостаток—овальная сработка колец. Применяются у паровозов.



Золотник Адамса.

Лит.: Карташев Н. И., Паровозные распределительные механизмы, СПБ., 1914.

АДАМСОНА МАШИНА, см. *Испытание материалов*.

АДАНСОНИЯ, волокнистый материал, получаемый из луба растущего в Африке тропического дерева Adansonia digitata (баобаб). Экспортируемый луб содержит целлулозы 49,35—58,82%. Применяется в З. Европе для производства бумаги. Волокна А. обладают значительной крепостью и похожи на волокна джута и маниллы.

АДАПТАЦИЯ ГЛАЗА, см. *Глаз*.

АДАПТЕР, добавочное к фотографической камере приспособление, к-рое дает возможность пользоваться пластинками и пленками, имеющими размеры, не соответствующие основной конструкции камеры.

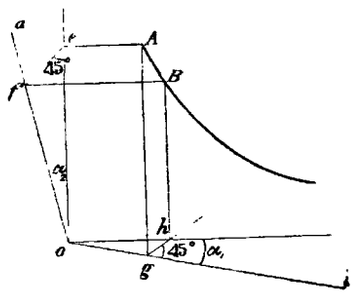
АДДИТИВНАЯ ПОСТОЯННАЯ, постоянная, учитываемая при измерениях расстояний от места наблюдателя до точки наблюдения с помощью *дальномера* (см.). В ф-ле $D = kL + a$; k и a—аддитивные постоянные прибора: k — коэффициент пропорциональности (постоянный множитель) и a — постоянная, зависящая от оптических свойств трубы прибора. Для дальномеров различной конструкции А. п. различны.

АДДИТИВНЫЕ СВОЙСТВА, те свойства сложного вещества, числовое значение которых может быть получено суммированием числовых значений свойств отдельных составляющих частей этого сложного вещества или вычислено по правилу смешения. Примеры: 1) масса хим. соединения аддитивна, т. к. она всегда равна сумме масс, образующих соединение элементов; 2) уд. объем (объем 1 *г*) смеси двух жидкостей аддитивен, если сумма смешиваемых объемов равна объему смеси. Действительно, если обозначить через v_1, m_1 и V_1 уд. объем, массу и объем первой жидкости и соответственно через v_2, m_2 и V_2 те же данные для второй жидкости, то после смешения объем V смеси будет: $V = V_1 + V_2$, и масса смеси m будет равна сумме масс компонентов: $m = m_1 + m_2$. По определению $V_1 = m_1 v_1$; $V_2 = m_2 v_2$; $V = (m_1 + m_2) v$, откуда $(m_1 + m_2) v = m_1 v_1 + m_2 v_2$, или $v = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2}{m_1 + m_2} v_2$;

т. о. уд. объем смеси получен по правилу смешения из удел. объемов компонентов. Полная аддитивность никогда не наблюдается, но практически, для технич. расчетов можно ею пользоваться в тех случаях, когда нет ясно выраженного хим. взаимодействия между исходными веществами. Для большого числа свойств аддитивность осуществляется с значительной степенью точности. К таким свойствам относятся: масса, молекулярная теплоемкость, молекулярная рефракция, молекулярное вращение; для смесей и сплавов — удельный объем; для растворов солей — электропроводность и поглощение света, но не теплоемкость и не упругость пара растворов.

АДЕРА ТЕЛЕФОН, см. *Телефон.*

АДИАБАТА, кривая, закон изменения которой выражается уравнением Пуассона $pv^k = p_1v_1^k$ (см. *Адиабатический процесс*). По способу Брауэра А. строится следующим образом. Через начало координат проводят прямую *ob* под углом α_1 к оси абсцисс и прямую *oa* под углом α_2 к оси ординат. Эти углы связаны условием $(1 + \mathrm{tg}\alpha_1)^k = 1 + \mathrm{tg}\alpha_2$. Для построения А. удобно брать $\alpha_1 = 18°25'$ и $\alpha_2 = 26°30'$. Тогда $\mathrm{tg}\,\alpha_1 = \frac{1}{3}$ и $\mathrm{tg}\alpha_2 = \frac{1}{2}$. Проведя через точку *A* адиабаты прямые *Ae* и *Ag*, перпендикулярные к осям координат, и *ef* и *hg*, наклонные к ним под углом 45°, до пересечения с соответствующими сторонами углов α_1 и α_2, найдем другую точку адиабаты *B* в точке пересечения линий *fB* и *hB*, перпендикулярных к осям координат.



АДИАБАТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, обратимый процесс, при к-ром одновременное изменение объема и давления газа или жидкости, совершенно изолированных в тепловом отношении от внешних тел, происходит без теплообмена. Т. к. величина *энтропии* (см.) остается при этом неизменной, то А. п. называется также изэнтропическим процессом. Если тело, находясь под давлением p_1, занимает объем v_1, а под давлением p — объем v, то, на основании законов термодинамики, изменение состояния для газов, следующих законам Бойль-Мариотта — Гей-Люссака, выражается ур-ием $pv^k = p_1v_1^k = \mathrm{Const}$. Это ур-ие называется также ур-ием Пуассона. В нем показатель степени $k = c_p : c_v$ есть отношение теплоемкости c_p при постоянном давлении к теплоемкости c_v при постоянном объеме. Для воздуха и других трудно сжижаемых (сгущаемых в жидкость) газов — как, напр., N, O, H, CO — это соотношение, на основании опытов, равно 1,41. Для насыщенных водяных паров то же самое ур-ие применяют в качестве приближенной формулы, принимая по Цейнеру показатель степени k равным $1{,}035 + 0{,}1\,x_1$, где x_1 означает первоначальную пропорцию пара в смеси (пара с жидкостью). Ф-ла пригодна только в пределах от $x_1 = 1$ до $x_1 = 0{,}7$. Та же ф-ла, в обычных пределах p и v, с известным приближением допускается также и для перегретого водяного пара; в этом случае обыкновенно принимают $k = 4/3$ (см. *Пар*). В действительности А. п. редко протекают вполне точно; обычно, однако, делают это допущение, пренебрегая при этом потерями тепла от теплопроводности. Если рассматриваемое тело расширяется под давлением, то оно теряет некоторую часть теплоты, т. к. работа, расходуемая на преодоление внешнего давления (см. *Внешняя работа*), происходит лишь за счет уменьшения энергии тела. Наоборот, с адиабатическим сжатием тела связано приобретение телом теплоты, т. к. затрачиваемая на сжатие работа внешнего давления превращается при этом в теплоту тела. Кальете использовал охлаждение при адиабатическом расширении, в связи с применением сильных давлений, с целью достигнуть сжижения (сгущения в жидкость) атмосферного воздуха и других трудно сжижаемых газов. По его же методу была достигнута низшая из всех известных температур, а именно—в машине типа Линде (см. *Холодильные машины*). А. п. имеет также немаловажное значение в тепловых двигателях и в метеорологии.

Лит.: Брандт А. А., Основания термодинамики, ч. 1 — Основные законы, СПБ., 1905. **Т. Молодый.**

АДЛЕР (Adler-Seide), искусственный шелк, приготовляемый по медно-аммиачному способу германской фирмой I. P. Bamberg в Бармене. Отличается исключительной тониной волокна (по А. Герцогу, до 7μ), круглотой сечения, нежностью. Употребляется для тонких шелковых тканей. См. *Шелк искусственный.*

Лит.: Reinthaler Fr., Die Kunstseide und andere Seidenglänzende Fasern, B., 1926.

АДМИНИСТРАТИВНАЯ ТЕХНИКА, одна из ветвей *научной организации труда* (см.), имеющая своей задачей установить, на основе организации и систематизации опыта управленческой (административной) деятельности, пути, способы и приемы наиболее рационального администрирования. А. т. обнимает вопросы: техники документации, *учета* (см.), *планирования* (см.), структуры и распределения функций, распорядительства, инструктирования, *контроля* (см.) и инспектирования, подбора и квалификации сотрудников, нормирования и нагрузки аппарата и техники службы рационализации аппарата. А. т. применяет ряд специальных машин (пишущих, печатающих, счетных учетно-аналитических), карточные системы как в делопроизводстве и в управлении личным составом, так и в области планирования и учета (напр. бухгалтерия на «свободных» листах). Развитие А. т. тесно связано с развитием административной деятельности, общественное значение которой непрерывно растет в связи с развитием и усложнением общественных форм. Наряду с непосредственными производителями, появляются лица, несущие функцию администрирования (управления), которое «устанавливает гармонию между индивидуальными деятельностями и выполняет функции, вытекающие из движения всего

производственного тела в отличие от движения его самостоятельных органов» (Маркс). При капиталистическом способе производства административная функция играет в учреждениях и в предприятиях чрезвычайно важную роль. «Как армия нуждается в иерархии военных командиров, точно также для массы рабочих, объединенных совместным трудом под командой одного и того же капитала, нужны промышленные обер-офицеры (управляющие, managers) и унтер-офицеры (мастера, foremen, overlookers, contremaîtres), распоряжающиеся во время процесса труда от имени капитала» (Маркс, «Капитал», т. I, стр. 321, ГИЗ., М., 1920 г.). В современном капиталистическом обществе на Западе и в Америке в административных аппаратах находятся чрезвычайно большие контингенты работников. В Германии, напр., в электропромышленности число служащих по отношению к рабочим составляло в 1926 г. 32,1% (против 31,13% в 1913 г.). В других отраслях германской промышленности число служащих по отношению к рабочим выражается в % след. образом:

	1913 г.	1926 г.
Обувная промышленность	7,8	9,9
Вагоностроение	7,7	12,9
Судостроение	7,5	16,9
Автопромышленность	9,9	18,2
Машиностроение	13,5	20,1

В С.-А. С. Ш. в ряде предприятий, где А. т. стоит достаточно высоко, один служащий приходится на 3—4 рабочих. При тенденциях современной техники к дальнейшей механизации производства и внутреннего транспорта, уплотнению производственных процессов, автоматизации станков и установок, управленческая деятельность в промышленных предприятиях будет все больше развиваться и приобретать все больше значения в механизме предприятий.

В СССР, где вся промышленность находится в руках государства, вопросы А. т. приобретают особое значение. Численность служащих на крупных предприятиях в промышленности СССР по отношению к рабочим выражается в следующих % по отраслям (по данным на 1/XII 1926 г.):

Металлическая	20,65
Электротехническая	26,15
Электрические станции	41,8
Текстильная	8,48
Обувно-кожевенная	17,8
Химическая	19,7
По всей промышленности	15,0

Общее число служащих, занятых в крупной промышленности СССР, вместе с младшим обслуживающим персоналом, достигает до 290 000 чел. При этом в СССР, как видно из таблицы, сказывается тот же процесс, к-рый имеет место в З. Европе. Чем крупнее промышленность, чем выше в ней органическое строение капитала, тем большим % служащих она обладает. Особое место в этом отношении занимают электрич. станции, в особенности крупные, где весь процесс производства механизирован и где рабочие превращаются в надсмотрщиков над машиной. Рационализация промышленности, поставленная как одна из основных задач хозяйственного строительства СССР, сопровождающаяся освобождением части рабочей силы на предприятиях, автоматически увеличивает % служащих по отношению к рабочим. Кроме того, рационализация, усложняя механическое оборудование предприятий, требует увеличения количества высококвалифицированных работников-служащих. А. т., рационализируя работу административных аппаратов, повышает коэффициент полезного действия производственных предприятий и их объединений. Организация планирования и учета, вводимая А. т., дает каждому административному аппарату возможности предвидения, ясность и четкость в работе, указывает на «узкие места» в производственном процессе, предупреждает излишние потери в производстве, а в итоге—значительно повышает общий кпд всей организации. Отцом А. т. необходимо признать америк. инж. Ф. Тейлора (см. *Тейлоризм*), выпустившего в 1903 г. свою знаменитую работу «Shop management», в к-рой, критикуя общераспространенную в промышленных предприятиях систему управления по военному образцу, он выдвинул, как более рациональную, систему функционального построения аппаратов управления предприятием. При этой системе, руководство в каждом данном цехе находится в руках нескольких мастеров (у Тейлора их 8), но у каждого только в определенной функциональной области. Работы Тейлора в области А. т. были развиты рядом его учеников, в первую очередь Паркгорстом, Ганттом. Если Тейлор положил начало А. т. применительно только к промышленному предприятию, то франц. инж. А. Файоль (ум. 1925 г.) известен как основатель школы экспериментального администрирования, принципы к-рой автор полагает верными по отношению как к предприятиям, так и к учреждениям (см. *Файолизм*). Для нас более приемлемой является тейлоровская инженерная установка на адм.-технич. организацию административных аппаратов. У нас в СССР оформление А. т. надо отнести к 1920—1921 гг., т. е. к тому времени, когда оформилось и все движение в области научной организации труда, представленное в дореволюционной России в весьма слабой степени. Ряд лиц и учреждений занялись учетом заграничного опыта в области А. т. и дальнейшими разработками разных вопросов А. т. Особенно усиленная разработка проблем А. т. и наиболее интенсивное внедрение в практику положений А. т. относятся к периоду последних 3 лет, когда после известных статей Ленина движение за рационализацию государственного аппарата оформилось. Значение А. т., как дисциплины, устанавливающей *стандарты* (см.) и нормали управленческого дела, упорядочивающей дело управления путем выработки определенных шаблонов администрирования (вместо обычно имеющих место в этом деле кустарничества или искусства отдельных лиц), гарантирующей усиление планового начала, важнейшего элемента социалистического строительства, т. о. возросло. В 1926 г. начал работать организованный при РКИ СССР специальный Институт техники управления, разрабатывающий исключительно вопросы А. т. Исследования по А. т. ведут непрерывно, в числе

прочих своих работ, все институты труда (Москва, Харьков, Казань). В СССР развивается в последнее время и обучение А. т. как на специальных курсах, так и внесением соответствующих дисциплин в программы школ и вузов. Вопросам А. т. посвящены специальные журналы: «Техника управления» и «Система и организация» (последний не полностью).

Лит.: Маркс К., т. I, ГИЗ, 1923; Ленин В., Собр. соч., т.т. XV, XVII, и XVIII, ч. 2, 1924—25; Тейлор Ф., Адм.-технич. организация промышл. предприятий, 3 изд., М., 1918 (перев. кн. Taylor F., Shop management, L., 1911); 2-я ч. книги: Тейлор Ф., Научная организация труда, М., 1925; Файоль А., Общее и промышленное управление, ЦИТ, М., 1923 (перевод кн. Fayol H., Administration industrielle et générale, P., 1917); Файоль А., Учение об управлении (доклад на II Межд. съезде по управлению), Рязань, 1924; Отле П., Руководство к администрированию, М., 1924; Труды I Всер. инициативн. конф. по НОТ и произв., вып. IV, М., 1921; II Всес. конференция по НОТ (тезисы докладов), вып. 1—2, М., 1924; разные издания ин-тов труда (М., Харьков, Казань); «Техника управления», М.; «Система и организация», М.; «Хозяйство и управление», М.; «Нот и хозяйство», Тифлис; Alprod L., Management's Handbook, N. Y., 1924; Fayol H., L'éveil de l'esprit public, P., 1918; Leffingwell W., Office Management. Principles a. Practice, Chicago, 1925 (готовится перевод в изд. «Эконом. Жизнь»); Wilbois J. et Vanuxem P., Essai sur la conduite des affaires et la direction des hommes, P., 1920; «Mon Bureau», P.; «La Revue du Bureau», P.; «Wirtschaftlichkeit», Stuttgart; «Organisation — Buchhaltung—Betrieb», Lpz.; «System», L.; «System», Chicago.

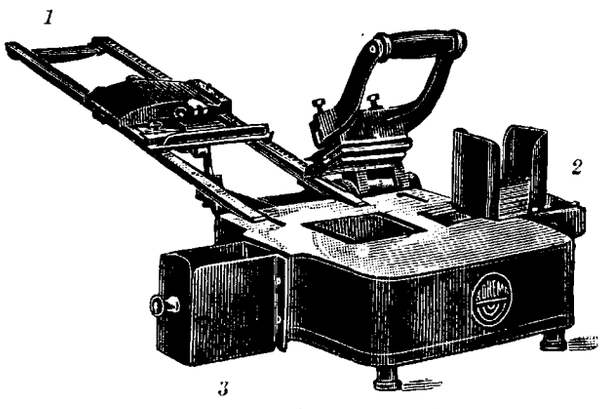
И. Бурдянский.

АДМИРАЛТЕЙСТВО, высшее административное управление морским ведомством или же хозяйственно-техническая организация, в к-рую входят элинги и доки для постройки и ремонта судов, мастерские и магазины, склады и пр. См. *Судостроение.*

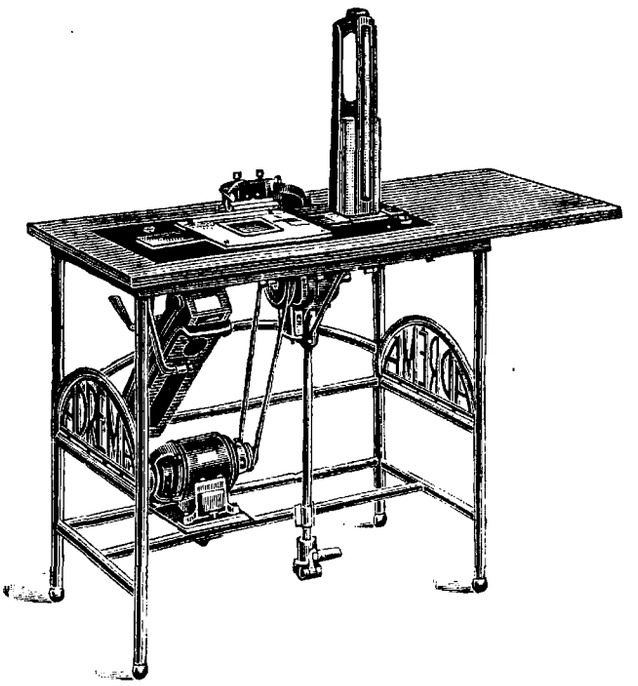
АДМИТАНЦ, расчетная величина, применяемая при переменном электрическом токе, обратная полному сопротивлению цепи $y = \frac{I}{z}$. Вместо А. часто употребляется термин полная *проводимость* (см.). При пользовании комплексным методом (см. *Переменные токи*) под А. понимают комплексное число, на к-рое надо помножить комплексное выражение напряжения, включенного в ток, чтобы получить комплексное выражение силы тока, возникающей в этой цепи.

АДНИК (адмиралтейский никель), сплав, содержащий 70% меди, 29% никеля и 1% олова. А., при хороших механич. свойствах, устойчив в отношении щелочей и кислот.

АДРЕСНАЯ МАШИНА, один из видов конторско-канцелярских машин, находящий в последнее время большое распространение. Печатает серии адресов, списков, всякого рода карточек с постоянными сведениями. Состоит из двух станков: 1) штамповального, выдавливающего на металлическую пластинку буквы, и 2) печатного, автоматически разбирающего столбик пластинок с адресами и подающего их под красящую ленту, к которой



Фиг. 1. Ручной печатный станок: *1*—автоматический транспортер бумаги, *2*—пластинки с адресами, *3*—коробка для оттиснутых пластинок.



Фиг. 2. Электрический печатный станок.

резиновая подушка механически прижимает пропускаемые через станок ленту бумаги, карточки и конверты. Электрич. печатный станок (фиг. 2) производит в час до 2 500 оттисков, более простой, ручной печатный станок (фиг. 1) дает в час 1 000 оттисков. Имеется несколько типов адресных машин. В СССР впервые в 1925 г. были применены конторой «Известий ЦИК СССР» А. м. берлинской фирмы «Adrema».

АДРИА, легкая шерстяная ткань. См. *Ткани.*

АДРИАНОПОЛЬСКИЙ КРАСНЫЙ, см. *Крашение.*

АДСКИЙ КАМЕНЬ, ляпис, азотнокислое серебро $AgNO_3$. См. *Серебра соединения.*

АДСОРБЦИЯ, сгущение растворенного или газообразного вещества на поверхности твердого или жидкого тела. А. нужно различать от *абсорбции* (см.), при которой происходит проникновение абсорбируемого вещества в массу тела; на практике, однако, такое разграничение не всегда удается провести. Особенно значительна А. в тех случаях, когда в качестве адсорбента, т. е. тела, на поверхности которого происходит А., применяются твердые тела с большой поверхностью, как, напр., *активированный уголь* (см.), для которого величина поверхности исчисляется в 100 и больше $м^2$ на 1 *г*, или *силикагель* (см.). Подобным же образом аморфные осадки, обладающие очень большой поверхностью, могут адсорбировать из растворов гораздо бо́льшие количества растворенных веществ, чем осадки явно кристаллической структуры, обладающие меньшей поверхностью. Если адсорбирующее тело находится

достаточное время в соприкосновении с некоторым объемом газа или раствора, из которого происходит А., то наступает а д с о р б ц и о н н о е р а в н о в е с и е; в условиях равновесия имеет место определенное соотношение между количеством адсорбированного вещества a и концентрацией этого же вещества в газообразной среде или в растворе c, которое и характеризует процесс А. с количественной стороны. Математически эти соотношения выражаются различными адсорбционными ф-лами, предложенными многими авторами, но ни одна из них не охватывает течение процесса А. во всех случаях. Часто применяется ф-ла Фрейндлиха: $a = \alpha c^{\frac{1}{n}}$, где α и n постоянные, при чем $n > 1$. Как видно из этой ф-лы, при малых значениях c процент адсорбированного вещества больше, чем при больших. Во многих случаях при возрастании c адсорбированное количество стремится к некоторому пределу. Однако ф-лой Фрейндлиха существование такого предела не предусматривается. Газообразные вещества адсорбируются тем легче, чем легче они конденсируются; это свойство газов имеет большое значение при применении активированного угля в противогазах. При А. органических веществ из водных растворов на угле и на многих других адсорбентах наблюдается резкое возрастание адсорбции с удлинением углеродной цепи, так что высшие члены гомологических рядов адсорбируются гораздо лучше низших (правило Траубе). Процесс адсорбции сопровождается выделением некоторого количества тепла, которое обычно равно нескольким тысячам малых калорий на граммолекулу адсорбированного вещества, но в отдельных случаях м. б. и значительно выше; А. на свободной поверхности жидкости и на границе между двумя жидкостями не так легко поддается непосредственному наблюдению, как А. на поверхности твердого тела. Количество вещества, адсорбированного одним $см^2$ поверхности жидкости, Γ м. б. в этом случае, однако, определено из величины понижения поверхностного натяжения γ, сопровождающего процесс А. Как показал Гиббс, из принципов термодинамики может быть выведено следующее соотношение (ф-ла Гиббса): $\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{d\gamma}{dc}$, где c — концентрация адсорбируемого вещества, R — газовая постоянная. Предельные величины Γ, вычисленные по этой формуле, равны 10^{-7}—10^{-8} $г/см^2$. Исходя из этих данных, а также из наблюдений над пленками, образуемыми на поверхности воды нерастворимыми в ней веществами, исследователи пришли к тому выводу, что процесс А. сводится к покрытию поверхности адсорбирующего тела слоем адсорбируемого вещества толщиною в одну молекулу, при чем молекулы адсорбированного вещества в этом слое расположены не беспорядочно, а определенным образом ориентированы; напр., в случае А. амилового спирта на поверхности воды молекулы ориентированы так, что гидроксильная группа втянута внутрь воды, а углеводородная цепь обращена наружу. Хотя это представление об ориентированном мономолекулярном слое и не разделяется в полной мере всеми исследователями, несомненно, однако, что оно правильно, по крайней мере, по отношению к наиболее прочно связанной части адсорбированного вещества. Что касается тех сил, которыми поверхность удерживает адсорбированные молекулы, то в одних случаях силы А. совершенно подобны тем сравнительно слабым силам, которые обусловливают явления сцепления между однородными частицами жидкости, в др. же случаях они приближаются к силам, связывающим атомы в молекулах хим. соединений, так что ответить на вопрос, является ли А. явлением физическим или химическим, вообще говоря, представляется пока невозможным. Явления А. играют чрезвычайно большую роль в живой и мертвой природе, т. к. являются одним из глав. факторов, определяющих поведение коллоидных систем (см. *Коллоиды*). А. лежит в основе моющего действия мыл; адсорбционные процессы являются первой стадией процессов крашения и дубления. Каталитическое действие твердых катализаторов неразрывно связано с их способностью адсорбировать реагирующие вещества. О применении отдельных адсорбентов — см. *Активированный уголь*, *Глины сукновальные*, *Флоридин*.

Лит.: Р а к о в с к и й А. В., К учению об адсорбции, М., 1913; F r e u n d l i c h H e r b e r t, Kapillarchemie, 3 Aufl., Lpz., 1923; B a n c r o f t W. D., Applied colloidal Chemistry (Internat. Chemical Ser.), N. Y., 1926; R i d e a l E. K., Introduction to Surface Chemistry (Cambridge University Press), Macmillan C°, N. Y., 1926. **А. Фрумкин.**

АДУРОЛ, фотографический проявитель, хлоргидрохинон $C_6H_3(OH)_2Cl$ фабрики Гауффа или бромгидрохинон $C_6H_3(OH)_2Br$ фабрики Шеринга; работает значительно быстрее гидрохинона. Рецепт: 500 $см^3$ воды, 100 $г$ сульфита натрия Na_2SO_3, 10 $г$ А.; 500 $см^3$ воды, 60 $г$ углекислого калия K_2CO_3; перед употреблением смешиваются равные объемы обоих растворов. Или же в одном растворе: 1 000 $см^3$ воды, 400 $г$ крист. Na_2SO_3, 300 $г$ K_2CO_3, 50 $г$ А.

АДУСАЦИЯ, процесс превращения чугуна в мягкий и ковкий продукт (см. *Ковкий чугун*). Этот термин употребляется редко, а заменяется совершенно неподходящим словом *отжиг* (см.): при А. изменяется химический состав вещества, а при отжиге — лишь его физические свойства.

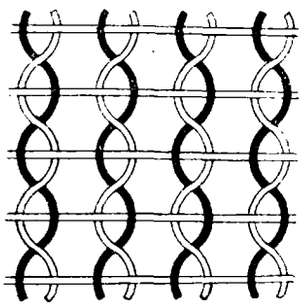
АДЪЕКТИВНЫЕ КРАСИТЕЛИ, устарелый термин для обозначения, в противоположность субстантивным, таких красителей, к-рые не закрепляются непосредственно на волокнистых материалах, а требуют предварительного протравления. См. *Красители протравные* и *Крашение*.

АЖУР, ажурный грунт. См. *Кружева*.

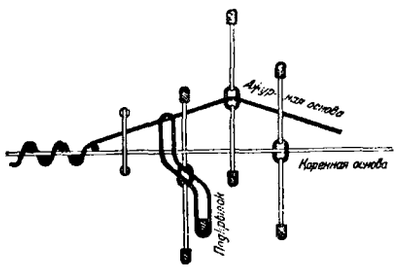
АЖУРНАЯ БУМАГА, см. *Бумаги сорта*.

АЖУРНЫЕ ТКАНИ, ткани, в которых все нити или часть основных нитей располагаются зигзагообразно, перевиваясь одни около других. Те нити, которые производят перевивание, появляясь то слева, то справа относительно других, называются ажурными или перевивочными, остальные —

коренными. Обе группы нитей навиваются на отдельные навои: коренная и ажурная основы. Комбинируя различным образом отдельные группы перевивающихся нитей и заставляя их в определенном порядке переплетаться с утком, получают большое разнообразие рисунков. При этом в зависимости от рисунка может изгибаться и уток. Для получения ажурного переплетения на ткацком станке необходимы два вида ремизок: коренные и ажурные, соответственно для коренных и ажурных основных нитей. Ажурная ремизка состоит из обыкновенной, в глазки которой пропущены так назыв. полуремизки, или подкрылки. На рисунках приведен самый простой вид ажура, называемого газом (фиг. 1), и расположение ремизок для него во время образования одного из зевов (фиг. 2).



Фиг. 1. Вид простого ажура (газа).



Фиг. 2. Расположение ремизок для простого ажура (газа).

Лит.: Митрофанов А. Д., Ажурные ткани и их механическая выработка, М., 1912; Отдельные главы почти во всех руководствах по ткачеству как русских, так и иностранных.

АЗАРОВОЕ МАСЛО, получается из корней Asarum europaeum L. (1%) или Asarum canadensis L. (около 3%) отгонкой паром. Содержит азарон [пропенилтриметоксибензол $(CH_3O)_3C_6H_2CH{:}CHCH_3$]. Применяется в небольших количествах в парфюмерии.

АЗБЕСТ, см. *Асбест.*

АЗБУКА МОРЗЕ, установленная Самуэлем Морзе, состоит из комбинаций тире и точек. Применяется: а) для приема и передачи телеграмм по проволочному телеграфу (аппарат Морзе и Клофер); б) для приема и передачи (на слух) радиограмм по беспроволочному телеграфу (по радио); в) для приема и передачи гелиограмм на приборах зрительной сигнализации дальнего действия (гелиограф, лампа Манжена, Цейса и Люкаса); г) для передачи сообщений при помощи простейших средств связи зрительной сигнализации (флажки и фонари). Большим минусом применения А. М. в военном деле является возможность перехвата передач противником. Для избежания этого во всех армиях установлены особые коды и шифры (условные обозначения).

Расположение азбуки Морзе по группам
(по системе Ганзена).

Е .	Т —	А . —
И . .	М — —	У . . —
С . . .	О — — —	Ж . . . —
Х	Ш — — — —	
5	0 — — — — —	4 . . . . —
Н — .	В . — —	Г — — .
Д — . .	Й . — — —	Ч — — — .
Б — . . .	1 . — — — —	9 — — — — .
6 —		
З — — . .	Я . — . —	Ф . . — .
К — . —	Щ — — . —	Ь — . . —
Л . — . .	Ю . . — —	Ц — . — .
П . — — .	Р . — .	Ы — . — —
2 . . — — —	7 — — . . .	
3 . . . — —	8 — — — . .	

АЗИДЫ, соли *азотистоводородной кислоты* (см.). Соли тяжелых металлов, отличаются взрывчатостью; применяются в технике как воспламенители, особенно свинцовый А.—$Pb(N_3)_2$. См. *Взрывчатые вещества.*

АЗИМУТ, угол, измеряемый на горизонтальной плоскости между вертикальными плоскостями меридиана и линии визирования. А. имеет счет от сев. конца меридиана вправо, по ходу часовой стрелки, и измеряется от 0 до 360°. А. называются истинными, географическими или астрономическими, если счет их ведется от направления географического меридиана; они измеряются от меридиана, определенного из астрономических наблюдений. А. магнитные измеряются от направления магнитного меридиана, указываемого направлением магнитной стрелки. А. называют условными, когда для счета принимают условный меридиан. Направление истинного меридиана и магнитного в данной точке не совпадают (см. *Земной магнетизм*), а потому А. истинный и магнитный отличаются друг от друга на некоторый угол — угол склонения (см. *Склонение*). Зная угол склонения для данной точки и в данную эпоху, можно с известной точностью по магнитному А. определить истинный, и обратно. Все меридианы сходятся в одной точке — в полюсе; угол между двумя меридианами называется углом сближения меридианов; если пересечь прямой линией несколько меридианов, то в точках пересечения будут образовываться А., которые отличаются друг от друга на угол сближения меридианов; величина угла сближения меридианов двух точек одной и той же прямой линии зависит от длины линии, ее направления и от широты места. А., измеряемый в начальной точке линии, называется прямым; А., измеряемый из конечной точки на начальную, называется обратным. А. обратный (α_2) равен прямому А. (α_1) плюс или минус 180° и плюс угол сближения меридианов t, т. е. $\alpha_2 = \alpha_1 \pm 180° + t$. В средних широтах, для линии в 15 *км* угол сближения примерно равен 10′; во многих случаях повседневной практики пренебрегают таким углом сближения меридианов и считают, что А. прямой и обратный отличаются ровно на 180°, или $\alpha_2 = \alpha_1 \pm 180°$. Это принято в низшей геодезии для небольших площадей земной поверхности, но для больших расстояний и измерений с большей точностью вычисления производятся по правилам высшей геодезии, с учетом сближения меридианов и сферического *эксцесса* (см.). В таких случаях применяется формула $\alpha_2 = \alpha_1 \pm 180° + t - \varepsilon$, где t — угол сближения, вычисляемый по особым формулам, и ε — эксцесс, или избыток, над 180° суммы углов сферического треугольника на земной поверхности, тоже определяемой по особой ф-ле. Угол между

двумя прямыми линиями, выходящими из одной точки, равен разности А. этих линий; если имеется целая цепь линий (полигон, см. *Полигонная съемка*) с измеренными углами между прямыми линиями у каждой точки и если известны только прямые азимуты (считая прямым направление съемки по ходу часовой стрелки), то при каждой точке угол B будет равняться разности между прямым азимутом α_2 второй линии и обратным азимутом $\alpha_1 \pm 180°$ первой линии, или

$$B = \alpha_2 - (\alpha_1 \pm 180°). \quad (1)$$

Эта формула дает возможность вычислять последующие А. по предыдущим, если известны углы между линиями; действительно, из формулы (1) можно написать:

$$\alpha_2 = \alpha_1 \pm 180° + B, \quad (2)$$

т. е., если в натуре измерены все углы многоугольника (полигона) и А. хотя бы одной какой-нибудь линии, то А. остальных линий можно вычислить от начального А. по углам. А. теснейшим образом связаны с румбами (см. *Румб*, *Компас*). Т. к. румбы — углы линий с меридианом, именно с ближним концом меридиана, то между А. и румбами существуют такие соотношения: если А. имеет градусную меру в пределах от 0 до 90° (первая четверть), румб наз. северо-восточным, и градусная величина его равна А.; если А. заключается между 90 и 180° (вторая четверть), то румб—юго-восточный, и градусная величина его равняется 180° без А.; в пределах от 180 до 270° (третья четверть) румб — юго-западный и равен А. без 180°; наконец, если А. заключается между 270 и 360°, то румб равняется 360° минус А. и называется северо-западным. Значит, если известен румб линии, то можно вычислить А. ее, и обратно. А. линий необходимы для общей ориентировки съемки, а также и для составления планов и карт. При сплошных съемках, когда один многоугольник примыкает к другому, очень удобно знать расположение этих многоугольников относительно стран света: это дается А. или румбами. При составлении планов по румбам транспортиром строятся углы А. или румбов, а при составлении планов по координатам А. служат для вычисления приращений координат. Приращения прямоугольных координат вычисляются по формулам $\Delta x = d\cos\alpha$ и $\Delta y = d\sin\alpha$; в этих формулах Δx и Δy—приращения по осям X и Y, d — длина горизонтального проложения линии и α — азимут линии. Для разных размеров азимута α приращения Δx и Δy могут иметь разные знаки, плюс или минус, по правилам тригонометрии. Обратно, если известны плоские прямоугольные координаты двух каких-нибудь точек, то можно по ним определить А. линии, соединяющей эти точки, по ф-ле $\operatorname{tg}\alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$. Знак этого выражения укажет на величину угла α. На земном сфероиде положение точек определяется по их географическим координатам: широтам и долготам. Большие линии на поверхности земли определяются при помощи триангуляций (см. *Тригонометрическая сеть*), а географические координаты точек определяются по координатам предыдущей точки, длине линии и А. этой линии. Такая задача называется прямой геодезической задачей и решается помощью формул высшей геодезии. В настоящее время применяются для расстояний до 100 *км* формулы Кларка и Шрейбера. В эти ф-лы входит величина прямого азимута α. Даны: φ — широта первой точки, α — прямой А., S — длина линии; найти: φ_1 — широту второй точки, α_1 — обратный А., λ — разность долгот.

Формулы Кларка:

$$\varepsilon = [4]S^2 \sin\alpha\cos\alpha;$$

$$U = [1]_n S\cos\left(\alpha - \frac{2}{3}\varepsilon\right);$$

$$V = [2]_0 S\sin\left(\alpha - \frac{1}{3}\varepsilon\right);$$

$$\varphi_0 = \varphi + U;$$

$$\eta = [3]_0 V^2 \operatorname{tg}\varphi_0;$$

$$\varphi_1 = \varphi_0 - \eta;$$

$$\lambda = \frac{V}{\cos\left(\varphi_1 + \frac{1}{3}\eta\right)};$$

$$t = \lambda\sin\left(\varphi + \frac{2}{3}\eta\right);$$

$$l_1 = l + \lambda$$

$$\alpha_1 = 180° + \alpha - \varepsilon + t.$$

Формулы Шрейбера имеют примерно такой же вид и указывают зависимость между географическими координатами, А. и длиною линии. Можно решать обратную геодезическую задачу: по географическим координатам двух точек земной поверхности определить длину линии между ними и А. (прямой и обратный). Эта задача решается также по формулам, к-рые приводят к решениям ур-ия: $\lg\operatorname{tg}\left(\alpha_1 - \frac{1}{3}\varepsilon\right) = \lg V - [2]_0 - \lg U + [1]_n + \frac{M}{3}\cdot\frac{V}{U}\cdot\frac{[1]_n}{[2]_0}\cdot\varepsilon'\sin 1''$. Отсюда и получается величина прямого А. α_1. Выражения в прямых скобках [ ] суть постоянные величины, которые заранее вычисляются и помещаются в виде таблиц, например таблицы Кларка в книге «Геодезия» и «Таблицы для вычисления широт, долгот и А. тригонометрических точек на эллипсоиде Бесселя». Конечно, при решении прямой и обратной задач на сфероиде приходится иметь дело с истинными, или географическими, А.

Определение А. Для определения А., магнитного или истинного, нужно определить направление меридиана, а затем измерить угол между направлениями меридиана и на заданную точку местности; угол этот, измеряемый от С. вправо, по ходу часовой стрелки, и будет А. При определении магнитного А. можно пользоваться показаниями магнитной стрелки, при чем нужно устранить погрешности от влияния на магнитную стрелку земного магнетизма, электрических проводов и отдельных железных предметов и т. д. Магнитная стрелка должна быть хорошо намагничена и совершенно свободно и плавно вращаться на шпиле (см. *Бусоль*). Если в данной точке известна величина склонения магнитной стрелки, его направление, то с некоторым приближением, в 1 — 2°, можно узнать направление истинного меридиана и величину истинного А. Определение А. при помощи магнитной стрелки неточно и малонадежно; предпочтительно определять истинный меридиан путем наблюдения небесных светил. Определение истинного меридиана можно также производить различными

угломерными инструментами; последние должны быть установлены в строго горизонтальное положение; для наблюдения солнца надо иметь цветные (темно-синее, -зеленое, -красное) стекла, а для наблюдения звезд — окулярные призмы и приспособления для освещения сетки нитей в трубе.

а) Определение истинного А. и истинного меридиана по соответственным высотам звезд. Хорошо проверенный угломерный инструмент прочно устанавливается так, чтобы была видна сев. часть неба и предмет, на который определяется истинный А. На окуляр теодолита нужно надеть окулярную призму для наблюдения высоких звезд, а на объектив надевается кольцо с зеркалом для освещения отраженным светом сетки нитей. Инструмент должен иметь вертикальный и горизонтальный лимбы. Точка, на которую определяется А., должна освещаться фонарем так, чтобы ночью на нее можно было бы точно визировать. Инструмент приводится в строго горизонтальное положение, лимб закрепляется, труба направляется на освещенную точку местности, и делается отсчет на лимбе по всем верньерам. Затем начинаются наблюдения звезды. Звезда берется близкая к кульминации, т. е. близкая к прохождению меридиана; на нее наводится крест нитей, и делаются отсчеты на горизонтальном и вертикальном кругах с возможной точностью. Таких наблюдений на звезду делается несколько, пока она не пройдет через меридиан. После кульминации звезды снова начинаются наблюдения на нее в таком порядке: труба заранее ставится по высоте в такое положение, какое она занимала при соответствующем наблюдении до меридиана, для чего алидада вертикального круга устанавливается на тот самый отсчет, к-рый был сделан в последнее наблюдение до кульминации. Как только звезда подойдет к горизонтальной нити, на нее точно наводится вертикальная нить, и делаются отсчеты по горизонтальному лимбу. Затем труба по высоте переставляется на следующее положение, соответствующее второму положению трубы до кульминации звезды, опять делаются отсчеты по горизонтальному лимбу, и т. д. Среднее арифметическое из двух симметричных отсчетов горизонтального круга даст отсчет направления меридиана; таких определений направления меридиана по лимбу будет столько, сколько наблюдалось положений звезды до кульминации и после кульминации. Из всех определений мест на лимбе направлений истинного меридиана берется среднее и вычитается из отсчета на земной предмет; если деления на лимбе идут по ходу часовой стрелки, это будет азимут, в противном случае — дополнение до 360°.

б) Определение истинного меридиана и А. по соответственным высотам солнца. Следует наблюдать А. по солнцу до и после полудня по установленному горизонтально теодолиту; наблюдение начинают часа за три до полудня. Солнце наблюдают в трубу через цветное стекло, дабы обезопасить сетчатку глаза от ожога. Наблюдение заключается в визировании на солнце; при этом вертикальная нить должна коснуться кажущегося левого края, а горизонтальная — верхнего края солнца; затем делаются отсчеты по часам (время), горизонтальному лимбу и по вертикальному кругу. Таких наблюдений производится несколько (3—4) до полудня. После полудня труба ставится последовательно, по высоте, на те же положения, к-рые она занимала до полудня, и опять направляется на солнце; теперь следует выжидать момента, когда горизонтальная нить коснется кажущегося верхнего края солнца, а вертикальная нить — правого края. Для этого момента опять записывается время и отсчет по горизонтальному лимбу. Из каждой пары отсчетов по горизонтальному лимбу, соответствующих направлениям на солнце при равных высотах, выводится среднее арифметическое. Этот средний отсчет из одной пары наблюдений укажет приближенное направление меридиана на Ю. В течение года солнце непрерывно изменяет свое склонение и высоту, и в средний отсчет нужно ввести поправку на изменение склонения солнца. Пусть деления на горизонтальном лимбе идут по ходу часовой стрелки. Если наблюдения солнца производятся между 22 декабря и 21 июня, то средний отсчет на лимбе нужно уменьшить на поправку; если же наблюдения делаются между 21 июня и 22 декабря, то отсчет надо увеличить на поправку. Такие поправки делаются к каждому из получаемых средних отсчетов, а затем из них берется окончательное среднее арифметическое, которое и будет соответствовать направлению меридиана на Ю. Убавив его на 180°, можно получить направление на С., от которого и следует вести счет А. Поправки средних отсчетов вычисляются по формуле: $K=\frac{t\,\Delta\delta}{\cos\varphi\sin 15\,t}$ при помощи логарифмов. В этой формуле величина t равна половине времени в минутах от первого наблюдения солнца — до полудня, до второго наблюдения — после полудня при одинаковых положениях трубы по высоте; $\Delta\delta$ — изменение склонения солнца в одну минуту времени; φ — географическая широта места наблюдения, получаемая хотя бы по карте, с точностью до одной минуты; $15\,t$ — половина времени между соответственными наблюдениями в часах, умноженного на 15° (время, обращенное в градусную меру). Для вычисления поправки очень удобно пользоваться специальными таблицами логарифмов изменений склонения солнца. Все записи наблюдений и вычислений можно представить в следующей схеме:

Высота по вертикальному кругу. .		36° 30′
До полудня	время.	$9^h\,15^m,1$
	отсчет на лимбе	163° 17′
После полудня	время.	$2^h\,47^m,5$
	отсчет на лимбе. . . .	208° 15′
Средний отсчет.		185° 46′
$-K$		6′ 21″
Исправленный отсчет		185° 52′,3

Географическая широта $\varphi=55°28'$. Далее идут вычисления поправки.

$$t = {}^1/_2\,(5^h\,32^m,4) = 2^h\,46^m,2 = 166^m,2$$
$$15\,t = 15° \times 2,77 = 41°33'$$

$\lg \Delta\delta = 9,935n$	$\lg \cos 55°28' = 9,753$
$\lg 166,2 = 2,221$	$\lg \sin 41°33' = 9,822$
$\lg t\,\Delta\delta = 2,156n$	$\lg \cos\varphi \sin 15t = 9,575$

$$\lg t\,\Delta\delta = 2,156n$$
$$\lg \cos\varphi \sin 15t = 9,575$$
$$\lg K = 2,581n$$
$$K = -381'' = -6'21''.$$

Здесь n — знак того, что взят логарифм отрицательной величины.

в) Точный способ определения А. Описанные ранее способы применяются при геодезических работах небольших размеров. Для ориентирования геодезических точных работ (тригонометрическая сеть) следует применять точные способы определения А. Для наблюдений применяются универсальные инструменты, обладающие хорошими оптическими и механическими свойствами, примерно учитываемыми такими числами: отверстие объектива — 40 *мм*, увеличение трубы — 47, увеличение микроскопов — 61, диаметр горизонтального круга—210 *мм*, цена деления уровня при вертикальном круге и на оси трубы 2—3″. Такими инструментами А. определяются с ошибками в десятых долях угловой секунды. Самый способ определения А. состоит в измерении горизонтального угла между Полярной звездой и какой-либо земной точкой, при чем необходимо знать точную широту места и поправку хронометра. Измерение этого угла производится многократно, обыкновенно 12 приемами. Истинные А. светила, в зависимости от часовых углов ($t = T + u - \alpha$; здесь T — истинное время, u — поправка и α — прямое восхождение) в моменты наблюдений, определяются по формуле:

$$\operatorname{tg} a = -\frac{\cos\delta \sin t}{\sin\delta\cos\varphi - \cos\delta\sin\varphi\cos t} = -\frac{\operatorname{ctg}\delta \operatorname{sc}\varphi \sin t}{1 - \operatorname{ctg}\delta \operatorname{tg}\varphi \cos t}.$$

Для Полярной звезды эту ф-лу можно упростить, т. к. $90° - \delta = \Delta$ для нее велико, и получается ф-ла:

$$\lg a + 2\sigma(a) = \lg \sin t + \lg m' - \lg (1 - u'),$$

где $\lg m' = \lg\Delta + 2\sigma(\Delta) + \lg \operatorname{sc}\varphi$; $u' = \operatorname{tg}\Delta \operatorname{tg}\varphi \cos t$ и величина σ обозначает логарифмич. поправку при переходе вычислений от тригонометрич. функции ($\operatorname{tg} a$ или $\sin a$) к дуге a.

Лит.: Бик А., Учеб. низшей геодезии, изд. 8, М., 1926; Соловьев С. М., Курс низшей геодезии. М., 1924; Орлов П. М., Курс геодезии, М., 1924; Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, М., 1925; Витковский В., Топография, изд. 2, П., 1915; его же, Практическая геодезия, изд. 2, СПБ., 1911; Бауман В. И., Курс маркшейдерского искусства, 3 ч., СПБ., 1905—8; Орлов и др., Пособие для практических занятий по геодезии, М., 1925; Цингер Н. Я., Курс астрономии, 2 изд., П., 1922; Pelletan A., Traité de la Topographie, 2 éd, P., 1911; Habets A., Cours de Topographie, 3 éd., P., 1902; Vogler C. A., Geodätische Übungen, 3 Aufl., 2 B-de, 1910—13; Hartner Fr., Hand- und Lehrbuch der niederen Geodäsie, neubearb. von E. Dolezalek, 3 B-de, W., 1921; Hammer E., Lehrbuch der elementaren praktischen Geometrie (Vermessungskunde), Lpz., 1911; Weitbrecht W., Lehrbuch der Vermessungskunde, 2 T-le, Stuttgart, 1910—11. **П. Орлов.**

АЗИМУТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ, применяется для составления карт. По этой проекции каждая точка на карте имеет тот же самый азимут по отношению к среднему меридиану, который эта же точка имеет со средним меридианом на сфере. См. *Картографические проекции.*

АЗИМУТАЛЬНОЕ КОЛЬЦО, помещается в бусоли, астролябии, тахиметре; в центре его вращается магнитная стрелка; на конце нанесены градусные азимутальные деления против хода часовой стрелки, от 0 до 360°, вследствие чего, направив плоскость визирования инструмента на любую точку, по сев. концу стрелки можно отсчитать азимут направления.

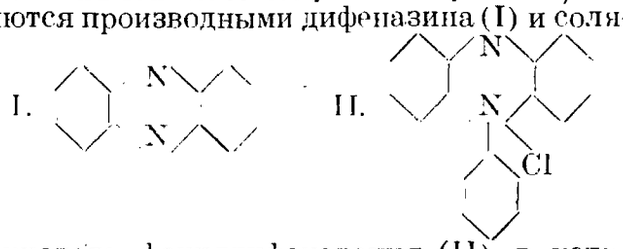
АЗИМУТАЛЬНЫЕ УГЛЫ, горизонтальные углы, получаются на горизонтальном лимбе и ограничиваются вертикальными плоскостями визирования из центра инструмента на данные точки. Для получения А. у. можно применять теодолиты разных конструкций, универсальные инструменты, тахиметры, астролябии, бусоли, гониометры, пантометры и пр. При помощи мензулы можно графически получать на ее планшете А. у. между точками местности. См. *Бусоль*, *Мензула*, *Теодолит*, *Триангуляция.*

АЗИМУТАЛЬНЫЙ КВАДРАНТ, старинный инструмент для измерений горизонтальных (азимутальных) и вертикальных углов между светилами. А. к., вертикальный или горизонтальный, имеет вид квадрата, из одной вершины которого описана дуга радиусом, равным стороне квадрата; на дуге нанесены градусные деления. Впоследствии вертикальные квадранты были заменены полными вертикальными кругами, а затем постепенно перешли к типу современных теодолитов и универсальных инструментов. См. *Квадрант*, *Теодолит*, *Универсальные инструменты.*

АЗИМУТАЛЬНЫЙ КРУГ, угломерный инструмент, в котором главную часть составляет горизонтальный, или азимутальный, круг (лимб); на этом круге нанесены градусные деления, позволяющие точно измерять горизонтальные, или азимутальные, углы; вертикальный круг или совершенно отсутствует, или же устанавливается меньших размеров, чем горизонтальный круг, и дает меньшую точность. См. *Теодолит* и *Универсальные инструменты.*

АЗИМУТАЛЬНЫЙ ЛИМБ, лимб для измерения горизонтальных, или азимутальных, углов между линиями местности в пределах от 0 до 360° и является основною частью каждого угломерного инструмента. См. *Лимб горизонтальный.*

АЗИНОВЫЕ КРАСЯЩИЕ ВЕЩЕСТВА И АЗОНИЕВЫЕ КРАСЯЩИЕ ВЕЩЕСТВА, являются производными дифеназина (I) и солянокислого фенилдифеназония (II), в которых бензольные ядра *хромогенов* (см.) м. б.



замещены нафталиновыми, фенантреновыми и другими ядрами и имеют в качестве *ауксохромовых групп* (см.) гидроксильные и гл. обр. амидные и замещенные амидные группы. Число употребляемых в технике А. к. в. превышает 40 [1]. Число же известных, но не применяемых А. к. в. весьма велико, и номенклатура их эмпирична и запутана. В. Г. Шапошников [2] предложил рациональную номенклатуру, основанную на строении А. к. в. Строение А. к. в. было доказано рядом работ О. Витта [3], Нетцкого [4], О. Фишера и Геппа [5] и гл. обр. Ф. Кермана [6], предложившего для А. к. в. принятое в настоящее время *о*-хиноидное строение. Первым открытым А. к. в. был полученный в 1856 г. В. Перкином *мовеин* (см.), первый искусственный органический краситель. Целый ряд исследований дал возможность поставить производство ценных красителей, как сафранин, индулины, нигрозины и др. Для получения А. к. в. применим целый ряд методов, из к-рых важнейшими являются: 1) совместное окисление *п*-диаминов с аминами (группа сафранина), 2) конденсация нитрозо-соединений с аминами (нейтральный красный и др.), 3) конденсация *о*-диаминов с *о*-дикетонами (флавиндулин), 4) сплавление азо-тел с аминами или без них (индулины) и 5) окисление анилина нитробензолом в присутствии железных опилок (нигрозин). Более подробно о получении А. к. в. см. [7—11]. По методу применения А. к. в. относятся к основным красителям, но в случае введения в них сульфо-группы являются кислотными красителями (см. *Крашение*).

Лит.: [1]) Colour-Index, L., 1924; [2]) Шапошников В. Г., Исследование из области азиновых и азониевых красящих веществ, Киев, 1904; [3—6]) «Berichte d. D. Chem. Gesellschaft», seit 1910; [7]) Fierz-David H., Künstliche organische Farbstoffe, B., 1926; [8]) Georgievics G., Handbuch der Farbenchemie, Wien, 1922; [9]) Bucherer H., Lehrbuch der Farbenchemie, Lpz., 1921; [10]) Нетцкий Р., Химия органич. красящих веществ, СПБ., 1896; [11]) Walter Joh., Aus d. Praxis d. Anilinfarbenfabrikation, Hannover, 1903. **И. Иоффе.**

АЗОБЕНЗОЛ $C_6H_5N:NC_6H_5$, красные моноклинические кристаллы с $t°_{пл.}$ 68°, перегоняющиеся без разложения при 296°; очень стойкое соединение, нерастворимое в воде, кислотах, щелочах. Синтетически А. получается восстановлением *азоксибензола* (см.) с железными опилками или окислением гидрата бензола в струе воздуха. См. *Азосоединения*.

АЗОКРАСИТЕЛИ, искусственные органические красящие вещества, получающиеся комбинацией диазотированных первичных аминов (диазокомпонент) с ароматическими аминами или фенолами или их производными (азокомпонент). Азогруппа всегда входит в *п*-положение к амидо- или окси-группе, а если это место занято, то в *о*-положение; отклонения от этого правила наблюдаются редко, гл. обр. в нафталиновом ряду. В зависимости от количества азо-групп, содержащихся в одной молекуле соединения, различают моно- и поли- (дис-, трис-, тетракис- и т. д.) азокрасители. Техника производства А. чрезвычайно проста. Для приготовления растворов применяют деревянные или выложенные кислотоупорными плитками железные чаны. К раствору или суспензу солянокислой соли амина прибавляют при энергичном размешивании раствор нитрита до тех пор, пока проба на иодокрахмальную бумажку не покажет присутствия свободной азотистой кислоты. Затем приливают при помешивании диазокомпонент к азокомпоненту (иногда и наоборот), размешивают еще некоторое время, после чего краситель высаливают, фильтруют, сушат, размалывают и ставят на тип. По отношению к волокнам А. делятся следующим образом.

I. Основные азокрасители, представляющие собою соли (б. ч. солянокислые) амидоазосоединений, к-рые красят шерсть и шелк в нейтральной или слабо кислой ванне, а также хлопок, протравленный предварительно кислыми протравами. К ним принадлежат, например, хризоидин (получается из анилина и *м*-фенилендиамина), бисмарк коричневый [получается при действии 2 молекул нитрита на 3 молекулы солянокислого *м*-фенилен-(толуилен-)диамина], новый фосфин G (диэтиламидобензиламин, резорцин), янусовые красители (производные амидобензиламина и *п*- и *м*-фенилендиаминов) и др.

II. Кислотные азокрасители красят шерсть и шелк из кислой бани; это — сульфокислоты амидо- или оксиазосоединений, щелочные соли которых более или менее легко растворимы в воде. Сюда относятся: тартразин (получается комбинацией диазотированной сульфаниловой кислоты с сульфофенилпиразоленкарбоновой кислотой), прочный желтый G (смесь натриевых солей моно- и дисульфокислот аминоазобензола), оранжевый II (сульфаниловая кислота, 2-нафтол), метаниловый желтый (фениламидосульфоазобензол) и др. В 1877 году Каро нашел, что при замене сульфаниловой кислоты нафтионовой, а также 2-нафтола его сульфокислотами, а именно R- и G- дисульфокислотами (см. *Сульфокислоты нафтолов*), получаются красные кислотные красители, например: прочный красный A (нафтионовая кислота, 2-нафтол), прочный красный B (1-нафтиламин, R-кислота), различные марки пунцовых (понсо): B, G, 2G, R, 2R, 3R, 6R, RT, S и др. Немного позже P. Нетцкий заметил, что при комбинации диазотированного прочного желтого с 2-нафтолом и его сульфокислотами получаются алокрасные кислотные дис-азокрасители, например бибрихский алый $SO_3Na \cdot C_6H_4 \cdot N:N \cdot C_6H_3(SO_3Na) \cdot N:N \cdot C_{10}H_6OH$, кроцеиновый алый 3B (аминоазобензол-моносульфокислота, 2,8-нафтолсульфокислота), кроцеиновый яркий 9B (2-нафтиламин-6,8-дисульфокислота, *м*-толуидин, R-кислота) и др. Заменяя стоящий посредине бензольный остаток нафталиновым, получают темнофиолетовые и черные тона.

III. Протравные азокрасители содержат в качестве азокомпонента салициловую или крезотиновую кислоты; они обладают слабокислым характером и дают с окислами металлов нерастворимые лаки, к-рые могут быть фиксированы на растительных и животных волокнах.

Из этих красителей назовем, например, ализариновый желтый GG (*м*-нитроанилин, салициловая кислота) и антраценовый желтый С (тиоанилин, салициловая кислота). Окраски, полученные помощью протравных красителей (чаще всего по хромовой протраве), прочны к свету, очень прочны к мытью и валке, а также хорошо противостоят действию различных хим. реагентов.

IV. Хромировочные красители,—производные *о*-амидофенолов (нафтолов) и крезолов. К ним относятся также «хромотропы» (меняющие цвет), которые получаются, если применить в качестве азокомпонента хромотроповую кислоту (1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфокислота). Хромировочные красители красят шерсть в кислой ванне в красный цвет, с б. или м. сильным синеватым оттенком; если же обработать эту шерсть двухромовокислым калием, то окраска переходит в темносинюю или даже черную. Хотя эти окраски очень прочны и красивы, но вследствие дороговизны они на практике применяются редко (кроме хромотропа S). К хромировочным красителям принадлежат, напр., ализариновый кислотный черный В (2-амидо-1-окси-6-нитро-4-сульфокислота, 2-нафтол), эриохромовый черный (нитро-4-сульфо-1-амидо-2-оксинафталин, 2-нафтол), эриохромовый красный В (1-амидо-2-нафтол-4-сульфокислота, 1-фенил-3-метил-5-пиразолон) и др. Дальнейшим шагом в этой области явилось получение монохромовых красителей, к-рые, при соблюдении определенных условий, могут красить в присутствии бихроматов; они известны под названиями хроматовых, монохромовых, автохромовых и метахромовых. Из них укажем на метахромовый коричневый В (пикраминовая кислота, *м*-фенилендиамин).

V. Субстантивные красители характеризуются своей способностью красить непротравленный хлопок; подобно кислотным азокрасителям они представляют собою щелочные соли сульфокислот амидо- и окси-азосоединений и отличаются лишь более сложным составом молекулы, количество атомов к-рой обычно не меньше 75. Первый субстантивный азокраситель, конго красный (бензидин, нафтионовая кислота), был открыт Беттихером в 1884 г., и с тех пор найдено свыше 600 представителей этого класса. Для удобства рассмотрения подразделим их следующим образом: а) дис- и полиазокрасители, б) производные *п*-дегидро-тиотолуидина и гомологов и в) производные J-кислоты (2,5-аминонафтол-7-сульфокислоты) и ее N-замещенных продуктов.

а) Дис- и полиазокрасители получаются из тетразотированных *п*-диаминов, напр.: бензидина, толидина, дианизидина, диаминостильбен-дисульфокислоты, *п*-фенилендиамина и др., и различных азокомпонентов. К ним принадлежат, например: хризамин G (бензидин, салициловая к-та), толуиленовый оранжевый R (толидин, 2,4-толуилендиамин-5-сульфокислота), алмазный желтый (диаминостильбен-дисульфокислота, дисазофенол), бензо-прочный синий В (дианизидин → 1-нафтиламин → 1-нафтол-3,8-дисульфокислота), диаминовый зеленый В (бензидин → Н-кислота ← *п*-нитранилин) и некоторые другие.

Т. н. «проявительные красители» принадлежат к полиазокрасителям; они либо содержат свободные NH_2-группы, к-рые диазотируются на волокне и проявляются соответствующим азокомпонентом, напр.: 2-нафтолом, резорцином, аминодифениламином и др., либо имеют ауксохромовые группы и способны комбинироваться на волокне с диазосоединениями. К первым принадлежат, напр., диазо-яркий алый, нафтаминовый прочный алый, диаминовый чисто-синий N, замбези черный D и др. Ко вторым — пара-желтый R, пара-фиолетовый 3BL, пара-черный R и др.

б) Дегидро-тио-*п*-толуидин (и ксилидин) обладает способностью субстантивно красить хлопок, диазотируя его на волокне; комбинируя его с различными азокомпонентами, получают прочные красивые тона. Сюда принадлежат, например, тиазоловый желтый G, эрика В экстра, дианиловый желтый 3G и др.

в) Если применить в качестве азокомпонента J-кислоту, бензоил-J-кислоту, аминобензоил-J-кислоту, карбамидное производное J-кислоты, а также тиокарбамидное и другие производные ее, — то при этом получаются моно-дис- и полиазокрасители, обладающие субстантивным характером. Все эти красители замечательны еще и тем, что отличаются выдающейся прочностью к свету. К ним относятся, например, бензо-прочный алый 4BS (анилин → карбамидное производное J-кислоты ← ацето-*п*-фенилендиамин), прочный яркий синий В, бензо-прочный розовый и др., а также различные марки розантренов (RN, 3BN, B, AW), к-рые принадлежат к проявительным красителям.

VI. Ледяные азокрасители — нерастворимые оксиазокрасители, принадлежащие к индифферентным красящим веществам, образуемым на волокне. Они применяются только для крашения хлопка, который пропитывается раствором азокомпонента (фенолом или нафтолом), а затем обрабатывается раствором диазокомпонента, при чем на волокне образуется и прочно закрепляется нерастворимый краситель (см. *Крашение*). Сюда относятся: пара-нитроанилиновый красный (*п*-нитроанилин, 2-нафтол), фенетидиновый красный (нитрофенетидин, 2-нафтол), нафтиламингранат (1-нафтиламин, 2-нафтол), ледяная роза, азороза NA и др. Ледяные красители получались прежде почти исключительно с помощью 2-нафтола, в настоящее же время начали широко применять производные 2-окси-3-нафтойной кислоты. Анилид этой кислоты известен под названием нафтола AS, другие производные известны в продаже как нафтолы BS, SO, SW и т. д.

VII. Пигментные азокрасители применяются для окраски жиров, лаков, для печатания обоев и тому подобных целей. Они либо нерастворимы в воде, либо представляют собою растворимые в воде сульфокислоты, образующие нерастворимые Ba- и Ca-соли. К первым принадлежат пара-нитроанилиновый красный, аутоловый

красный ВН, пигментный красный В, аутоловый красный GH (хлоранизидин, 2-нафтиламин) и др.; ко вторым — ксилидиновые пунцовые разных марок (непрочные к свету) и очень прочные к свету литоловые красители, напр.: литоловый красный R (2-нафтиламин-1-сульфокислота и азо-2-нафтол); в настоящее время известно много красителей этого типа.

В заключение опишем способ получения азокрасителей, взяв для примера синтез трис-азокрасителя — бензо-прочного синего В. а) Диазотирование дианизидина: в деревянный чан, снабженный мешалкой, наливают 500 *л* воды, 30 *кг* HCl 12° Bé, задают 17,1 *кг* сернокислого дианизидина и кипятят до полного растворения; затем фильтруют, охлаждают и прибавляют раствор 5,74 *кг* нитрита в 80 *л* воды. б) 6 *кг* 1-нафтиламина замешивают с 8,5 *кг* HCl 12° Bé, растворяют в 1 000 *л* кипящей воды и отфильтровывают; прибавляют сюда раствор а) и размешивают в течение 15 ч., после чего прибавляют 15 *кг* HCl 12° Bé и раствор 2,68 *кг* нитрита в 40 *л* воды. в) К раствору 40 *кг* 1-нафтол-3,8-дисульфокислоты и 56 *кг* NaOH 40°Bé в воде, прибавляют вновь образовавшееся тетразосоединение и размешивают; затем дают стоять 15 ч., кипятят, высаливают, фильтруют, сушат и ставят на тип. См. *Красящие вещества синтетические*.

Лит.: Георгиевич Г. и Гранмужен Е., Химия красящих веществ, М., 1922; Fierz-David H. E., Künstliche organische Farbstoffe, B., 1926; Zerr G. u. Rübencamp R., Handbuch der Farbenfabrikation, B., 1922; Mayer Fr., Chemie der organischen Farbstoffe, B., 1924; Ullmann Fr., Enzyklopädie d. technischen Chemie, Wien, 1914 u. ff.; Ristenpart E., Chemische Technologie d. organischen Farbstoffe, Lpz., 1925. **В. Виханский.**

АЗОКСИБЕНЗОЛ, $C_6H_5-N(\rightarrow O)-N-C_6H_5$, получается восстановлением нитробензола — кипячением его с метилатом натрия:

$$4C_6H_5NO_2 + 3CH_3ONa = 2(C_6H_5N)_2O + 3HCOONa + 3H_2O$$

нитробензол — метилат натрия — азоксибензол — соль муравьиной кислоты — вода

Блестящие светложелтые ромбические иглы; трудно растворяются в воде, легко — в спирте и эфире; $t°_{пл.}$ +36°. Восстановлением натровой амальгамой А. дает гидразобензол, серной к-той в спиртовом растворе — сульфат бензидина. А. служит для получения азобензола и бензидина.

АЗОМЕТИНЫ, иначе Шиффовы основания, — соединения, заключающие группу —CR : N— и получающиеся либо конденсацией альдегидов с первичными аминами, либо конденсацией нитрозосоединений с соединениями, имеющими метильную или метиленовую группу. Если остатки, с которыми соединена азометиновая группировка, — ароматические и имеют в *п-* или *о*-положении к этой группировке ауксохромовые группы, то А. являются красителями. Практически пригодных среди них нет, т. к. азометиновая группировка легко распадается при действии кислот.

АЗОСОЕДИНЕНИЯ, многочисленные органические соединения, содержащие азогруппу, —N : N—. Наибольшее значение имеют такие А, в которых азо-группа связана с двумя ароматическими радикалами (ариламн). Эти ароматические А. — твердые, кристаллические окрашенные вещества; их производные играют чрезвычайно важную роль в красочной промышленности, т. к. именно к этой группе органической химии относится ряд ценных красителей — *азокрасителей* (см.). Незамещенные А., например простейший член этого ряда азобензол $C_6H_5-N:N-C_6H_5$, хотя и окрашены, но не являются красителями в собственном смысле слова, т. е. не обладают способностью окрашивать животное или растительное волокно. Для приобретения этого свойства необходимо, чтобы в молекуле А. находилась хотя бы одна гидроксильная, амино- или какая-либо другая ауксохромовая группа (см. *Крашение*). Сама же азогруппа является хромофорной группой, т. е. сообщает веществу только окраску, но не красящие свойства. Получаются А.: 1) восстановлением нитро- или азоксисоединений:

$$2R\cdot NO_2 - 2O_2 = R\cdot N : N\cdot R;$$
$$R\cdot N(\rightarrow O)-N\cdot R - O = R\cdot N : N\cdot R;$$

2) окислением первичных аминов:

$$2R\cdot NH_2 + O_2 = R\cdot N : N\cdot R + 2H_2O;$$

3) взаимодействием между нитрозосоединением и амином:

$$R\cdot NO + H_2N\cdot R = R\cdot N : N\cdot R + H_2O.$$

О способах получения замещенных А. см. *Азокрасители* и *Диазосоединения*.

АЗОТ, N (франц. Az), химич. элемент [Nitrogenium — от nitrum, селитра, «образующий селитру»; по-немецки — Stickstoff «удушающий газ», по-франц. — Azote, от греч. ἀ—отрицание, ζωή—жизнь, безжизненный (см. Lavoisier, Traité élémentaire de chimie, v. I, p. 55, Paris, 1789), по-англ.— Nitrogen]; ат. в. 14,009, порядковый номер 7.

Физические свойства. *D* чистого А. (при *D* воздуха = 1) 0,9674; но обычно мы имеем дело с А. из воздуха, с содержанием 1,12% аргона, *D* такого А. 0,9721; вес 1 *л* чистого А. при 0° и 760 *мм* — 1,2507 *г*, вес 1 *л* «атмосферного» азота — 1,2567 *г*. Растворимость А. в воде меньше растворимости кислорода. 1 *л* воды при 760 *мм* и 0° растворяет 23,5 *см*³ А. (растворимость O_2 — 48,9 *см*³), при 20° — 15,4 *см*³ А. (растворимость O_2 — 31,0 *см*³). Древесный уголь свежепрокаленный поглощает, по Дьюару, в 1 *см*³ при 0° всего 15 *см*³ А., при —185° он поглощает 155 *см*³ А. (объемы перечислены на 0° и 760 *мм*). $t°_{крит.}$ —147° при крит. давлении в 33 *atm.*, или 25 *м* ртутного столба, $t°_{кип.}$ при 760 *мм* равна —195°,67±0°,05, а $t°_{пл.}$ при 88 *мм*±4 *мм* равна —210°,52±0°,2. Коэфф. расширения А. при 1 *atm* равен 0,003 667; уд. теплота при 20° равна 0,249, а для температурного интервала 0°—1 400, в среднем, 0,262; отношение $\frac{c_p}{c_v} = 1{,}40$, как и для O_2. Жидкий азот бесцветен, подвижен как вода, хотя легче последней. Уд. вес при $t°_{кип.}$ и 760 *мм* — 0,7914, при —184° — 0,7576, при —195,5° — 0,8103 и при —205° — 0,8537; близ точки застывания —0,8792 (цифры колеблются в зависимости от содержания Ar). Уд.

теплота жидкого А. между −196° и −208°—0,430; теплота испарения 1 *кг* жидкого А. при $t°_{кип.}$ −195°,55 равна 47,65 Cal. Из 1 *л* жидкого А. при испарении, при атмосф. давлении и 0°, 14° и 27°, образуется соответственно: 640, 670 и 700 *л* газообразного А. Жидкий А. немагнитен и не проводит электричества. См. также *Справочник важн. физ., хим. и технолог. величин.*

Химические свойства А. в значительной степени определяются его крайней инертностью при обыкновенных условиях $t°$ и давления, объясняющеюся устойчивостью молекул N_2. Только металл литий соединяется с А. при невысокой $t°$, выделяя при этом 69 000 cal и образуя нитрид лития NLi_3. Нитрид Ba образуется при 560° и имеет ф-лу Ba_3N_2; о других нитридах см. *Нитриды*. Как с кислородом, так и с водородом А. соединяется лишь при высокой $t°$, при чем реакция с кислородом эндотермична, а с водородом экзотермична. Валентность А. определяется строением его атома по Бору. При удалении с наружного кольца всех пяти электронов азот становится пятизарядным положительным ионом; при пополнении верхнего кольца тремя электронами до предельного числа — восьми — атом А. проявляется как трехзарядный электроотрицательный ион. Состояние А. в аммонийных соединениях может быть легко выяснено теорией *комплексных соединений* (см.). А. дает целый ряд соединений с кислородом (см. *Азота окислы*) и с галоидами (последние соединения являются вследствие сильной эндотермичности своего образования чрезвычайно взрывчатыми). С водородом А. дает соединения: *аммиак* (см.) и *азотистоводородную кислоту* (см.). Кроме того, известны: соединение А. с водородом—*гидразин* (см.) и с водородом и кислородом—*гидроксиламин* (см.). Соединения А. с углеродом — см. *Циан*, *Цианистоводородная кислота*.

Применение А. Газообразный А. имеет в качестве инертного газа применение в медицине для иммобилизации пораженных туберкулезом участков легких (операция Pneumotorax), для защиты металлов от химического действия на них активных газов и вообще в тех случаях, когда необходимо предотвратить какую-нибудь нежелательную химическую реакцию (напр. для наполнения лампочек накаливания, для надувания автомобильных резиновых шин, на к-рые при высоком давлении разрушающим образом действует воздух, для сохранения красок ценных картин, помещаемых в наполненных А. герметических сосудах, для предотвращения пожарной опасности при переливке бензина и других горючих жидкостей, и т. п.). Но самое важное технич. применение А. имеет в процессе получения синтетического *аммиака* (см.) из элементов.

При оценке свойств А. и его исключительного значения в общей экономике органической природы и общественной жизни человека следует резко различать А. свободный от А. связанного, т. е. уже вступившего в химич. соединение с каким-нибудь другим элементом, гл. обр. с кислородом, водородом и углеродом. Азот свободный при условиях $t°$ и давления, господствующих на поверхности земного шара, представляет собою крайне инертный элемент. Мышь в классическом опыте Лавуазье погибала в воздухе, лишен. кислорода, т. е. в почти чистом А. Между тем связанный А. является как бы носителем жизни, ибо все без исключения живые существа, будь это растения или животные, выстраивают свой организм обязательно при участии т. н. белковых веществ, неизбежно заключающих в своем хим. составе А. (белки содержат до 16% А.). Процесс перехода от свободного А. к связанному и обратно представляет собою величайшей важности процесс природы и грандиознейшую проблему сел. хоз-ва, а в последнее время и индустрии. Свободный А. содержится в смеси с другими газами в атмосфере в необъятном количестве, составляя ок. $^4/_5$ по объему (75,51 весовых %) от всей атмосферы и окутывая земной шар воздушным покровом, постепенно все более и более разрежающимся, достигающим в высоту десятков *км*. Над одним гектаром земной поверхности содержится А. столько, что, если бы он был в связанном состоянии, его хватило бы для обеспечения всей живой природы и потребностей человечества на 20 лет (А. Э. Мозер). Но свободный азот лишь с громадным усилием м. б. понужден к соединению с другими элементами, и притом не только в тех случаях, когда это соединение происходит эндотермически [как, напр., при образовании кислородных соединений А. (см. *Азота окислы*)], но и в тех случаях, когда соединение А. с другим элементом сопровождается выделением энергии и является реакцией экзотермической [соединение А. с водородом (см. *Аммиак*)]. Лишь в исключительных случаях, напр. с *литием* (см.), соединение А. протекает в обыкновенных условиях $t°$ и давления легко. Поэтому в общем балансе связанного А. в природе приходится констатировать круговорот. Растения поглощают связанный А. в виде растворимых солей из почвы и изготовляют белки; животные пользуются при обмене веществ готовыми азотистыми соединениями за счет поглощенной растительной пищи, выделяя соединения связанного А., неусвоенные, а также образовавшиеся в результате распада в их организме белковых веществ — в экскрементах и в моче, и, наконец, внося при своей гибели весь свой организм в общий баланс связанного А. в природе для дальнейших процессов минерализации белковых и других азотистых веществ, происходящих в почве. В этих последних процессах громадная роль остается за микроорганизмами почвы, в результате жизнедеятельности которых сложные азотистые органические соединения превращаются в простейшие соли азотной кислоты, которая, в свою очередь, образуется в результате окисления в почве аммиачных соединений как более ранней стадии разрушения белковых веществ и продуктов их распада. Принимая во внимание чрезвычайную инертность свободного А., неспособного самостоятельно вступать

в соединения, и, с другой стороны, потери или случаи глубокого разрушения азотистого соединения до свободного А. (напр. в результате жизнедеятельности денитрифицирующих почвенных бактерий, при сжигании каменного угля, дров и торфа, при вымывании из почвы азотистых соединений дождем в реки и моря, при спуске в реки отбросов больших городов и т. д.),—можно было бы считать неизбежным последствием всего этого постепенное обеднение природы связанным А. и в результате гибель органической жизни на земле, если бы в общее русло круговорота связанного А. не вливались бы нек-рые процессы, пополняющие указанную убыль связанного А. в природе. Таким естественным источником связанного А. в природе являются атмосферные осадки, приносящие в почву окислы азота, образовавшиеся в атмосфере при электрических разрядах, которые понуждают нек-рое количество атмосферного азота соединиться с кислородом (дождевая вода содержит около 0,00001% связанного А.). Можно подсчитать, что этим путем в почву земного шара ежегодно вносится до 400 млн. *m* связанного А. Кроме того, Бертело удалось установить, что в почве, без внесения в нее новых запасов азотистых соединений, содержание А. с течением времени повышается благодаря жизнедеятельности некоторых видов бактерий. Впоследствии эти бактерии были выделены в чистых культурах, а именно: анаэробная бактерия маслянокислого брожения (Clostridium pasteurianum) и аэробная бактерия (Azotobakter Виноградского, которая может обогатить почву на 48 *кг* в год на 1 *га*). Кроме этих свободно живущих в почве бактерий, было обнаружено в клубеньковых наростах нек-рых растений семейства бобовых (Leguminosae) присутствие симбиотически связанных с ними бактерий (Bacillus radicicola), также способных усваивать свободный атмосферный А. и передавать этот связанный ими А. своему «растению-хозяину». Как известно, это свойство бобовых растений (лупина, вики, сераделлы и др.) широко применяется для обогащения почвы азотистыми веществами, являясь своеобразным методом удобрения почвы для последующих посевов хлебных злаков на участке с запаханными и разложившимися в почве, предварительно взращенными на ней, удобрительными растениями (см. *Удобрения зеленые*). Однако указанные естественные источники пополнения связанного А. в природе никоим образом не могут восполнить его убыли, в особенности в виду громадного расточения связанного А. во всех процессах разрушения азотистых соединений в топливе, а также при использовании азотистых взрывчатых веществ. Принимая во внимание потребности в азотистой пище населения земли, исчисляемого в 1,6 млрд. чел., и ежегодный прирост населения земли в одних только странах, располагающих статистическими сведениями, в 4 млн. чел. или в 400 млн. в столетие, эту убыль связанного А. в природе приходится считать весьма существенной. Вильям Крукс еще в 1898 г. забил тревогу, предсказывая гибель человечества от голода в ближайшем будущем, когда, по его расчетам, должны будут иссякнуть единственные на земном шаре богатые месторождения чилийской селитры—того ресурса связанного А., который гл. обр. должен был восполнить насущную нужду сел. хозяйства в азотных удобрениях, а вместо того хищнически расточался для военных целей, т. к. большинство взрывчатых веществ изготовлялось при действии азотной кислоты, полученной из чилийской селитры. Действительно, хотя Крукс преуменьшил несколько запасы селитры в Чили, однако и по последним геологическим подсчетам, если даже принять только довоенную норму выработки чилийской селитры (2 750 000 *m* селитры с содержанием 400 000 *m* связан. А.), ее запасов (600 млн. *m* селитры с содержанием 30 млн. *m* связанного А.) не может хватить более, чем на 150—200 лет (см. *Селитра*). Однако запасы чилийской селитры отнюдь не являются единственным источником, из которого человечество черпает свои пополнения необходимого для его питания и промышленности связанного А. По данным Интернационального агрикультурного института в Риме, вычисленным на основании сведений об урожаях всех стран света, мировое потребление связанного А. на 1924 г. определяется количеством около 7 000 000 *m* связанного А; из них человек сумел выработать и вернуть природе лишь около $^1/_6$ части, т. е. около 1 200 000 *m* связанного А. На долю чилийской селитры в в этом количестве пришлось в 1924 г. всего 420 000 *m*. Остальное количество связанного А. поступило в общую экономику природы в значительной степени за счет таких же естественных ресурсов связанного азота в природе, как и селитра, требующих, однако, со стороны человека некоторой обработки. К числу таких естественных ресурсов связанного азота относятся мировые запасы каменного угля и торфа. Каменный уголь содержит даже в плохих сортах от 0,5 до 2% связанного А. Те же сорта, которые идут для производства кокса и светильного газа, содержат обыкновенно от 1,2 до 1,9%, в среднем 1,3% связанного А. По современным геологическим данным, мировые запасы каменного угля следует оценить приблизительной цифрой около 8 000 млрд. *m*. Считая содержание связанного А. в угле в 1%, мы получим содержание связанного А. в мировом запасе каменного угля в 80 млрд. *m*, т. е. в 2 000 раз больше, чем содержание связанного А. в запасах чилийской селитры. Это количество могло бы обеспечить потребность человечества в связанном А. на 6 000 лет, если бы при использовании угля можно было утилизировать весь заключающийся в нем связанный А. Довоенная ежегодная выработка каменного угля была равна 1 350 млн. *m* с содержанием связанного А. (1,3%) в 17 млн. *m* (соответственно 85 млн. *m* азотнокислого аммония, на сумму более 25 млрд. фр.). Однако почти все это количество связанного А.

выпускалось в воздух в качестве свободного А. при сжигании каменного угля в печах заводов, паровозов, в домашних печах и т. д. Только примерно $^1/_{50}$ ч. всего этого количества улавливалась азотной промышленностью и служила для получения сернокислого аммония, который является и поныне самым значительным, наравне с селитрой, ресурсом для искусственных азотных удобрений (Matignon) (см. *Азотные удобрения*). В среднем из каменного угля, подвергающегося коксованию или газации, добывается 12 *кг* сернокислого аммония на *т*. Утилизация связанного А. из торфа пока еще не представляет собою крупного фактора в экономике связанного азота. Т. о. использование каменноугольного А. только отчасти сглаживает остроту недостачи связанного А. для целей сел. хозяйства и промышленности, но отнюдь не является разрешением азотной проблемы в целом. Окончательное разрешение этой проблемы принесли с собой наука и техника, гл. обр. в продолжение текущего столетия, осуществив фиксацию атмосферного А. техническим путем. Эта фиксация осуществляется главным образом тремя основными методами: 1) путем сжигания А. воздуха при действии вольтовой дуги, с получением окислов А. и азотной кислоты; этот метод, вследствие эндотермичности реакции соединения $N_2 + O_2$ (см. *Азота окислы*), требует затраты значительных количеств тепла, высокого напряжения, и является рентабельным только при наличии дешевой гидроэлектрической энергии (описание метода — см. *Азотная кислота*); 2) путем присоединения А. при высокой $t°$ электрической печи к карбиду кальция (см. *Аммиак*), с образованием цианамида кальция; последний либо непосредственно идет для целей удобрения, либо при действии воды образует аммиак, нейтрализуемый до сернокислого или азотнокислого аммония; 3) путем непосредственного соединения атмосферного А. с водородом, с образованием синтетического аммиака; этот способ (Габер-Боша) является, несомненно, величайшим достижением хим. технологии за истекшую часть 20 в. и одним из грандиознейших завоеваний науки и техники в истории человечества (технические подробности — см. *Аммиак*).

Несмотря на то, что для повышения урожая необходимо внесение в почву также и других удобрений — фосфорных и калийных, все же именно азотные удобрения играют преобладающее значение в экономике сельского хозяйства. Если, например, в мясе фосфорного ангидрида и окиси калия содержится по 0,4%, то количество связанного А. в том же продукте достигает около 3%, т. е. на 30 ч. связанного А. в мясе приходится лишь по 4 ч. P_2O_5 и K_2O. При этом цены указанных трех видов искусственных удобрений в 1913 г., при нормальных, сравнительно, условиях довоенного времени, выражались следующими цифрами: за 1 *кг* связанного А.—1,5 фр., а за 1 *кг* K_2O или P_2O_5 — по 0,4 фр. за каждый. Т. о. мы можем считать, что азотные удобрения дают экономический эффект в 32 раза более значительный по сравнению с эффектом остальных двух классов удобрительных туков. Насколько значительна роль азотных удобрений, видно из того факта, что внесение в почву искусственных азотных удобрений вызывает, при прочих равных условиях, прирост урожая на 1 *т* внесенного связанного А.: для зерновых хлебов — в 20 *т*, для картофеля — в 200 *т* и для свеклы — в 300 *т*. Для количественной оценки роли вносимых в экономику сел. хозяйства азотистых удобрительных туков интересно хотя бы приблизительно подсчитать общий мировой капитал связанного А., участвующий в органической жизни нашей планеты. При поверхности суши земного шара в 135 000 000 *км²* и толщине слоя пахотной земли в 0,4 *м*, мы можем оценить (приняв плотность почвы за единицу) весь капитал всей плодородной почвы земли в 54 млрд. *т*. Среднее содержание связанного А. в почве не превышает 0,1%. Уменьшив весь расчет до $^3/_4$ вследствие учета пустынь, ледников, скал и других неплодородных почв, не содержащих А., мы можем оценить общий тоннаж связанного А. в почве всего земного шара приблизительно в 40 млрд. *т*, т. е. в половину всех запасов связанного А., имеющихся в каменном угле, утилизация которых возможна лишь в самой ограниченной степени.

Потребность мирового сел. хозяйства в азотных удобрительных туках характеризуется следующими цифрами (Partington, The Nitrogen Industry):

Мировое потребление чилийской селитры в *т*.

Страны	1911 г.	1912 г.	1913 г.
Германия	743 412	911 962	833 112
С.-А. С. Ш.	568 136	441 047	589 187
Франция	338 706	354 517	327 192
Бельгия	303 780	309 817	318 515
Голландия	144 652	180 942	164 502
Англия	132 931	137 415	128 561
Италия	53 616	44 545	51 690
Египет	19 018	23 981	25 638
Испания	8 977	13 554	13 150
Австро-Венгрия	5 281	7 114	7 445
Дания	3 438	4 825	10 478
Швейцария	2 371	5 198	—
Другие страны	77 074	95 746	87 233
Всего	2 401 392	2 530 663	2 556 970

Мировое потребление чилийской селитры в военные годы мало показательно, ибо на нем отразились факторы блокады, затрудненного транспорта и пр.

Мировое производство связанного азота достигло 1 200 000 *т* в год, из которых:

ок. 30% — 360 000 *т* было выделено при коксовании и газификации из камен. угля,

ок. 35% — 420 000 *т* было выработано в виде чилийской селитры,

ок. 35% — 420 000 *т* было произведено путем фиксации атмосферного А.

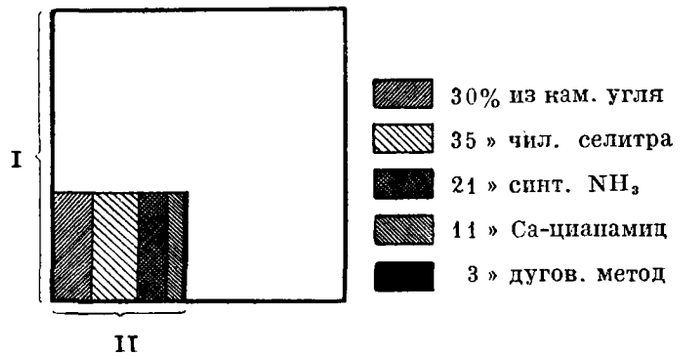
В самые последние годы это соотношение несколько изменилось в смысле увеличения

Мировое потребление сернокислого аммония в *m*

Страны	1912 г.	1913 г.	1914—18 гг.	1919 г.
Германия . .	425 000	460 000	Данных не имеется	508 000
С.-А. С. Ш. .	250 139	166 850		304 500
Япония . . .	87 000	115 000		152 000
Англия . . .	91 444	98 557		264 000
Франция . .	90 000	97 000		81 000
Испания . .	45 000	75 000		83 000
Португалия.	57 000	68 000		71 000
Бельгия . .	42 000	45 700		40 600
Италия . . .	29 500	23 000		30 500
Ав.-Венгрия	13 000	16 000		—
Нидерланды	8 000	8 000		10 200
Египет . . .	1 650	2 000		1 000
Швеция . . .	1 300	1 350		1 370
Дания . . .	70	300		300
Вест-Индия.	—	—		12 200
О-в св. Маврикия . . .	—	—		6 100
Австралия .	—	—		2 030
Всего. .	1 141 103	1 176 757	—	1 567 800

выработки селитры (до 36,5%) за счет уменьшения утилизации каменноугольного А. (около 30%).

Из всей продукции связанного А. путем фиксации атмосферного А. в свою очередь 60% д. б. отнесено к синтетическому аммиаку, 30%—к цианамиду и только 10% — к норвежской синтетической селитре. Особенно быстрое развитие азотной промышленности наблюдается в Германии, что характеризуется следующими цифрами: всего в Германии азотных продуктов было произведено: в 1915 г. — 64 000 *m* связанного А., в 1919 г. — 132 000 *m*, в 1920 г.— 190 000 *m*, в 1922 г. — 238 000 *m* (в эти количества не входит ввезенная чилийская селитра). Следующая диаграмма наглядно рисует степень удовлетворения на 1925 г. мировой потребности в связанном А. со стороны добывающей и обрабатывающей азотной промышленности.



Мировая потребность и выработка связанного А.: *I*—7 млн. *m* связанного азота содержалось в собран. в 1925 г. с.-х. продуктах, *II*—1,2 млн. *m* связанного азота выработано добывающей и обрабатывающей промышленностью.

Из всего количества добытого связанного А. 83% (около 1 000 000 *m*) было израсходовано для удобрения, вследствие чего был получен прирост с.-х. продуктов, эквивалентный 20 000 000 *m* (1,2 млрд. п.) пшеницы, т. е. почти в два раза большего количества, чем весь хлебный годовой экспорт России в довоенные годы. Развитие синтетической азотной промышленности иллюстрируют следующие цифры:

Производство связанного А. (в тыс. *m*).

Методы	1900	1913	1917	1920	1923
Дуговой	5	14	35	30	36
Цианамидный	5	34	230	130	140
Синтетич. аммиак . .	—	7	110	295	324
Всего . . .	10	55	375	455	500

Эти цифры опубликованы американским Bureau of Foreign a. Domestic Commerce, «Trade Information Bulletins», 1924, №№ 170, 226, 240 и 270.

По отдельным странам мировая производительная способность з-дов, вырабатывающих соединения связанного азота, в 1925 г. подразделяется следующим образом (в *m*):

Страны	Из кам. угля	Из воздуха	Всего
Германия	90 000	250 000	340 000
Франция	15 000	60 000	75 000
Англия	85 000	10 000	95 000
Италия	—	18 000	18 000
Япония	21 000	8 000	29 000
С.-А. С. Ш.	120 000	75 000	195 000
Всего . . .	331 000	421 000	752 000

Т. о. в технич. фиксации атмосферного А. по тому или иному методу участвуют: Германия на 60%, Франция — 14%, Англия — 2,5%, Италия—4,3%, Япония — 1,9% и С.-А. С. Ш.—18%. Но синтетическая азотная промышленность развивается чрезвычайно быстро. Уже в настоящее время частью заканчивается постройкой, а частью находится в действии целый ряд новых установок. Когда все они начнут функционировать, то общая продукция синтетического связанного А. будет еще больше.

Преобладающее значение и наибольшие перспективы из всех синтетических методов фиксации атмосферного А. следует признать за способами получения синтетического аммиака. Главным преимуществом этого пути фиксации атмосферного А. является весьма незначительная затрата энергии на его производство, ибо энергия, в виду экзотермичности процесса, д. б. затрачена, при рациональном использовании теплоты самой реакции, исключительно на компрессию газов до давления в 200 и более *atm* (см. *Аммиак*). Parsons (Journal of Ind. a. Eng. Chem., v. 9, p. 839, 1917) приводит интересный подсчет расходуемой энергии на *m* связанного А. при разных методах:

Метод	Продукт	Энергия в HP на 1 *m*
Дуговой	35% HNO_3	10,5
Цианамидный	NH_3	2,3
Габера	35% NH_3	0,2

Современное состояние синтетической аммиачной промышленности (на 1925 г.) характеризуется следующими цифрами:

Страны	Число предприятий	Годовая производ. способность в *m* связан. А.	Примечание
Германия . . .	2	350 000	В 1923 г. произведено 230 000; завод в Оппау вследствие оккупации Рура не работал
Франция	3	2 625	Чисто опытные установки
Италия	2	3 000	1 опытн. устан. и 1 завод, пущенный в окт. 1923 г.
Испания	2	3 750	Произв. началось в 1923 г.
Англия	1	6 000	Произв. началось в 1924 г.
Япония.	1	2 200	»
С.-А. С. Ш. .	1	4 120	Произв. началось в авг. 1924 г.
	1	320	Произв. началось в окт. 1924 г.
	1	2 700	Произв. началось в мае 1924 г.
Всего . .	14	374 715	

Т. о. 93% всего синтетического аммиака производится в Германии. Когда все установки по фиксации атмосферного А. будут закончены, то количество производимого синтетического аммиака будет приблизительно равно, в переводе на *m* связанного А.:

По герм. методу	300 000 *m*
» англ. »	50 000 »
» Клода »	30 000 »
» Казале »	160 000 »
» Фаузера »	10 000 »
» америк. »	10 000 »
Всего	560 000 *m*

В общем все виды технич. фиксации атмосферного А. (аммиак, дуговой процесс и цианамидный метод) смогут дать ежегодную продукцию, вероятно несколько меньшую указанной выше, а именно:

Синтетический аммиак	ок. 525 000 *m* связ. А. (из них 300 000 *m* по способу Габер-Боша)
Цианамид кальция	ок. 200 000 *m* связ. А.
Азотная кислота	ок. 25 000 » » »
Всего . .	ок. 750 000 *m* связ. А.

В СССР выработано в 1924 г. ок. 7 400 *m* концентр. аммиачной воды с содержанием ок. 400 *m* связанного А., кроме того было импортировано значительное количество чилийской селитры с содержанием 1 700 *m* связанного А. О потребностях СССР можно получить представление из следующих цифр. Во время войны Россией было израсходовано на производство взрывчатых веществ около 330 000 *m* селитры с 48 000 *m* связанного А. Потребность в азотистых удобрениях для культур сахарной свекловицы, хлопка и других технич. растений исчисляется десятками тысяч *m*, а потребность в удобрениях для крестьянского хозяйства—многими сотнями тыс. *m* связанного А. Недостаток удобрений вызывает слабый урожай в СССР, в среднем с 1 *га* 6,5 *ц* хлеба и 98 *ц* свекловицы, против 24,5 *ц* хлеба и 327,5 *ц* свекловицы в странах Западной Европы, применяющих азотные и другие искусственные удобрения (Мозер). В настоящее время в СССР принимаются решительные меры для обеспечения развития азотной промышленности.

Лит.: Кайзер К. и Мозер А., Азот воздуха и его использование, ГИЗ, М., 1922; Waeser B., Die Luftstickstoff-Industrie, Lpz., 1922 (очень подробная сводка, освещающая азотную проблему с теоретич., технологич. и экономич. стороны; имеет исчерпывающие библиогр. данные и перечень патентов); Partington J. R. and Parker L. H., The Nitrogen Industry, L., 1922 (содержит весьма подробные данные о селитре и о всех методах фиксации А.; уже несколько устарела); Waeser B., Stickstoffindustrie, Dresden, 1924, из серии «Technische Fortschrittsberichte», B. 5 (сжатые, но полные сведения по экономике и технологии азотной проблемы; составлена несколько конспективно); Grossmann H., Stickstoffindustrie u. Weltwirtschaft, Stuttgart, 1926 (обработка отчетов Азотного отдела Американского бюро по внешн. и внутр. торговле за 1924 г.; содержит весьма новые и интересные данные); Huber Rob., Zur Stickstoff-Frage, Bern, 1908; Matignon C., Azote, «Chimie et Industrie 1914—1924.—Dix ans d'efforts scient. etc.», v. 1, P., 1926; Moldenhauer W., Reaktionen des freien Stickstoffs, Berlin, 1920.

Б. Беркенгейм.

АЗОТ ХЛОРИСТЫЙ, NCl_3, желтая маслянистая тяжелая (уд. вес 1,63) жидкость, легко взрывает (при сотрясении и нагревании); получается действием хлора на концентрированный раствор хлористого аммония $NH_4Cl+3Cl_2=NCl_3+4HCl$ или электролизом хлористого аммония (выделяется на положительном полюсе). Вследствие своей неустойчивости имеет только лабораторное значение.

АЗОТА ОКИСЛЫ. Азот образует с кислородом пять различных соединений: 1) N_2O—закись азота, 2) NO—окись азота, 3) N_2O_3—азотистый ангидрид, или трехокись азота, 4) NO_2—двуокись или N_2O_4—четырехокись азота, 5) N_2O_5—азотный ангидрид, или пятиокись азота. Все пять окислов образуются с поглощением тепла, поэтому получение их возможно только при высокой $t°$ и связано с большой затратой энергии.

Теплоты образования в Cal для газообразных N_2 и O_2:

$N_2+O=N_2O$	26,6 Cal
$N+O=NO$	21,6 »
$N+2O=NO_2$	8,13 »
$2N+3O=N_2O_3$	22,2 »
$2N+5O=N_2O_5$	1,2 »

Поэтому при синтезе пользуются другими материалами: обычно исходят из азотной кислоты или ее солей.

I. Закись азота N_2O получается: 1) из высших окислов азота, их восстановлением цинком, амальгамой натрия, сероводородом, хлористым оловом и др.; напр., 5 ч. хлористого олова $SnCl_2.2H_2O$, 10 ч. соляной кислоты HCl (уд. в. 1,21) и 0,9 ч. азотной кислоты HNO_3 (уд. в. 1,38) дают при кипячении N_2O; 2) нагреванием при 240° смеси эквимолекулярных количеств селитры $NaNO_3$ (17 ч.) и сернокислого амония $(NH_4)_2SO_4$ (13,5 ч.); 3) осторожным нагреванием до 170° азотнокислого аммония $NH_4NO_3=N_2O+2H_2O$, выделяющийся при этой реакции газ промывают для удаления других А. о. водой, растворами

железного купороса и едкого натрия и сжижают смесью жидкой сернистой кислоты и углекислоты. N_2O—бесцветный газ приятного запаха и сладковатого вкуса; уд. в. 1,527 (воздух=1), вес 1 *л* при 0° и 760 *мм* 1,777 *г*; $t°_{пл.}$ —102°,3, $t°_{кип.}$ —89°,4; 100 объемов воды растворяют при 15° 77,8 объемов N_2O. При нагревании (до 900°) N_2O распадается на N и O; уголь, натрий, раскаленное железо сгорают в N_2O; в отличие от других А. о., N_2O окисляется кислородом воздуха; при вдыхании вызывает возбужденное состояние («веселящий газ»); применяется как анестезирующее средство при небольших операциях.

Азотноватистая кислота $H_2N_2O_2$ м. б. формально рассматриваема как гидрат закиси азота. Получается восстановлением азотистокислого натрия, амальгамой натрия в щелочном растворе; легко распадается на закись азота и воду:

$$H_2N_2O_2 = N_2O + H_2O.$$

II. Окись азота NO получается восстановлением высших окислов углем, фосфором, сернистым газом, металлами и другими восстановителями, напр.: 1) при растворении меди в азотной кислоте $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$; 2) при нагревании солянокислого раствора селитры и хлористого железа $6FeCl_2 + 2KNO_3 + 8HCl : 6FeCl_3 + 2KCl + 4H_2O + 2NO$; 3) о получении NO из элементов см. *Азотная кислота*. NO—бесцветный газ; уд. в. 1,038 (воздух = 1), вес 1 *л* при 0° и 760 *мм* 1,3402 *г*; $t°_{пл.}$ —167°, $t°_{кип.}$ —153°,6; 100 объемов воды растворяют 5 объемов NO. Окись азота обладает как восстановительными, так и окислительными свойствами: натрий, калий, фосфор сгорают в ней (сера не горит). Перманганат и перекись водорода окисляют NO в азотистую и азотную кислоту. С кислородом воздуха NO образует двуокись азота: $2NO + O_2 = 2NO_2$. При 1 690° распадается нацело на азот и кислород. С солями дает комплексные соединения $FeSO_4 \cdot NO$; $CuSO_4 \cdot NO$.

III. Азотистый ангидрид N_2O_3 образуется: 1) при охлаждении до —18° смеси 4 объемов окиси азота NO и 1 объема O; 2) при нагревании 1 ч. крахмала и 8 ч. азотной кислоты уд. веса 1,55; 3) при нагревании трехокиси мышьяка с азотной кислотой уд. веса 1,35: $As_2O_3 + 2HNO_3 + 2H_2O = 2H_3AsO_4 + N_2O_3$. Азотистый ангидрид устойчив лишь при низкой $t°$, он образует голубую кристаллизующуюся при —102° жидкость, которая при повышении $t°$ буреет, разлагаясь на окись и четырехокись азота; пары ее состоят из смеси NO, N_2O_4 и N_2O_3, находящихся между собой в подвижном равновесии: $2NO + N_2O_4 \rightleftarrows 2N_2O_3$. Кислородом эта смесь окисляется до четырехокиси азота $2N_2O_3 + O_2 \rightleftarrows 2N_2O_4$. При растворении в воде азотистый ангидрид дает азотистую кислоту.

Азотистая кислота HNO_2 существует только в водном растворе; при попытке выделить ее она тотчас распадается на воду и азотистый ангидрид: $2HNO_2 = H_2O + N_2O_3$. Перманганат легко окисляет ее в азотную к-ту. С иодистоводородной к-той выделяет иод: $HNO_2 + HJ = NO + H_2O + J$. Соли азотистой кислоты имеют большое промышленное значение (см. ***Натрия соединения***). HNO_2 имеется в воздухе (от происходящих в нем электрических разрядов), поэтому дождевая вода содержит ее соли. В почве также имеются ее соли, являющиеся отчасти продуктом жизнедеятельности патогенных бактерий; из почвы соли эти вместе с бактериями вымываются водой, поэтому вода, содержащая заметное количество азотистых солей, считается непригодной для питья.

IV. Двуокись азота NO_2 и четырехокись азота N_2O_4 образуются: 1) окислением окиси азота кислородом воздуха $2NO + O_2 = N_2O_4$; 2) разложением азотного ангидрида N_2O_5 или азотной кислоты (желтая азотная кислота содержит в растворенном состоянии двуокись); 3) из солей азотной кислоты, напр. из азотнокислого свинца $Pb(NO_3)_2$: сухую смесь равных частей $Pb(NO_3)_2$ и песка, прибавляемого для равномерного нагревания, прокаливают и выделяющиеся пары конденсируют в хорошо охлаждаемом приемнике: $Pb(NO_3)_2 = PbO + O + N_2O_4$; 4) о получении NO_2 из аммиака и воздуха см. *Аммиак*. Четырехокись азота представляет при 0° бесцветную жидкость, кристаллизующуюся при —10°,8; при нагревании она желтеет и кипит при 25—26°, выделяя красно-бурые пары; с повышением $t°$ интенсивность окраски паров растет, и при 140—150° они кажутся почти черными. Изменение цвета объясняется диссоциацией бесцветной четырехокиси в сильно окрашенную двуокись: $N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$; диссоциация растет с $t°$: при 60° N_2O_4 распадается уже наполовину, при 150° диссоциация полная. При нагревании выше 150° пары вновь обесцвечиваются вследствие распада NO_2 на окись и кислород: $2NO_2 = 2NO + O_2$. Двуокись NO_2 — сильный окислитель: в присутствии платины смесь ее с водородом дает воду и аммиак; уголь, сера, фосфор сгорают в ней. При растворении в воде двуокись дает азотную и азотистую кислоты; азотистая к-та при этом распадается далее на окись азота, азотную кислоту и воду: $4HNO_2 = 2HNO_3 + H_2O + NO$. С серной кислотой двуокись образует нитрозилсерную кислоту $SO_2 \cdot OH \cdot O \cdot NO$.

V. Азотный ангидрид N_2O_5 образуется: 1) при действии хлора на азотнокислое серебро

$$AgNO_3 + Cl_2 = NO_2Cl + AgCl + O,$$
$$AgNO_3 + NO_2Cl = N_2O_5 + AgCl;$$

2) при осторожной перегонке тестообразной смеси 6 ч. безводной азотной кислоты и 7 ч. фосфорного ангидрида; в приемнике конденсируется жидкость, разделяющаяся на два слоя; верхний слой при охлаждении выделяет кристаллы N_2O_5. Азотный ангидрид при обыкновенной $t°$ представляет собой гигроскопические бесцветные ромбические призмы; $t°_{пл.}$ 29—30°; он кипит при 45—50°, разлагаясь при этом на N_2O_4 и кислород: $N_2O_5 = N_2O_4 + O$; N_2O_5 на большинство металлов не действует, лишь натрий и кальций сгорают в нем с большим блеском; в воде он растворяется с большим выделением тепла, давая азотную кислоту

(см. *Азотная кислота*). Смесь N_2O_5 и азотной кислоты может служить для нитрования органических соединений.

АЗОТИСТОВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА, N_3H, бесцветная подвижная жидкость неприятного запаха с $t°_{кип.}$ 37°, легко разлагается со взрывом. Получают А. к. взаимодействием закиси азота (N_2O) и амида натрия (NH_2Na); при этом сначала получается натриевая соль А. к., азотистый натрий по ур-ию: $N_2O+NH_2Na=N_3Na+H_2O$, из которого перегоняют с парами воды А. к.; при осторожном нагревании с разбавленной серной кислотой А. к. дает соли, так называемые *азиды* (см.).

АЗОТИСТОЭТИЛОВЫЙ ЭФИР, этилнитрит C_2H_5ONO, жидкость приятного запаха с $t°_{кип.}$ +17°; получается действием азотистой кислоты на этиловый спирт. Раствор в спирте имеет ограниченное применение в медицине (Spiritus aetheris nitrosi) как анестезирующее средство.

АЗОТНАЯ КИСЛОТА, HNO_3, получается растворением окислов азота в воде:

$$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$$
$$N_2O_3+H_2O=HNO_3+NO$$
$$N_2O_5+H_2O=2HNO_3.$$

Физические свойства А. к. Мол. в.—63,016; бесцветная жидкость с характерным запахом; $t°_{кип.}$ 86°, $t°_{пл.}$ —47°; уд. в. 1,52 при 15°; при перегонке благодаря разложению $2HNO_3=N_2O_3+2O+H_2O$ А. к. тотчас выделяет кислород, N_2O_3 и воду; поглощение последней вызывает повышение $t°_{кип.}$. В водном растворе крепкая А. к. обычно содержит окислы азота, и приготовление совершенно безводной А. к. представляет значительные затруднения. Получить безводную А. к. перегонкой невозможно, так как минимум упругости имеют водные растворы А. к., т. е. прибавление воды к кислоте и обратно понижает упругость пара (и повышает $t°_{кип.}$). Поэтому в результате перегонки слабой кислоты ($D<1,4$) получается постоянно кипящий остаток $D=1,415$, с содержанием 68% HNO_3 и с $t°_{кип.}$ 120°,5 (735 *мм*). Перегонка при пониженном давлении дает остаток с меньшим содержанием HNO_3, при повышенном давлении—с бо́льшим содержанием HNO_3. Кислота $D=1,503$ (85%), очищенная продуванием воздуха от N_2O_4, дает при перегонке остаток с 77,1% HNO_3. Кислота $D=1,55$ (99,8%) дает при перегонке сначала сильно окрашенный окислами азота раствор $D=1,62$, а в остатке кислоту $D=1,49$. Т. о. в остатке при перегонке А. к. всегда оказывается кислота, соответствующая минимуму упругости (максимуму $t°_{кип.}$). Безводную кислоту можно получить лишь при смешивании крепкой (99,1%) А. к. с азотным ангидридом. Вымораживанием, повидимому, нельзя получить кислоту свыше 99,5%. При новых способах (Валентинера) добывания А. к. из селитры, кислота получается достаточно чистой, при старых приходилось ее очищать преимущественно от хлористых соединений и от паров N_2O_4. Наиболее крепкая кислота имеет $D^0=1,559$, $D^{15}=1,53$, а 100%-ная HNO_3— $D^4=1,5421$ (Велей и Манлей); 100%-ная кислота дымит на воздухе и притягивает пары воды столь же сильно, как и серная кислота. Кислота с $D=1,526$ при смешивании со снегом нагревается.

Теплоты образования $\left(\text{из } \frac{1}{2}H_2+\frac{1}{2}N_2+\frac{3}{2}O_2\right)$:

HNO_3 пар	+34 400 cal
HNO_3 жидкость	+41 600 »
HNO_3 кристаллы	+42 200 »
HNO_3 раствор	+48 800 »

Теплоты разведения: при прибавлении к HNO_3 одной частицы H_2O — 3,30 Cal, двух частиц — 4,9 Cal, пяти частиц — 6,7 Cal, десяти — 7,3 Cal. Дальнейшее прибавление дает ничтожное повышение теплового эффекта. В виде кристаллов получаются: 1) $HNO_3.H_2O=H_3NO_4$ — ромбические, напоминающие $AgNO_3$ таблички, $t°_{пл.}$ = —34° (—38°); 2) $HNO_3\ (H_2O)_2=H_5NO_5$ — иглы, $t°_{пл.}$ —18°,2, устойчивы лишь ниже —15°. Кривая $t°$ закристаллизовывания водной кислоты имеет три эвтектики (при —66°,3, при —44°,2, при —43°) и два максимума ($HNO_3.H_2O$ —38°, $HNO_3\cdot3H_2O$ —18°,2). Те же особенные точки наблюдаются для теплот растворения и для переломов кривой электропроводности, но на последней еще замечены $2HNO_3.H_2O$ и $HNO_3.10H_2O$. Из только что сказанного и по аналогии с фосфорными к-тами следует, что в растворах А. к. имеется ее гидрат HNO_3, но он очень легко разлагается, что и обусловливает высокую реакционную способность HNO_3. А. к., содержащая в растворе NO_2, называется дымящей (красной).

Химические свойства. Чистая HNO_3 легко разлагается и окрашивается в желтоватый цвет благодаря реакции $2HNO_3=2NO_2+O_2+H_2O$ и поглощению образовавшегося азотноватого ангидрида. Чистая А. к. и вообще крепкая А. к. устойчива лишь при низкой $t°$. Основным признаком А. к. является ее чрезвычайно сильная окислительная способность за счет отдачи кислорода. Так, при действии на металлы (кроме Pt, Rh, Ir, Au, на к-рые HNO_3 при отсутствии хлора не действует) А. к. окисляет металл с выделением окислов азота тем меньшей степени окисления, чем энергичнее в качестве восстановителя был окисляемый металл. Напр., свинец (Pb) и олово (Sn) дают N_2O_4 [$2HNO_3+Pb=PbO+N_2O_4+H_2O$; $PbO+2HNO_3=Pb(NO_3)_2+H_2O$]; серебро — преимущественно N_2O_3. Сера, особенно свежеосажденная, окисляется легко, фосфор при легком подогревании превращается в фосфористую кислоту. Уголь, накаленный докрасна, загорается в парах А. к. и в самой А. к. Окисляющее действие дымящей красной кислоты больше, чем бесцветной. Железо, погруженное в нее, делается пассивным и уже не поддается действию кислоты. На циклические органические соединения (бензол, нафталин и т. п.) А. к. безводная или в смеси с серной к-той, действует очень сильно, давая нитросоединения $C_6H_5H+HNO_3=C_6H_5NO_2+HOH$. Нитрация парафинов идет медленно, притом только при действии слабой кислоты (бо́льшая степень ионизации). В результате взаимодействия веществ, содержащих гидроксил (глицерин, клетчатка), с А. к.

получаются азотнокислые эфиры, неправильно называемые нитроглицерином, нитроклетчаткой и т. п. Все опыты и всю работу с азотной кислотой необходимо вести в хорошо вентилируемом помещении, но лучше под специальной тягой.

Анализ. Для обнаружения следов А. к. применяют: 1) дифенилэнданилодигидротриазол (в продаже—«нитрон»); 5 или 6 капель 10%-ного раствора нитрона в 5%-ной уксусной кислоте приливают к 5—6 *см*³ исследуемого раствора, прибавив к нему заранее одну каплю H_2SO_4: в случае присутствия заметных количеств ионов NO_3 выделяется обильный осадок, при очень слабых растворах выделяются игольчатые кристаллы; при 0° можно открыть при помощи нитрона даже $\frac{1}{80\,000}$ HNO_3; 2) бруцин в водном растворе; смешивают с исследуемым раствором и осторожно приливают по стенке пробирки к крепкой серной кислоте; на месте соприкосновения обоих слоев в пробирке образуется розовато-красное окрашивание, переходящее снизу в зеленоватое.

Для определения количества HNO_3 в растворе дымящей А. к. нужно протитровать N_2O_4 раствором $KMnO_4$, определить плотность жидкости ареометром и вычесть указанную в особой таблице поправку на содержание N_2O_4.

Промышленные способы добывания А. к. Добывается А. к. гл. обр. из селитры. Раньше добывание селитры велось в т. н. «селитряницах» (salpêtrière), или «буртах», где, в результате перемешивания навоза, мочи и т. п. со старой штукатуркой, постепенно, отчасти благодаря действию бактерий, происходит окисление мочевины и других органических соединений азота (амины, амиды и т. п.) в А. к., образующую с известняком кальциевую селитру. В жаркие дни, особенно на юге (напр. в Индии и в Ср. Азии), процесс идет очень быстро. Во Франции в 1813 г. добывали из селитряниц до 2 000 000 *кг* селитры. 25 крупных животных дают около 500 *кг* селитры в год. В некоторых местностях, с основной почвой, богатой животными остатками (напр. Кубанская область), возможно наличие в почве заметного, но недостаточного для добывания, количества селитры. Заметные количества добывались в долине Ганга и находятся в наших средне-азиатских крепостях, где запасы содержащей селитру почвы доходят до 17 *т* в каждом месте, но содержание в ней селитры не больше 3%. Залежи натриевой селитры — чилийской — были открыты в 1809 г.; они находятся преимущественно в провинции Тарапака, между 68° 15′ и 70° 18′ в. д. и 19° 17′ и и 21° 18′ ю. ш., но встречаются и южнее и севернее (в Перу и в Боливии); месторождение их расположено на высоте 1 100 *м* над уровнем моря. Залежи имеют протяжение ок. 200 *км* дл., 3—5 *км* шир., содержание $NaNO_3$ в среднем 30—40%. Запасов, принимая ежегодный рост потребления в 50 000 *т*, может хватить на 300 лет. В 1913 г. вывезено 2 738 000 *т*, но вывоз в Европу несколько уменьшился, хотя, после очень заметного падения вывоза во время войны, он снова несколько повысился с 1920 г. Обычно сверху лежит «костра» (50 *см* — 2*м* толщ.), состоящая из кварцевого и полевошпатового песка, а под ней «калихе» (25 *см* — 1,5 *м*), содержащая селитру (залежи находятся в пустыне рядом с залежами соли и борнокальциевой соли). Состав «калихе» очень разнообразен; в нем $NaNO_3$—от 30% до 70%, иодистых и иодноватых солей—до 2%, хлористого натрия — 16—30%, сернокислых солей—до 10%, магниевых—до 6%. Лучшие сорта содержат в среднем: $NaNO_3$—50%, NaCl—26%, Na_2SO_4—6%, $MgSO_4$—3%. Растворение $NaNO_3$ ведется при высокой $t°$, чтобы в раствор перешло гораздо больше $NaNO_3$, чем NaCl, растворимость к-рого незначительно увеличивается с $t°$. Из 3 *т* «калихе» получается 1 *т* сырой селитры со средним содержанием 95—96% селитры. Из 1 *л* маточного рассола обычно получается 2,5 — 5 *г* иода. Обычно сырая селитра бурого цвета, из-за примеси окиси железа. Для удобрения применяют селитру, содержащую до 1 — 2% хлористых соединений. Чистый азотнокислый натрий бесцветен, прозрачен, негигроскопичен, если не содержит хлористых соединений; кристаллизуется в кубах. Для получения А. к. селитру нагревают с серной кислотой; взаимодействие идет по ур-ию:

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + NaHSO_4,$$

т. е. получают кислый сульфат. Последний можно применить для добывания хлороводорода прокаливанием смеси $NaHSO_4$ и NaCl в муфелях. Для взаимодействия по уравнению

$$\underset{170}{2\,NaNO_3} + \underset{98}{H_2SO_4} = \underset{142}{Na_2SO_4} + \underset{126}{2HNO_3}$$

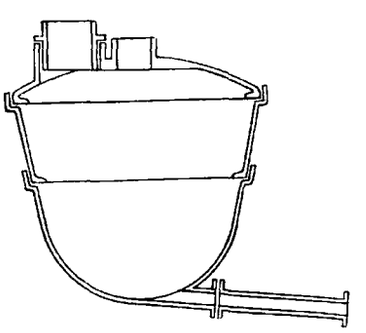
теоретически необходимо взять на 100 *кг* $NaNO_3$ 57,6 *кг* H_2SO_4 или 60 *кг* кислоты 66° Bé. В действительности, во избежание разложения, серной к-ты берут на 20—30% больше. Взаимодействие ведут в горизонтальных цилиндрических железных ретортах 1,5 *м* длины, 60 *см* диам., со стенками

Таблица уд. в. HNO_3 различной концентрации (по Лунге).

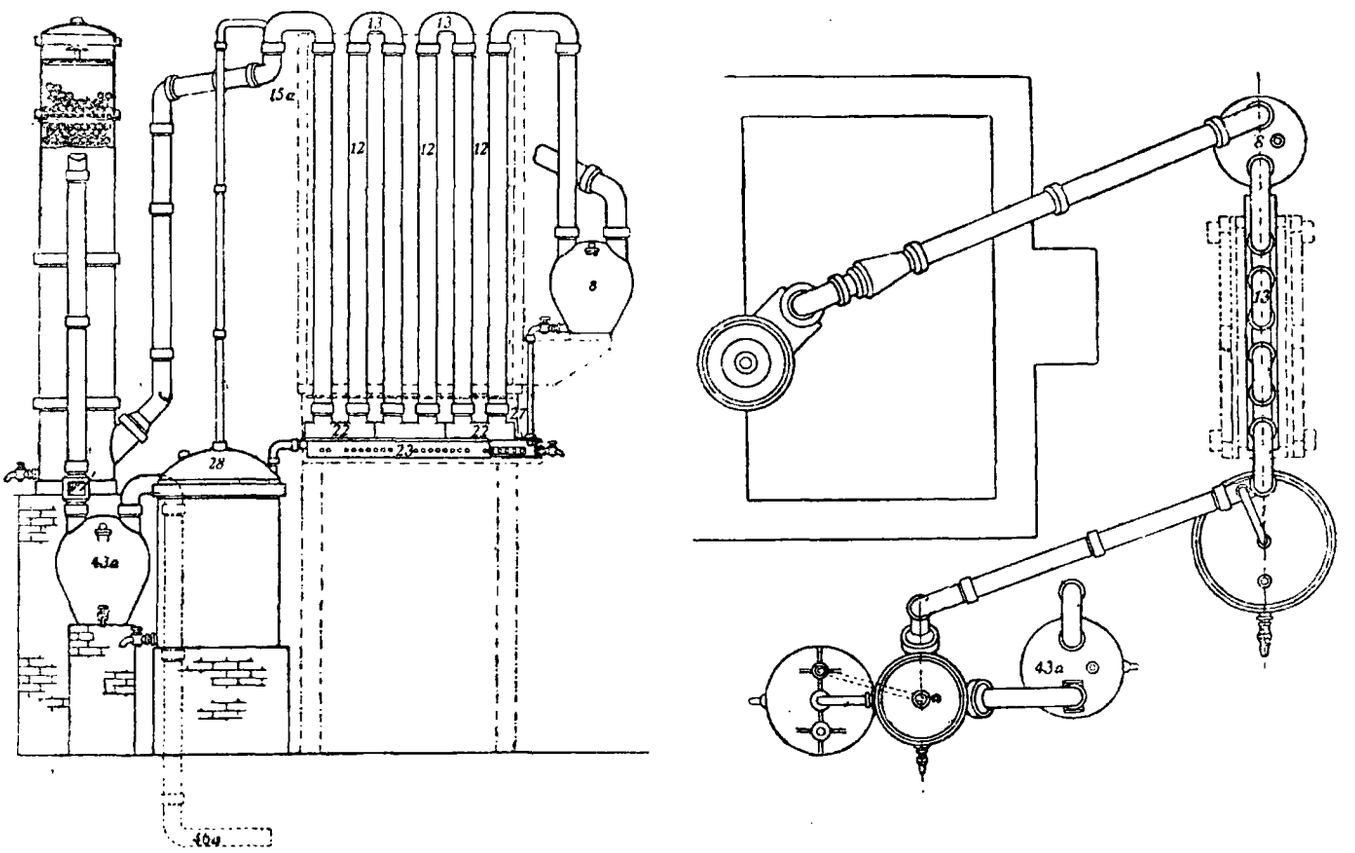
Уд. в. D^{15}_4 (в пустоте)	Градусы		В 100 весовых частях			В 1 *л* (в килограммах)		
	Bé	Тведдель	N_2O_5	HNO_3	кислоты 40° Bé	N_2O_5	HNO_3	кислоты 40° Bé
1,060	8,0	12	9,15	10,68	17,25	0,097	0,113	0,182
1,090	11,9	18	13,31	15,53	25,08	0,145	0,169	0,273
1,120	15,4	24	17,34	20,23	32,67	0,195	0,227	0,366
1,185	22,5	37	25,83	30,13	48,66	0,306	0,357	0,577
1,220	26,0	44	30,24	35,28	56,16	0,369	0,430	0,695
1,255	29,3	51	34,78	40,58	65,54	0,437	0,509	0,822
1,290	32,4	58	39,39	45,95	74,21	0,508	0,593	0,957
1,320	35,0	64	43,47	50,71	81,90	0,573	0,669	1,080
1,345	37,0	69	47,08	54,93	88,71	0,633	0,739	1,193
1,375	39,4	75	51,69	60,30	97,38	0,711	0,829	1,339
1,400	41,2	80	55,97	65,30	105,46	0,783	0,914	1,476
1,410	42,0	82	57,86	67,50	109,01	0,816	0,952	1,537
1,420	42,7	84	59,83	69,80	112,73	0,849	0,991	1,600
1,450	44,8	90	66,24	77,28	124,81	0,961	1,121	1,810
1,500	48,1	100	80,65	94,09	151,99	1,210	1,411	2,278
1,510	48,7	102	84,09	98,10	158,43	1,270	1,481	2,392
1,520	49,4	104	85,44	99,67	160,97	1,299	1,515	2,447

в 4 *см* толщ. В каждый цилиндр входит 75 *кг* селитры и 75 *кг* H_2SO_4. Пары проводят сначала через керамиковый холодильник, охлаждаемый водой, или через наклонную керамиковую трубу, потом через поглотители: «баллоны» или «бонбоны», т. е. большие керамиковые «вульфовы склянки». Если взята серная кислота 60° Bé (71%) и в первый поглотитель помещено 4 *кг* воды на 100 *кг* селитры, то получится кислота в 40—42° Bé (38—41%); применив кислоту в 66° Bé (99,6%) и сухую селитру, получим 50° Bé (53%); для получения кислоты в 36° Bé, в первый поглотитель помещают 8 *л* воды, во второй — 4 *л*, а в следующие по 2,6 *л*. Дымящую А. к. получают, действуя на селитру вдвое меньшим количеством серной кислоты, чем следует по расчету. По этому способу получается кислота, загрязненная хлористым нитрозилом и другими веществами, отходящими в начале процесса, и окислами азота — в конце отгонки. Окислы азота сравнительно легко отогнать, продувая через кислоту ток воздуха. Гораздо выгоднее работа в ретортах, охватываемых со всех сторон огнем и имеющих снизу трубу для выпуска бисульфата, содержащего заметное количество кислоты. Дело в том, что чугун не разъедается кислотой, если он достаточно нагрет и если соприкосновение огнем со всех сторон гарантирует от осаждения капель кислоты. В подобных ретортах (1,20 *м* шир. и 1,50 *м* диам., со стенками в 4—5 *см* толщ.) селитру обрабатывают серной кислотой из расчета 450 *кг* и даже 610 *кг* селитры на 660 *кг* H_2SO_4 (66° Bé). Вместо баллонов теперь часто применяют вертикальные трубы или соединяют эти трубы с баллонами.

По способу Гутмана разложение производится в чугунных ретортах, составленных из нескольких частей (фиг. 1 и 1а); части соединены замазкой, состоящей обычно из 100 ч. железных опилок, 5 ч. серы, 5 ч. хлористого аммония с возможно малым количеством воды; реторты и, по возможности, загрузочный люк заключены в кирпичную кладку и нагреваются печными газами. В реторту загружают 800 *кг* селитры и 800 *кг* 95%-ной серной кислоты и ведут перегонку 12 час.; при этом тратится ок. 100 *кг* угля. Применяются также и цилиндрические реторты. Выделяющиеся пары попадают сначала в баллон *8*; затем проходят ряд керамиковых труб, *12* и *13*, помещенных в деревянный короб с водой; здесь пары сгущаются в А. к., которая стекает по трубам *22* и *23* в сборник *28*, сюда же попадает и конденсат из баллона *8*; не сгустившаяся в трубах *12* А. к. попадает через *15а* в башню, заполненную шарами и омываемую водой; последние следы кислоты, не поглощенные в башне, улавливаются в баллоне *43а*; газы же через трубу *46а* уносятся в дымовую трубу. Для окисления образующихся при перегонке окислов азота к газам непосредственно при выходе из реторты примешивается воздух. Если в производстве применяется крепкая серная кислота и высушенная селитра, то получается бесцветная 96—97%-ная А. к. Почти вся кислота конденсируется в трубах, лишь малая часть (5%) поглощается в башне, давая 70%-ную А. к., которую прибавляют к следующей загрузке селитры. Т. о. получается бесцветная А. к.,



Фиг. 1а. Чугунная реторта установки Гутмана.



Фиг. 1. Получение азотной кислоты из селитры (установка Гутмана).

лишенная хлора, с выходом в 98—99% от теории. Способ Гутмана получил большое распространение в виду простоты и дешевизны установки.

Из селитры добывают 96—100%-ную кислоту по способу Валентинера, перегонкой под уменьшенным давлением (30 *мм*) в чугунных ретортах смеси из 1 000 *кг* $NaNO_3$, 1 000 *кг* H_2SO_4 (66°Bé) и такого количества слабой кислоты HNO_3, чтобы с ней ввести 100 *кг* воды. Перегонка идет 10 час., при чем все время вводится воздух в сплав. Взаимодействие идет при 120°, но в конце процесса происходит «кризис» (1 час) и возможны сильные толчки (при 120—130°). После этого нагрев доводится до 175—210°. Весьма важно правильное сгущение и улавливание к-ты. Пары из реторты поступают в баллон, из него в 2 сильно охлаждаемых змеевика, из них в сборник (типа вульфовой склянки), за ним снова поставлен змеевик и дальше 15 баллонов, за которыми помещен насос. При 1 000 *кг* загрузки $NaNO_3$ в 6—8 ч. получается 600 *кг* HNO_3 (48° Bé), т. е. 80% от нормы.

Для получения А. к. из норвежской селитры (кальциевой) последнюю растворяют, добавляют крепкую А. к. и примешивают серную кислоту, после чего отфильтровывают азотную кислоту от гипса.

Хранение и упаковка. Для хранения А. к. можно применять стеклянную, шамотовую и чисто алюминиевую (не больше 5% примесей) посуду, а также посуду из специальной кремнистой кислотоупорной стали Круппа (V2A). Т. к. при действии крепкой А. к. на дерево, опилки, тряпки, смоченные растительным маслом, и т. п. возможны вспышки и пожары (напр., если лопнет бутыль при перевозке), то перевозить А. к. можно лишь в специальных поездах. Особенно легко при нагревании вспыхивает скипидар при попадании в крепкую А. к.

Применение: 1) в виде солей для удобрения, 2) для получения взрывчатых веществ, 3) для получения полуфабрикатов для красящих веществ, а отчасти и самих красителей. Гл. обр. применяются соли А. к. или селитры (натриевая, аммонийная, кальциевая и калийная) для удобрений. В 1914 г. мировое потребление азота в виде чилийской селитры достигало 368 000 *т* и в виде А. к. из воздуха—10 000 *т*. В 1925 г. потребление должно было дойти до 360 000 *т* А. к. из воздуха. Потребление А. к. сильно возрастает во время войны в виду траты на взрывчатые вещества, главными из к-рых являются нитроглицерин и нитроклетчатки разных типов, нитросоединения (нитротолуол, тротил, мелинит и т. д.) и вещества для запалов (гремучая ртуть). В мирное время А. к. тратится на добывание нитросоединений, напр. нитробензола, для перехода к красителям через анилин, получающийся из нитробензола восстановлением. Значительное количество А. к. применяется для травления металлов; соли А. к. (селитры) применяются для взрывчатых веществ (аммонийная селитра—в бездымных, калийная—в дымных порохах) и для фейерверков (бариевая селитра—для зеленого цвета).

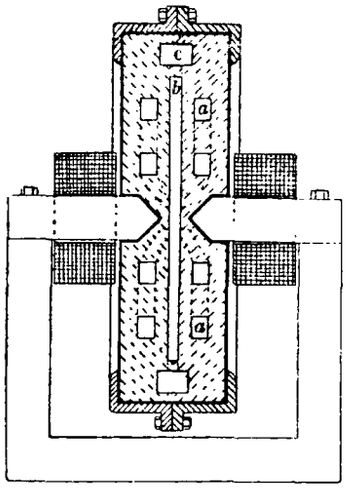
Стандарт азотной кислоты. Стандарт А. к. существует пока только в СССР и утвержден Комитетом по стандартизации при СТО в качестве общесоюзного обязательного стандарта (ОСТ—47) для кислоты в 40° Bé. Стандарт устанавливает содержание HNO_3 в А. к. в 61,20% и ограничивает содержание примесей: серной кислоты не более 0,5%, хлора не более 0,8%, железа не более 0,01%, твердого остатка не более 0,9%; стандартная А. к. не должна содержать осадка. Стандарт регулирует взаимоотношения продавца и покупателя, жестко регламентируя методику отбора проб и производства анализов. Содержание А. к. определяется прибавлением к кислоте NaOH и обратным титрованием кислотой. Содержание серной кислоты определяется в виде $BaSO_4$ осаждением $BaCl_2$. Содержание хлора определяют титрованием в щелочной среде азотнокислым серебром. Содержание железа определяют осаждением полуторных окислов аммиаком, восстановлением окисного железа в закисное и последующим титрованием $KMnO_4$. Упаковка А. к. не носит пока стандартного характера. Не касаясь размера, веса и качества тары, стандарт обусловливает упаковку А. к. в стеклянную посуду и дает указания, как ее упаковывать и закупоривать.

Получение азотной кислоты.

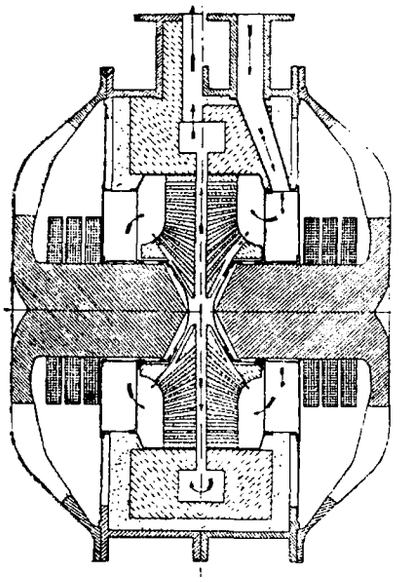
I. Из воздуха. Синтез А. к. из воздуха при действии вольтовой дуги повторяет до известной степени процесс, совершающийся в природе под влиянием разрядов атмосферного электричества. Кавендиш первый наблюдал (в 1781 г.) образование окислов азота при горении H_2 в воздухе, а затем (в 1784 г.) и при проскакивании электрической искры через воздух. Мутман и Гофер в 1903 г. первые попытались изучить равновесие: $N_2+O_2 \rightleftarrows 2NO$. Пропуская через воздух вольтову дугу переменного тока в 2 000—4 000 V, они практически добились концентрации NO от 3,6 до 6,7 объемн. %. Расход энергии на 1 *кг* HNO_3 у них достигал 7,71 kWh. Это равновесие изучал затем Нернст, пропуская воздух через иридиевую трубку. Далее в том же направлении работали Нернст с Еллинеком и др. исследователи. Путем экстраполирования экспериментальных результатов исследования равновесия между воздухом и окисью азота Нернсту удалось вычислить, что в правой части ур-ия устанавливается при $t°$ 3 750° (т. е. приблизительно при $t°$ вольт. дуги) содержание 7 объемных % NO.

Приоритет идеи технического использования вольтовой дуги для фиксации атмосферного азота принадлежит франц. исследовательнице Лефебр, которая еще в 1859 г. запатентовала в Англии свой метод получения А. к. из воздуха. Но в то время стоимость электрич. энергии была слишком высока, чтобы метод Лефебр мог получить практическое значение. Следует указать еще на патенты Мак Дугаля (Ан. П. 4 633, 1899 г.) и на осуществленный в техническ. масштабе метод Bradley и Lovejoy, эксплоатировавшийся в 1902 г. американской фирмой Atmospheric Products C° (с 1 млн. долл. капитала) с использованием энергии

Ниагарского водопада. К этому же времени следует отнести попытки использования напряжения в 50 000 V для фиксации атмосферного азота, сделанные Ковальским и его сотрудником И. Мосьцицким. Но первый существенный успех в деле фабрикации азотной кислоты из воздуха принесла историческая идея норвежского инженера Биркелянда, которая заключалась в том, чтобы использовать для повышения выходов окислов азота при пропускании через воздух вольтовой дуги способность последней растягиваться в сильном электромагнитном поле. Эту мысль Биркелянд совместно с другим норвежским инж. Эйде претворил в технич. установку, сразу же давшую рентабельную возможность получения из воздуха А. к. Благодаря постоянной перемене направления тока и действию электромагнита образующееся пламя вольтовой дуги имеет все время тенденцию как бы раздуваться в разные стороны, что приводит к образованию быстро перемещающейся все время со скоростью до 100 *м/ск* вольтовой дуги, создающей впечатление спокойно горящего широкого электрич. солнца диам. в 2 *м* и более. Через это солнце непрерывно продувается сильная струя воздуха, а самое солнце заключено в окованную медью особую печь из огнеупорной глины (фиг. 1, 2 и 3). Полые электроды вольтовой дуги изнутри охлаждаются водой. Воздух через каналы *a* в шамотовой кладке печи поступает в дуговую камеру *b;* через *c* окисленный газ покидает печь и охлаждается с использованием его тепла для нагревания котлов выпаривательных аппаратов. После этого NO поступает в окислительные башни, где окисляется за счет кислорода воздуха до NO_2. Последний процесс является процессом экзотермическим ($2NO+O_2=2NO_2+27Cal$), и поэтому условия, увеличивающие поглощение тепла, значительно способствуют реакции в этом направлении. Далее, двуокись азота поглощается водой согласно следующим ур-иям:



Фиг. 1. Схема печи Биркелянда и Эйде (первоначальная конструкция): *a*—каналы для притока воздуха, *b*—камера для вольтовой дуги, *c*—выход окисленных газов.

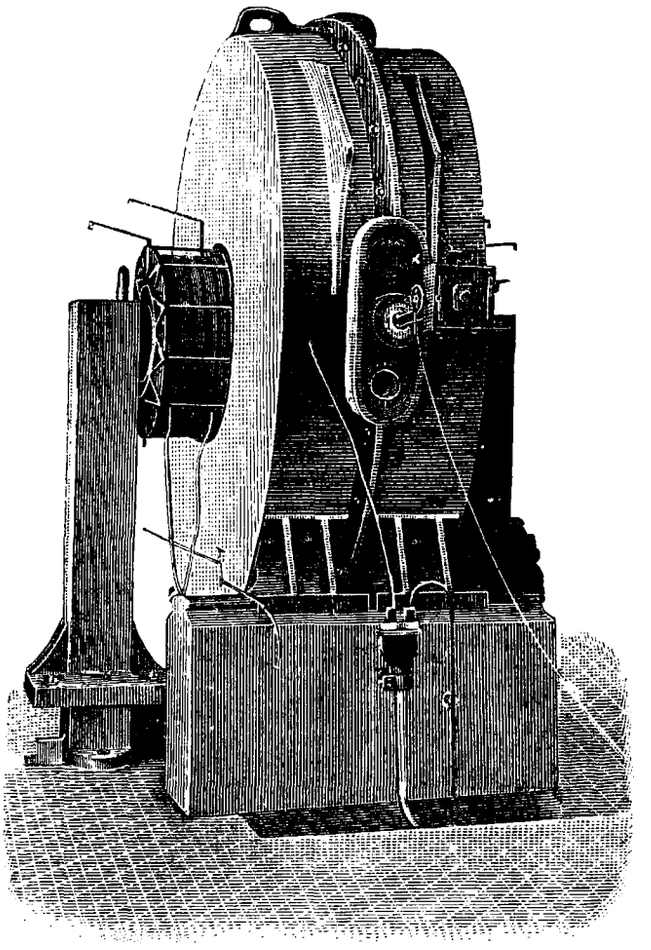


Фиг. 2. Схема печи Биркелянда и Эйде (более новая конструкция).

$$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$$

и $$2NO_2+H_2O=HNO_3+HNO_2.$$

По другому способу, реагирующую смесь газов перед поглощением охлаждают ниже 150°; при этой *t*° обратное разложение— $NO_2=NO+O$ почти не имеет места. Имея в виду, что при некоторых условиях равновесие $NO+NO_2 \lesssim N_2O_3$ устанавливается с максимальным содержанием N_2O_3, можно получить, поливая горячие нитритные газы еще до полного их окисления, при *t*° от 200 до 300°, раствором соды или едкого натра, вместо азотнокислых солей—чистые нитриты (метод Norsk Hydro). При выходе из

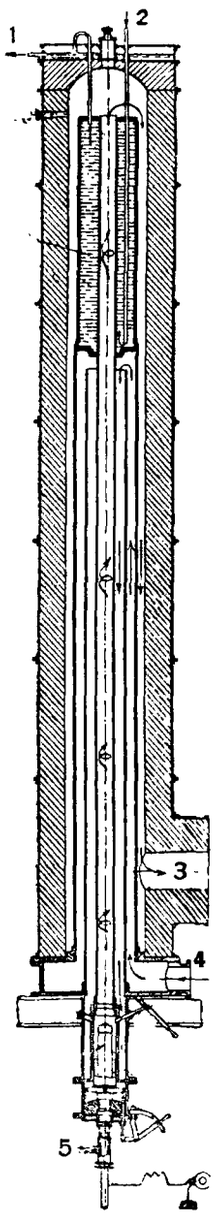


Фиг. 3. Большая печь на фабрике в Нотоддене (общий вид).

печи продуваемый воздух содержит от 1 до 2% окислов азота, к-рые сейчас же улавливаются встречными струями воды и затем нейтрализуются известью с образованием кальциевой, так наз. «норвежской» селитры. На проведение самого процесса $N_2+O_2 \gtrsim 2NO-43{,}2$ Cal требуется затрата сравнительно лишь незначительного количества электрич. энергии, а именно: для получения 1 *m* связанного азота в виде NO лишь 0,205 kW-года; между тем в лучших современных установках приходится затрачивать в 36 раз больше, т. е. ок. 7,3 и до 8 kW-лет на 1 *m*. Другими словами, свыше 97% затрачиваемой энергии идет не на образование NO, а на создание для этого процесса благоприятных условий. Чтобы сдвинуть равновесие в сторону возможно большего содержания NO, необходимо пользоваться *t*° от 2 300 до 3 300° (содержание NO при 2 300°—2 объемных % и для 3 300°—6 объемных %), но при таких *t*° 2 NO быстро распадается обратно на

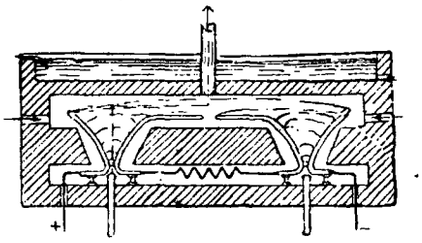
N_2+O_2. Поэтому в небольшую долю секунды необходимо удалить газ из горячих областей в более холодные и охладить его хотя бы до 1 500°, когда распад NO протекает более медленно. Равновесие $N_2+O_2 \gtrless 2NO$ устанавливается при 1 500° в 30 ч., при 2 100° — в 5 ск., при 2 500° — в 0,01 ск. и при 2 900° — в 0,000035 ск.

Существенными усовершенствованиями по сравнению с методом Биркелянда и Эйде отличается метод Шёнгерра, сотрудника BASF. В этом методе, вместо пульсирующего и действующего все же с перебоями прерывистого пламени вольтовой дуги переменного тока, применяется спокойное пламя сильного постоянного тока. Этим предотвращается весьма вредное для процесса частое задувание пламени. Такого же результата, впрочем, можно достигнуть и при вольтовой дуге переменного тока, но продувая воздух через сожигательное пламя не прямолинейно, а в виде вихревого ветра вдоль пламени вольтовой дуги. Поэтому печь м. б. сконструирована в виде довольно узкой металлической трубки, при том т. о., чтобы пламя дуги не касалось ее стенок. Схема конструкции печи Шёнгерра изображена на фиг. 4.



Фиг. 4. Печь Шёнгерра в разрезе: *1* — сток воды, *2* — приток воды, *3* — выход газов, *4* — приток воздуха, *5* — охлаждение электродов.

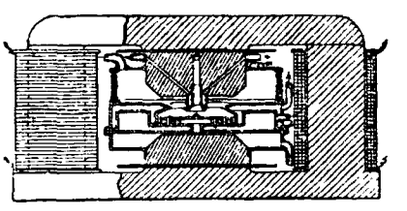
Дальнейшее усовершенствование в дуговой метод вносит метод Паулинга (фиг. 5). Электроды в сожигательной печи имеют вид роговых разрядников. Образующаяся между ними вольтова дуга в 1 *м* длиной вздувается сильной струей воздуха кверху. В наиболее узком месте оборвавшееся пламя дуги вновь зажигается при помощи дополнительных электродов. Несколько иная конструкция печи для окисления азота воздуха запатентована И. Мосьцицким. Один из обоих электродов (фиг. 6) имеет форму плоского диска и находится от другого электрода на весьма близком расстоянии. Верхний электрод трубчатый, и через него поступают быстрой струей нейтральные газы, распространяющиеся затем конусом. Пламя, вольтовой дуги приведено в круговое движение под влиянием электромагнитного поля, а быстрая конусообразная струя газа препятствует коротким замыканиям. Подробное описание всей установки приведено у B. Waeser, Luftstickstoff-Industrie, p. 475, 1922. По методу И. Мосьцицкого работает один з-д в Швейцарии (Chippis, Wallis), вырабатывая 40%-ную HNO_3. Другой завод в Польше (Bory-Jaworzno) рассчитан на 7 000 kW и должен вырабатывать концентрированную HNO_3 и $(NH_4)_2SO_4$. Для улучшения выходов окислов азота и для повышения пламени вольтовой дуги, в последнее время применяется в качестве исходного продукта не воздух, а более богатая кислородом смесь азота и кислорода, с отношением 1 : 1. С такой смесью работает французский завод в Ларош-де-Рам с очень хорошим результатом.


Фиг. 5. Печь Паулинга.

В настоящее время находятся в действии следующие предприятия, использующие дуговой метод для получения А. к.

Место	Произв. способ. в *т* связ. N в год	Примечание
Рьюкан (Норвегия)	28 000	Работает полностью; продукты — норв. и натрон. селитра, нитриты и конц. HNO_3
Ноттоден (Норвегия)	7 000	То же
Рина (Германия)	4 000	Не работает; продукты HNO_3 и нитрит
Мульденштейн (Германия)	2 000	То же
Пьерфитт (Франция)	880	Не работает; гл. продукт известк. селитра
Ларош де-Рам (Франция)	220	Раб.; гл. прод. HNO_3
Пач (Австрия)	1 000	Работает; гл. продукт HNO_3 и нитриты
Рим (Италия)	500	Работ. с перебоями — HNO_3, $NaNO_2$, KNO_3 и $KClO_3$
Ла-Гранд, Вашингтон (С.-А. С. Ш.)	270	Работает с перебоями; гл. продукт $NaNO_2$

Получаемую четырехокись азота N_2O_4 целесообразно сгущать в жидкость путем охлаждения до —90°. Такая жидкая четырехокись азота, полученная из предварительно высушенных газов — кислорода и воздуха, не реагирует с металлами и поэтому может транспортироваться в стальных бомбах и служить для изготовления HNO_3 крепких концентраций. В качестве охлаждающей жидкости в этом случае одно время применялся толуол, но, вследствие неизбежного просачивания окислов азота и действия их на толуол, на з-дах Tschernewitz (в Германии) и Bodio (в Швейцарии) случились страшные взрывы, разрушившие оба предприятия. Извлечение N_2O_4 из газовой смеси м. б. достигнуто также при помощи абсорбции N_2O_4 силикагелем, выделяющим при нагревании поглощенный N_2O_4 обратно.


Фиг. 6. Печь Мосьцицкого.

II. Контактным окислением аммиака. Все описанные методы получения синтетической А. к. непосредственно из

воздуха, как уже было указано, рентабельны лишь при наличии дешевой гидроэлектр. энергии. Проблема связан. азота (см. *Азот*) не могла бы считаться окончательно разрешенной, если бы не был найден способ получения сравнительно дешевой синтетической А. к. Усвоение связ. азота удобрений растениями особенно облегчено, если эти удобрения представляют собою соли А. к. Аммонийные соединения, внесенные в почву, должны предварительно подвергнуться нитрификации в самой почве (см. *Азотные удобрения*). Кроме того, А. к., наравне с серной кислотой, является основой многочисленных отраслей хим. промышленности и военного дела. Получение взрывчатых веществ и бездымного пороха (тротил, нитроглицерин, динамит, пикриновая кислота и мн. др.), анилиновых красок, целлулоида и искусственного шелка, многих медикаментов и т. д. невозможно без А. к. Поэтому-то в Германии, отрезанной во время мировой войны блокадой от источника чилийской селитры и в то же время не располагавшей дешевой гидроэлектрич. энергией, в значительной степени развилось производство синтетической А. к. по контактному методу, исходя из каменноугольного или синтетического аммиака путем окисления его кислородом воздуха при участии катализаторов. Во время войны (1918 г.) в Германии производилось до 1 000 *т* азотной кислоты и азотнокислого аммония в день.

Еще в 1788 г. Мильнером в Кэмбридже была установлена возможность окисления NH_3 в окислы азота при действии перекиси марганца при нагревании. Кульман в 1839 г. установил контактное действие платины при окислении аммиака воздухом. Технически же метод окисления аммиака до А. к. был разработан Оствальдом и Брауэром и запатентован ими в 1902 г. (Интересно, что в Германии заявка Оствальда была отклонена в виду признания приоритета за франц. химиком Кульманом.) При действии мелкораздробленной платины и медленном течении газовой смеси, окисление идет по реакции $4NH_3+3O_2=2N_2+6H_2O$. Поэтому процесс д. б. строго регулирован как в смысле значительной скорости движения газовой струи, продуваемой через контактный «конвертор», так и в смысле состава газовой смеси. Поступающая в «конверторы» смесь газов д. б. предварительно тщательно очищена от пыли и примесей, которые могли бы «отравить» платиновый катализатор.

Можно предполагать, что присутствие платины вызывает распад молекулы NH_3 и образование нестойкого промежуточного соединения платины с водородом. При этом азот in statu nascendi подвергается окислению кислородом воздуха. Окисление NH_3 до HNO_3 протекает по следующим реакциям:

$$4NH_3+5O_2=4NO+6H_2O;$$

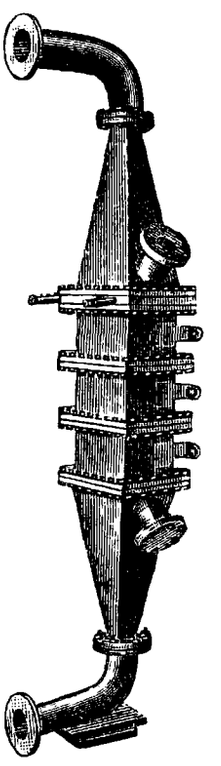
охлажденный бесцветный газ NO, будучи смешан с новой порцией воздуха, самопроизвольно окисляется дальше с образованием NO_2 или N_2O_4:

$$2NO+O_2=2NO_2, \text{ или } N_2O_4;$$

растворение образовавшихся газов в воде в присутствии избытка воздуха или кислорода связано с дальнейшим окислением по реакции:

$$2NO_2+O+H_2O=2HNO_3,$$

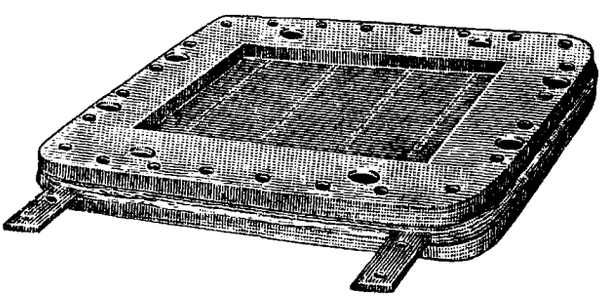
после чего получается HNO_3, крепостью примерно от 40 до 50%. Путем перегонки полученной HNO_3 с крепкой серной к-той можно получить, наконец, концентрированную синтетическую А. к. По Оствальду, катализатор должен состоять из металлич. платины, покрытой частью или вполне губчатой платиной или платиновой чернью. Реакция должна протекать при едва начавшемся красном калении и при значительной скорости течения газовой смеси, состоящей из 10 и более частей воздуха на 1 ч. NH_3. Медленное течение газовой смеси способствует полному распаду NH_3 до элементов. При платиновой контактной сетке в 2 *см* скорость течения газа д. б. 1—5 *м/сек*, т. е. время соприкосновения газа с платиной не должно превышать $^1/_{100}$ ск. Оптимальные $t°$ лежат около 300°. Смесь газа предварительно нагревается. Чем больше скорость течения газовой смеси, тем больше и выход NO. Работая с применением очень густой платиновой сетки (катализатора) со смесью аммиака с воздухом, содержащей ок. 6,3% NH_3, Нейман и Розе получили при $t°$ 450° следующие результаты (при контактной поверхности платины в 3,35 $см^2$):



Фиг. 7. Конвертор с платинов. сеткой.

Скор. теч. воздуха в л/ч	Скор. теч. NH_3 в л/ч	Выход NH_3 в %
7,80	0,633	62,69
8,86	0,689	64,51
11,30	0,891	76,36
16,86	1,050	91,22
19,80	1,267	96,06
23,09	1,738	95,80
26,98	1,721	93,10
31,62	1,991	90,40

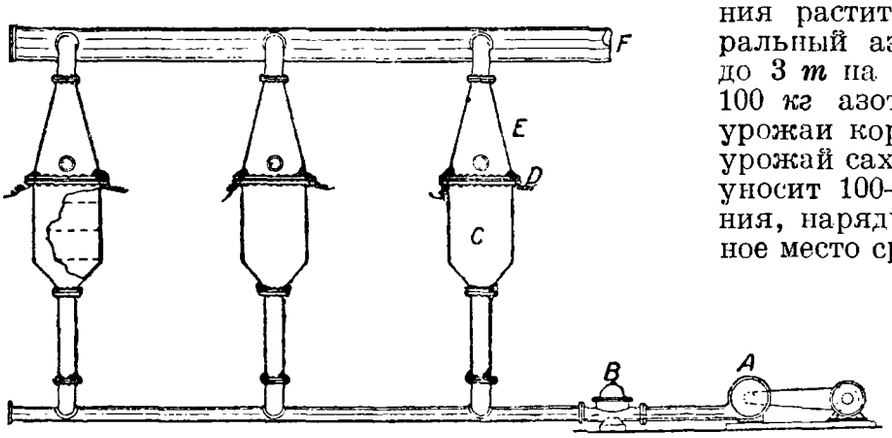
Большее или меньшее содержание NH_3 также имеет большое значение для направления хим. процесса, который может итти или по ур-ию: $4NH_3+5O_2=4NO+6H_2O$ (при содержании 14,38% NH_3), или по ур-ию: $4NH_3+7O_2=4NO_2+6H_2O$ (при содержании в смеси 10,74% NH_3). С меньшим



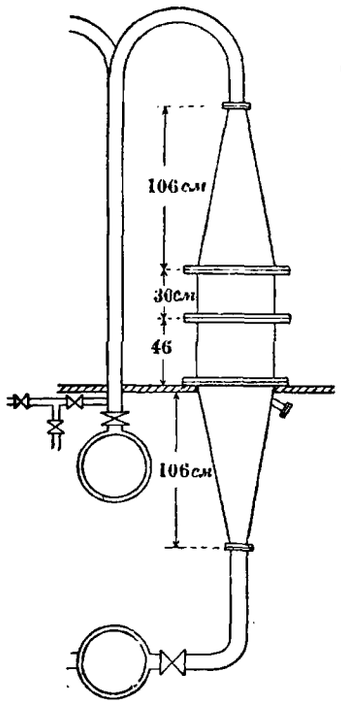
Фиг. 8. Двойная платиновая контактная сетка из конвертора.

успехом, чем платина, м. б. применены и другие катализаторы (окись железа, висмута, церия, тория, хрома, ванадия, меди). Из них внимания заслуживает только применение окиси железа при $t°$ 700—800°, с выходом от 80 до 85% NH_3.

Значительную роль при окислительном процессе перехода NH_3 в HNO_3 играет $t°$. Самая реакция окисления аммиака экзотермична: $4NH_3+5O_2=4NO+6H_2O+215{,}6$ Cal. Лишь первоначально необходимо подогреть контактный аппарат,—далее реакция идет за счет собственной теплоты. Технич. конструкция «конверторов» для окисления аммиака разных систем понятна из приведенных рисунков (фиг. 7—8). Схема производства HNO_3 по принятому в настоящее время методу Франка - Каро приведена на фиг. 9. На фиг. 10 представлена схема окисления NH_3 на фабрике Мейстера Люциуса и Брюннинга в Гёхсте. В современных установках окисление NH_3 до NO осуществляется с выходом до 90%, а последующее окисление и поглощение образовавшихся окислов азота водой—с выходом до 95%. Т. о., весь процесс дает выход связанного азота в 85—90%. Получение HNO_3 из селитры обходится в настоящее время (в пересчете на 100%-ную HNO_3) в 103 долл. за 1 *m*, по дуговому процессу 97 долл. 30 цент. за 1 *m*, в то время как 1 *m* HNO_3, полученной окислением NH_3, обходится всего 85 долл. 80 цент. Само собою разумеется, что эти цифры м. б. только примерными и в значительной степени зависят от величины предприятия, стоимости электрич. энергии и сырья, но все же они показывают, что контактному методу получения HNO_3 суждено занять в ближайшем будущем господствующее положение сравнительно с остальными методами.



Фиг. 9. Схема «конверторов» Франка-Каро: *A*—нагнетательный насос, *B*—газорегулятор, *C*—контактный аппарат, *D*—платиновая газовая сетка, нагреваемая электричеством, *E*—алюминиевый шлем с слюдяным глазком, *F*—выход окислов азота.



Фиг. 10. Схема окисления аммиака.

Лит.: см. *Азот* и *Аммиак*; Ullmann Fr., Enzykl. d. technisch. Chemie, B. 11; Waeser B., Die Luftstickstoff-Industrie, Lpz., 1922.

АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ. Азот является одним из четырех элементов, входящих в состав молекулы белка. Для образования растительного белка необходим минеральный азот. При урожае хлебов от 1,75 до 3 *m* на *га* уносится из почвы от 50 до 100 *кг* азота; значительно больше уносят урожаи корне- и клубнеплодов; например, урожай сахарной свеклы от 20 до 30 *m* с *га* уносит 100—170 *кг* азота. Азотные удобрения, наряду с фосфатными, занимают главное место среди удобрений. В качестве азот. удобр. применяются: а) минеральные удобрения (селитра, сернокислый аммоний и др.), б) бактериальное удобрение, в) органические вещества — гуано, кровяная мука, роговая стружка, жмыхи и т. д., г) зеленые удобрения (см. *Удобрения зеленые*) и д) навоз. Последние три вида удобрений содержат также и другие питательные для растений вещества, т. е. фосфор, калий, серу и т. д.

Мировое производство первой группы азотных удобрений за 1913 и 1923 гг. выражается след. цифрами (в тыс. *m*.):

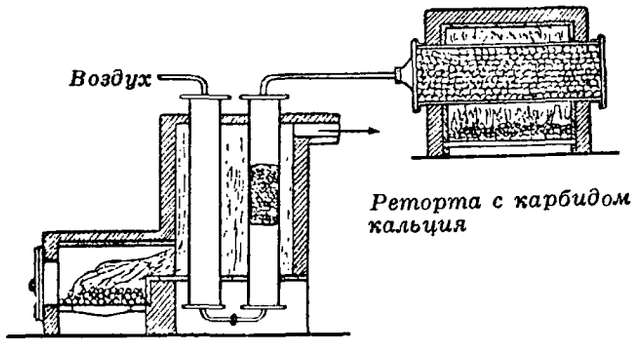
Годы	Чилийск. селитра	Сернокисл. аммоний	Цианамид кальция	Норвежск. селитра
1913	2 772	1 379	179	—
1923	1 903	2 125	423	ок. 240

В 1923 г. в мировом производстве А. у. приходилось на долю чилийской селитры 36,5%, сернокислого аммония с цианамидом кальция 55,5%, норвежской селитры 4,0%, гуано и других материалов органического происхождения 4,0%.

Чилийская селитра ($NaNO_3$) добывается из залежей, находящихся в Ю. Америке, в Чили и Перу. Процессы образования этих залежей точно не выявлены. Продажная чилийская селитра, очищенная от примесей поваренной и глауберовой солей, содержит до 95% $NaNO_3$ или от 15 до 16% азота. Аналогичная чилийской селитре форма $NaNO_3$ найдена в последние годы в Туркестане в количествах, имеющих лишь местное значение.

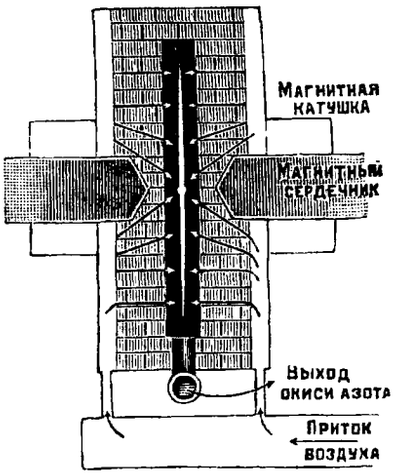
Сернокислый аммоний $(NH_4)_2SO_4$ получается из каменного угля и синтетическим путем. Получение сернокислого аммония как побочного продукта при коксовании каменного угля служило у нас до последнего времени единственным источником связанного азота. Добытая аммиачная вода связывается серной кислотой. В последнее время ставится вопрос о связывании аммиака жидкой фосфорной кислотой, что поведет к удешевлению в удобрениях как азота, так и фосфора. В Америке за последние годы аналогичные продукты, содержащие азот (13—20%) и фосфор (до 47%), называются амофосами. Синтетический способ получения $(NH_4)_2SO_4$

разработан Габером и видоизменен Клодом, а также Фаузером. В основе метода лежит реакция соединения азота с водородом $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$. Для успешного хода реакций вправо, т. е. до образования аммиака, необходимы: высокое давление (до 200 *atm*), высокая *t°* (650—700°), присутствие катализатора (гл. обр. железа с разными примесями), особые свойства материалов аппаратуры и получение чистых газов — водорода и азота. По способу Клода достигается давление в 1 000 *atm*, что способствует скорости реакции и большему выходу аммиака из газовой смеси (до 35%, против 7—8% по Габеру). В способе Фаузера применяется водород, получаемый электролитическим путем, что облегчает работу, т. к. чистый газ не загрязняет катализаторов. Получаемый этими способами аммиак связывается гл. обр. серной кислотой, но м. б. связан также угольной, азотной и фосфорной кислотами. Цианамид кальция ($CaCN_2$) получается по способу Франка и Каро пропусканием азота через раскаленный карбид кальция (CaC_2) при 800°. Реакция $CaC_2 + N_2 = CaCN_2 + C$ происходит с выделением тепла, поэтому для поддержания высокой *t°* не приходится затрачивать большого количества топлива. Азот, получаемый через фракционную перегонку жидкого воздуха, проходит через медные цилиндры, наполненные медными стружками, к-рые очищают его от кислорода; после очищения азот поступает в реторту с CaC_2 (фиг. 1). В продажном цианамиде кальция содержится от 18 до 20% азота.



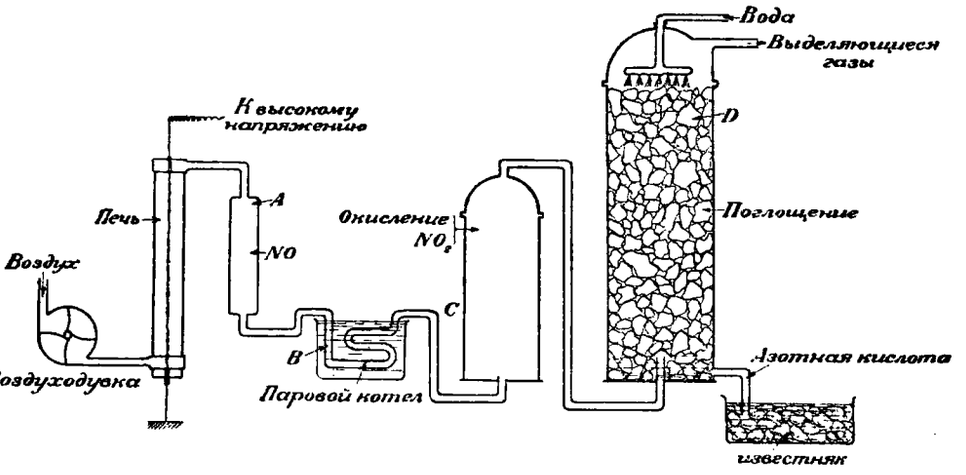
Фиг. 1. Печь для получения азота с ретортой для приготовления кальций-цианамида.

Норвежская селитра $Ca(NO_3)_2$. В основе получения лежит реакция: $N_2 + O_2 \lesssim 2NO$. Для успешного течения реакции вправо необходимо, чтобы: 1) смесь кислорода и азота была нагрета до возможно высокой *t°* (3 000°), 2) газы, доведенные до высокой *t°*, д. б. как можно скорее охлаждены. Первое условие достигается вдуванием воздуха в пламя вольт. дуги; это пламя получается в особых электр. печах разных систем (напр. Биркелянда, см. фиг. 2); выходящая из электр. печи окись азота поступает через *A* и *B* в окислительн. башню *C*, где переходит в двуокись азота $NO + O = NO_2$, бурые пары которой поступают в поглотит. башни *D* и переводятся в азотную и азотистую кислоты $2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$. Азотная кислота, как хорошо поглощаемая водой, уходит с ней, а азотистая разлагается, переходя в азотную кислоту и окись азота $3HNO_2 = HNO_3 + H_2O + 2NO$. По достижении 50% концентрации HNO_3 смесь азотной кислоты с водой вливается в гашеную известь $Ca(OH)_2$; в конечном итоге получается продукт, содержащий 75—80% $Ca(NO_3)_2$, от 13,2 до 13,5% азота (фиг. 3).



Фиг. 2. Печь Биркелянда.

Применение А. у. Приблизительное представление о выгодности А. у. может быть дано на примере чилийской селитры. От 10 *кг* селитры, по герм. данным, получаются след. приросты в урожаях: зерна ржи—30 *кг*, ячменя—40 *кг*, пшеницы—43 *кг*, овса—56 *кг*, картофеля—350 *кг*, сахарной свеклы—600 *кг*. Эти «нормы» прибавок в урожаях в целом ряде случаев получаются и в русск. условиях, особенно для корне- и клубнеплодов. Как общее правило, лучшего технич. эффекта от применения А. у. следует ожидать: 1) при наличии в почве достаточных количеств других питательных веществ; 2) при внесении от 0,25 до 0,4 *m* селитры на *га* вместо голодной нормы в 0,1 *m*, принятой у нас; 3) при внесении в нечерноземные почвы под озимое или яровое после недостаточно унавоженного позднего или занятого пара; внесение на черноземных почвах под сахарную свеклу и под клевер одной трети указанной нормы может служить хорошим подкормом растений в первые стадии их развития. Длительное применение чилийской селитры на почвах, бедных подвижным кальцием, может вызвать ухудшение физических свойств почвы, что, однако, вполне устранимо внесением извести. Не так давно чилийская селитра



Фиг. 3. Схема производства норвежской селитры.

господствовала на мировом рынке А. у., но за последнее время ее мировое значение как А. у. падает. В наших условиях чилийская селитра не найдет применения как А. у., так как пуд азота в ней обходится нам ок. 18—20 р., т. е. пуд чилийской селитры более чем в три раза дороже пуда ржи. От применения норвежской селитры на подзолистых почвах следует ожидать лучших результатов, чем от применения чилийской селитры. Действие пуда сернокислого аммония равносильно действию пуда селитры. На почвах торфяных и песчаных, предварительно не известкованных, сернокислый аммоний следует вносить за 1—2 недели до посева. Целесообразно применять сернокислый аммоний совместно с фосфоритом. При предполагаемой планирующими органами СССР цене сернокислого аммония в 8—10 к. вместо 17—18 к. (пудопроцент азота) значительно расширится возможность выгодного его применения в наших условиях. Вопрос о сравнительной ценности аммиака, связанного с другими кислотами, находится в стадии изучения; есть основание ожидать, что большого различия в действии разных форм аммиачных солей как источников азота не будет. Удобрительное действие цианамида также очень близко к действию чилийской селитры, но его необходимо вносить за 1—2 недели до посева, т. к. сам по себе он отравляет растения и в почве должен предварительно подвергнуться воздействию бактерий; они разлагают его до аммиака и углекислоты, а в дальнейшем из аммиака образуют нитраты. Поэтому на почвах кислых и бедных микрофлорой (торфяных, песчаных) от применения цианамида м. б. получены отрицательные результаты.

Лит.: Прянишников Д. Н., Учение об удобрении, изд. 5, ГИЗ, Берлин, 1922; Каблуков И. А., Об использовании азота воздуха в целях питания, Лекции, чит. на курсах агрономов в 1912 г., М.; Кайзер К. и Мозер А., Азот воздуха и его использование, ГИЗ, М., 1922; Мозер А., К проблеме развития азотной промышл. в СССР, «Хим. промышл.», т. 1, в. 3, М., 1925; Вольфкович С. И., Современное положение и достижения в области производства фосфорнокислых туков, «Хим. промышл.», т. 1, в. 3 и 4, М., 1925; «Удобрение и урожай», Труды Научн. ин-та по удобр., вып. 35, 37, 40, 43 и 44, М., 1926/27. **Д. Дружинин.**

АЗОФОР, устойчивая форма *диазосоединений* (см.), позволяющая в таком виде долгое время хранить их, перевозить и т. д. Перед применением А. растворяют в воде, прибавляют немного NaOH и т. о. получают готовое к употреблению диазосоединение. А. приготовляют выпариванием диазораствора до сиропообразной консистенции в освинцованном вакуум-аппарате при возможно низкой $t°$, после чего его смешивают с равным по весу количеством безводного сульфата или квасцов; получается сухой порошок устойчивого диазосоединения. В продаже известны: азофор синий D (тетразотированный *о*-дианизидин), азофор красный PN (диазотированный *п*-нитроанилин), азофор черный S (смесь тетразотированных бензидина и дианизидина) и др. См. *Нитразол* и *Бензонитрол*.

АЗУРИТ, медная лазурь, минерал, хим. состав: $2\,CuCO_3 + Cu(OH)_2$ (69,19% CuO, 25,58% CO_2 и 5,23% H_2O). Система моноклиноэдрическая. Паяльной трубкой на угле плавится и дает королек меди. Тв. 3,5—4, уд. в. 3,7—3,8. А. употребляется для приготовления медного купороса и как синяя краска (клеевая и водяная) для разрисовки и покраски внутренних стен зданий; приготовляется также искусственно.

АЙРНОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО, см. *Ирное эфирное масло*.

АЙЛАНТ (Ailanthus glandulosa Desf., сем. Simarubeae), китайский ясень; дерево, родом из Китая, обладающее быстрым ростом и достигающее 20 *м* высоты. Древесина среднего уд. в. 0,66, твердая с розоватым оттенком, идет на резные и мебельные изделия. Крупные непарноперистые листья служат в Китае и Японии кормом для гусеницы айлантового шелкопряда, доставляющей материал для шелковых тканей. А. разводится в южных садах и парках СССР, прежде применялся для степного лесоразведения; однако посадки А. сильно страдают от морозов, как и все посадки теплолюбивых пород.

АЙЛАНТОВЫЙ ШЕЛК, шелк из коконов, завиваемых айлантовым шелкопрядом; идет на изготовление айлантовых тканей. Шелковина его полосатая, плоская, серого, рыжеватого или бурого цвета; тонина шелковины варьирует от 34 до 54 *μ*. Средняя длина шелковины 562 *м*. Крепость шелковины, по Кваяту, 10 *г*; эластичность, по Кваяту, 155 *мм*.

АЙОВАНОВОЕ МАСЛО, эфирное масло, получаемое отгонкой водяным паром из плодов Carum ajowan Beuth. et Hook., растения семейства зонтичных, растущего в Индии, Персии, Афганистане. Выход А. м.— 3—4%. Содержит 45—57% тимола и является главным сырьем для его получения.

АЙХА МЕТАЛЛ, сплав из 60,0—60,2% меди, 38,2—38,4% цинка, 1,8—1,2% железа. Употребляется для обшивки судов; называется иногда морской латунью; значительно тверже обыкновенной *латуни* (см.); хорошо сопротивляется окислению (образованию ржавчины).

АКАГИН, смесь хлорной извести с хромовокислым свинцом; препарат для очистки ацетилена окислением его примесей (фосфорист. и сернист. водорода и аммиака).

АКАДЕМИЧЕСКИЙ ШРИФТ, см. *Шрифты*.

АКАЖУ, древесина красного дерева (Swietenia Mahagoni L.), растущего в Ц. Америке и Вест-Индии; идет на столярные изделия, отличается наименьшей усушкой из всех древесных пород. Под названием белого махагони в торговле известна древесина вест-индского дерева, идущая на токарные изделия и фанерное производство. Под названием А. в торговле обращается древесина различных пород и стран: индийский А., панамский А., африканский А. и австралийский А.

Лит.: Нестеров Н. С., Дерево как строительный и поделочный материал, М., 1915.

АКАЖУ. 1) А.-бальзам, получается из плодов Anacardium occidentale L., относится к группе высыхающих масел. Содержит анакардовую кислоту и кардол. Применяется для окраски в черный цвет жиров и лаков как средство против муравьев и в

медицине. 2) А.-камедь, получается из A. occidentale L. в виде желтой стекловидной массы, в Бразилии и Вест-Индии. Служит для замены низких сортов аравийской камеди. 3) А.-масло, пищевой продукт, получаемый из семян того же растения.

АКАРОИДНАЯ СМОЛА, группа ксантореёных смол из различных видов Xanthorrhoea, растущих в Австралии. Преимущественное значение имеют два сорта — красная и желтая А. с. Красная А. с. получается от X. australis R. Br. в виде мелких кусков красно-бурого цвета, иногда под названием земляного шеллака. Желтая А. с., получаемая из X. hastilis R. Br., отличается светлой, почти желтой окраской и более крупными размерами кусков (до 3 *см*). А. с. покрывает стволы толстым сплошным слоем (2—4 *см*) и иногда стекает, собираясь на земле большими комьями. Сбор производится как со стволов, так и с находимых на земле комков. Образование смолы происходит не в специальных полостях (смоляных ходах), а путем химического превращения содержимого клеток наружных тканей, так что в смоле можно найти при микроскопическом исследовании остатки межклеточных перегородок. В состав красной акароидной смолы входит эритрорезинотаннол в виде эфира *п*-кумаровой к-ты (85%), свободная *п*-кумаровая к-та (1%), *п*-оксибензальдегид (0,6%) и ок. 10% примесей. Желтая А. с. содержит ксанторезинотаннол (80%) в виде эфиров *п*-кумаровой и отчасти коричной кислот, свободную *п*-кумаровую (4%) и коричную (0,6%) кислоты, стирацин и фенилпропиловый эфир коричной кислоты (1%), *п*-оксибензальдегид (0,6%), следы ванилина, эфирное масло (0,4%) и ок. 6% примесей и загрязнений. Очистка А. с. от примесей ведется растворением в спирте в присутствии извести; раствор отфильтровывается, и соли разлагаются кислотой. Если кислота, при помощи которой ведется разложение, образует нерастворимые щелочноземельные соли, то полученный продукт может непосредственно применяться в качестве сургучной массы. Красная А. с. применяется для производства красных светоустойчивых спиртовых лаков, находит применение в кожевенном и мыловаренном производствах и идет для проклейки бумаги. В смеси с шеллаком А. с. дает лаки для металла. Вследствие того, что красный акароидный лак не пропускает актинических лучей, им пользуются для покрытия стекол в фотографических лабораториях. Желтая А. с. применяется в писчебумажном производстве и для изготовления сургуча. За последние годы начата культура различных видов Xanthorrhoea в Восточной Индии, и на рынке появились смолы этого происхождения. **Б. Рутовский.**

АКАРОИДНЫЙ ЛАК, лак, приготовляемый растворением красной и желтой *акароидной смолы* (см.) в обыкновенном спирте (акароидной смолы 56 ч., спирта 90 — 95% 65 ч.); иногда к раствору добавляют *шеллак*, *канифоль* и *терпентин* (см.). Красный А. л. с небольшим количеством касторового масла и копайского бальзама дает на стекле чистую оранжевую прозрачную пленку, совершенно не пропускающую других лучей; применяется в фотографии.

АКАЦИЕВОЕ МАСЛО, 1) масло, получаемое экстракцией из цветов Acacia farnesiana Willd., A. cavenia Hook. и A. dealbata Lk.; в парфюмерии находит большое применение; 2) жирное масло из семян Robinia pseudoacacia L.

АКАЦИЕВЫЕ КАМЕДИ, получаемые из различных видов Acacia (Африка), богаты арабином и представляют наиболее важные для техники сорта: 1) аравийская камедь, так наз. гуммиарабик, из A. senegal Willd. и др., вполне растворима в 2 ч. воды и образует при этом прозрачную клейкую жидкость; высшие марки — кардофан, гезире и гедда; 2) сенегальская камедь из A. verek и др. близко подходит по качеству к предыдущей; 3) юж.-африканские камеди, из которых лучшая марка — фалли, уступают предыдущим по растворимости и бесцветности; 4) австралийская камедь из A. pycnantha Benth., вполне растворима в воде; большей частью прибавляется к аравийской. Высшие сорта применяются в ликерном и аппретурном производствах, при выработке акварельных красок и клея; средние и низшие сорта — в спичечном производстве, ситцепечатании и т. д.

АКАЦИЯ, многочисленные (до 500) представители древесных и кустарниковых пород из семейств Papilionaceae и Mimosaceae, произрастающих в жарких областях Америки, Африки, Азии и Австралии. Эти породы доставляют гумми, дубильные и красильные вещества и весьма ценную древесину. 1) А. амурская, хотолла, (Maackia amurensis Rupr. et Max., сем. Papil.)—дерево или кустарник, произрастающие в Приамурском крае и Японии, с чернобурой красивой древесиной уд. веса 0,58, которая идет для изготовления мебели и токарных изделий. 2) А. аравийская (Acacia arabica Willd., сем. Mimosaceae) растет в Сенегамбии, Египте, Аравии и в Ост-Индии. Светлокрасная древесина, весьма твердая и тяжелая, известна под именем «диабабуля» или «диабабулевого дерева». Из этого дерева получается камедь (гуммиарабик); его кора содержит большое количество дубильных веществ, идет для дубления, а из незрелых сучков, известных в продаже под именем «баблах», добывают черную краску. 3) А. бассорская (A. leucophlaea Willd., сем. Mimos.) растет в сев. Индии, доставляет бассорскую камедь. 4) А. белая, лжеакация (Robinia pseudoacacia L.), родом из С. Америки. Стройное дерево, продуцирующее прекрасную древесину, с бурым ядром и с узкой желтовато-белого цвета заболонью; древесина служит для самых разнообразных поделок как столярных, так и для паркета, клепки и т. п. Древесина прочная, хорошо сохраняется в водных постройках. Дерево ввезено в Европу в 18 в. и с тех пор сильно распространено в культурах, особенно при степном лесоразведении, на юге СССР и в Венгрии; не особенно требовательно

к почве, но боится морозобойных мест. В парках и городах юга России ценится как прекрасное декоративное дерево, обладающее душистыми белыми цветами. 5) А. белая сенегальская (Acacia verek, Guill. et Perott) произрастает в Аравии, Египте, во внутренней Африке и Сенегамбии, доставляет гуммиарабик и сенегальскую белую камедь. Стручки этой А. содержат до 20% таннина, употребляются для дубления лайковых кож. 6) А. берберская (A. gummifera Willd.) растет в Магодоре, доставляет gummi berberianum. 7) А. желтая (Caragana arborescens Lam., сем. Papil.), гороховник, сибирская А.—кустарник, иногда вырастающий в деревцо, высотой 2,5—3,5 *м*, сильно ветвистый; произрастает дико в Сибири, от Урала до Даурии. Разводится в парках и садах по всей Европе и СССР. Древесина упругая, прочная и твердая, с бурым ядром и желтой заболонью,идет на мелкие поделки. 8) А. капская (A. horrida Willd.), из южн. Африки. Дерево с очень твердой древесиной, идущей на токарные изделия, доставляет капскую камедь. Кора служит для дубления. 9) А. катеху (Acacia catechu Willd.) из Ост-Индии, Бенгалии. Из вываренной тонко нарезанной коры дерева получается сгущенный сок, называемый «катеху». Сок употребляется для дубления и как красящее в черный и коричневый цвет вещество; с 1829 г. введен повсеместно в ситценабивных фабриках под именем «японской земли». 10) А. красная (A. vera Willd.) — высокое дерево из Вест-Индии. Сладкая внутренность плода идет в пищу, а кожица, содержащая много дубильного вещества, употребляется в Бразилии для дубления и как красящее в желтый цвет вещество. 11) А. песчаная, сюзень (Ammodendron conollyi Bunge, сем. Papil.), деревцо высотой 5—8 *м*, с редкой кроной, произрастает на подвижных песках Закаспийской и Сыр-Дарьинской областей. Песколюб. Употребляется для укрепления песков. Древесина твердая и крепкая, употребляется для разных поделок и дает хорошее топливо. 12) А. Фарнезова (A. farnesiana Willd., сем. Mimos.). Родина—Антильские о-ва. Культивируется в Испании и Италии как декоративное дерево, благодаря красивым пахучим желтым цветам; цветы идут на выделку духов; корень и стручки употребляются в качестве веществ, красящих в черный цвет.

Кроме этих А., имеющих название на русском языке, существует ряд ценных видов А., не получивших специального названия. К таковым относятся: Acacia albida с белой и мягкой древесиной, произрастающая в Африке; Acacia acuminata из Австралии, с древесиной прекрасных технических свойств и запахом малины; Acacia angico Mart., произрастающая в Бразилии, с твердой желтоватого цвета древесиной, с резко выступающими желтыми жилками, известная под именем «ангикового дерева»; Acacia decurrens Willd.—растет в зап. Австралии; ее кора с содержанием таннина до 40% идет на дубление кож; от этой А. получается австралийская камедь; Acacia ehrenbergiana Hayne из Аравии; из нее получается лучший сорт аравийской камеди; Acacia excelsa Benth. дерево из вост. Австралии, доставляет ценную «розовую древесину»; Acacia formosa из Вест-Индии, дает ценный сорт красного дерева; Acacia giraffae P. из южной Африки; дерево доставляет камедь и твердую, хорошо полирующуюся древесину, противостоящую разрушению термитов; Acacia homalophylla, фиалковое дерево—из Австралии; древесина очень тяжелая, уд. в. 1,4; серого цвета с фиалковым запахом; идет на изготовление паркета, мебели и токарных изделий; Acacia jurema Mart.— один из лучших видов А. в Бразилии; в продаже кора этого дерева известна под именем бразильской; Acacia melanoxylon R. Br. из Австралии; древесина этой А. известна под именем «черного дерева», темного цвета, средней твердости, хорошо полируется и употребляется для мозаики; кора идет для дубления; Acacia scleroxylon Tussac с острова Гваделупа и Караибских островов; кора служит как желтая краска; древесина в продаже носит название «кремового дерева»; Acacia triacantha из Занзибара; древесина известна в продаже под именем «занзибарского эбена».

Лит.: Керн Э., Деревья и кустарники, М., 1925; Пеньковский В., Деревья и кустарники как разводимые, так и дикорастущие в Европ. России, на Кавказе и в Сибири, Херсон, 1901; Leunis Joh., Synopsis d. drei Naturreiche, Tl. II—Botanik, Hannover, 1883—86. **Н. Кобранов.**

АКВАМАРИН, разность берилла, цвета морской воды. Из драгоценных камней один из наиболее дешевых. В СССР встречается на Урале и в Забайкальи. См. *Берилл.*

АКВАРЕЛЬ, см. *Краски водяные.*

АКВАТИНТА, один из методов глубокой печати, при котором на медной доске предварительно гравируют только контуры рисунка и затем подвергают их неглубокому травлению. После этого на светлые места рисунка кисточкой наносится лак, защищающий поверхность меди от действия кислот, и снова производят протравку, лишь до выявления слабых полутонов. Последовательно покрывая лаком все более и более темные места, повторяют травление несколько раз, при чем наиболее темные места вытравливаются глубже всего,—от количества протравок зависит разница в глубине тонов. Акватинта дает возможность получения высокохудожественных гравюр. См. *Меццо-тинто.*

АКВЕДУК, мост, к-рый служит для пропуска воды. Такие мосты устраиваются, если воду приходится проводить над глубокими долинами, оврагами, улицами, дорогами, реками или каналами; служат для водоснабжения, искусственного орошения, осушения и, реже, для судоходства. А. возводятся из камня, кирпича, бетона, железобетона, чугуна, железа, стали, а иногда и из дерева. При расчете А. принимают во внимание добавочную максимальную нагрузку от веса воды, оборудования ее проводки, от давления снега и веса рабочих, перемещающихся по А. во время его ремонта. А. состоит из береговых устоев и быков, поверх которых устраиваются

открытые или закрытые желоба или укладываются водопроводные трубы. А. в древности были неизбежны, но в настоящее время при снабжении городов водой их избегают; это стало возможным с введением трубопроводов высокого давления, в к-рые вода накачивается насосами. Достопримечательные каменные водопроводные сооружения встречаются ныне лишь в виде остатков древности, напр. А. Pont du Gard у Нима, времен полководца Агриппы (63—13 гг. до х. э.), в 3 этажа, отличающийся красотой архитектуры. В последнее время вновь стали применять А. для проведения ирригационных каналов. Это дает ряд выгод: 1) большую безопасность устройства, при к-ром получается незначительное давление воды на стенки водопровода; 2) возможность легкого доступа к осмотру; удобство чистки и ремонта; 3) более долгий срок службы такого сооружения по сравнению с металлическими трубами. При быстрых потоках, могущих вызвать образование размыва грунта, опасно прокладывать трубы под их руслом, поэтому в таких случаях сооружают А. Устройство А. над реками с высокими водами и крутыми скалистыми берегами обходится часто даже дешевле прокладки сифонов. Из А. новейшей постройки, обслуживающих ирригационные системы, следует отметить: в Индии — А. из каменной кладки Солани (Solani) на Гангском канале в 15 пролетов, общей длиной в 276 *м* и наибольшей высотой в 11,4 *м*; в Испании на Хенаресском канале, железный А., длиною в 21 *м*, шириной в 3 *м*, с пропускной способностью в 5 $м^3/сек$; в Америке на канале Интерстэт (Interstate canal), в штатах Вайоминг и Небраска, длина этого А. 61,8 *м*; расположенный на нем желоб имеет в ширину 10,2 *м* и в глубину 3,75 *м*. Кроме того, в С.-А. С. Ш. имеется значительное количество бетонных и железобетонных А., устроенных на оросительных системах. Там же имеется много деревянных А. временного характера, весьма значительных размеров в отношении их длины, высоты и пропускной способности.

АК-КАНДЫМ, приземистый ветвистый кустарник Calligonum rubicundum Bunge (сем. Polygonaceae), высотой до 0,6 *м*; растет на песках Арало-Каспийской низменности и разводится здесь для защиты ж.-д. полотна от песчаных заносов.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ ЖИВОТНЫХ, способность животных приспособляться к новым условиям существования, с которыми им приходится встречаться при перемене местообитания. Среди меняющихся условий необходимо иметь в виду: среднюю темп-ру года, степень резкости колебаний темп-ры по временам года, относительную и абсолютную влажность воздуха, количество выпадающих осадков и распределение их по временам года, высоту над уровнем моря, рельеф, почвенные условия, растительный покров, наличие определенной микрофлоры и микрофауны, обусловливающих появление различного рода заболеваний, присутствие вредителей из мира насекомых и т. п. моменты. Обитая в определенных климатических районах, животные приспособляются к ним, приобретая подходящую чисто биологическую структуру тканей и вырабатывая иммунитет к различного рода неблагоприятным воздействиям. Замечено, что расы животных мелкоклеточного сухого сложения легче приспособляются к новым условиям жизни, чем расы крупноклеточные и более сырого сложения. Так, арабская лошадь получила почти повсеместное распространение, послужив источником образования огромного числа рас лошадей в разных частях света. В то же время знаменитая швейцарская порода крупного рогатого скота — симменталы — трудно привыкает даже к климату Галиции, хотя этот климат не так уже резко отличается от климата Швейцарских Альп. Принимая во внимание способность к А. ж., нужно не упускать ее из виду в случае необходимости переселения животных на новую родину с целями практическими. При такого рода переселениях необходимо иметь в виду следующие положения: а) медленное и постепенное перемещение животных из одной страны в другую обеспечивает более верный успех; б) более молодые животные легче акклиматизируются, чем более старые; в) при переселении животных из более влажных климатов в более сухие местности целесообразно придерживаться более водянистых кормов, и наоборот; г) избегать вообще очень резких разниц в климатических условиях существования при переселении животных; д) иметь в виду, что животные более легко переносят переселения при передвижении их по одной и той же *изотерме* (см.), обладая большей способностью успешно передвигаться к С., чем к Ю. от нее; е) подбирать для переселения на новую родину исключительно крепкие и жизнеспособные организмы; ж) проявлять особую заботливость в деле хорошего кормления, содержания и воспитания молодняка животных, подвергающихся процессу А.

Лит.: Богданов Е. А., Происхождение домашних животных, М., 1913; Келлер К., Естественная история домашних животных, М., 1908; «Аскания-Нова», сборн. под ред. проф. М. Завадовского и Б. Фортунатова, ГИЗ, 1924; Hehn V., Kulturpflanzen u. Haustiere in ihrem Übergang aus Asien, B., 1902. **Е. Лискун.**

АККЛИМАТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ, приспособление растений к климату, отличному от климата родины их. Климат—сложное явление; в состав его входят явления темп-р (максимум, минимум, средняя), их распределение по месяцам года, явления влажности воздуха, количество атмосферных осадков и их распределение, явления солнечной радиации, различных по силе, направлению, свойствам и продолжительности ветров, и все перечисленное, как показывают в настоящее время многочисленные научные опыты, имеет свое влияние на свойства растений. Жизнь растений определяется не только климатическими, но и эдафическими факторами, т. е. субстратом и его физическ. и химич. свойствами и качествами почвенных вод. Влияния этих факторов могут не совпадать друг с другом; но иногда из различных условий климата и свойств почвы может получиться новая комбинация, делающая возможным не только существование,

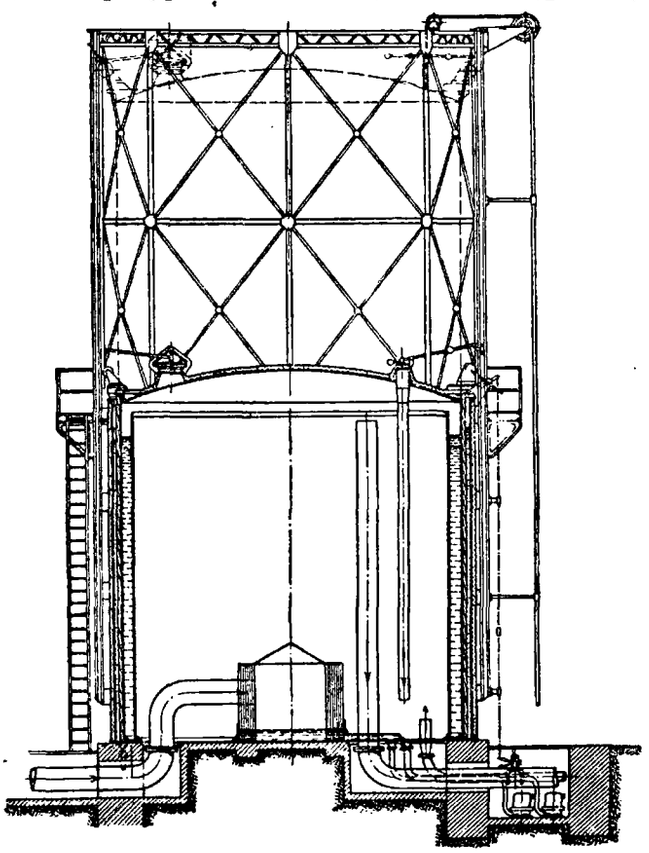
но и плодоношение растений. Так, болотный кипарис Флориды (Taxodium distichum) в Крыму растет и плодоносит только у подножья Аю-Дага (имение Артек), в Никитском же саду и в других местах погибает, повидимому, под влиянием почвенных условий; но одновременно тот же кипарис растет и плодоносит в Ташкенте, где мороз достигает пределов, неизвестных для южной части С.-А. С. Ш. Средние температуры Ташкента и Флориды настолько резко разнятся, что возможность разведения в Ташкенте Taxodium на первый взгляд маловероятна. Тот же Taxodium растет и плодоносит в Берлине (Потсдамский парк), т. е. в почвенно-климатических условиях, резко отличных от тех же условий Крыма и Ташкента. Если растение настолько приспособилось к климатическим условиям страны, что получило способность расти и размножаться без помощи человека, говорят про одичание растения. Для одичания растения, помимо приспособления к условиям климата и почвы, необходима также способность их выдерживать конкуренцию со стороны местных видов. Приспособление растений к чуждому климату, худшему или лучшему (напр. растений средних широт к тропическому), м. б. более или менее полным, или же растения сами живут, но теряют сполна или частью способность к размножению. Во многих случаях, напр. при переносе в тропические влажные области плодовых деревьев наших умеренно теплых широт (яблони, груши, персики), у растений, кроме потери нек-рых качеств плодов, нарушается нормальное соотношение фаз развития, и одни ветки теряют листья, другие их развивают, одни цветут, другие плодоносят, и так— в течение целого года. Потеря способности к размножению чаще всего сказывается на развитии плодов и семян. Хотя во многих случаях отсутствие плодоношения стоит в связи с отсутствием соответствующих опылителей, но иногда плоды и семена не вызревают вследствие неподходящих климатических условий. Травянистые растения в таких случаях нередко энергично размножаются вегетативным путем (многие декоративные растения), деревья и кустарники приходится размножать отводками, прививкой и т. п. В настоящее время известны случаи непосредственного и довольно полного приспособления растений к иным условиям существования, что обычно связано с более или менее сильным изменением внешнего и внутреннего строения растений и многих их внутренних, физиологич. свойств. Наибольший интерес представляют опыты переноса низинных растений в высокие горные области. Они были начаты Боннье (Bonnier) и до сих пор продолжаются во многих местах, в так наз. альпийских садах. Из этих опытов выяснилось: 1) что далеко не все растения обладают способностью приспособляться к высокогорным условиям; 2) что виды, обладающие этой способностью, проявляют ее в различной форме и степени: некоторые при переносе изменяются мало, другие принимают характерный облик и строение высокогорных растений; 3) что продолжительное (в опытах Боннье 20 лет) пребывание в высокогорных условиях отразилось у некоторых видов закреплением (вероятно временным) влияния этих условий, т. к. растения, выращенные из семян растений, приспособленных к условиям высокогорного климата, сохранили в 1-й и 2-й год и в низменностях облик родителей. Т. о. в нек-рых случаях мы действительно имеем явление А. в первоначальном смысле. В практической жизни перенос растений из одного климата и определенных условий существования в другие часто имеет в виду не получение измененных форм, а сохранение форм с теми определенными признаками, которые наблюдаются на их родине. При таком переносе большое значение имеют условия, способствующие сохранению признаков, т. е. натурализация. Из вышесказанного ясно, что чем ближе, в общем, будут жизненные условия страны экспорта растений к жизненным условиям страны импорта, тем меньше будет изменение. Данные ботанической географии и ботанической систематики с несомненностью указывают на возможность приспособления видов растений к иным условиям существования, или А. с изменением признаков. Такое приспособление требует, однако, обычно весьма длительного времени (многих сотен лет, а м. б. и тысячелетий). В культурном состоянии растения легче переносят изменение климатических условий, особенно, если им не приходится страдать от гибельных влияний. Поэтому, напр., можно картофель разводить далеко на севере, где достаточно длинный и теплый летний период и отсутствие мерзлоты допускают вызревание клубней. Яровая пшеница, южное растение, вызревает около Якутска, тогда как озимая там вымерзает. Практика культиваторов показала, что обычно различные особи одного и того же вида обладают различной степенью приспособляемости. Для выбора более пластичных форм рекомендуют исходить из массовых посевов. Чистые виды иногда оказываются менее пластичными, чем гибриды, и большинство разводимых и поддающихся натурализации или слабой акклиматизации полезных растений — гибриды.

Лит.: Гребнер П., География растений, стр. 132 и сл., Москва, 1914; Воейков А. Д., О натурализации лесных пород, «Лесной журнал», П., 1908; Warming Eug., Lehrbuch d. ökologischen Pflanzengeographie, Abschnitt V, B., 1918; Mayr H., Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage, 2 Aufl., B., 1925. **М. Голенкин.**

АККОМОДАЦИЯ ГЛАЗА, приспособление глаза к отчетливому видению предметов на различных расстояниях: при помощи глазных мышц хрусталик глаза изменяет свою форму так, что предмет дает отчетливое изображение на сетчатке.

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛА, собирание в запас тепла отходящих газов, пара, свободной электрич. энергии, превращаемой в тепло для использования впоследствии. А. т. в его простейшем виде широко применяется в *доменном производстве* (см.) и *мартеновском производстве* (см.) для подогрева в особых аппаратах (см. *Коупер*) или камерах воздуха, поступающего в доменные и мартеновские печи (см. также

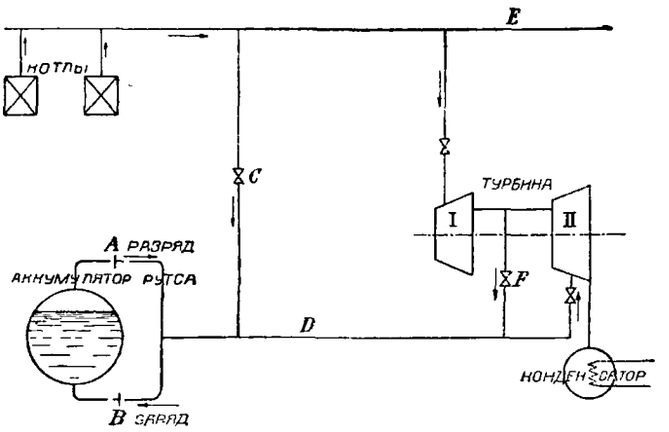
Регенеративные печи). А. т. в запас на долгое время вошло в употребление со времени развития гидроэлектрич. станций, дающих в периоды уменьшения потребления энергии (напр. в ночное время) ток по удешевленному тарифу для увеличения нагрузки станции. Аккумуляция тепла должна производиться т. о., чтобы отдача тепла происходила по возможности равномерно и поддавалась регулировке. Для А. т. служат б. ч. вода и твердые тела, обладающие большой уд. теплоемкостью, как, напр., шамотный кирпич, кварцевый песок, бетон и др. Для воды употребляются железные и железобетонные хорошо изолированные хранилища. При расчете аккумуляторов этого рода следует предусматривать, что уд. теплота и объем у жидкостных аккумуляторов изменяются с $t°$; у твердых тел изменением объема можно пренебречь. Аккумуляторы применяются также при сильно колеблющейся нагрузке теплосиловых и отопительных станций для покрытия пиков нагрузки, при чем они действуют подобно маховикам поршневых машин и повышают экономичность установки. В случае необходимости выравнивания ударов и колебаний давления пара в небольших пределах и на короткое время применяются аппараты, воспринимающие гл. обр. отходящий пар турбин низкого давления (фиг. 1).



Фиг. 1.

Такие аккумуляторы строятся на 500—3 000 $м^3$ объема и на давление в 1—1,2 *atm* при 100° и весе $1 м^3$ воды = 958 *кг*; при падении давления с 1,2 *atm* до 1 *atm* они выделяют 4 042 Cal, или $\frac{4\,042}{540} = 7{,}48$ на пара. В случаях больших колебаний давления и нагрузки аккумуляторы устанавливают соответствующей тепловой емкости. Известны гл. обр. аккумуляторы Рато, Рутса, работающие с водой и паром. Требование, предъявляемое к этим аккумуляторам, заключается в том, чтобы их можно было быстро и надежно включить и выключить, в зависимости от увеличения или уменьшения нормальной нагрузки в данный момент.

На фиг. 2 представлена схема включения и работы аккумулятора Рутса в силовой установке. Зарядка аккумулятора производится редуцированием свежего



Фиг. 2.

пара или отработанным паром из турбины. При уменьшении нагрузки турбины избыток пара из магистрали свежего пара *E* через вентиль *C* идет в аккумулятор. Вентиль *C* запирается, как только давление в паропроводе *D* достигнет давления в магистрали *E*. При возрастании нагрузки турбины давление в *E* падает, пар из аккумулятора устремляется в ступень низкого давления турбины *II* и таким образом покрывает пики нагрузки.

Зарядка аккумулятора отработанным паром из ступени высокого давления турбины *I* м. б. осуществлена установкой пароперепускного вентиля *F*, открывающегося при падении давления в *E*. В остальном ход работы остается тот же. Аккумулятор Рутса находит широкое применение в бумажно-целлюлозном производстве, где выравнивание расхода пара из-за периодичности процесса варки является экономически необходимым.

Если V — объем воды из аккумуляторов в $м^3$, γ_1 и γ_2 — уд. в. воды в начале и в конце процесса разряда в $кг/м^3$, c_1 и c_2 — уд. теплота воды при $t_1°$ и $t_2°$ начального и конечного состояния, W' — потеря тепла в аппарате в Cal за тот же период, то полезное количество тепла в аппарате будет: $W = V(\gamma_1 c_1 t_1 - \gamma_2 c_2 t_2) - W'$, откуда определяется необходимый объем. При отборе пара из аккумулятора можно руководствоваться с достаточной точностью ур-ием:

$$G_1 c_1 t_1 - (G_1 - D)\, c_2 t_2 = D i_m + W',$$

где G_1 — начальный вес воды в *кг*, D — вес отработанного пара в *кг*, i_m — средн. общая теплота пара. Если принять $c_1 = c_2 = c$, то

$$G_1 c(t_1 - t_2) = D(i_m - c t_2) + W'.$$

Следовательно,

$$G_1 = \frac{D(i_m - c t_2) + W'}{c(t_1 - t_2)},$$

и объем воды $V_w = \frac{G_1}{1\,000\, V_1}$. Теория и практика установила, что водяные аккумуляторы пригодны для водяного отопления и для установок, работающих паром высокого давления, и непригодны для установок парового отопления паром низкого давления, для к-рых следует применять аккумуляторы с твердыми телами.

Лит.: Дмитриев В. В., Паровые аккумуляторы (термомаховики) как фактор экономизации топлива в силовых установках и производствах, Л., 1924; «Вестник инженеров», М., 1926; Мюнцингер Ф., Пар высокого давления, Москва, 1926;

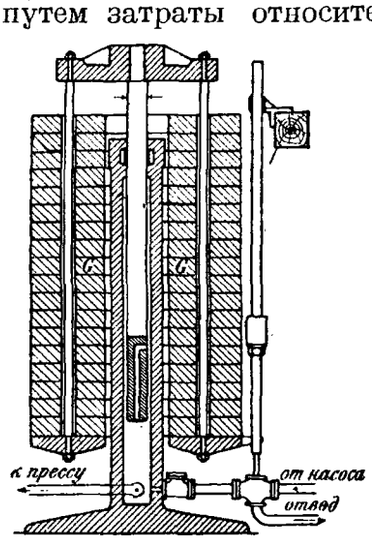
Hoffinger M., Abwärmeverwertung, Zürich, 1922; Stodola A., Dampf- u. Gasturbinen, 6 Aufl., B., 1922; Dubbel H., Taschenbuch für den Fabrikbetrieb, Berlin, 1923. **Ф. Кругликов.**

АККУМУЛЯТОР ТОРФЯНОЙ, вырытый в торфяной залежи бассейн, служащий при гидравлич. способе добычи торфа сборником для *гидромассы* (см.), нагнетаемой обычно от двух торфососных кранов. Полезный объем А. соответствует, примерно, 3-часовой производительности двух торфососов и составляет ок. 3 600 *м*³. Назначение А. — сделать разлив гидромассы независимым от возможных остановок в работе кранов. Подача гидромассы в А. производится через массопровод диам. 440 *мм*; на заднем конце его имеется отвод, из которого бьет фонтан из гидромассы, помогающий обслуживающему персоналу наблюдать за исправной работой установки. Дальнейшая перекачка из А. на поля стилки производится торфяными насосами с головкой, установленными на конце А. на свайном основании. А. окапываются со всех сторон канавами, которые отводят от него просачивающуюся воду, во избежание заболачивания бассейна. А. роют вручную, по возможности ближе к месту добычи. Кроме этих «рабочих» А., к-рыми пользуются при длинных перекачках, на полях разлива устраиваются «транзитные» А., оборудованные также торфяными насосами. **Н. Успенский.**

АККУМУЛЯТОРНЫЕ РУДНИЧНЫЕ ЛАМПЫ, безопасные переносные электрические лампы с свинцовыми или никелекадмиевыми батареями; продолжительность горения 12—14 ч., сила света 1,2—2 свечи, вес лампы 2—2,5 *кг*. См. *Освещение рудничное.*

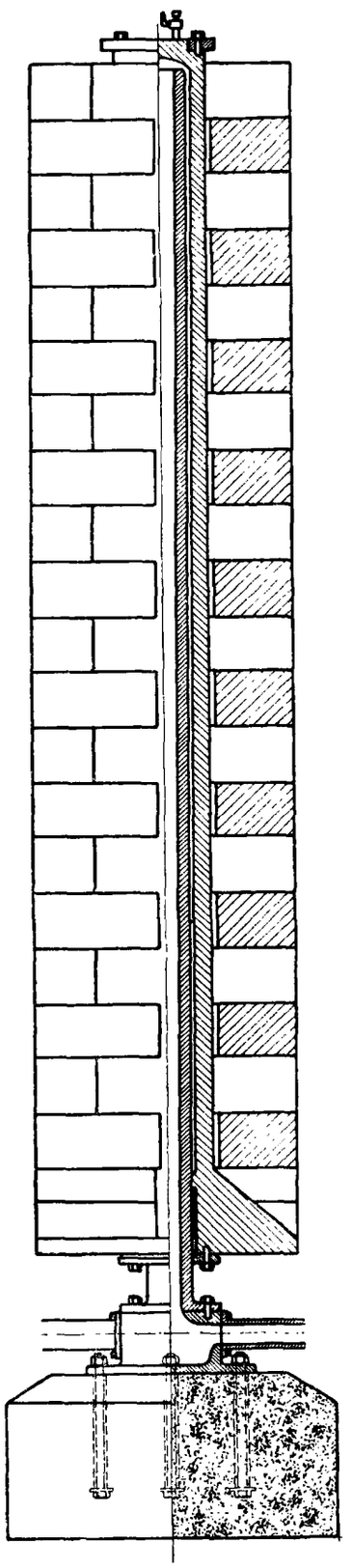
АККУМУЛЯТОРНЫЙ РУДНИЧНЫЙ ЭЛЕКТРОВОЗ, подвижной электрический двигатель, получающий ток от аккумуляторной батареи, помещенной на самом электровозе; средние размеры: длина 3 900 — 4 300 *мм*, ширина 880 — 1 070 *мм*, высота 1 500 *мм*, вес 6—7 *т*, скорость движения 2 — 3 *м/сек*. А. р. э. применяется для откатки в рудниках с гремучим газом. См. *Рудничная откатка.*

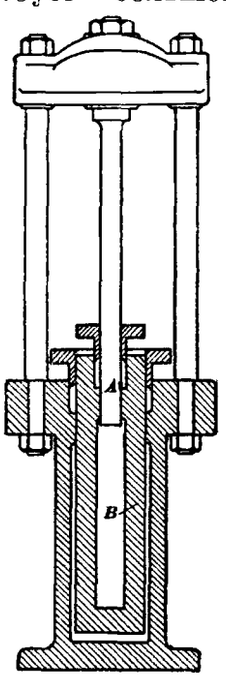
АККУМУЛЯТОРЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ, приборы с гидравлической передачей, к-рые путем затраты относительно незначительной работы (насоса) на поднятие больших грузов на высоту или на сильное сжатие воздуха, постепенно накапливают значительные запасы механической энергии, чтобы обратить ее в гораздо более кратковременную, но во столько же раз более интенсивную работу в машинах-орудиях. А. гидр. включаются в гидравлич. сеть между машинами-орудиями и насосом. Различают аккумуляторы: собственно гидравлический и воздушно-гидравлический.



Фиг. 1. Прямой гидравлический аккумулятор.

1) Гидравлический. Применяются три типа А. г.: а) прямой (фиг. 1) — в нем грузы, определяющие давление, соединены с плунжером; б) обратный (фиг. 2) — в нем плунжер неподвижен, а кольцевые грузы соединены с подвижным цилиндром; в) дифференциальный (фиг. 3) — в нем давление жидкости от насоса действует на плунжер B, передающий давление на плунжер A; предназначается для увеличения давления, растущего в соотношении площадей B и A. Прямой тип А. г. удобнее для обслуживания, конструктивнее, не требует столь солидных направляющих для системы грузов. Соотношение объемов насоса и А. г. берут от 2 до 3. Т. к. большой объем А. г. требует большого


Фиг. 2.

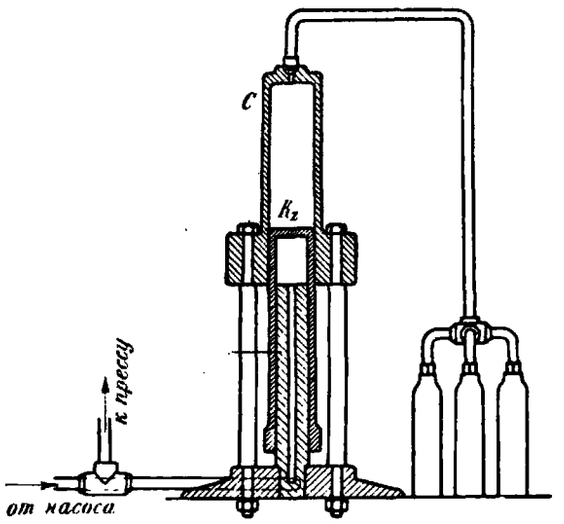


Фиг. 3.

хода и хорошего направления, дабы не вызвать прогиба плунжера, то стремятся давать достаточные размеры насосу. Давление доводят в современных крупных установках до 400 *atm*. Применяются в кузнечном, литейном, котельном и текстильном деле.

2) Воздушно-гидравлический (фиг. 4). В нем жидкость давит на плунжер K_2, сжимающий воздух в цилиндре C и связанной с ним батарее. Воздух здесь заменяет грузы обычного аккумулятора.

Благодаря эластичности воздуха вся установка работает спокойнее, чем установки гидравлические. Употребляется в установ-



Фиг. 4.

ках средней величины (напр. в кузнечном, литейном и текстильном деле) — там, где требуется плавная работа (без толчков). Менее выгоден, чем А. г.

Лит.: Гавриленко А. П., Механич. технология металлов, ч. III, М., 1915. **Э. Саттель.**

АККУМУЛЯТОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, источники тока, способные возобновлять после истощения свободную энергию посредством работы внешней эдс и т. о. возвращаться к начальному физ.-хим. состоянию. С точки зрения хим. динамики А. представляет обратимую систему, и именно обратимый гидроэлектрич. элемент. Восстановление свободной энергии такого элемента выражается накоплением на электродах продуктов электролитического распада. В теории *гальванических элементов* (см.) такое накопление, вторичный эффект эл.-хим. процесса, носит название поляризации. Вредное в обычных элементах, это побочное явление положено в основу службы А., называемых поэтому вторичными, или поляризационными, элементами. В принципе, всякий А. состоит из одного электролита, содержащегося в некотором баке, и двух электродов с клеммами. Согласно франц. терминологии, проводимой в настоящей статье, положительный электрод называется анодом, отрицательный — катодом (в американской литературе катод — положительная пластина, анод — отрицательная). Аккумуляторы различаются между собою химической природой электролита и электродов, формой и строением электродов, устройством бака и т. д.

I. Теория аккумуляторов.

1. Основные характеристики А. Всякий А. характеризуется рядом электрических постоянных, определяющих его ценность: эдс E, разность потенциалов, или напряжение, U, среднее напряжение при зарядке $\overline{U}_c$, среднее напряжение при разрядке $\overline{U}_d$ — все в вольтах; внутреннее сопротивление r в омах; емкость Q в ампер-часах или в кулонах; мощность P в ваттах; энергия W в ватт-часах; коэфф. отдачи (электрическая, количественная отдача) η_q; кпд, или энергетическая отдача, η_w; наконец, коэфф. понижения — λ. Эдс есть разность потенциалов на клеммах незамкнутого А. и называется также незамкнутым напряжением. Напряжение U при прохождении тока силы I через замкнутую с А. цепь связано с E соотношениями:

при зарядке

$$U_c = E + I_c r_c, \qquad (1)$$

при разрядке

$$U_d = E - I_d r_d, \qquad (2)$$

где r — сопротивление А. Среднее напряжение за промежуток времени τ от 0 до T дается соотношением:

при зарядке

$$\overline{U}_c = \frac{1}{T}\int_0^{T_c} U_c\, d\tau, \qquad (3)$$

при разрядке

$$\overline{U}_d = \frac{1}{T_d}\int_0^{T_d} U_d\, d\tau. \qquad (4)$$

Емкость Q_c А. — количество электричества, которое поглощается при зарядке А., а емкость Q_d — количество электричества, отдаваемое им при разрядке:

$$Q_c = \int_0^{T_c} I_c\, d\tau \qquad (5)$$

$$Q_d = \int_0^{T_d} I_d\, d\tau \qquad (6)$$

Мощность P на клеммах при данном режиме разрядки:

$$P_c = U_c I_c. \qquad (7)$$

Энергия W_c, поглощаемая при зарядке:

$$W_c = \int_0^{T_c} U_c I_c\, d\tau. \qquad (8)$$

При зарядке или при разрядке постоянным током эти выражения [по ф-лам (3) и (4)] дают соответственно:

$$W_c = \overline{U}_c I_c T_c, \qquad (9)$$

$$W_d = \overline{U}_d I_d T_d. \qquad (10)$$

Коэфф. отдачи электричества η_q есть отношение между количеством электричества, отданным при разрядке, и количеством электричества, поглощенным при зарядке:

$$\eta_q = \frac{Q_d}{Q_c} = \frac{I_d T_d}{I_c T_c} = \frac{\int_0^{T_d} I_d\, d\tau}{\int_0^{T_c} I_c\, d\tau}. \qquad (11)$$

Коэффиц. отдачи энергии η_w есть отношение энергии отданной к энергии поглощенной:

$$\eta_w = \frac{W_d}{W_c} = \frac{\overline{U}_d I_d T_d}{\overline{U}_c I_c T_c} = \frac{\int_0^{T_d} U_d I_d\, d\tau}{\int_0^{T_c} U_c I_c\, d\tau}. \qquad (12)$$

Коэфф. понижения λ есть отношение среднего напряжения при разрядке к среднему напряжению при зарядке:

$$\lambda = \frac{\overline{U}_d}{\overline{U}_c} = \frac{\int_0^{T_d} U_d\, d\tau}{\int_0^{T_c} U_c\, d\tau}. \qquad (13)$$

Принимая во внимание ф-лы (11), (12) и (13), находим соотношение между тремя коэфф.

$$\eta_w = \eta_q \lambda, \qquad (14)$$

справедливое при постоянном токе, одинаковом для разрядки и зарядки.

2. Общие для всех А. технические условия. Ко всякому А. с помощью характеристик п. 1 могут быть предъявлены следующие принципиальные требования, вытекающие из самого понятия о его технической функции (см. табл. 1):

Табл. 1.—Схема общих технических условий, предъявляемых к А.

Удельная энергия большая	Эдс высокая	Хим. реакции весьма экзотермичны Катоды из материала, весьма электроположительного
	Удельная емкость большая	Эл.-хим. эквиваленты малые Коэфф. использования активной массы высокий (проводимость, пористость) Вес неактивных поддержек малый
Отдача энергии высокая	Разность потенциалов при зарядке и разрядке возможно постоянная	Обратимость сколь возможно совершенная Внутреннее сопротивление r малое Коэфф. понижения λ близкий к единице
	Длительное сохранение заряда	Отсутствие местных действий
Себестоимость эксплоатации небольшая	Стоимость обзаведения небольшая	Стоимость исходного сырья мала Выработка простая Рабочий труд небольшой
	Содержание недорогое	Составные части долговечны Замена изношенных частей легкая

3. Функциональная классификация А. устанавливается в зависимости от различных типов разрядного режима их и учитывает электрич. характеристики, наиболее рационально обеспечивающие службу аккумуляторов при данном режиме, при чем известные пункты принципиальных технических условий (п. 2) утрачивают свою жесткость. Процесс разрядки А. характеризуется приложенною к цепи разностью потенциалов U_d, количеством прошедшего через цепь за все время разрядки электричества Q_d и силой тока I_d. Отсюда основное деление А. на три группы: на А. напряжения (группа v), А. емкости (группа q) и А. тока (группа i). Группы v и i могут рассматриваться как крайние типы, а группа q — как лежащая между ними. Батарея Планте, дававшая шаровую молнию, и батарея Капицы, позволившая получить магнитные поля огромной напряженности,— таковы крайние пределы, достигнутые типами v и i. Процесс разрядки А. сопровождается попутными медленными накоплениями и перемещениями электрических масс. Поэтому разделение всего процесса разрядки на отдельные, отстоящие друг от друга во времени промежутки значительно изменяет характер разряда и служит основанием для дальнейшего подразделения функциональных типов. Тут вводится в каждом типе группа постоянного действия и группа перемежающегося действия, с дальнейшим подразделением последней на подгруппы с промежутками работы длительными и подгруппы с промежутками работы кратковременными. Т. о. устанавливаются девять принципиальных типов (см. табл. 2). Практически эту классификацию можно несколько упростить, т. к. общая продолжительность разрядки обычно невелика, а кратковременные перерывы имеют малое значение и отражаются лишь на средней силе тока. Относя такие разрядки к постоянным и группируя вместе разрядки с значительными промежутками, можно дать непрерывное распределение по двум путям, идущим от нулевой интенсивности разрядки к некоторой максимальной (фиг. 1, *А*). Наглядной оказывается секторальная диаграмма (фиг. 1, *Б*, *В*, *Г*), тем более, что в некоторых случаях применения от А. требуется соединение функций двух смежных секторов.

Табл. 2.—Функциональная классификация типов А.

Действие	Типы аккумуляторов: напряжения v	емкости q	тока i
Постоянное	v_I	q_I	i_I
Перемежающееся: с промежутками кратковременными . . .	v_{II}	q_{II}	i_{II}
Перемежающееся: с промежутками длительными	v_{III}	q_{III}	i_{III}

4. Химическая классификация А. В табл. 4 перечислены лишь те обратимые пары, к-рые хотя и не усвоены промышленностью, но могут притязать на практическое значение.

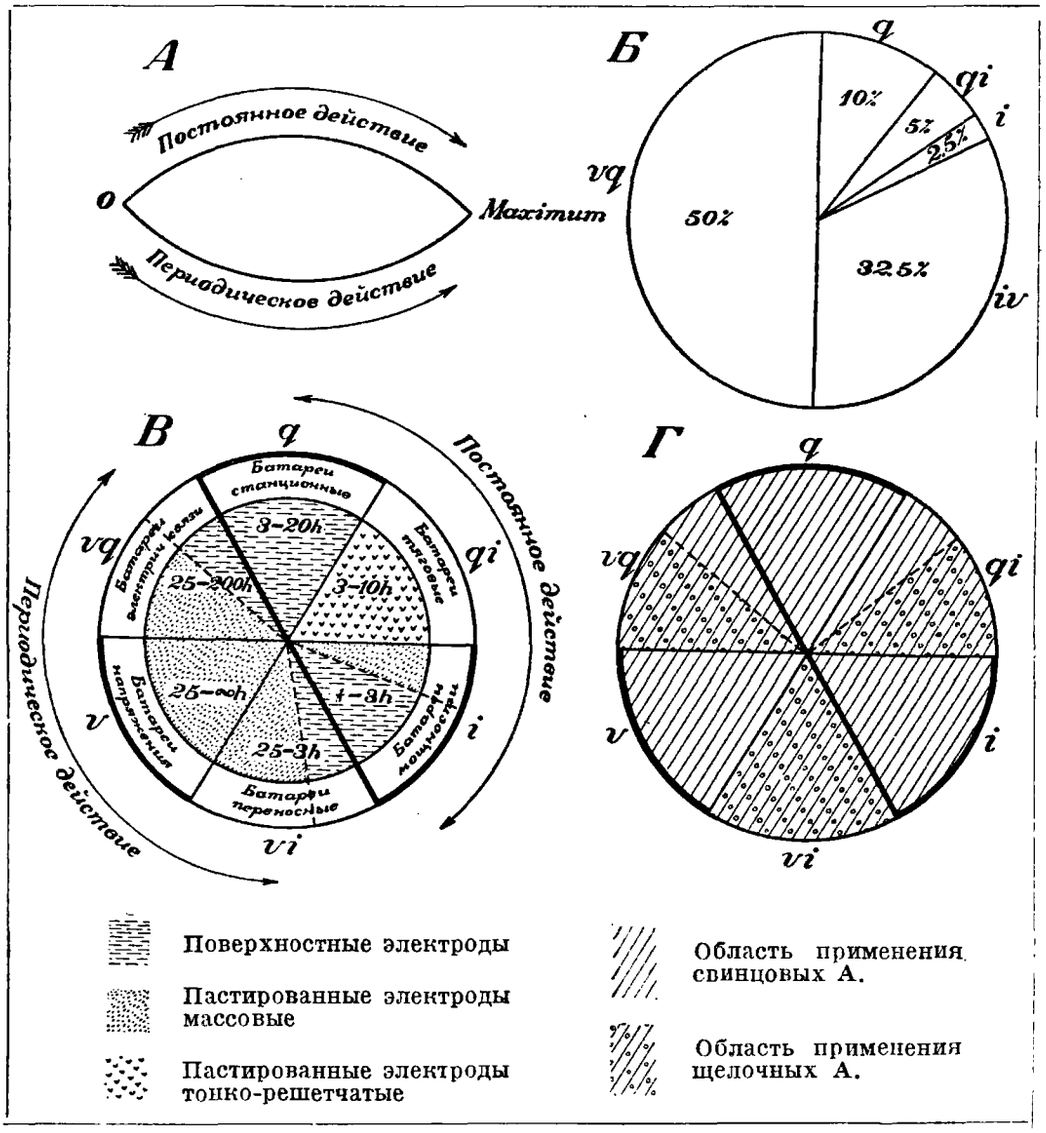
5. Описание физ.-хим. процессов в А. Разрядка и зарядка свинцового А. характеризуются графиком (фиг. 2), при чем как разрядная, так и зарядная кривые претерпевают три последовательные стадии (табл. 3).

Этим трем стадиям соответствуют характерные видимые явления: в заряженном А. катод имеет серо-металлический вид и состоит из губчатого свинца, тогда как анод покрыт перекисью свинца Pb_2O_5 интенсивного черного цвета, нестойким, сильно окисляющим веществом с значительной электропроводностью. Внезапное понижение стадии I разрядки происходит от уменьшения концентрации кислоты в порах активной массы, после чего концентрация выравнивается диффузией. Стадия III разрядки связана со вторичным уменьшением концентрации кислоты. В разряженном А. анод состоит из двуокиси свинца PbO_2,

Табл. 3.—Электрическая характеристика свинцового А.

Стадия	Зарядка	Разрядка
I	Занимает короткое время.	
	Сперва разность потенциалов быстро поднимается над значением, соответствующим плотности электролита 2 V, а затем падает до 2,1 V.	Сперва разность потенциалов очень быстро падает до 1,9 V. Это т. н. coup de fouet.
II	Занимает наибольшую часть.	
	Разность потенциалов медленно возрастает, приблизительно до 2,2 V.	Разность потенциалов медленно убывает, приблизительно до 1,85 V.
III	Занимает сравнительно небольшое время.	
	Разность потенциалов довольно быстро возрастает до 2,8 V и затем падает до 2,5—2,6 V.	Разность потенциалов быстро падает, при чем кривая претерпевает изгиб и стремится к нулю

вещества бурого цвета, с уд. сопротивлением в 22 раза бо́льшим, чем у перекиси свинца Pb_2O_5. Катод состоит из недокисного сернокислого свинца Pb_2SO_4, вещества темносерого, почти черного цвета, обладающего значительною электропроводностью и весьма нестойкого. Уд. в. электролита падает от уменьшения концентрации кислоты как раз в количестве, потребном для образования на катоде недокисной сернокислой соли. Оставленный в бездействии незаряженный А. гибнет («сульфируется», «сульфатируется»), при чем и катод и анод покрываются окисным сернокислым свинцом $PbSO_4$, веществом белого цвета, электронепроводящим и стойким. При этом концентрация кислоты опять падает. При зарядке А. с пластинами, не подвергшимися побелению, катод вновь принимает серометаллический цвет, анод чернеет, а концентрац. электролита повышается. Зарядные и разрядные кривые свинцового А. не совпадают между собой, и площадь между ними выражает потерю энергии на цикл зарядки и разрядки. Однако совершенное смыкание кривых доказывает, что в А. не происходит побочных реакций и что его можно рассматривать как элемент с почти совершенной обратимостью. Потеря энергии примерно в 20—30% объясняется разностью концентраций на электродах, при чем 60—70% потери падает на анод, а 30—40% на катод.



Фиг. 1. Диаграммы функциональной классификации А.

Разрядка и зарядка щелочного А. представлены графически на фиг. 2. Разрядка проходит три стадии: в стадии I разность потенциалов быстро падает до 1,5—1,4 V. В стадии II происходит медленное падение до 1,2—1,1V. В стадии III разность потенциалов быстро опускается до 1,2—0,75 V и, продержавшись короткое время на этой высоте, резко падает. При разрядке происходит некоторое увеличение концентрации электролита, однако незначительное, в виду большого объема жидкости. При зарядке наблюдаются две стадии: I — быстрый подъем разности потенциалов до 1,7V; II — медленный подъем до 1,9V. Кривые зарядки и разрядки хорошо смыкаются, так что щелочной железоникелевый А. обладает хорошей обратимостью. Отдача энергии $\eta_w = 45—55\%$, а отдача электричества $\eta_q = 60—80\%$.

6. Химическая теория А. Согласно теории Фери, заряженный свинцовый А.

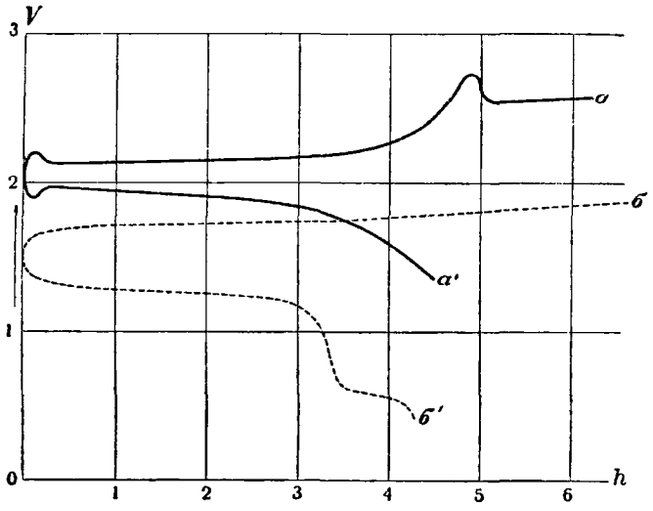
ТАБЛИЦА 4.—ХИМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И

Изобретатель типа и дата изобретения	Общий характер действия обратимой пары			Вещества, составляющие обратимую пару			Хим. реакции обратимой пары	
	электролит	анод	катод	электролит	анод	катод	+	− + −
Планте, 1895 г.	Участвуют в реакциях	Участвуют в растворении	Нерастворим	Серная кислота H_2SO_4	Перекись свинца Pb_2O_5	Свинец Pb	I стадия: $Pb_2O_5+H_2SO_4+Pb \rightleftarrows 2PbO_2+H_2O+PbSO_4$ II стадия: $PbO_2+2H_2SO_4+Pb \rightleftarrows PbSO_4+2H_2O+PbSO_4$	
Рейнье, 1888 г.			Участвует в растворении			Цинк Zn	$Pb_2O_5+H_2SO_4+Zn \rightleftarrows 2PbO_2+H_2O+ZnSO_4$	
Коммелен, 1892 г.; Вернер, 1896 г.						Кадмий Cd	$Pb_2O_5+H_2SO_4+Cd \rightleftarrows 2PbO_2+H_2O+CdSO_4$	
Рейнье						Медь Cu	$Pb_2O_5+H_2SO_4+Cu \rightleftarrows 2PbO_2+H_2O+CuSO_4$	
Дарриэ						Сурьма Sb или Висмут Bi	$3Pb_2O_5+3H_2SO_4+2Sb \rightleftarrows 6PbO_2+3H_2O+Sb_2(SO_4)_3$ $3Pb_2O_5+3H_2SO_4+2Bi \rightleftarrows 6PbO_2+3H_2O+Bi_2(SO_4)_3$	
Коммелен, Вадель, Энтц		Не растворим	Растворим	Едкое кали KOH	Окись меди CuO	Цинк Zn	$CuO+2KOH+Zn \rightleftarrows Cu+H_2O+Zn(OK)^2$ (Цинкат калия)	
Эдисон				Едкий натр NaOH		Кадмий Cd	$CuO+NaOH+H_2O+Cd \rightleftarrows Cu+NaOH+Cd(OH)_2$	
Кригер, 1896 г.				Едкое кали KOH	Окись никеля Ni_2O_3	Цинк Zn	$Ni_2O_3+2KOH+Zn \rightleftarrows 2NiO+H_2O+Zn(OK)_2$ (Окись никеля — Закись никеля — Цинкат калия)	
Михаловский, 1900 г.; Эдисон, 1900 г.				Едкий натр NaOH			$Ni_2O_3+2NaOH+Zn \rightleftarrows 2NiO+H_2O+Zn(ONa)^2$ (Окись никеля — Закись никеля — Цинкат натрия)	
Лащинский		Растворим	Нерастворим	Щелочные карбонаты цинка Zn			$Ni_2O_3+ZnCO_3+6NaOH+Zn \rightleftarrows 2NiO+Na_2CO_3+3H_2O+2Zn(ONa)_2$	
Юнгнер, 1899 г.	Не изменяется	Нерастворим	Нерастворим	Едкий натр NaOH	Перекись серебра Ag_2O_2	Медь Cu	I стадия: $Ag_2O_2+2NaOH+2Cu \rightleftarrows Ag_2O+2NaOH+Cu_2O$ (Окись серебра — Закись меди) II стадия: $Ag_2O+2NaOH+Cu_2O \rightleftarrows Ag_2+2NaOH+2CuO$ (Окись сер. — Закись меди — Окись меди)	
Эдисон, 1901 г.; Юнгнер, 1901 г.				Едкий натр NaOH или едкое кали KOH	Окись никеля Ni_2O_3	Железо Fe	I стадия: $Ni_2O_3 3H_2O+2KOH+Fe \rightleftarrows 2Ni(OH)_2+2KOH+Fe(OH)_2$ II стадия: $Ni_2O_3 3H_2O+KOH+2Fe(OH)_2 \rightleftarrows 2Ni(OH)_2+KOH+Fe_2O_3+H_2O$	
Писка, Жюмо, Россе, Пуанкаре	Участвует в реакциях	Не разъедаем	Не разъедаем	Хлорист. цинк Бромист. цинк Хлорное железо Хлористое серебро Галоиды щелочных металлов	Платина Уголь Платинированное серебро Ртуть Hg	Платина Уголь Платинированное серебро Ртуть Hg		
Грове, 1893 г.; Кальете, 1894 г.; Коммелен, 1900 г.				Вода H_2O	Кислород O_2	Водород H_2	$H_2+H_2O+O \rightleftarrows 2H_2O$	

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАТИМЫХ ПАР.

Электрич. характеристика разрядки	ОСНОВАНИЯ ОЦЕНКИ	
	Выгодные стороны	Невыгодные стороны
I стадия: напряжение быстро падает с 2,1 до 1,9V, затем медленно — до 1,85V. II стадия: напряжение быстро падает до 0.	Высокие эдс и уд. емкость.	Значит. местн. действия, вследств. чего при наилучш. уходе теряется до 1% емк. в день. Легкость сульфации. Необходимость тщательного ухода.
I стадия: напряж. падает быстро с 2,8 до 2,5V. затем медленно с 2,5 до 2V и снова быстро с 2 до 0,6V. II стадия: напряж. медленно падает с 0,6 до 0,4V, затем быстро до 0.	Эдс и уд. емк. > чем у Планте. На 1 Ah потребно 1,21 *г* цинка.	Катод разъедается при незамкн. цепи, амальгамир. лишь частично устраняет местн. действия. Осадок цинка падает с катода.
	Уд. емк. > чем у Планте и Рейнье.	Неудобства те же, что у Рейнье; кроме того, Cd дорог.
Среднее напряжение 1,25V.	Уд. емк. > чем у Планте. На 1 Ah потребно 1,17 *г* меди.	Катод разъедается при незамкн. цепи. Уд. энергия < чем у Рейнье.
Напряжение 0,75V.	Уд. емк. высокая.	Уд. энергия < чем у Планте. Кпд мал, т. к. катод растворим; местные действия усилив. осаждением на цинке меди, несмотря на пористые перегородки.
	Образующ. окись Cd нерастворима, электролит не изменяется и катод не растворяется.	Растворимый гидрат окиси меди дает осадок меди на Cd, отчего возник. местн. действия.
Эдс 1,85V; среднее напряжение 1,65V при разрядке в 2 часа и 1,70V для разрядки в 3 часа.	Уд. энергия 30 kW на 1 *кг* полного веса, т. е. не меньше, чем у Планте.	Местн. действия меньше, чем у Рейнье, но на цинке осаждается никель, и активн. вещество т. о. теряется. Цена никеля выше, чем меди.
Эдс 2,1—2,2V.	Цинк не растворяется в электролите.	Никел. анод разъедается бикарбонатом, никель осаждается на цинке, отчего—значит. местн. действия.
I стадия: эдс 0,93V. II стадия: эдс 0,65—0,7V.	Высок. уд. энергия—40—50 kW на 1 *кг* полного веса. Длит. сохраняемость заряда. Отсутствие местн. действий. Долговечность аккумулятора.	Высок. цена исходн. материалов.
I стадия: напряжение быстро падает от 2,1 до 1,5—1,4V. II стадия: медл. пад. до 1,2—1,1V. III стадия: быстрое падение до 1,2—0,75V и затем снова быстрое падение до 0.	Отдача электричества 60 — 80%. Отдача энергии 45 — 55%.	
Эдс 2,14V. Эдс 1,8V. Эдс 1V. Эдс 1,85V (для NaJ).		
Напряжение 1,2—1,3V.	При золот., платин. или паллад. губч. электродах уд. емк. значительна: 56Ah на 1 *кг* платины и 170Ah на 1 *кг* губч. палладия.	При атм. давлении запасенная уд. энергия весьма мала. При повышенном давлении электроды из серебра, ртути, олова и никеля растворяются. Золото, платина, палладий очень дороги. Баки тяжелы и громоздки. Обратимость очень несовершенна. Коэфф. понижения весьма мал.

представляет собою систему из губчатого свинца Pb на катоде и перекиси свинца Pb_2O_5 на аноде, погруженную в раствор серной



Фиг. 2. *а* — зарядка свинцового аккумулятора, *а'*—разрядка свинцового аккумулятора, *б*—зарядка щелочного А. Эдисона, *б'*—разрядка щелочного А. Эдисона.

кислоты H_2SO_4. При разрядке такая пара действует подобно всякому другому гальваническому элементу с сильным деполяризатором, а именно: свинец разъедается серной кислотой, давая недокисный сернокислый свинец Pb_2SO_4, соответствующий недокиси свинца Pb_2O; освобождающийся же водородный ион направляется к аноду, отнимает от перекиси часть кислорода и превращает ее в двуокись свинца PbO_2, сам же дает воду H_2O. При зарядке, наоборот, водородный ион разлагающейся воды направляется к катоду и, отнимая ион SO_4, восстанавливает металлический свинец, а сам дает серную к-ту; кислородный же ион окисляет двуокись свинца PbO_2 на аноде в перекись Pb_2O_5. Химическую схему реакций свинцового А. по Фери дает табл. 5.

Наряду с этим основным процессом могут происходить как на аноде, так и на катоде, под действием кислорода из воздуха на разрядившийся А., различные реакции, заключающиеся в окислении недокисного сернокислого и металлического свинца, при чем и тот и другой переходят в окисный сернокислый свинец. Ход реакций таков:

на катоде . . . . $Pb+H_2SO_4+O \rightarrow PbSO_4+H_2O$ I
на аноде . . $Pb_2SO_4+H_2SO_4+O \rightarrow 2PbSO_4+H_2O$ II

Это и есть процесс сульфации или сульфатации, разрушающий электроды оставленного незаряженным А.

По теории сульфации Гладстона и Трайба, господствовавшей до последнего времени, анод заряженного А. состоит из двуокиси свинца PbO_2, а катод — из губчатого свинца Pb_2. В процессе разрядки вещества катода и анода сульфируются, т. е. переходят в окисный сернокислый свинец $PbSO_4$, согласно ф-лам I и II.

Химическая теория щелочных железо-никелевых А. В изготовленном виде щелочной А. имеет катод из железа, анод из двуокиси никеля NiO_2 и электролит из 20%-ного едкого кали. Реакции этого элемента недостаточно изучены, и неизвестно, соответствует ли это исходное состояние элемента какой-либо из стадий дальнейшего эл.-хим. процесса. Наиболее вероятной м. б. признана схема реакций, представленная в табл. 6.

Юнгнером, Гиббертом, Цеднером и Ферстером даны также и другие схемы реакций, но в виду невыясненности продуктов, образующихся в железоникелевом А., этих схем мы не приводим.

7. Классификация свинцовых А. При классификации свинцовых А. существенно отметить различие электродов: электроды большой поверхности, типа Планте, или пластины поверхностные, и электроды с наведенными окислами, типа Фора, или пластины пастированные. Дальнейшая классификация основывается на более частном подразделении тех и других (табл. 7).

Табл. 5. — Схема реакций свинцового А. по Фери.

Катод		Электролит		Анод		Катод		Электролит		Анод
—				+	разрядка → ← зарядка	—				+
Pb_2	+	H_2SO_4	+	Pb_2O_5		Pb_2SO_4	+	H_2O	+	$2PbO_2$
Губчатый свинец		Серная кислота		Перекись свинца		Недокисный сернокислый свинец		Вода		Двуокись свинца

Электроды поверхностные (фиг. 3, 4). Чтобы получить сравнительно быстро достаточную емкость, приходится возможно более повышать удельную поверхность электрода, т. е. отношение поверхности к массе. Этого достигают, увеличивая

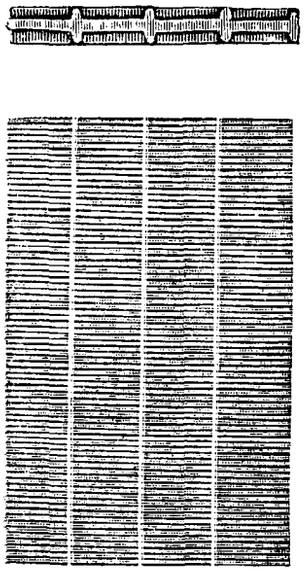
Табл. 6. — Схема реакций щелочного никелевого аккумулятора по Жюмо.

	Катод		Электролит		Анод		Катод		Электролит		Анод
	—				+	разрядка → ← зарядка	—				+
Первая ступень	$Ni_2O_3\,3H_2O$	+	KOH	+	Fe		$2Ni(OH)_2$	+	KOH	+	$Fe(OH)_2$
	Гидрат окиси никеля		Едкое кали		Металлич. губч. железо		Гидрат двуокиси никеля		Едкое кали		Гидрат двуокиси железа
Вторая ступень	$Ni_2O_3\,3H_2O$	+	KOH	+	$Fe(OH)_2$	разрядка → ← зарядка	$2Ni(OH)_2$	+	KOH	+	$Fe_2O_3\,3H_2O$
	Гидрат окиси никеля		Едкое кали		Гидрат двуокиси железа		Гидрат двуокиси никеля		Едкое кали		Гидрат окиси железа

Таблица 7.—Классификация типов свинцовых аккумуляторных электродов.

Электроды с большой поверхностью (Планте)	Автогенного образования	Однородные	Полученные отливкой	С сердечником / Без сердечника
			Полученные механически	Единственная пластина
	Смешанные пластины	Разнородные	Различные соединения, полученные отливкой или механически.	
Электроды с наведенными окислами (Фор)	Решетчатые поддержки	Простые решетки; решетки с корытцами; решетки из двух частей; двойные специальные решетки; рамки, пластины из массы; двойные решетки цельные		
	Различные поддержки			

поверхностное развитие электрода, т. е. отношение действительной поверхности к плоскости проекции наружного контура электрода. Поверхностное развитие литой ребристой пластины достигает 6—10, даже 12, а у пластин, фабрикуемых прокаткой или нарезкой, развитие поверхности достигает 12—15. Однако такое развитие не полезно, т. к. узость зазоров между ребрами затрудняет диффузию электролита, а самые ребра, очень тонкие, быстро разрушаются. На практике 1 *дм*² развернутой поверхности дает емкость 0,5—1 Ah. Пластины большой поверхности прессуются иногда также и из проволок, лент или зернышек. Расчет электродов больш. поверхн. массы M делается по ф-ле:



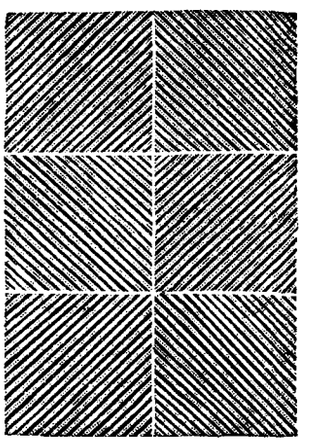
Фиг. 3. Поверхностная однородная пластина Тюдора, полученная отливкой с 14 ребрами на 1 *см*.

$$S = \frac{17{,}5\,M\,k}{h}, \qquad (15)$$

где S — активная поверхность в *дм*² электрода, состоящего из пластинок толщ. h *мм*, или проволок диам. h *мм*, или зернышек поперечником h *мм*; k — коэффициент, равный 1 — для пластинок, 2 — для проволок и 3 — для зернышек. Толщина пластинок не делается менее 0,5 *мм*, а число пластинок на 1 *см* — от 7 до 14. Чтобы избежать коробления электродов, Пфафф располагает пластинки под углом в 45°. Пластины большой поверхности делятся на однородные, сформованные целиком из чистого свинца, и разнородные, состоящие из системы механических поддержек и электрически соединенного с ними свинца, дающего большую поверхность (ленты, проволоки и т. д.).

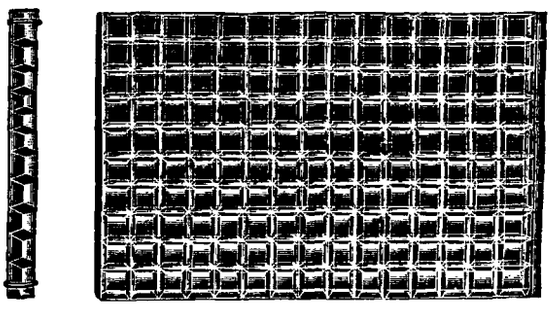
Электроды пастированные (фиг. 5, 6, 7, 8). Фор устранил необходимость развития поверхности электрода и процессов формования, помещая в электроды при самом процессе их изготовления пасту из веществ, к-рые помощью легкой дальнейшей обработки превращаются в пористую массу, тождественную с продуктами формования поверхностных электродов. Селлон усовершенствовал пастированные электроды, указав конструкцию свинцовой основы электрода, предотвращающую выпадение пасты. Наконец, Фолькмар увеличил прочность этой основы, заменив чистый свинец сплавом его с сурьмою, более прочным механически и неразъедаемым химически. Дальнейшие усовершенствования касались формы этой основы из сурьмянистого свинца, при чем одни конструкторы от первоначальных решеток перешли к сплошным пластинам с желобками, а другие — к простым рамам, заполняемым крупными пластинами (напр. 30 × 65 *мм* и даже 90×130 *мм*) из одной только пасты (так назыв. рамочные пластины или массовые пластины), или даже совсем без рам. Пластины Тюдора, Поллака и др., в которых сочетается большая поверхность с пастированием, сперва работают как пастированные; по мере разрушения и выкрашивания пасты, происходит формование





Фиг. 4. Поверхностная однородная пластинка Пфаффа, полученная отливкой, с ребрами, наклоненными на 45°.





Фиг. 5. Наиболее употребительная простая решетка.

свинцовой поверхности, возмещающее потерю емкости, и под конец электрод работает как поверхностный (фиг. 9).

Катод и анод изнашиваются в А. от различных процессов. Поэтому в настоящее

Фиг. 6. Решетки и пластированные пластины фирмы S. A. A. G.

возрастание эдс, и такую поляризацию вновь устраняют опять-таки удлиненными токами. Многократными опытами установлено, что при 18° $E_t = 1{,}952 + 0{,}125\,(t_2 - 0{,}0018)$ (15)

при $0°$ $E_t = 1{,}917 + 0{,}120\,(t_2 - 0{,}0018)$ (16)

Изменение емкости аккумулятора с температурой. В растворах электролитов, как и в металлах, наблюдается уменьшение проводимости с повышением температуры. Коэффициент λ-изменения эдс (E_t) от содержания H_2SO_4 в растворах, по Бейкеру и Джонсу, $E_t = E_{17}$. Отсюда видно, что $E_t > E_{17}$, т. е. заряжая II, т. обр. увеличивают H_2SO_4 в растворах, а разряжая, уменьшают. Последнее, согласно Бейкеру, происходит за счет выделения кислорода у положительных пластин, поглощающегося отрицательными. Для устранения этого недостатка Бейкер предложил применять в аккумуляторах, работающих при температурах, близких к $0°$, электролиты с большим содержанием H_2SO_4, чем обычно. Так, при $0°$ Бейкер рекомендует 1,3 уд. в. кислоты, при $-15°$ — 1,4 уд. в. Однако, как показали опыты Ф. Ф. Мартенса, Ф. Ф. Петрушевского и Н. Н. Любимова, при $-15°$ емкость аккумулятора с 1,4 уд. в. кислоты составляет лишь 50% емкости при $+15°$ с 1,2 уд. в. кислоты. Поэтому, по Мартенсу, Петрушевскому и Любимову, при низких температурах следует применять кислоту 1,2 уд. в. Для ускорения работы аккумуляторов при низких температурах Бейкер предложил применять пластины с большой поверхностью, получающиеся при помощи прессования. Для этой цели Бейкер выпускает пластины, показанные на фиг. 6.

Фиг. 7. Двойная пластина решетка Фарнье.

Фиг. 8. Сращенная пластина (Любой), и для катода — пластированные пластины с плетью.

Прививное расширение плотностей тока для достигается положением и анодов между + и катодами; наилучшее расположение относительно поверхности катодов и по возможности равномерно (Ферн).

8. Ошибке своих собственных А. Зависимость э. д. с. аккумулятора от степени и полноты заряда (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от степени разряда (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от температуры (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от концентрации кислоты (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от плотности тока (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от времени (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от числа циклов (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от числа циклов (Ферн). Зависимость э. д. с. аккумулятора от числа циклов

соотношением Гельмгольца (см. *Гальванические элементы*):

$$E = \frac{Q_c}{23\,000} + \Theta\frac{dE}{d\Theta}, \qquad 18)$$

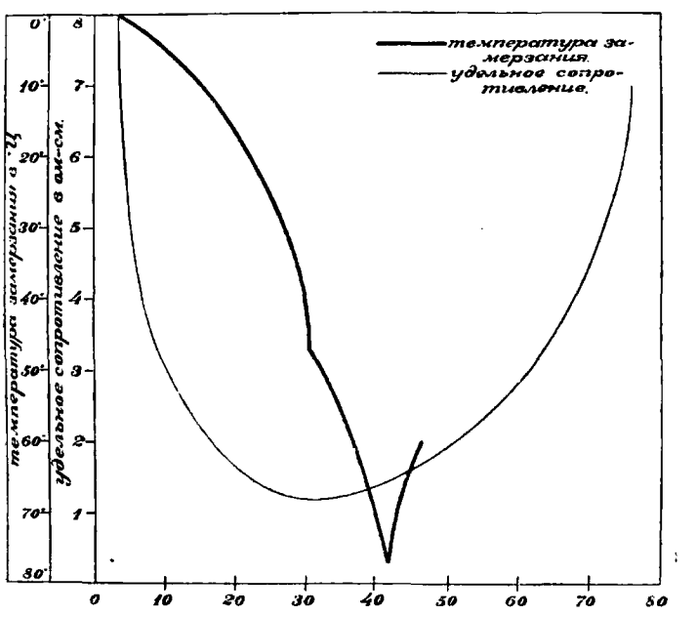
где Θ — абсолютная темп-ра, Q_c — теплота, выделяемая входящими в реакцию грамм-атомами двухвалентного элемента, $\frac{dE}{d\Theta}$ — температурный коэффиц. По теоретическим вычислениям и опытным измерениям Долезалека, этот коэфф. меняется с концентрацией; соответственно с этим различно и «поведение» А. (табл. 8).

При низких $t°$ работа свинцовых А. ограничена замерзанием электролита, что зависит от его концентрации (фиг. 10); при замерзании электролита эдс резко падает.

Табл. 8.—«Поведение» А. в зависимости от концентрации кислоты.

Концентрация кислоты				Коэфф. $\frac{dE}{d\Theta}$	Эдс при повышении $t°$	$t°$ аккумулятора	
число граммолекул на 1 *л*	число *г/л*	уд. вес.	градусы *Bé*			при зарядке Θ_c	при разрядке Θ_d
< 0,7	< 69	< 1,044	< 5,8	Отрицательн.	Понижается	Повышается	Понижается
0,7	68,6	∽ 1,044	∽ 5,8	Нулевой	Без изменения	Без изменения	Без изменения
Очень небольшое, но > 0,7	Немного > 69	Немного>1,044	Немного>5,8	Положительный	Возрастает в линейной зависимости	Понижается	Повышается
2	196	1,125	15,5	Максимальн.: +0,38mV/1 Ц.	Возрастает наиболее быстро	Понижается наиболее быстро	Повышается наиболее быстро
2,43	239	1,15 Обычная концентр.	18,8	Положительный	Повышается	Понижается	Повышается

Внутреннее сопротивление. Внутреннее сопротивление свинцового А. весьма мало и представляет малый практический интерес. У больших А. оно равно нескольким десятитысячным ома, у малых — самое большее нескольким сотым. На 1 *дм*² неразвитой поверхности анода надо считать, по Айртону, сопротивление в 0,08 Ω; напр., сопротивление элемента из 5 положительных пластин 250 *мм*×400 *мм* будет $\frac{0{,}08}{(2\times5)\,.\,(2{,}5\times4)} = 0{,}0\,008$ Ω. Оно составляется почти целиком из сопротивления электролита. Наилучшая проводимость электролита — при содержании 30 — 35% кислоты (26—30° Bé). Потеря напряжения А. на внутреннее сопротивление — несколько сотых V, что влечет потерю энергии, самое большее, на 2—5%. Сопротивление А. убывает во время зарядки и возрастает при разрядке; последнее явление происходит: 1) от уменьшения концентрации всего электролита, 2) от частичного понижения ее в порах активной массы, 3) от увеличения удельного сопротивления активной массы, особенно на аноде. Проводимость электролита возрастает с $t°$ (для 20%-ной кислоты, примерно, на 1,5% на 1°).



Фиг. 10. Температура замерзания и удельное сопротивление водного раствора серной кислоты в зависимости от содержания кислоты.

9. Емкость. Емкость C свинцового А. зависит от его устройства, от формы и размеров электродных поддержек, хим. состава и физ. строения активных веществ. При прочих равных условиях, она зависит от условий его службы: режима разрядки, концентрации электролита и $t°$.

Зависимость емкости от режима разрядки. С увеличением силы разрядного тока, емкость А. уменьшается. Для слабых разрядных токов (при разрядках, длящихся более 8 ч.) общее отношение, на основании закона диффузии Фика, можно выразить так:

$$C = \frac{\alpha}{\beta + I}, \qquad (19)$$

где α и β — постоянные элемента, которые могут быть вычислены по двум разрядкам; ф-ла эта применима к разрядке с изменчивым режимом. Опытная кривая зависимости C от разрядного тока I подобна фиг. 11. Для разрядок более сильными токами Пейкертом в 1892 года установлена эмпирическая функция:

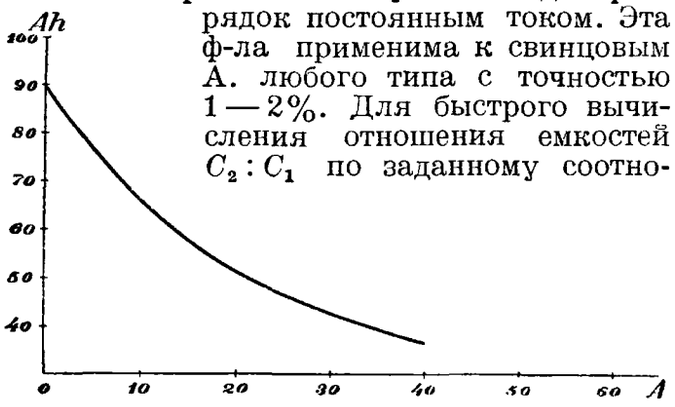
$$I^n \,.\, T = \text{Const}, \qquad (20)$$

или

$$I^{n-1} \,.\, C = \text{Const}. \qquad (21)$$

где I—разрядный ток в амперах, T—время в часах, n—постоянная, характерная для

типа А. и содержащаяся между 1,2 и 1,8. Ф-ла Пейкерта имеет силу только для разрядок постоянным током. Эта ф-ла применима к свинцовым А. любого типа с точностью 1—2%. Для быстрого вычисления отношения емкостей $C_2 : C_1$ по заданному соотношению соответствен. времен разрядок T_2 и T_1 и характеристичному числу n—или, наоборот, для нахождения числа n по отношению емкостей $C_2 : C_1$ и отношению соответствен. времен разрядок $T_2 : T_1$ служит табл. 9.



Фиг. 11. Емкость аккумулятора в зависимости от силы разрядного тока (примерная кривая).

Табл. 9.—Данные Ф. Лоппе для применения формулы Пейкерта.

Отношение времен разрядок $T_2:T_1$	Отношение емкостей $C_2:C_1$ — значение n						
	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
0,1	0,68	0,59	0,52	0,46	0,42	0,39	0,36
0,2	0,76	0,68	0,63	0,59	0,55	0,52	0,49
0,3	0,81	0,76	0,72	0,67	0,63	0,61	0,59
0,4	0,86	0,82	0,76	0,75	0,71	0,68	0,67
0,5	0,89	0,85	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73
0,6	0,92	0,88	0,86	0,84	0,83	0,81	0,80
0,7	0,94	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86
0,8	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92
0,9	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,1	1,02	1,03	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04
1,2	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,08
1,3	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,11	1,12
1,4	1,05	1,08	1,10	1,12	1,14	1,15	1,16
1,5	1,07	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20
1,6	1,08	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,23
1,7	1,09	1,13	1,16	1,19	1,22	1,24	1,26
1,8	1,10	1,14	1,18	1,22	1,25	1,27	1,30
1,9	1,11	1,16	1,20	1,24	1,27	1,30	1,33
2,0	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36
2,5	1,16	1,24	1,30	1,36	1,41	1,46	1,50

Зависимость емкости от концентрации электролита. Емкость А. возрастает с концентрацией кислоты до некоторого максимума и затем убывает. По Долезалеку, максимум емкости совпадает с концентрацией наибольшей проводимости кислоты (30%, уд. в. 1,224). Однако, по Жюмо, оптимальная концентрация зависит от режима разрядки и, кроме того, различна для анодов и катодов (табл. 10).

Табл. 10.—Зависимость концентрации от режима разрядки.

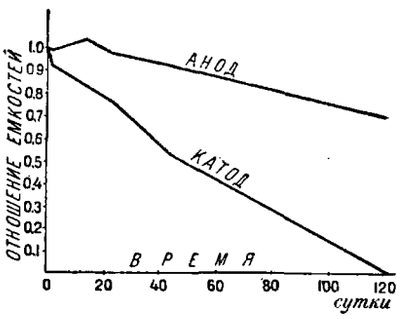
Режим разрядки	Уд. в. электролита, соответств. наибольшей емкости		
	всего	анода	катода
Медленный	1,2	1,20	2,12
Быстрый	1,32	1,38	1,20

Эти данные имеют значение лишь примерное и относятся к определенному типу пластин.

Зависимость емкости А. от $t°$ такова, что можно считать нарастание емкости, сравнительно с таковою же при $t°$ 15°, примерно в 1% на 1°. Однако повышение емкости посредством повышения $t°$ не рекомендуется, т. к. это разрушает электроды (катоды) и усиливает местные действия, а получающиеся потери при очень медленных разрядках приводят к нулю выгоду увеличения емкости нагреванием. Возрастание емкости с $t°$ объясняют увеличением при нагреве проводимости и диффузии электролита. Увеличение емкости от повышения $t°$ тем более значительно, чем быстрее разрядка. Оно зависит также от типа пластин, от предшествующих разрядок, от концентрации кислоты и различно для катодов и для анодов.

10. Отдача А. Отдача электричества η_q свинцового А. при наилучших условиях достигает 0,90 и даже 0,95 (т. е. 90—95%); она мало зависит от увеличения силы тока и от концентрации электролита. Потеря в 10—5% обусловлена гл. обр. местными действиями, особенно при длительном отдыхе после зарядки. При расчетах η_q принимается равным 0,9. У щелочного А. отдача равна 0,72—0,80.

Саморазрядка. А. обычного типа при хорошем содержании теряют не менее 1% своего заряда в сутки; А. же загрязненные «не держат» своего заряда, и потеря их может доходить до 50% и более. Даже наилучшие современные А. за месяцы отдыха дают 40—60% потерь. Страдают от потери преимущественно катоды,—как показывают графики (фиг. 12), через 120 суток в опытах Жюмо катод потерял весь заряд, а анод — только 25%. Но, при возможном устранении местных действий, в А. Фери достигнута весьма малая потеря заряда, а именно: 5—7% в первый месяц после зарядки и средним числом 3% в последующие. Источником саморазрядки А., обусловливающим местные действия, ранее считали платину; теперь, когда серная кислота готовится без платины,—железо, к-рое служит передатчиком кислорода от анода к катоду. Однако главная причина потери заряда — кислород воздуха, вызывающий самопроизвольную сульфацию катода, согласно двум реакциям:



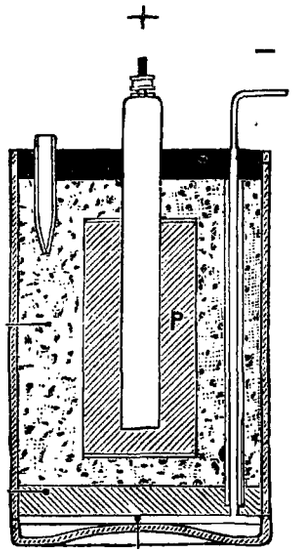
Фиг. 12.

$H_2SO_4 + Pb = PbSO_4 + H_2$ и $H_2 + O = H_2O$.

Этот процесс усиливается от прохождения пластин через слои электролита с разной концентрацией растворенного воздушного кислорода. Поэтому горизонтальное помещение катода на дне бака дало в А. Фери (фиг. 13) превосходную меру борьбы с саморазрядкой, и на разработку этого принципа д. б. направлено внимание конструкторов. Напротив, рекомендованное недавно прибавление к электролиту щелочного бисульфата

не оказывается полезной мерой; кроме того, вследствие некоторой растворимости сернокислого свинца в сернокислых щелочных металлах, оно может ускорить разрушение пластин.

Отдача энергии η_w при наилучших условиях колеблется между 0,75 и 0,85 (75—85%); наибольшее значение ее при 30%-ной кислоте (уд. вес ок. 1,22). При расчетах η_w принимается равным 0,75—0,82; $\eta_w < \eta_q$ (с к-рой связано соотношением $\eta_w = \eta_q \lambda$), потому что коэфф. понижения > 1. Так как с повышением $t°$ η_q убывает, а λ возрастает, то η_w мало зависит от $t°$. При той же отдаче электричества η_q отдача энергии η_w возрастает с концентрацией электролита и убывает при возрастании тока.



Фиг. 13. Сухой аккумулятор Фери.

При разрядке А. теряет энергию в форме теплоты; это, однако, не джоулевская теплота, а теплота происходящего от нескольких причин смешения кислоты разных концентраций. Потеря энергии, вызванная токами концентрации, выражается соотношением:

$$W' = a \frac{b}{\Delta_m} I^2 \tau \qquad (22)$$

в вольт-кулонах, где a — константа, b — конструктивная постоянная пластин, Δ_m — средняя проводимость кислоты. В первом приближении можно считать b/Δ_m независящим от I, так что

$$W' = aI^2\tau. \qquad (23)$$

В силу пропорциональности W' квадрату силы тока потерю энергии в первом приближении можно рассматривать условно как джоулевское тепло, но при возросшем внутреннем сопротивлении. У щелочного А. отдача энергии 0,52—0,55.

II. Технические факторы емкости. Использование материала электродов в свинцовых А. определяется следующими данными: не все активное вещество обслуживает зарядку А.; отношение между массой вещества, действительно дававшего емкость, и полной массой активного вещества называется коэфф. использования. Очевидно, при тех же самых опытных данных, коэфф. использования окажется различным в зависимости от принятой эл.-хим. схемы А. Имеющиеся данные приведены и в табл. 11 и 12.

Табл. 11. — Данные для вычисления практич. достижимого коэфф. использования свинцового А.

Составляющая массы А.	Составляет от полной массы электродов %	Наибольшая удельная, отнесенная к кг	
		емкость Ah/кг	энергия W/кг
Активное вещество электродов	60—55	50	100
Поддержка электродов	40—45	—	—
Электроды в целом .	100	30	60
Бак, электролит и принадлежности . .	50	—	—
Аккумулятор в целом	150	20	40

Значение диффузии. Использование активного вещества ограничено недостаточным притоком кислоты внутрь пластин. Заставляя проникать кислоту в катод под давлением, Либенов получил емкость А. в три раза большую, чем без давления. Отсюда вытекает необходимость по возможности увеличивать пористость активной массы, в частности—тонкостью ее кристаллов. Проникновению кислоты способствует также малая толщина пластинок; по приближенной ф-ле Либенова

$$C = \frac{\alpha}{1 + \beta I h}, \qquad (24)$$

где C—емкость А. с электродами из одного и того же количества активного вещества, h — толщина пластин, α и β — постоянные. Однако недостаточная механическая прочность слишком тонких пластин и быстрая их изнашиваемость эл.-хим. процессом ставит предел увеличению емкости путем дальнейшего утончения.

Долговечность пластин. Положительные пластины большой поверхности сперва работают своею пастой. Емкость их возрастает до нек-рой наибольшей

Табл. 12. — Данные для вычисления максимального коэффициента использования свинцового А.

Объекты сопоставления		Теория недокисного сернокислого свинца Pb_2SO_4		Теория окисного сернокислого свинца $PbSO_4$	
		теория Фери	опытн. данные Фери	теория Гладстона и Трайба	опытные данные Жюмо
На емк. 1 Ah требуется акт. вещества в г	анода . . .	7,72	7,86	4,46	
	катода . .	7,72	11,12	3,86	
	всего . . .	15,44	19,20	8,32	
Наиб. уд. емкость в Ah на 1 кг акт. вещества		64	50—52	120,20	30—72, в среднем 51.
Коэфф. использования		0,78—0,81		—	0,25—0,35 для наилучш. пастиров. пластин *.

* При исключительно благопр. условиях достигнуто значение 0,60; для пластин большой поверхности, при разрядке в 10 ч., наибольшее значение 0,40.

величины и затем держится неизменной, пока отпадение пасты возмещается превращением в перекись ребер. Затем, после полного преобразования этого материала, емкость постепенно убывает до полного изнашивания электродов. Пастированные пластины ведут себя различно, в зависимости от их пористости и молекулярного состояния. Отрицательные пластины по емкости превосходят положительные, но вскоре, из-за сжатия свинца, пористость и проводимость пластин уменьшается, и емкость убывает, сперва довольно быстро, затем медленно, при чем активное вещество дает трещины. Попытка устранить это явление прибавкой к свинцу инертных материалов не имела полного успеха. В общем, все приемы увеличения уд. емкости сокращают срок службы электрода.

Аноды Аккумуляторного треста выдерживают 108—150 зарядов, катоды — несколько больше. При хорошем уходе аноды станционных батарей служат 5—6 лет, а катоды — до 10 лет. Германские аккум. батареи высокого напряжения для радио в лучшем случае могут работать 2—3 года.

Сурьмянистый свинец более прочен механически и менее окисляем, чем чистый. Обыкновенно он содержит 6—12% сурьмы. Сплавы Pb менее чем с 13% Sb имеют $t°_{пл.}$ ниже, чем каждый из компонентов; сплав с 13% Sb остается жидким до 228°. Понижение $t°_{пл.}$ пропорционально содержанию сурьмы и может служить для вычисления этого содержания. Точно так же уменьшение уд. в. сплава пропорционально содержанию сурьмы и, начиная от 11,35 для чистого свинца, составляет 0,074—0,072 на 1% Sb. Изготовление сплавов производится двумя способами: если требуется большое содержание Sb, то сурьму расплавляют в графитовом тигле, дают охладиться до $t°_{отв.}$, прибавляют часть расплавленного свинца и полученный сплав смешивают со свинцом, расплавленным в чугунном тигле; если же содержание Sb должно быть невелико, то в свинец, находящийся в чугунном тигле при 500°, прибавляют куски сурьмы и размешивают их до растворения.

Свинцовые соединения. В аккумуляторном деле применяются соединения Pb; сводка данных о них дана в табл. 13.

Табл. 13. — Характеристика свинцовых соединений для А.

Соединения	Ф-ла	Молекул. вес	Удельный вес		Отнош. молекул. масс	Колич. свинца на 1 кг вещества в г
			абсол.	кажущ.		
Свинец { пульверизованный	Pb	207	11,4	5—6	1,00	1 000
Свинец { губчатый	Pb	207	11,4	3—4	1,00	1 000
Окись свинца, или глет	PbO	223	9—9,5	4—4,5	1,08	928
Сурик	Pb_3O_4	685	8,5—9,5	4—4,5	1,10	906
Двуокись свинца, называемая (неточно) перекисью	PbO_2	239	7—9	3,5—4,5	1,15	866
Свинец сернокислый окисный	$PbSO_4$	303	6,2	—	1,46	683
Свинец углекислый	$PbCO_3$	267	5—6	—	1,29	775
Свинец хлористый	$PbCl_2$	278	5,7	—	1,34	744
Свинец сернокислый недокисный	Pb_2SO_4	510	—	—	1,23	811
Перекись свинца, или надсвинцовокислый ангидрид	Pb_2O_5	494	—	—	1,49	838

II. Производство аккумуляторов.

12. Сырье для свинцовых А. Свинец — главный материал производства свинцовых А. В дополнение к описанию его свойств (см. *Свинец*) отметим: линейный коэфф. усадки при затвердевании—ок. 0,01. Органические кислоты (уксусная, винная, щавелевая и др.) растворяют его. Из загрязнений рыночного свинца главные: цинк, сулема, мышьяк, медь, железо, серебро, олово. Переходя в раствор в А. и осаждаясь на катоде, эти соединения вызывают местные действия. Особенно опасны в качестве примесей металлы платиновой группы: 0,0001% их может вызвать саморазрядку А. в течение двух часов. Рафинированный свинец должен содержать 99,95—99,98% чистого свинца. Количественный анализ производится либо химически, либо электролитически. К лучшим маркам свинца относится английский свинец фирмы Куксон и Мак-Ланг.

Сурьма применяется для составления сплавов со свинцом. Рыночный товар содержит 97,5—98,8% чистой сурьмы, а электролитическая—99,98%. Главные примеси: S, As, Pb, Fe и Cu. В виду сплавления сурьмы почти со всеми металлами, ее следует плавить исключ. в графитовых тиглях.

Свинцовые соединения могут содержать различные вредные примеси для аккумуляторного дела: железо, марганец, медь, хлор, уксуснокислые соединения и азотистые. К сурику подмешиваются охра и толченый кирпич, а к другим соединениям—мел, сернистый барий и свинец.

Связывающие вещества. К смеси свинцовых соединений прибавляются для образования пасты различные вещества; приводим список главнейших из них.

Главные связывающие средства для пастовых смесей.

Кислоты и их соли.

Серная кислота и сернокислые соли щелочных и щелочноземельных металлов (K, Na, NH_3, Ca, Al, Mg).
Кислоты сернистая и гипосернистая.
» тионовая и тиосульфаты щелочных металлов.
» сульфоновая.
» фосфорная.
» щавелевая и щавелевокислый аммоний.
» уксусная и уксуснокислый свинец.
» феноловая и фенолят свинца.
» мочевая и сернокислая мочевина.
» пикриновая.

Основания, окиси и минеральные соединения.

Едкое кали и едкий натр.
Нашатырный спирт.
Окиси алюминия и магния.
Квасцы, марганцевокислый калий.
Насыщенная кислородом вода.

Органические соединения.

Алкоголь.
Глицерин с серной кислотой.
Фенол в водном или алкогольном растворе.
Нафталин.
Антрацен (раствор в уксусной кислоте).
Глюкоза, декстрин, сахароза, крахмал.
Камфора, коллодий, взрывчатая хлопчатая бумага (раствор в бензоле или щелочи).
Альбумин, фибрин, казеин.
Пиридин (алкогольный раствор).
Морфий, сернокислый хинин.
Льняное масло, некоторые смолистые мыла, янтарь, некоторые ископаемые смолы (в алкогольном растворе).
Каучук.
Асфальты (в алкогольном растворе).
Битум (раствор в бензоле или в метиловом алкоголе).

Инертные вещества.

Глина, инфузорная земля и фарфор в порошке.
Сажа и т. д.

Одни из этих веществ служат физич. склейкой, другие ведут к возникновению различных химич. соединений, третьи дают пористость анодам, четвертые задерживают выкрашивание катодов. Но каково бы ни было вещество, примененное для связи, цементирует активное вещество электродов и дает ему твердость сернокислый свинец, образующийся либо при пастировании электродов, либо при одной из последующих операций.

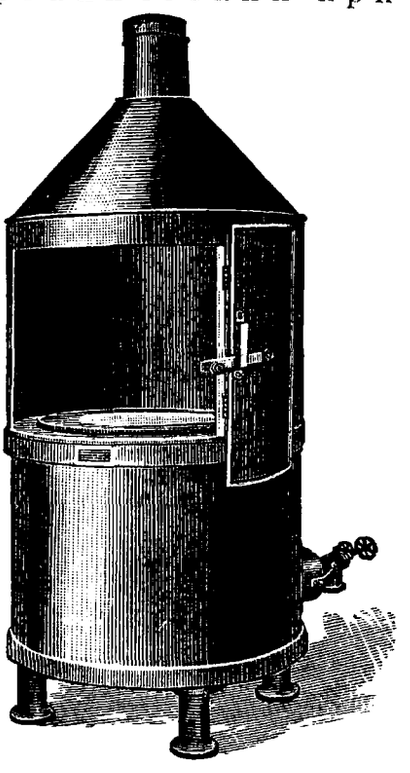
Вода—дистиллированная, но б. ч. допустима и профильтрованная речная.

Серная кислота — применяется предпочтительно полученная из серы; обыкновенная кислота тоже допустима, но лишь после пропускания через нее в течение 24 час. сернистого водорода, последующего отстаивания в течение 24 ч. и декантации. Растворение кислоты следует производить приливанием кислоты в воду, а не наоборот, т. к. иначе могут получаться опасные брызги. Баки для смешивания должны быть неразъедаемыми кислотой и делаться деревянными со свинцовой обкладкой, каменными, свинцовыми и т. д. Кислота производит опасные ожоги кожи; нейтрализуют ее нашатырным спиртом или содой. Главные загрязнения кислоты: азотистые соединения, сернокислый свинец, хлор, платина, мышьяковые соединения, железо, медь, цинк и т. п. Наиболее вредна примесь благородных металлов; напр., недопустима примесь платины свыше 0,0001%. По стандарту ВСНХ, принятому также НКПиТ, аккумуляторная серная кислота должна удовлетворять условиям: 1) крепость к-ты 20—66° Bé, уд. в. 1,83 при 66° Bé; 2) содержание железа и азотистых продуктов д. б. $\geqslant 0{,}01\%$; 3) мышьяк, хлор и окись азота должны отсутствовать; 4) кислота д. б. прозрачна и бесцветна.

Стандарты аккумуляторных кислот существуют до настоящего времени только в СССР и утверждены как обязательные общесоюзные стандарты Комитетом по стандартизации при СТО. Эти стандарты предусматривают два вида кислот: аккумуляторная кислота I, крепостью 22° Bé и аккумуляторная кислота II, крепостью 65°,5 Bé. Для этих кислот устанавливаются следующие предельные содержания примесей:

	Аккум. кислота I	Аккум. кислота II
Железа не более	0,006%	0,02%
Твердого остатка не более	0,05 %	0,15%

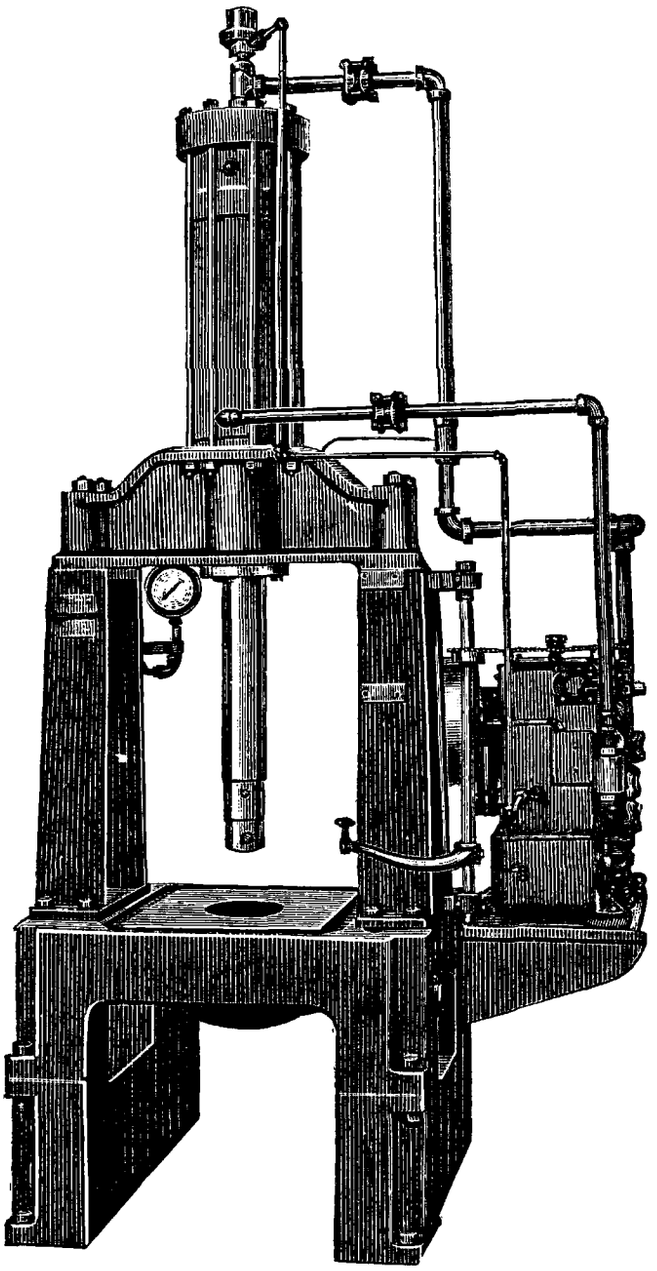
Кислоты д. б. прозрачны и бесцветны и не должны содержать хлора, окислов азота, мышьяка, органических примесей и металлов, осаждаемых сероводородом. Допускаются следы аммиака и металлов, осаждаемых сернистым аммонием. Помимо строгого регламентирования порядка отбора проб, стандарты аккумуляторных кислот дают подробную методику аналитической проверки приведенных условий. Удельный вес определяют ареометром Боме (см. *Ареометрия*). Содержание железа определяют осаждением полуторных окислов, восстановлением окисного железа в закисное и последующим титрованием $KMnO_4$. Содержание твердого остатка определяют выпариванием кислоты досуха и прокаливанием остатка до постоянного веса. Остальные примеси определяют исключительно качественным путем. Отсутствие мышьяка определяют аппаратом Марша; зеркало должно отсутствовать. Отсутствие хлора проверяют реакцией с $AgNO_3$. Отсутствие азотистого ангидрида проверяют реакцией с крепким раствором железного купороса. Отсутствие органических примесей проверяют прибавлением к кислоте 2 — 3 капель $KMnO_4$, при чем раствор не должен обесцвечиваться. Упаковка аккумуляторных кислот пока не стандартизована, в стандартах же имеется только указание на то, что к-та должна наливаться в стеклянную посуду.



Фиг. 14. Печь системы «Бельвю» для плавления свинца (газовая или керосиновая).

13. Производство свинцовых электродов. Отливка. Электроды поверхностные делаются из чистого свинца—либо отливкой, либо механич. способом, а поддержки пастированных электродов—из сурьмянистого свинца и чаще всего литьем. Многократная переплавка свинца вредит его качеству. Плавление свинца и отливка ведется в специальных печах (фиг. 14), при $t°$ металла от 500 до 900°. Т. к. сурьма легко окисляется, то ее убыль возмещается прибавлением новых порций богатого сурьмою сплава. Уменьшение поверхности испарения и покрытие ее древесным углем, дающим восстанавливающую атмосферу, предохраняет свинец от образования окислов, делающих отливки весьма ломкими. Отливка производится иногда под пневматическим давлением. Матрицы для отливки, снабженные

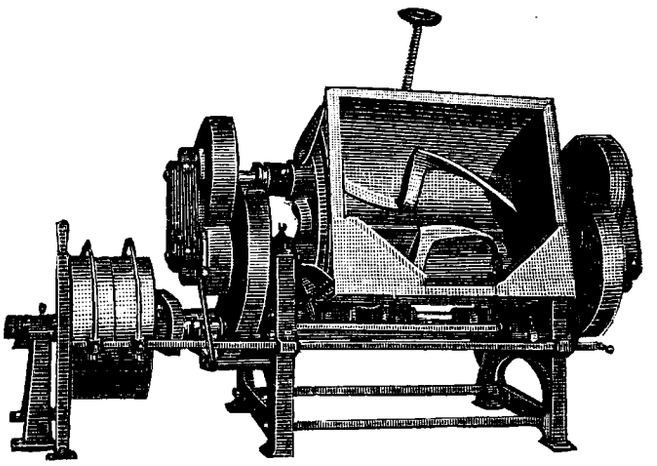
продухами, употребляются чугунные, стальные или бронзовые; поверхность их покрывается сангвиной или припудривается тальком или ликоподием; после отливки



Фиг. 15. 50-тонный гидравлический пресс системы Ойлгир, с помощью постоянного давления для композиционных отливок.

пластины отделываются. Вальцованный свинец менее разъедается и более равномерно окисляется, нежели литой. Поэтому предпочитают механич. производство электродов; при этом свинец обрабатывается либо при $t°$, близкой к плавлению, и отжимается гидравлическим прессом (фиг. 15), либо в холодном состоянии.

Пастировка. Существуют различные рецепты смеси для активной массы (табл. 14). В интересах емкости выгодно исходить от возможно более окисленных соединений и получать возможно более сернокислого свинца. Увеличение глета в анодах увеличивает твердость пасты, но уменьшает пористость. Применяются также пасты на свинцовой пыли и с сернокислым аммонием. Для рамочных пластин пасту замешивают на слабом растворе одного из органических связывающих веществ, как-то: водный или алкогольный раствор фенола, ацетоновый раствор антрацена, алкогольный раствор (или пары) пиридина, некоторые смолистые масла, асфальт или битум в алкогольном или бензиновом растворе,—после чего пластины просушиваются в течение 6 часов при 110°. Пастовая смесь размешивается возможно тщательнее, в машинах (фиг. 16),



Фиг. 16. Автоматическая мешалка для окиси свинца системы Дэй.

облицованных сурьмянистым свинцом для предохранения от разъедания составными веществами смеси. Столы для смеси покрываются свинцом, стеклом, шифером, асбестом, парафинированным деревом и пр. Пастирование электродов делается б. ч. вручную, при чем катоды пастируются под сильным давлением, а аноды под легким. Сушка пластин ведется либо на воздухе, либо в печах, при 25 — 100°; при 100° она продолжается 3 суток. По Г. Вагнеру, пластины больш. поверхности прессуются из древесных

Табл. 14.—Рецепты смеси для активной массы свинцовых А.

№ рецепта	Аноды	Катоды
1	Чистый сурик, серная кислота 15° Bé.	Чистый глет, серная кислота 15° Bé.
2	1 ч. глета и 3 ч. сурика, серная кислота 15° Bé.	1 ч. сурика и 3 ч. глета, серная кислота 10° Bé.
3	Чистый сурик или смеси сурика с глетом в разных пропорциях, раствор сернокислого аммония 15—18° Bé.	
4	Сурик, раствор сернокислого магния, уд. в. 1,18.	
5	Сурик, 5% кристаллич. сернокислого магния, раствор сернокислого магния.	—
6	80 ч. сурика, 10 ч. глета, 10 ч. кристаллич. сернокислого магния, серная кислота 15° Bé.	10 ч. сурика, 80 ч. глета, 10 ч. сернокислого магния, серная кислота 10° Bé.
7	Смесь сурика и глета в различных пропорциях, раствор сульфоглицерина (1 объем глицерина на 5 объемов серной кислоты 15° Bé).	
8	Сурик замешивается с раствором едкого кали, уд. в. 1,10—1,15 (литаподы Фитц-Джеральда). После сушки и вымочки в воде погружается в ванну с сернокислым магнием.	

опилок, пропитанных раствором сернокислого аммиака уд. в. 1,142 и закатанных затем в последовательные слои сурика (или глета, смотря по знаку пластины), угля и прокаленного гипса; просушенные при 120° пластины погружаются в серную кислоту уд. в. 1,2—до разрушения ядер из древесины. В. де-Пльюс сушит пластины обычного состава перегретым паром при 260° и давлении 9—13,5 *кг/см²*. О'Кинан примешивает к активному веществу около 10% инертного пломбажина, порошка из ретортного или древесного угля, опилок никелевых, вольфрамовых, железо-никелевых и т. д. Шимадзу делает пасту из 300 ч. перекиси свинца, 0,45 ч. воды или серной кислоты; паста дает гидрат и тем компенсирует усушку. Перекись свинца он получает измельчением свинца в барабане. Наиболее интересны пластины Каваками. Рамы их делаются из свинцовой амальгамы (1% ртути), и в них наливается сплав по одному из следующих рецептов:

№ сплава	Pb %	Mg %	Ca %	K %	Состав евтектики	$t°$ при центрифугировании электродов
I	99,2	0,8	—	—	97% Pb + 2,9% Mg	280
II	99,1	0,8	0,1	—	97% Pb + 2,9% Hg + + 10,1% Ca	280
III	99,4	—	—	0,6	92,2% Pb + 1,82% K	300

После центрифугирования таких пластин при $t°_{пл.}$ евтектики в течение 20—30 м. остается один чистый свинец пористого строения.

14. Формовка электродов. Этим термином обозначается совокупность операций, преобразующих поверхностный слой чистого свинца у электродов большой поверхности или смесь свинцовых соединений, составляющих пасту наведенных пластин, в перекись свинца на аноде и в губчатый свинец на катоде. Формовка всегда слагается из двух процессов: 1) хим. преобразование, ведущее к образованию на обоих электродах некоторого количества сернокислого свинца; 2) эл.-хим. преобразование — окисление веществ на аноде и восстановление их на катоде. Для наведенных пластин эти процессы последовательны, для пластин большой поверхности они сперва последовательны, а затем совместны, т. к. по мере превращения уже имевшегося сернокислого свинца образуется новый. Формовка положительных и отрицательных пластин может вестись как вместе, так и порознь. Совместная формовка, применяемая большинством мастерских, дает экономию времени, места, труда, материала и тока. Неудобства: окончание процесса формовки анодов раньше, чем катодов, вследствие чего приходится делать замену первых; электролитически—перенос на катоды загрязнений с анодов. Предпочтительно поэтому вести формовку анодов и катодов врозь, применяя в качестве парных электродов свинцовые пластины в 3—4 *мм* толщиной или непастированные решетки. Формовка бывает черной и белой. Первая доводит электроды до окисленного состояния, и потому при установке их на станциях не требуется специальных реостатов, но зато электроды хуже выдерживают перевозку. Вторая дает губчатый свинец; такая формовка механически прочнее, но при установке А. необходимы специальные реостаты.

Формовка пластин большой поверхности идет медленно и требует большого расхода тока. Ради облегчения этого процесса придумано много различных приемов, ведущих к образованию рыхлой поверхности (табл. 15).

Формовка пластин с наведенными окислами состоит в зарядке их, при чем электролитом служит либо серная кислота 3—10° Bé, либо сернокислые соли щелочных или щелочноземельных металлов. Если в пасте содержатся хлористые и другие соли, то электроды сперва подвергаются восстановлению посредством образования пар с цинковыми катодами в растворе хлористого цинка, затем уже, после промывки, электроды заряжаются током плотностью 0,02 А/*дм²*, увеличиваемой постепенно до 0,04 А/*дм²*, а затем снова уменьшаемой до начальной

Табл. 15.—Приемы формовки пластин большой поверхности.

1) Формовка обращениями.	Прием Планте в собственном смысле состоит в многократных зарядках - разрядках с изменением знака электродов. Сначала зарядки - разрядки быстро следуют друг за другом, затем электродам дается все более длительный отдых между зарядкой и разрядкой.	Продолжительность от нескольких недель до нескольких месяцев. Требует большого расхода тока. Концентрация серной кислоты 1—10%. Рекомендуется повышение $t°$ ванны. Предлагались и иные растворы, но они дают не лучшие, или даже худшие, результаты.
2) Формовка электро - химич. (обычно только одна разрядка, с замедлением образования двуокиси свинца).	а) Прибавка посторонних веществ, анионы к-рых отделяются при разности потенциалов меньшей, чем это требуется для отделения ионов PbO_2.	Азотная кислота, азотнокислые, хлористые, двухромовокислые и прочие соли щелочных металлов; кислоты муравьиная, уксусная, щавелевая и т. д. Глюкоза, алкоголь, альдегиды и т. д.
	б) Предварительное разъедание свинца хим. путем.	Разбавленная азотная кислота, азотнокислый свинец и т. д.
	в) Без прибавления посторонних веществ.	Слабое напряжение с подогреванием.
3) Формовка инородная или осаждением.	Осаждение перекиси и губчатого свинца электролизом свинцовой соли.	Сернокислый свинец в растворе винно-кислого аммония.

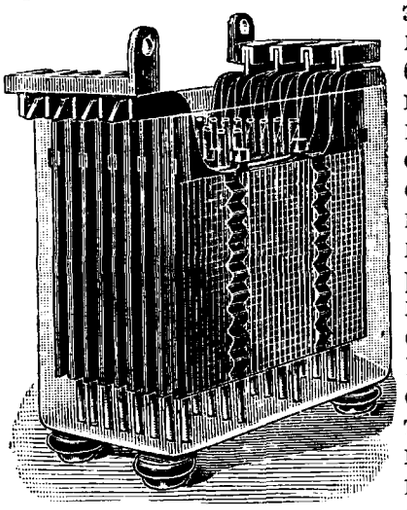
величины, чтобы избежать газообразования, разрушающего пористую массу. Длительность зарядки — 60 ч. для анодов и 100 ч. для катодов, а при массовых пластинах — 4—6 дней при постоянном токе и в кислоте 10° Bé. Зная состав пластины, можно с помощью таблицы 16 подсчитать количество электричества, потребного на формовку.

Табл. 16.— Количество электричества, потребное на преобразование свинцовых соединений.

Исходное соединение	Конечное соединение	Масса исходн. соединения, преобраз. посредством 1 Ah, в *г*	Число Ah, идущих на преобраз. 1 *кг* исходн. соединения в конечное
PbO	Pb, $PbSO_4$	3,86	259
Pb	PbO_2	1,93	518
PbO	Pb, PbO_2, $PbSO_4$	4,14	241
PbO_2	Pb, $PbSO_4$	4,46	225
PbO_2	Pb	2,23	450
$PbSO_4$	Pb, PbO_2	5,63	177

При практическом подсчете все указанные в табл. 16 числа д. б. помножены на коэфф. 1,2—1,5, в зависимости от строения электродов и условий формовки.

15. Сборка свинцовых А. Аккумуляторные баки делаются: из дерева со свинцовой обкладкой в 1—3 *мм* толщиной, из литого и прессованного стекла, целлулоида (фиг. 17), эбонита и из гуммита. Свинцовые баки тяжелы и при тряске иногда пробиваются стеклянными частями; стеклянные имеют преимущество прозрачности, но хрупки и фабрикуются не более как на 100 *л*, что соответствует 400 *кг* электродов; целлулоидные имеют преимущество прозрачности и легкости, но огнеопасны; эбонитовые легки, но непрозрачны, дороги и нередко дают течь. Цена эбонита понижается в три раза прибавлением органических веществ (гудроны, смолы, вар, жирные масла, фактисы) и наполнителей (асбест, тальк, известь, каолин, углекислый кальций или магний, сернокислый барий, кремнезем, кремнекислый алюминий, окись железа, окись цинка, окись свинца и углекислый свинец, эбонитовые опилки и т. д.). Иногда делается чрезвычайно вредная примесь соединений железа. Эбонит для баков уд. в. 1,4—1,6 может содержать примерно: 30—50% каучука и фактисов, 15—20% сульфированных соединений и свободной серы, 25—15% минеральных и 5—10% смолистых веществ. Эбонитовые баки испытываются либо наполнением концентрированной серной кислотой, иногда нагретой до 50°, и оставлением в баках на сутки, иногда холодной, либо высоким напряжением (румкорф, дающий искру до 30 *см*).



Фиг. 17. А. почтовый неподвижный в стеклянном баке фирмы Гейнца. Аноды автогенные большой поверхности с поверхностным развитием 10, катоды — пастированные с двойной цельной решеткой.

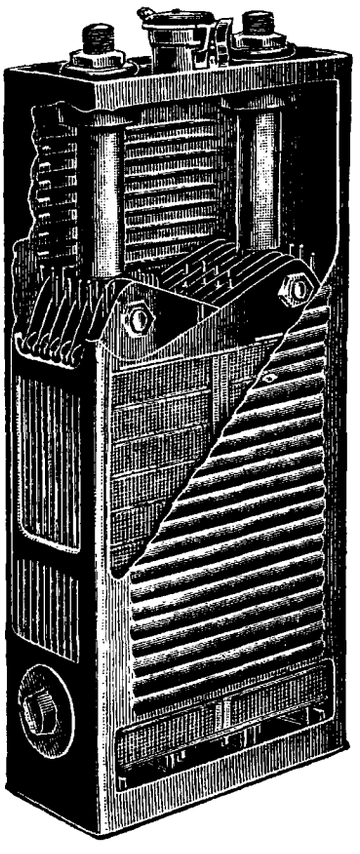
Соединения между электродами делаются либо автогенной пайкой на водородной или ацетиленовой паяльной лампе, либо сваркой электрической. Этот процесс требует опытности и тщательности; для облегчения пайки применяется иногда припой Поллака (15 ч. свинца, 4 ч. ртути и 1 ч. сурьмы), при котором достаточно газовой горелки или бензиновой паяльной лампы. Токоотводящие провода делаются медные, с гальванопластическим свинцовым покрытием для защиты от разъедания.

Электродные прокладки («сепараторы») делаются из перфорированных листов эбонита или целлулоида, а также тех или других с деревянной фанерой; они имеют назначением предупреждать короткие замыкания при короблении электродов и выкрашивании активной массы. Применяемая тут фанера предварительно освобождается от инкрустирующих веществ, т. к. в противном случае эти последние могут способствовать растворению активной массы. Бюро стандартов в Вашингтоне изучило действие двух видов обработки—перегретым паром (*а*) и щелочью (*б*)—на древесину разных видов дерева и нашло, что механическая прочность сепараторов идет в убывающем порядке по ряду: кедр *б*, кедр *а*, кипарис *б*, кипарис *а*, липа *б*, липа *а*, тогда как электрическое сопротивление идет по убывающему ряду: кипарис *а*, кедр *а*, кипарис *б*, липа *а*, кедр *б*, липа *б*, при чем и та и другая величина пропорциональна толщине слоя.

Электролит в некоторых, сравнительно редких, случаях «сухих» А. приводится к неподвижности либо при помощи пористых неактивных тел, напр. пористого гранулированного фарфора (Фери), либо прессованных древесных опилок, помещенных как сепаратор (Фульмен), либо при помощи геля кремнекислоты, осаждаемого из жидкого стекла. По Шоопу, к 1 000 ч. серной к-ты, уд. в. 1,25, подмешивается 20 ч. протертого волокнистого асбестового картона и в эту смесь быстро вливается и перемешивается 350 ч. продажного жидкого стекла, не содержащего хлора и других примесей. Заранее формованные пластины заливают этой смесью, когда она получит консистенцию масла, а через 24 ч. приступают к зарядке, налив слой разбавленной кислоты. Всеобщая комп. электричества применяет для той же цели тесто из глины с инертными веществами, в роде аморфного угля, кизельгура и т. д.

16. Производство щелочных А. Промышленностью усвоены щелочные А. трех типов: американские—«Эдисон», шведские по патентам Юнгнера — «Nife» и французские, близкие к американским более раннего типа — «S. A. F. T.» (Société des accumulateurs fixes et de traction) (фиг. 18). Промышленная история щелочных А. едва насчитывает 36 лет; за этот срок придуманы

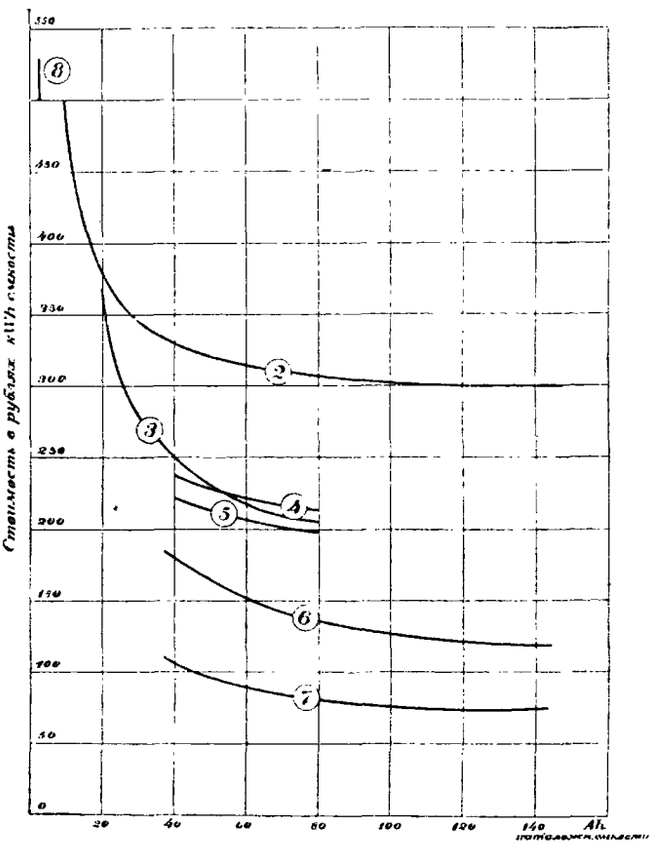
разные мелкие конструктивные и производственные усовершенствования, однако главные начала конструкций всех типов остаются сходными между собой, а подробности производства составляют секрет фирм. Чтобы дать представление о сложности этого производства, здесь излагается один из процессов получения активной массы по Эдисону. Для анодов раствор азотнокислого никеля обрабатывается при нагреве гидратом окиси магния. Осадившийся гидрат окиси никеля $Ni(OH)_2$ после промывки и просушки током сухого хлора превращается в гидрат перекиси $Ni_2(OH)_6$. После промывки из этого последнего делается в смеси с чешуйками графита, водой и поташом тесто, раскатываемое в тонкие листы, к-рые раздробляются и вновь раскатываются, пока каждая чешуйка графита не будет обволокнута перекисью. Тогда масса прессуется. Для катодов окись железа Fe_2O_3 восстанавливается током сухого водорода при 480°, при чем ток этот продолжается после охлаждения еще 15 ч. Затем порошок смешивается с окисью ртути и аммиачным раствором окиси меди и прессуется.



Фиг. 18. Общий вид щелочного А. французской фирмы S.A.F.T.

Затруднения при конструировании железо-никелевых щелочных А. проистекают от малой проводимости активной массы и от легкости поглощения углекислоты из воздуха щелочным электролитом (20%-ный раствор едкого кали с некоторым содержанием едкого лития); кроме того, активная масса легко выкрашивается. Отсюда вытекает необходимость устройства электродов из массы, пронизанной никелевой основой и окруженной стальными никелированными пластинами с отверстиями. Одно из новых усовершенствований—составление этой основы последовательно скручиваемыми в пучки тонкими проволоками. Баки делаются тоже стальными, никелированными и должны закрываться герметически. Прилагаемыми изображениями поясняется в общих чертах устройство железо-никелевых А. Они характеризуются значительным внутренним сопротивлением, и потому увеличение силы разрядного тока весьма понижает среднее напряжение разрядки. Емкость же, напротив, мало зависит от разрядного режима, так что энергия убывает в зависимости от мощности менее быстро. Т. о. железо-никелевый А. имеет перед свинцовым преимущество только при больших нагрузках. Кроме того, он допускает весьма сильные токи и не повреждается, будучи оставленным без заряда. Отдача электричества им — 60—80%, а энергии — 45—55%. Железо-никелевый А. превосходит свинцовый по энергии, отнесенной к массе, при 3-часовой разрядке и равен свинцовому при 5-часовой. Но по энергии, отнесенной к объему, он ниже свинцового А. на 5% при 3-часовой разрядке и на 20% при 5-часовой. Емкость его зависит также от режима зарядки. В итоге железо-никелевый А. приблизительно равноценен со свинцовым, т. к. имеет свои преимущества и свои недостатки, а более высокая стоимость его компенсируется бо́льшим сроком службы (фиг. 19).

17. Экономические данные производства аккумуляторов. Аккумуляторное производство в СССР сосредоточено в руках Элементно-аккумуляторного треста, имеющего два завода: «Ленинская искра» (б. Тюдор, основан в 1892 г.) и «Имени лейтенанта Шмидта» (б. ТЭМ; з-д основан в 1915 г.). В довоенное время потребление свинца в России на А. составляло 1 200 *m*, а в настоящее — СССР перерабатывает 600 *m*, Германия 15—20 тыс. *m*, т. е. в 25—30 раз больше, чем СССР, а С.-А. С. Ш. от 35 до 40 тыс. *m*, т. е. в 60—70 раз больше. Весь аккумуляторный свинец ввозится к нам из-за границы. До войны 75% изделий заграничн. рынка приходилось



Фиг. 19. Стоимость kWh емкости щелочных и кислотных аккумуляторов разных типов. Щелочные А.: *1*—радиобатарея, *2*—емкостный. Свинцовые А. разных типов производства Аккумуляторного треста СССР: *3*, *4* и *5*—типа Ц.В., *6*—Г.О., *7*—К., *8*—Р.Г.

на А. с поверхностными пластинами, тогда как в настоящее время приблизительно такое же распространение получили А. с электродами пастированными, так что главное

применение А. перешло за границей от станционных батарей к переносным. У нас, как показывает следующая таблица, происходит процесс обратный.

Сравнительное потребление типов А. в процентном отношении.

Тип А. / Год	Поверхностные	Пастированные	Щелочные Юнгнера	Итого
1923/24 г.	21,5	78,5	—	100
1924/25 »	30,0	58,0	12,0	100
1925/26 »	36,5	57,0	6,5	100

Фиг. 1, *Б* дает диаграмму примерного распределения выпуска источников тока (А. и гальванических элементов) по назначению. Главная стоимость А. падает на материалы и энергию, тогда как рабочая сила, производительная и непроизводительная, составляет лишь около 0,1 себестоимости продукции: материалы 60%, заработная плата 10%, накладные расходы, включая заработную оплату вспомогательных рабочих и технического персонала, 35%. Для заграничной калькуляции нужно учитывать меньшую стоимость материалов (около 20%) и энергии, а также меньшую величину заработной платы и накладных расходов. Т. о. соотношение отдельных статей остается при грубом подсчете приблизительно таким же. Из этой калькуляции видно, что механизация производства едва ли может значительно удешевить продукцию А.

18. Санитарные условия. Производство А. требует особых мер безопасности и нуждается в особом внимании инспекции труда. Главные материалы свинцовых А., свинец и его соединения, вызывают, при поступлении в организм как в газообразном, так и в пылеобразном или растворенном состоянии, ряд заболеваний, хронических и острых, известных под общим названием сатурнизма, или *свинцового отравления* (см.). Пары свинца выделяются при отливке пластин, при горячей прокатке и прессовке их и при пайке электродов. Пыль свинцовая и свинцовых соединений может распространяться от форм для отливки и при изготовлении и намазывании пасты; в растворенном виде свинец может поглощаться при пастировке вручную, при трогании пластин и пр. Хроническое отравление свинцом («свинцовая болезнь») выражается в общем расстройстве питания, трясении рук, свинцовых коликах, свинцовых параличах, свинцовой эпилепсии и вообще в свинцовой кахексии (анемии); острое — в ярко выраженных желудочно-кишечных заболеваниях и в параличах. Отмечено, что у пьющих спиртные напитки свинцовое отравление чаще и тяжелее, чем у непьющих. Санитарные и гигиенические меры: хорошая вентиляция, просторное, светлое и сухое помещение,—в частности, особый отвод свинцовых паров в литейном цехе, — обилие умывальников в рабочих помещениях, соблюдение строжайшей чистоты в помещениях, ванны и души для рабочих, запрещение еды в рабочих помещениях, мытье рабочих перед уходом и перед перерывом, особая одежда, хранящаяся при заводе, полоскание рта перед едой, сравнительно короткий рабочий день (особенно в более опасных помещениях), регулярный медико-санитарный надзор и осмотр рабочих, борьба со спиртными напитками. В качестве профилактики указывается употребление слизистых и жирных обволакивающих кушаний и напитков, особенно молока, частое мытье и перемена белья, теплая одежда; противоядие — сернокислые натрий и магний. Кроме свинцового отравления, аккумуляторное производство имеет еще ряд опасных сторон, вынуждающих к принятию предупредительных мер. Прежде всего опасность представляет серная кислота, дающая испарения, брызги и выделяющиеся при формовке газы; затем пары различных веществ (смотря по способу производства), аммиак, ожоги в литейном цехе, связанные с быстротой и непрерывностью процесса отливки; наконец, возможность возникновения пожара в эл.-хим. помещениях. Эти обстоятельства подтверждают необходимость вышеуказанных мер и требуют ряда новых — особого запрета курить и пользоваться огнем в формовочных помещениях, наличия тут же, в литейном цехе, средств от ожогов кислотой (тряпки, сода) и от горячих ожогов (перманганат). Кроме всего прочего, производство А. нуждается, с точки зрения санитарно-гигиенической, в возможно последовательно проведенной механизации, хотя бы даже таковая и не была экономически бесспорно выгодной. Женщины и несовершеннолетние к производству А. не допускаются. **П. Флоренский.**

III. Применение аккумуляторов.

19. По своему назначению А. подразделяются на: 1) неподвижные (стационарные), 2) передвижные (для нужд транспорта) и 3) переносные. От первых требуется гл. обр. долговечность, без особых ограничений объема и веса, от вторых — компактность и легкость, от третьих — выносливость при плохом уходе. У свинцовых А. каждый из типов имеет различную уд. емкость: наибольшая — у передвижных (до 20 Ah на *кг* полного веса), наименьшая — у больших стационарных (3 Ah на *кг* веса). Щелочные А. имеют для всех применений почти одинаковую уд. емкость, порядка 15—20 Ah. Совокупность нескольких А., соединенных между собой для работы на общую сеть, называется аккум. батареей.

1) Стационарные А. применяются или в качестве источника энергии (емкостные батареи), или как регуляторы колеблющейся нагрузки станции (буферные батареи).

Емкостные батареи применяются на небольших электростанциях постоянного тока для работы ночью при бездействии генераторов и для выравнивания графика работы последних. В сетях постоянного и переменного тока батареи А. устанавливаются как резерв на случай аварии в театрах, кино и т. д. На электростанциях переменного тока устанавливаются батареи А. для питания автоматических выключателей, приборов и аппаратов и как источник для освещения на случай аварии. На Шатурской ГЭС для этой цели имеется батарея

из 120 А., емк. в 1 740 Ah при 10-часовом разряде. Для поддержания постоянного напряжения у батареи во время заряда и разряда число аккум. батарей, включенных в сеть, может изменяться вручную или автоматически при помощи элементного коммутатора (целленшальтера), посредством к-рого во время разряда число А. постепенно увеличивается от величины $\frac{E}{2{,}1}$ до $\frac{E}{1{,}83}$ *; во время заряда концевые А., присоединенные к элементному коммутатору, постепенно выключаются. К простому элементному коммутатору присоединяются 14%-ные А., при чем во время зарядки батарея не может работать на осветительную сеть; если же требуется поддержание постоянного напряжения и во время заряда, то устанавливается двойной элементный коммутатор (иногда применяется автоматическое регулирование напряжения целленшальтером) и число добавочных А. батареи увеличивается до 33,5%. Емкостные батареи применяются часто на ветросиловых станциях, где, работая при отсутствии ветра, они заряжаются, когда ветряной двигатель дает мощность, превышающую потребность. На больших телефонных станциях емкостные батареи являются рабочим источником энергии, обеспечивающим отсутствие колебаний напряжения. В СССР применяются А. исключительно стационарные Тюдор, типа «И». Стационарные А. производятся для емк. до 18 000 Ah при 3-часовом разряде.

Телеграфные А. можно отнести к группе стационарных (по характеру работы) и к группе переносных (по размерам). Наиболее распространенными у нас типами телеграфных А. являются: свинцовые (типа «ПО»), емк. 12,5 Ah при разрядном токе 0,9 А (максим. зарядный ток 2,5 А) и емк. 36 Ah при разрядном токе 3,5 А (максим. зарядный ток 9 А); щелочные, системы Юнгнера, емк. 22 Ah при разрядном токе 2,75 А (максим. зарядный ток 9,4 А) и емк. в 45 А при разрядном токе 5,6 А (максим. зарядный ток 20 А). Кроме вышеперечисленных типов, применяются свинцовые в 73,109 и 363 Ah при 10-часовом разряде и юнгнеровские в 20, 23 и 100 Ah. Телеграфные батареи рассчитывают, исходя из силы тока и сопротивления цепи. Щелочные А. в качестве емкостных стационарных А. применять невыгодно.

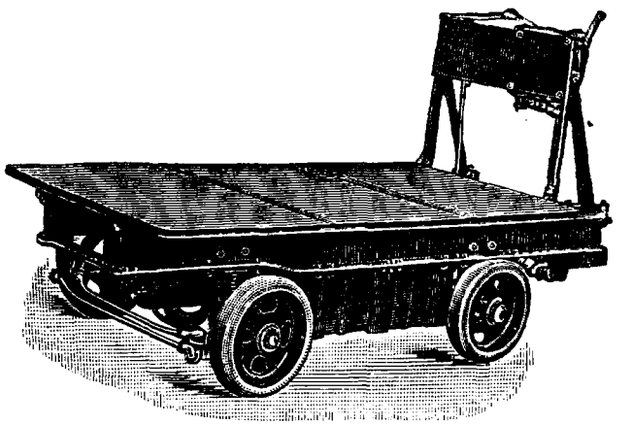
Буферная батарея А. применяется гл. обр. на трамвайных станциях при небольшом количестве одновременно курсирующих вагонов. Эдс буферной батареи д. б. равна напряжению между точками ее присоединения к сети, при полной нагрузке генераторов станции. При дальнейшем увеличении нагрузки в сети батарея автоматически берет на себя часть нагрузки, а при уменьшении последней в сети излишек энергии, вырабатываемой генераторами, заряжает батарею. Применяются различные схемы соединения буферной батареи с сетью при посредстве *вольтодобавочных машин* (см.) для усиления буферного действия. Правильно рассчитанные буферные батареи в течение суток в среднем почти не разряжаются, но, тем не менее, требуют ежедневного подзаряда для покрытия потерь на саморазряд. Щелочные А., вследствие относительно большего внутреннего сопротивления, менее приспособлены для буферной работы, чем свинцовые. Буферные батареи (свинцовые) при правильном уходе служат 10 и более лет без смены пластин. В СССР применяется в качестве буферных А. почти исключительно тип «ИС» Тюдор.

2) Передвижные А. применяются гл. образом: на подводных судах, на электровозах разного рода и аккумуляторных тележках; сюда же надо отнести батареи, служащие для освещения ж.-д. вагонов, автомобилей, и стартерные А. — для пуска в ход бензиновых двигателей. Все подводные суда, почти без исключения, пользуются для движения в погруженном состоянии электродвигателем, к-рый получает в это время энергию от мощной батареи А. Во время хода над водой или во время стоянки надводный двигатель вращает динамомашину, к-рая заряжает батарею А. При конструкции А. для подводных лодок стремятся достигнуть большой удельной емкости при минимальном объеме и весе. У свинцовых А. делают легкие эбонитовые сосуды; расстояние между пластинами, несмотря на их большой размер, делают возможно меньшим. Во избежание выплескивания электролита во время качки, эти А. закрываются герметически эбонитовыми крышками с эбонитовыми пробками. Удаление газов, скопляющихся в аккумуляторном помещении подводной лодки, гл. обр. при зарядке А., производится специальным вентилятором. Щелочные А., как более прочные, конкурируют на подводных лодках со свинцовыми. Здесь их большая стоимость не может играть решающей роли, а их большая прочность очень ценна. Если же они не вытесняют в этой области свинцовых А., то это происходит гл. обр. потому, что при том же объеме они все же имеют меньшую емкость при медленных разрядках, даже если при быстрых разрядках емкость их больше. Между тем, на практике, на подводной лодке, в громадном большинстве случаев, приходится разряжать батарею медленно.

Аккумуляторные электровозы получили некоторое распространение на заграничных ж. д., взамен маневренных паровозов, имея перед ними то преимущество, что они моментально готовы к пуску, не расходуя энергии во время бездействия. Эти А. с успехом применяются на автомобилях, которые иногда называются электромобилями или аккумобилями. Их преимущество перед бензиновыми — более спокойный ход при отсутствии неприятного запаха; недостаток — сравнительно малая скорость и ограниченный район действия. В крупных городах С.-А. Соед. Штатов электромобили являются значительным и выгодным ночным абонентом электрических станций, т. к. потребляют

* E — напряжение, которое должно поддерживаться в сети.

энергию для зарядки в момент минимума нагрузки станций. Особенно распространены там аккумуляторные грузовые автомобили для перевозки грузов на короткое расстояние, вынужденные поэтому часто останавливаться. В этих случаях аккумуляторный автомобиль работает выгоднее, чем бензиновый. Аккумуляторные тележки (фиг. 20) распространены на Западе для перевозки на территории заво-



Фиг. 20. Обыкновенная аккумуляторная тележка.

дов сравнительно небольших грузов, товаров или почты по улицам города, посетителей на обширной территории большой выставки и т. д.

Аккумуляторные батареи для освещения ж.-д. вагонов, помещаемые обычно под кузовом вагона, заряжаются во время хода поезда специальной динамомашиной и разряжаются во время стоянки. В СССР применяется система Тюдор - Розенберг, т. е. установка с А. Тюдор и динамомашиной Розенберг. А. имеют емк. 370 Ah при 10-часовой разрядке. В этой области применения А. щелочные успешно вытесняют свинцовые вследствие своей большой выносливости как механической, так и электрической. Осветительные А. для автомобилей применяются в виде батарей из 2—6 свинцовых А. или в полтора раза большего числа щелочных. Применяемые в СССР А. типа «ЦВ» имеют емкость 40, 60 или 80 Ah; щелочные А. в этой области успешно конкурируют со свинцовыми. Стартерные А. служат для пуска в ход бензинового двигателя, взамен ручного разворачивания. От них требуется кратковременный очень сильный ток; часто служат они и для освещения автомобиля. Свинцовые А. в СССР для стартерных батарей изготовляются типа «СТ», емк. 60, 100 и 150 Ah и собираются в батареи из 3 или 6 последовательно соединенных элементов. Щелочные А. и в этой области имеют преимущество перед свинцовыми.

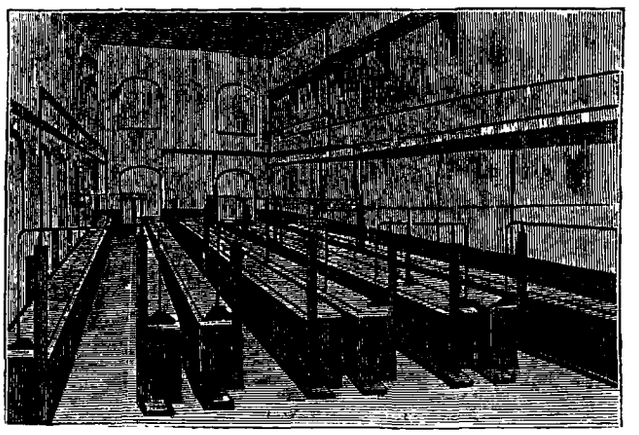
3) Переносные А. имеют чрезвычайно разнообразное применение и разнообразные размеры и формы. Там, где имеется возможность заряжать А., они вытесняют элементы. Щелочные А., как не требующие столь тщательного ухода и более прочные, успешно конкурируют со свинцовыми во всех областях применения переносных А., кроме тех, где требуется очень медленная разрядка (напр. сигнализация). Для радиоустановок применяются специальные, главн. обр. переносные аккумуляторные батареи, о которых см. *Батарея*. Для той же цели изготовляются и щелочные А., состоящие из двух пластин. Лабораторные А. изготовляются в стеклянных сосудах, емкостью (свинцовые) 12,5, 25, 37,5 или 50 Ah, типа «ПО». Для сигнализации и телефонии широко применяется у нас специальный тип свинцовых А. — «Аккомет», приспособленный для очень слабых разрядных токов и отличающийся сравнительно малым саморазрядом. Для пожарной сигнализации применяются А., емк. около 60 Ah, рассчитанные на медленную разрядку, с сравнительно редкими зарядами. Для рудничных переносных ламп применяются свинцовые А. емк. ок. 6 Ah, разрядной силой тока 0,85 Ah (зарядная сила тока 1, 0,5 А). Для такого же фонаря применяется батарейка из 2 щелочных А.; начальное напряжение батареи 2,48 V. Батарейка при токе 0,72 А имеет емкость 7 Ah и зарядную силу тока 3 А. Для лабораторных целей иногда применяются высоковольтные батареи из большого числа (до 500) последовательно соединенных А. небольшого размера и небольшой емк. для получения источника энергии небольшой мощности, но высокого напряжения, до 1 000 V, — обычно для измерительных целей. Такие батареи собираются в специальных шкафах, в которых А. установлены на полках и хорошо изолированы друг от друга и от стенок. Батарея из 800 А., устроенная Планте и снабженная системой конденсаторов с особым переключателем («реостатическая машина»), позволила изобретателю воспроизвести шаровую молнию и другие загадочные явления атмосферного электричества.

Особняком стоят безъемкостные А., изготовленные инж. П. А. Капица для опытов над сверхмощными магнитными полями. Его А. служили только для того, чтобы в лабораторной обстановке давать огромный мгновенный толчок тока в несколько тысяч А, получающийся при коротком замыкании такой батареи. Безъемкостные А. могли бы получить и другое применение — в качестве посредников для преобразования тока при помощи редуктора-преобразователя системы С. А. Кукель (сов. патенты №№ 1 738 и 1 623).

20. Экономика. Несмотря на многочисленные применения А. и даже на то, что чуть ли не с каждым годом появляются новые и новые применения А., они, в сущности, совершенно не удовлетворяют основным требованиям, которые должны были бы предъявляться к электрическим машинам, служащим для накопления электрической энергии. Они имеют большой удельный объем и уд. вес, высокую стоимость и сравнительно небольшой кпд. Изобретение железо-никелевых А. не изменило по существу положения, и можно наверняка сказать, что для разрешения задач аккумулирования электроэнергии должен быть найден совершенно другой принцип. Вопрос об экономической выгоде применения А. зависит,

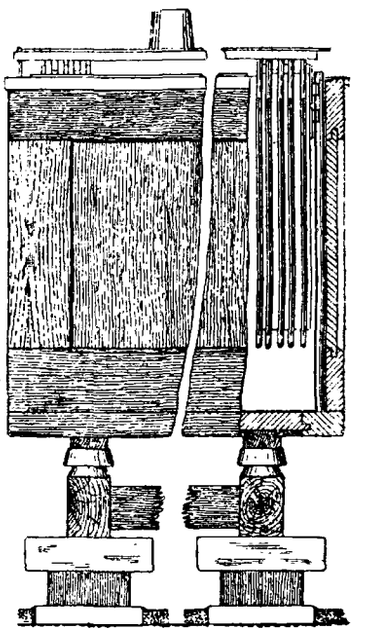
конечно, прежде всего от условий их работы, и поэтому вопрос о том, при каких условиях затраты на аккумуляторы и на их эксплоатацию окупаются приносимыми ими выгодами, разрешается различно в различных отраслях применения. Приводим ориентировочные цифры, характеризующие расходы на батареи А.: стационарные А. на 1 kW в течение 3 ч. имеют вес в среднем 450 *кг* (от 425 до 500) и требуют площади пола 0,7 *м*^{2}; стоимость их на 1 kW в советских условиях, с установкой, но без здания, в среднем — 400 р.; по америк. данным 1922 г., эта стоимость колеблется от 160 до 500 р.; эксплоатационные расходы, включая амортизацию, колеблются от 4 до 10% от первоначальной стоимости; низшая цифра относится к батарее, играющей исключительно роль аварийного резерва. Батареи для электромобилей требуют в среднем площади пола 0,12 *м*^{2} на 1 kW и весят 105 *кг*. Следующие цифры характеризуют распространение А. в различных областях. В С.-А. С. Ш. в 1920 г. находилось в работе 193 стационарных свинцовых батареи, на общий запас энергии в 177 000 kWh при одночасовом разряде. Для освещения ж.-д. вагонов, для телефонов и сигнализации имелось ок. 700 000 Ah. Для освещения автомобилей (стартерные А.) и для воспламенения смеси двигателей внутреннего сгорания применялось всего 15 000 000 Ah на суммарный запас энергии ок. 3 000 000 kWh. Для осветительных станций на фермах было в работе 3 000 000 Ah на 1 000 000 kWh. Для электрических автомобилей, аккумуляторных тележек (уличных, шахтенных, фабрично-заводских), тракторов, аккумуляторных локомотивов — 1 166 000 Ah на 440 000 kWh. В СССР в 1924/25 г. было изготовлено Гос. аккум. трестом, в круглых цифрах, стационарных А. 300 *m*, А. для освещения автомобилей и стартерных — 3 000 штук, для освещения ж.-д. вагонов — 3 000, телеграфных, сигнализационных и т. п.— 2 000, для радио — 10 000. В америк. данных указаны только свинцовые А., данные по СССР включают и щелочные типа Юнгнера, продаваемые Гос. аккум. трестом. В 1924/25 г. трестом продано А. на 2,3 млн. р., а в 1925/26 г. на 3,2 млн. р.

21. Монтаж А. Батареи переносных и большинства подвижных А. собираются в деревянных ящиках, к-рые окрашены кислотоупорным или щелочноупорным составом. Более крупные из таких батарей А. изолируются от стенок ящика и друг от друга фарфоровыми или эбонитовыми прокладками. Для щелочных А., имеющих металлические баки, изоляция их друг от друга необходима во всех случаях. Для стационарных А. д. б. отведено специальное помещение, $t°$ к-рого не должна превышать $t°$ наружного воздуха в жаркие дни и не должна понижаться ниже нуля, больше чем на несколько градусов. Помещение д. б. сухим, очень хорошо вентилироваться (для больших батарей необходима искусственная вентиляция, обязательно вытяжная, а не вдувная), не содержать никаких механизмов, быть безопасным в пожарном отношении, выкрашенным кислотоупорной краской, иметь цементный пол, покрытый слоем чистого асфальта, с уклоном и канавками для стока жидкостей (фиг. 21). А. устанавливаются на



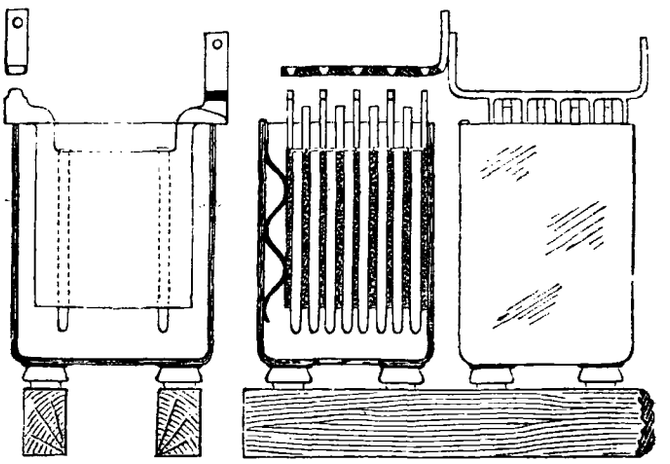
Фиг. 21. Общий вид стационарной аккуммуляторной батареи.

деревянных пропитанных брусьях, — к-рые ставятся при напряжении выше 100 V на метлахских плитках, — или на стеклянных ножках. Если последовательно соединено больше 36 А., то они ставятся на 4 подкладках из фарфора (фиг. 22 и 23). Свинцовые стационарные А. имеют стеклянные или, чаще, деревянные, обитые внутри свинцом баки. А. располагаются на стеллажах обычно вдоль, изредка поперек (небольшие А.). Положительные пластины одного А. соединены с отрицательными пластинами другого общей свинцовой полосой, к к-рой они припаиваются обычно водородным паяльником с помощью специальных металлических форм или паяльных щипцов. От нескольких концевых А. идут провода к элементному коммутатору.



Фиг. 22. Установка стационарного А.

22. Уход за А. Зарядка А. производится либо при постоянной силе тока, либо при постоянном напряжении, либо при



Фиг. 23. Установка стационарных А.

постоянной мощности. Первый случай в чистом виде для больших батарей применяется редко, т. к. обычно после газообразования сила тока должна уменьшаться. Недостаток способа заключается в требовании широкого изменения напряжения во время зарядки, для чего необходима специально рассчитанная шунтовая динамо или *вольтодобавочная машина* (см.). Зарядка при постоянной силе тока с уменьшением последней в конце ее — наиболее распространенный способ. Зарядка при постоянном напряжении в чистом виде тоже редко применяется, т. к. сила тока при этом в начале зарядки чрезвычайно велика; чаще при этом способе поддерживается вначале постоянное напряжение, меньшее, чем конечное, и т. о. получают 2 или 3 ступени силы тока. Зарядка при постоянной мощности требует регулировки динамо по ваттметру. Конечное напряжение А. при зарядке 2,5—2,75 V находится в зависимости гл. обр. от силы тока. У свинцовых А., кроме специальных типов, максимальная скорость полной зарядки — 4 часа, у щелочных — значительно меньше. У больших батарей зарядка производится иногда по группам. Малые А. можно заряжать от осветительной сети постоянного тока через ламповый реостат, а от сети переменного тока — через *выпрямители* (см.). Для переносного свинцового А. зарядный ток обычно равен 10-часовому разрядному и продолжается 12 ч., если А. был вполне разряжен. Неизвестная зарядная сила свинцового А. с решетчатыми положительными пластинами определяется делением на 125 произведения из высоты пластины в *см* на ширину и на число положительных пластин; для поверхностного А. можно допустить в 2—2½ раза больше. Приблизительная емкость получится, если умножить вычисленную, как указано выше, зарядную силу тока решетчатого А. на 10, а поверхностного — на 3. Эти цифры, конечно, грубо ориентировочны, т. к. емкость зависит от типа пластин. Для суждения о состоянии большой батареи из многих А. выбирают несколько контрольных, за к-рыми наблюдения ведутся тщательно и регулярно. Наблюдения при зарядке и разрядке, а также в случае ремонта, должны записываться в аккумуляторный журнал. Первая зарядка производится обычно значительно дольше нормальной (в 2—3 раза). О состоянии разряда свинцовой батареи А. можно судить по плотности электролита в контрольном А., если ведутся регулярные записи. Почти все болезни свинцового А. сопровождаются уменьшением плотности электролита ниже нормы.

23. Очистка А. от осадка и смена электролита. У свинцовых А. при постоянной работе надо по истечении двух первых лет, а позже—раз в год, очищать баки от осадка; к этому времени приурочивают подробный осмотр пластин, частичную их замену и другие ремонтные работы. В больших стационарных А. осадок выкачивается специальной помпой, а в остальных требуется вынуть пластины, слить электролит в запасный сосуд и сполоснуть бак. Между пластинами промывкой или палочкой удаляют «мостики» из отложений осадка. Перед очисткой аккумулятор разряжается. Если положительные пластины очень разрыхлены, промывку делать нельзя. Осадок больших батарей покупают аккумуляторные заводы. Если электролит очень загрязнен посторонними примесями, его надо заменить новым. У щелочных А., при постоянной работе, каждый год и при понижении плотности электролита ниже 1,16 следует заменять электролит новым, плотностью 1,21. Юнгнеровские А., потерявшие с течением времени емкость, «оживляются» зарядкой в специальном электролите. Отстающий А. в батарее, у которого напряжение при замкнутом разрядном токе и плотность ниже других, который позже закипает при зарядке и не доходит до нормального напряжения, нужно осмотреть для выяснения причины неисправности (напр. короткое замыкание между пластинами); по устранении причины — зарядить отдельно или специальной маловольтной динамомашиной, или выключением его во время разрядки и включением на время зарядки. Если даже со значительной зарядкой А. не восстанавливается, то надо подвергнуть его обработке, как во всех случаях сульфирования пластин: уменьшить плотность электролита до 8° Bé и дать длительную зарядку в слабом электролите. При продолжительном бездействии свинцовая батарея А. должна оставаться или в сухом виде, или в ослабленном электролите. В первом случае батарею разряжают до конца и промывают пластины, во втором случае батарее дается перезарядка в ослабленном электролите. Щелочные А. могут оставаться в бездействии сколько угодно времени в любом состоянии, но обязательно в электролите. **С. Кукель.**

Лит.: Грюнвальд, Устройство и употребление электрич. аккумуляторов, СПБ., 1895; Карпов В. А., Элементы и аккумуляторы, 1927; Флоренский, П., «Электричество», *6*, 1923; Наставл. по уходу за свинц. телеграфн. аккумуляторами, НКПС, М., 1922; Комаров В. С., Аккумулят. генерат. установки связи, «Связь», М., 1926; Александровский С. И., Аккумуляторы Эдисона, Николаев, 1913; Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 4, стр. 617, ГИЗ, Берлин, 1923; Planté G., Recherches sur l'électricité de 1859 à 1879, P., 1884; Planté G., Untersuchung über Elektrizität, Wien, 1886; Dolezalek F., Die Theorie d. Bleiakkumulators, Halle, 1901 (франц. перевод: Dolezalek F., La théorie de l'accumulateur au plomb, P., 1902); Jumeau L., Étude résumée des accumulateurs électriques, P., 1924; Strecker K., Jahrbücher d. Elektrotechnik, München; Jumeau L., Revue gén. de l'électricité, t. 16, *20*, *21*, P., 1924; Féry Ch. et Chéneveau Ch., Revue gén. de l'électricité, t. 19, *8*, *23*, 1926; Теория двойной сульфации: Graetz L., Handbuch d. Elektrizität u. d. Magnetismus, B. 1, Lpz., 1912—18; Brown H. G., The Leadstorage Battery, L., 1922; Le Blanc M., Lehrbuch der Elektrochemie, Lpz., 1896; Féry, Chéneveau, Paillard, Piles primaires et accumulateurs, P., 1925; Heim C., Die Akkumulatoren f. stationäre elektr. Anlagen, 6 Aufl., Lpz., 1923; Kretzschmar, Die Krankheiten d. Bleiakkumulators, 2 Aufl., München, 1922.

АКЛИНА, нулевая изоклина, магнитный экватор, т. е. линия, соединяющая на земной поверхности (или на географической карте) те места, в к-рых магнитное наклонение равно нулю. Линия эта проходит вблизи географического экватора, пересекая его на 6° з. д. от Гринича в

Атлантическом океане; наибольшее же удаление между обоими экваторами находится у мыса Гвардафуй и в Бразилии.

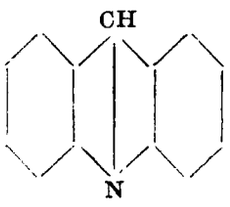
АКОИНОВОЕ МАСЛО, 1%-ный раствор акоинового основания в очищенном арахидном масле. «Акоины» — алкилоксифенилгуанидины — группа анестезирующе действующих веществ, б. ч. имеют вид липкой тягучей массы. А. м. употребляется в медицине как анестезирующее средство.

АКОНИТИН, *алкалоид* (см.) $C_{34}H_{47}NO_{11}$, содержится в корнях аконита (Aconitum napellus); бесцветные кристаллы, плавящиеся при 194°, жгучего вкуса, ядовиты; плохо растворяются в воде, легко—в спирте и эфире. Для получения А. размельченные корни аконита обрабатывают эфиром, в к-ром А. растворяется; из раствора его извлекают кислотой. А. обладает слабой щелочной реакцией, с кислотами дает соли. А. применяется в медицине при ревматизме, невралгии и как жаропонижающее.

АКРА-КАУЧУК, каучук, из растения Landolphia florida; хороший африканский сорт из Золотой Бухты. Потеря при промывке от 25 до 35%, золы после сжигания 1%, смол в сухом промытом А.-к. 7% (по Веберу).

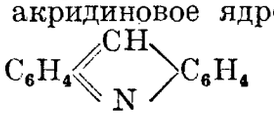
АКРЕ-КАУЧУКИ, сорта из области Акре в Бразилии, в ю.-з. части бассейна верхнего течения реки Амазонки; здесь растут и дают каучук главн. обр. гевея (Hevea brasiliensis) и кастилоа (Castilloa ulei).

АКРИДИН, $C_{13}H_9N$, соединение ароматического ряда со слабыми щелочными свойствами. Находится в высококипящих погонах каменноугольной смолы (антраценовое масло), откуда может быть выделен помощью серной кислоты, с которой образует растворимые соли. Последние разлагаются щелочами, и свободный А. очищается перегонкой, кристаллизацией или сублимированием. А. — желтое кристаллическое вещество, летучее с парами воды; хорошо растворяется в органических растворителях, слабо — в воде. Вызывает раздражение слизистых оболочек; $t°_{пл.}$ 107°. А. технического применения не имеет.

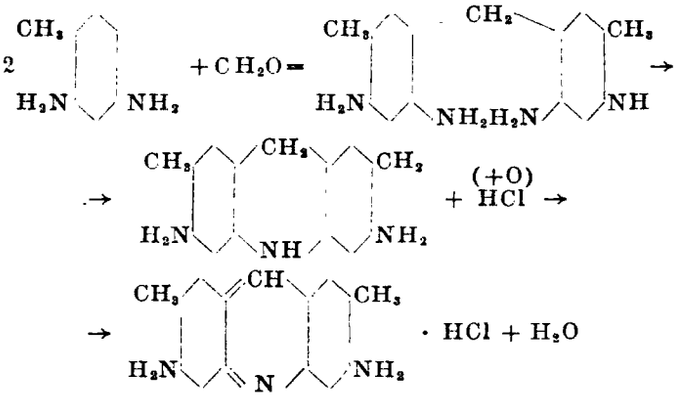


При окислении А. хромовой кислотой в растворе уксусной кислоты получается акридон $C_{13}H_9NO$, желтое кристаллич. тело, легко возгоняющееся, с $t°_{пл.}$ 354°; со щелочами акридон дает соли.

АКРИДИНОВЫЕ КРАСИТЕЛИ, группа искусственных органических красителей, заключающая акридиновое ядро



или гомологичные ему ядра и ауксохромовые группы в одном или обоих ядрах в *n*-положении к группе CH или, соответственно, CR. Большею частью А. к. имеют амидные ауксохромовые группы, а следовательно отличаются основным характером. Продажная форма их — солянокислые соли этих оснований. Большинство из них желтого или желто-коричневого цвета. Как основные красители, они могут окрашивать животные волокна вообще, но главная область применения их — крашение кожи и ситцепечатание, где они применяются с таннинной протравой. Нек-рые А. к. обладают антисептическими или лечебными свойствами; например, трипафлавин (хлористый-2,6-диамидо-10-метилакридоний) рекомендуется в ветеринарии как средство против укусов мухи цеце. Получаются А. к. большею частью конденсацией *м*-диаминов с каким-либо альдегидом (форм-, бензальдегидом и т. п.) с последующим замыканием кольца, отщеплением аммиака и окислением в акридиновое производное. Например:



(акридиновый желтый G). Подобным же образом из *м*-толуилен-диамина и бензальдегида получается бензофлавин. Он принадлежит к группе фосфинов (так называются фенилированные у центрального углерода акридиновые красители). Другой способ получения А. к.—конденсация фталевого ангидрида с *м*-диаминами — ведет к образованию (без окисления) фосфинов с карбоксильной группой в ядре, примыкающем к центральному углероду. Наконец, можно получать А. к. конденсацией кетона Михлера или его аналогов с *м*-диаминами, при чем промежуточными продуктами здесь являются *аурамины* (см.). Получаемые красители имеют амидную группу в ядре, примыкающем к центральному углероду, и носят название реонинов.

Лит.: Fierz-David H., Künstliche organische Farbstoffe, B., 1926; Georgievics G., Handbuch d. Farbenchemie, Wien, 1922. **А. Порай-Кошиц.**

АКРИЛОВАЯ КИСЛОТА, $CH_2:CH_2\cdot COOH$, первый член гомологического ряда ненасыщенных кислот. Жидкость с острым неприятным запахом, кипит около 140° и при этом полимеризуется; удельн. вес 1,0671. Получается окислением *акролеина* (см.). Другим исходным продуктом для получения А. к. служит аллиловый алкоголь, к-рый при действии брома дает дибромпропиловый алкоголь; последний окислением переводится в дибромпропионовую кислоту, из которой после обработки металлическим цинком в сернокислом растворе получается акриловая кислота.

АКРОЛЕИН, акриловый альдегид, $CH_2:CH\cdot CHO$, простейшее вещество из гомологического ряда ненасыщенных *альдегидов* (см.). Летучая легко подвижная жидкость с неприятным, чрезвычайно резким запахом, кипит при 52°,4, уд. в. 0,841, хорошо растворяется в органических растворителях, в воде несколько хуже (100 ч. воды при 20° растворяют 6,77 ч. А.). А. образуется при термическом распаде жиров из глицерина, являющегося

одной из составных частей глицеридов жиров; при сильном нагревании последних появляется едкий неприятный запах, свойственный А. Практически А. получается исключительно дегидратацией (отнятием элементов воды) глицерина:

$$CH_2(OH)\,CH(OH)\,CH_2(OH) - 2H_2O = CH_2 : CH \cdot CHO.$$

Для реакции необходимо присутствие различных водоотщепляющих средств: кислого сернокислого калия (бисульфата), фосфорной кислоты, ангидрида борной кислоты и т. п. Однако подобная операция получения акролеина затрудняется сильным вспениванием; кроме того, выход А. очень невелик. Поэтому, после того как выяснились высокие качества А. как боевого газа (в империалистическую войну А. начал применяться французами в конце 1916 г.), внимание химиков было обращено на разработку рационального метода его получения. Недавно франц. химик Мурэ нашел, что смесь бисульфата калия с сульфатом натрия (взятых в отношении 5 : 1) действует в качестве водоотщепляющего катализатора гораздо энергичнее, чем каждое из этих веществ, взятое отдельно.

По Мурэ, А. получается следующим образом. В железном сосуде, снабженном мешалкой, нагревают глицерин (0,6 ч.) с порошкообразным катализатором (2,4 ч.). В крышке сосуда имеются три отверстия, из которых одно служит для приливания глицерина в течение процесса, другое для термометра, а третье соединено с холодильником, который связан со стеклянным баллоном, находящимся в бане, нагретой до 100°. Баллон служит для удержания воды и трудно летучих веществ. К баллону присоединен другой холодильник, служащий для сгущения А., собирающегося в особом приемнике. Реакция протекает при 195° без вредного вспенивания. Сырой А. очищается от кислых примесей содой, высушивается хлористым кальцием и очищается повторной перегонкой. Выход А. составляет около 67% теоретического.

Химич. свойства А. Активность альдегидной группы значительно повышена вследствие соседнего положения двойной, этиленовой связи; это особенно резко проявляется на способности А. к полимеризации: под влиянием различных веществ, главн. обр. щелочей, он переходит в высокомолекулярные соединения, растворимые в нек-рых органических растворителях (напр. в спирте); в обычных условиях хранения даже самый чистый А. крайне неустойчив. Иногда, уже через несколько минут после получения, вначале прозрачная жидкость начинает постепенно мутнеть и, наконец, переходит в твердое аморфное вещество, так назыв. дизакрил. На свету скорость этого превращения чрезвычайно возрастает. Дизакрил нерастворим ни в одном из нейтральных растворителей. Даже по отношению к таким сильным реактивам, как концентрированная серная кислота, хромовая смесь, дымящая азотная кислота, растворы едких щелочей, он при обыкновенной $t°$ необычайно устойчив. Резко выраженная способность А. к полимеризации сильно мешала его широкому применению в качестве боевого газа. Только недавно удалось найти способ сделать его устойчивым, почему возможно его хранение даже в течение длительного времени (Мурэ). Стабилизация А. достигается прибавлением небольшого количества различных веществ, гл. обр. гидроксильных производных бензола (фенол, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол и т. п.). А., к которому прибавлено 0,001 молярного количества гидрохинона, может сохраняться в течение года почти без всяких изменений. Эти вещества, т. н. антиоксигены, задерживают также окислительные процессы, что чрезвычайно важно, так как А. кислородом воздуха легко окисляется в *акриловую кислоту* (см.).

В мирной хим. промышленности А. почти совсем не применяется, но в военном деле его значение чрезвычайно велико. Обладая сильными слезоточивыми свойствами, он вместе с тем довольно ядовит. Он поражает слизистые оболочки носа и горла, разрушает глазную ткань и при длительном действии вызывает слепоту. В империалистическую войну одной Францией на фронте было выпущено около 200 *т* А. Несомненно также, что в будущей газовой войне А., вследствие его высоких боевых качеств, предстоит сыграть еще более важную роль. **С. Медведев.**

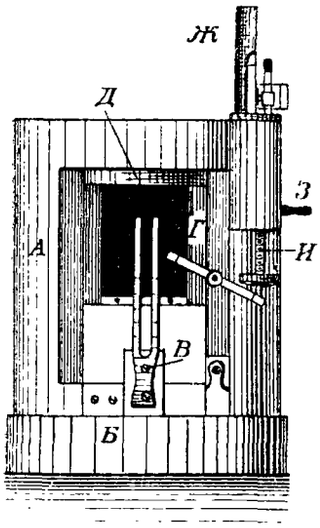
АКРОЛЕИН-ЛИГНИН, α-лигнин, по мнению Класона, один из лигнинов, содержащий акролеиновую группу, имеющий формулу $C_{22}H_{12}O_7$ и входящий в состав древесины. См. *Лигнин.*

АКРОЛЕИНОВЫЕ СМОЛЫ. 1) Полимеры акролеина, 2) продукты конденсации полимеров между собой и 3) продукты конденсации акролеина и его полимеров с различными органич. соединениями — фенолами, кетонами, аминами и т. д. Полимеризуется акролеин очень легко. Через короткое время свежеприготовленный акролеин сам собой почти нацело переходит в простейший полимер дизакрил $(CH_2 : CH \cdot CHO)_2$, белое амфорное тело, нерастворимое в воде, кислотах, щелочах и спирте [1]. При действии света [2], нагревании [3], а также щелочных и кислых реагентов: KOH, NaOH, NH_4OH, Na_2CO_3, K_2CO_3, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, PbO, CH_3NH_2, $C_6H_5NH_2$, $FeCl_3$, $Pb(C_2H_3O_2)_2$, получаются более сложные полимеры [4], молекулярный вес и строение которых еще с точностью не установлены. Многие из этих продуктов легко растворяются в обычных органич. растворителях и поэтому нашли себе применение при изготовлении лаков. В области полимеров акролеина особенно интересны работы Нефа [5], Маклеода, Мурэ и Дюфреса [6]. Последним выработан тип А. с., в настоящее время известный в промышленности под названием «Орка». Способ ее изготовления в существенном следующий: к водному раствору чистого акролеина прибавляется на холоду 1% щелочного или кислого катализатора (не кислоты). Через некоторое время выпадает белый объемистый осадок, который быстро собирается, промывается и высушивается в вакууме. Температура

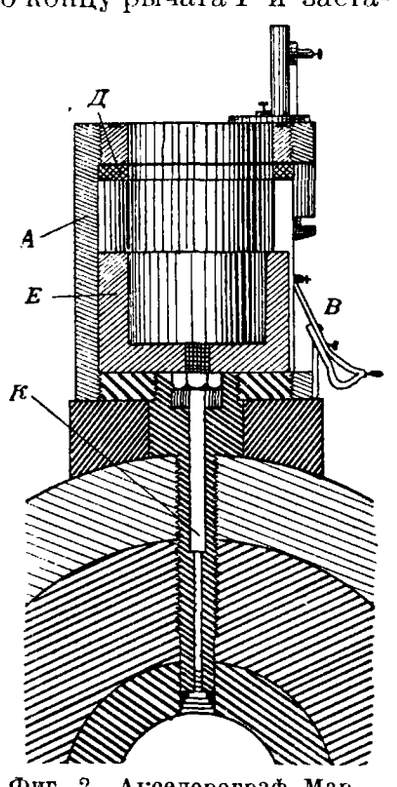
плавления высушенного продукта от 80 до 110° [7]. Другого типа А. с. получаются, как это было сказано, в результате смешан. конденсаций акролеина с другими органич. соединениями. С фенолом, напр., реакция идет в присутствии 1%-ной каустической соды. Смола, выход к-рой количественный, тверда и по своему виду и диэлектрич. свойствам напоминает янтарь [8].

Лит.: [1]) Redtenbacher, «Lieb. Ann.», B. 47, p. 141; [2]) Moureu, Murat et Tampier, «Annales de Chimie», v. 15, p. 221, P., 1921; «CR», t. 172, p. 1267, P., 1921; [3]) Geuther, Cortwell, «Lieb. Ann.», B. 112, p. 10, 1881; [4]) Claus, «Lieb. Ann.», Sppl. 2, p. 120; [5]) Nef, «Lieb. Ann.»; B. 335, p. 220, 1904; [6])«J. Ch. I.», v. 40, p. 858 A, L., 1921; Furnese, «Chimie et Industrie», t. 33, p. 769, P., 1923; [7]) Ф. П., 509 619, 1920; [8]) Ан. П., 141 058 и 141 059, 1920; «Chem. Abstracts», v. 14, p. 227, Easton, Pa, 1920; Ф. П., 528 498, 1920. **Б. Максоров.**

АКСЕЛЕРОГРАФ МАРСЕЛЯ ДЕПРЕ, баллистический прибор для определения законов движения снарядов в канале орудия по скоростям вспомогательных тел. Он состоит (см. фиг. 1 и 2) из поршня *К* с чашкообразным грузом *Е*, помещенным в коробку *А* с окном, против которого на грузе *Е* укреплена закопченная пластинка для записей на ней синусоиды пером камертона *В*, укрепленного на коробке *Б*. Ножки камертона перед выстрелом раздвинуты клином, имеющимся на конце рычага *Г*. Кольцо *Д* ограничивает движение поршня *К*. Перед выстрелом спускают рычагом *З* пружинный стержень *И*, который ударяет по концу рычага *Г* и заставляет камертон вибрировать, при этом стержень замыкает ток электрического запала и производит выстрел. Прибор помещается над зарядной каморой орудия. По синусоиде, нанесенной на пластинке, определяется проходимый поршнем путь в зависимости от времени и все необходимые элементы движения снаряда в канале. Вес груза *Е*, вес и диаметр поршня рассчитываются так, чтобы поршень двигался все время, пока снаряд находится в канале орудия.



Фиг. 1. Акселерограф Марселя Депре.



Фиг. 2. Акселерограф Марселя Депре, установленный на стволе орудия.

АКСЕЛЕРОМЕТР. 1) Прибор, показывающий величину ускорения и замедления движущегося экипажа. Состоит из горизонтального маятника, величина отклонения которого пропорциональна ускорению или замедлению экипажа.

2) А. Марселя Депре, баллистический прибор, применяемый для тех же целей, что и *акселерограф М. Депре* (см.). Отличается от последнего тем, что, вместо записи движения поршня данного веса, дает возможность определить скорость, приобретенную поршнем в конце его движения. Для этого поршень снабжен идущим вертик. стержнем, на который свободно надевается груз, могущий плотно ходить по стержню. При выстреле поршень вместе с грузом поднимается до имеющегося на приборе упора и останавливается. Добавочный груз по инерции продолжает движение, до нек-рой точки, а затем падает вниз. Эта точка отметится на стержне суконным кружком, поднимающимся вместе с добавочным грузом и остающимся на месте, когда груз падает. По величине поднятия суконного кружка определяют скорость поршня в момент его внезапной остановки.

АКСИАЛЬНЫЕ ШАРИКОПОДШИПНИКИ, см. *Подшипники.*

АКСИМЕТР, простой инструмент — рама с отвесом, служащий для определения высоты оси кипрегеля-высотомера над обозначенной на местности точкой стояния прибора (кол, поверхность земли и др.).

Лит.: Hammer, «Ztschr. für Instrumentenkunde», Jg. 22, p. 222—223, B., 1902.

АКСИОМЕТР, в морском деле, прибор, устанавливаемый на штурвале и показывающий в градусах отклонение руля от диаметральной плоскости.

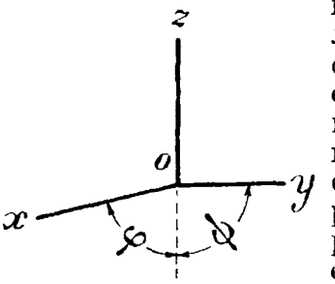
АКСОИДЫ. Перемещение неизменяемой системы точек из одного положения в какое-либо другое, как это выясняется в *кинематике* (см.), всегда м. б. произведено одним винтовым движением, состоящим из вращательного движения около некоторой вполне определенной неподвижной оси и поступательного движения вдоль этой оси. Применяя это положение ко всякому непрерывному движению неизменяемой системы *S* в пространстве по отношению к выбранной неподвижной системе *Z*, приходим к заключению, что такое движение можно рассматривать как ряд последовательных бесконечно-малых винтовых перемещений около непрерывно меняющих свое направление осей, называемых поэтому мгновенными винтовыми осями или мгновенными осями вращения-скольжения. Своими последовательными положениями все эти мгновенные оси образуют по отношению к неподвижной системе некоторую линейчатую поверхность, называемую неподвижным аксоидом винтовых осей. При движении системы в течение каждого бесконечно-малого промежутка времени некоторая прямая, проведенная в самой системе, будет совпадать с мгновенной винтовой осью системы *Z* и, по самому характеру винт. движения, будет в то же время скользить вдоль этой оси. Последовательно

положение таких прямых p, принадлежащих самой движущейся системе, образует в ней другую линейчатую поверхность, называемую подвижным аксоидом винтовых осей. Таким образом всякое движение неизменяемой системы можно представить себе как получающееся в результате катания подвижного А., соединенного с системой S, по неподвижному А. и одновременного скольжения вдоль образующей обоих А. Если система имеет одну неподвижную точку, то А. будут служить конические поверхности. При движении системы параллельно плоскости (см. *Центроиды*) А. будут служить цилиндрические поверхности. Если обе системы S и Σ находятся в движении по отношению к третьей, Σ_0, неподвижной, то их относительное движение (см. *Движение*) представляется тоже движением А. одного по другому, при чем уже оба А. находятся в движении по отношению к системе Σ_0. Напр., если тела Σ и S вращаются равномерно около непересекающихся между собой осей σ и s, как это происходит у пары гиперболоидальных зубчатых колес (см. *Зубчатые колеса*), то А. являются линейчатые гиперболоиды вращения; они вращаются около своих осей, при чем совпадающие в данный момент образующие скользят одна вдоль другой. Случаю конических А. соответствует пара конических зубчатых колес, а случаю цилиндрических А. — пара цилиндрич. колес.

Лит.: Бобылев Д., Курс аналитической механики, ч. I, СПБ., 1904; Сомов П. О., Основания теорет. механики, СПБ., 1904; Суслов, Основы аналит. механики, т. 1, Киев, 1911; Belanger J., Traité de cinématique, P., 1864; Reuleaux F., Theoret. Kinematik, Braunschweig, 1875; Schell W., Theorie der Bewegung und der Kräfte, Lpz., 1879; Mannheim A., Principes et développement de géometrie cinématique, P., 1894.

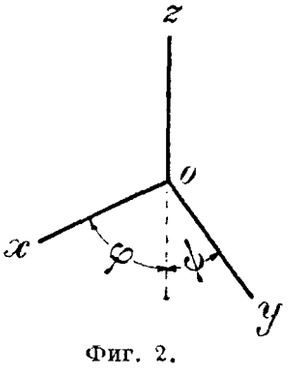
АКСОНОМЕТРИЯ, способ изображения предметов на чертеже при помощи параллельной проекции (см. *Проекция*). Наиболее удобными для производства являются чертежи, изготовленные обыкновенными методами начертательной геометрии, когда изображаемый предмет проектируется на две (а иногда и три) взаимно перпендикулярные плоскости. Такие чертежи дают большинство линий изображаемого тела без всякого искажения. Однако эти чертежи недостаточно наглядны. Наиболее наглядным изображением на плоскости пространственных предметов является перспективное изображение (см. *Перспектива*); однако изготовление перспективных чертежей очень сложно и, кроме того, не дает возможности простым способом определять по рисунку истинные размеры тела.

Промежуточное положение занимают аксонометрические чертежи, более наглядные, чем обыкновенные прямоугольные проекции, но зато и дающие больше искажений. Однако эти искажения подчиняются простым законам и не очень затрудняют определение размеров тела. При аксонометрич. проекции поступают следующим образом. В данном теле выбирают три взаимно перпендикулярные оси OX, OY, OZ и масштабы длины на этих осях. Затем проектируют эти оси на плоскость чертежа вместе с масштабами. Все прямые, параллельные в теле одному из трех направлений, проектируются на чертеже как отрезки, параллельные соответствующей оси и в том же самом масштабе. Координатные оси в теле OX, OY, OZ проектируются на плоскости чертежа по линиям ox, oy, oz. Пусть X, Y, Z будут длины трех отрезков в теле, соответственно параллельных координатным осям. Аксонометрические проекции этих отрезков будут параллельны аксонометрич. осям ox, oy, oz и будут иметь длины x, y, z. Отношения длин $\frac{x}{X}=\frac{1}{s}$, $\frac{y}{Y}=\frac{1}{t}$, $\frac{z}{Z}=\frac{1}{u}$ называются показателями искажения аксонометрич. проекции. Т. о., зная длину проекции отрезка, параллельного одной из осей на чертеже, и соответствующий показатель искажения, можно определить действительную длину отрезка. Отрезки, непараллельные осям, рассматривают как геометрическую сумму отрезков, параллельных осям. Ось oz всегда рисуют вертикально. Обозначим масштабы осей буквами l_x, l_y, l_z, угол отрицательного направления оси oz с осью ox—буквой φ, а с осью oy—буквой ψ.



Фиг. 1.

Наиболее распространенной является «кавальерная перспектива» — аксонометрич. изображение, при к-ром $l_x=1$, $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{3}$, $l_y=l_z=1$, $\psi=90°$, $\varphi=45°$ или 60° (фиг. 1). В кавальерной перспективе вертикальная плоскость OYZ тела проектируется без искажений на плоскость чертежа oyz. «Военная перспектива» характеризуется данными: $l_x=l_y=l_z=1$, $\varphi+\psi=90°$ (фиг. 2). Здесь плоскость OXY проектируется без искажения на плоскость чертежа oxy, вместе с тем и вертикальные направления передаются без искажения. Это — проекция косоугольная, дающая вид изображаемых предметов сверху (особенно удобна для изображения расположения предметов в данной местности). Соответствующая аксонометрич. проекция, дающая вид предметов снизу, назыв. «лягушечьей перспективой». Если тело, изображаемое аксонометрически, ограничено не только прямыми и плоскостями, но и окружностями, цилиндр. и конич. поверхностями и т. п., то следует проектировать на чертеже оси, выбранные в теле при помощи прямоугольной проекции. Тогда масштабы осей на чертеже определяются их направлениями. Полученный чертеж называется изометрической, диметрической и триметрической проекцией (фиг. 3—5), сообразно тому, будут ли иметь все три оси один масштаб, два масштаба или три различн. масштаба (коэфф. искажения).

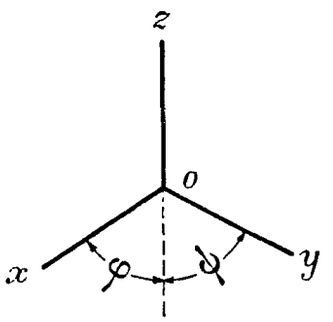


Фиг. 2.

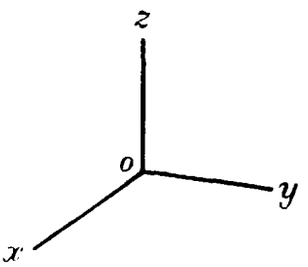
Мы можем охарактеризовать эти проекции следующей таблицей:

Проекции	Отношения масштабов		Углы (приблизит.)	
	$l_x : l_y : l_z$	$l_z : l$	ctgφ	ctgψ
Изометрическая . . .	1 : 1 : 1	0,8165	$\varphi = 60°$	$\psi = 60°$
Диметрическая . . .	$^1/_2 : 1 : 1$	0,9428	7 : 8	1 : 8
	$^1/_3 : 1 : 1$	0,9733	17 : 18	1 : 18
	$^1/_4 : 1 : 1$	0,3847	31 : 32	1 : 32
Триметрическая . . .	$^2/_3 : ^5/_6 : 1$	0,9670	1 : 3	1 : 5
	$^1/_2 : ^9/_{10} : 1$	0,9853	1 : 3	1 : 11

Здесь l означает единицу длины в изображаемом теле. Значения ctg φ и ctg ψ изображены в виде отношений, для того чтобы можно было построить направления осей по катетам прямоугольных тр-ков.

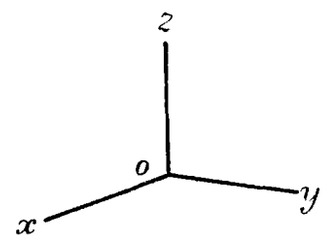


Фиг. 3.



Фиг. 4.

Выбор подходящей проекции определяется в зависимости от изображаемого объекта удобствами ее выполнения и наглядностью получаем. чертежа. Следует еще отметить, что все точки, находящиеся на одном проектирующем луче, имеют одну и ту же аксонометрич. проекцию. Для определения действительного положения точки по ее аксонометрич. проекции прибегают к указанию т. н. вторичных проекций. См. *Проекция*.



Фиг. 5.

Лит.: Рынин Н. А., Начертат. геометрия. Методы изображения, 1924; Курдюмов В., Аксонометрич. проекция; Пальшау А. К., Начала начертат. геометрии, М., 1927. **Я. Шпильрейн.**

АКТИВАТОР, см. *Катализ*.

АКТИВИРОВАНИЕ НИТИ, сообщение накаленному катоду *электронной лампы* (см.) способности повышенного испускания *электронов* (см.). А. н. достигается или путем покрывания *катода* (см.) окислами щелочноземельных металлов (оксидированные катоды, катоды Венельта), или путем прибавления к вольфраму, служащему для изготовления катодов, небольшого (ок. 5%) количества окиси тория (торированные катоды).

АКТИВИРОВАНИЕ СЕМЯН, стимуляция, биоризация, воздействие на семена определенными веществами, имеющее своей целью повысить их всхожесть, энергию прорастания, и получить более высокий урожай. А. с. основано на неясном пока физиологическом действии на растения соединений нек-рых элементов (Mn, Zn, Li, Rb, As, Hg, Fe и др.). Рядом работ, проведенных в Германии, Франции и Японии, было установлено, что некоторые из этих соединений, вносимые в почву, значительно повышали урожай (см. *Каталитические удобрения*). Авторы указанных работ объясняли это каталитическим действием таких соединений на биохимические реакции, происходящие внутри прорастающего семени и растения. За последние годы такого рода соединения стали применять для воздействия на семена перед посевом путем погружения семян в раствор этих соединений или сухого протравливания семян. М. Поповым (Болгария) были констатированы крайне высокие прибавки урожаев от А. с., при чем сам Попов объяснял это тем, что активирующие вещества повышают жизнедеятельность клеток (аналогия с партеногенетическим развитием яиц животных путем погружения их в солевые растворы). Положительное действие таких веществ проявляется при определенной концентрации; повышение концентрации прекращает жизнедеятельность семян. Вопросу А. с. за границей уделяется очень большое внимание, но, к сожалению, ему придается там крайне нездоровое направление: состав выпускаемых для А. с. средств держится в секрете, и они продаются как патентованные средства (Tutan, Uspulum, Trockenbeize). Исследования С. И. Жигалова подтверждают необходимость осторожного отношения к практическому применению А. с. Рядом исследователей констатировано активирующее действие на растения эманации радия.

Лит.: Жигалов С. И., Стимулирование семян, «Науч. Агроном. Журн.», 2, М., 1927; «Zellstimulations-Forschungen», B., 1924—1927; «Biologisches Zentralblatt», Lpz., 1922—1924.

АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ, видоизменение мелкопористого аморфного углерода, у которого особенно резко проявляются свойственные вообще углю (и другим пористым телам) поверхностные явления, а именно: а) адсорбция, т. е. поглощение или сгущение на поверхности угля различных газов и растворенных веществ, и б) каталитическое действие, т. е. изменение скорости некоторых хим. реакций в присутствии А. у. В промышленности А. у. считают угли, полученные особыми методами или подвергнутые специальной дополнительной обработке (активации), когда их активность доведена до степени, удовлетворяющей требованиям технического применения. При этом возможно, по желанию, усиливать ту или иную сторону активности и придавать ей узко-специфический характер, в зависимости от промышленного назначения угля. Активные свойства А. у. выступают тем отчетливее, чем больше поверхность угля, приходящаяся на единицу его веса (уд. поверхность). Адсорбционная способность, свойственная всем вообще телам, в А. у. выражена наиболее ярко благодаря огромной величине поверхности. *Адсорбция* (см.) происходит на границе соприкосновения твердой фазы (угля) с жидкой или газообразной. Т. к. адсорбционная способность

А. у. по отношению к различным веществам различна, то при внесении в жидкие растворы и газовые смеси А. у. обнаруживает явление избирательной адсорбции, поглощая одни вещества в большей степени, чем другие. Поэтому А. у. может служить для отделения (улавливания) из газовой смеси определенных газов и паров, являющихся технически ценными продуктами или вредными примесями, а также для извлечения всякого рода растворенных примесей из жидкостей (обесцвечивание, удаление смол, и т. п.). Последнее относится гл. обр. к водным растворам, но отчасти распространяется также на растворы *не*водные и коллоидальные. Каталитическое действие (см. *Катализ*) А. у. всегда положительно: он ускоряет течение многих хим. реакций, совершающихся в газообразной или жидкой фазе.

История. Активные свойства угля и отдельные представители группы А. у. известны очень давно. Напр. уже с 1820 г. в сахарной промышленности применялся костяной уголь для обесцвечивания клерса. В 1785 г. русск. ученый Ловиц открыл свойство древесного угля удалять из водных растворов многие окрашивающие примеси. Соссюр в 1814 г. исследовал адсорбцию зерненым углем паров и газов и открыл возможность выделять летучие примеси из газовых смесей. В начале 20 в. это свойство угля было использовано герм. заводами для извлечения ароматических углеводородов из светильного газа. В 1915 г. Зелинский предложил древесный А. у. в качестве поглотителя отравляющих веществ из воздуха в фильтрующих противогазах и разработал способ активации готового угля. Вскоре противогазы с А. у. были введены в армиях всех стран. В послевоенное время применение А. у. охватило почти все отрасли хим. промышленности.

Способы получения. Применяются два основных метода получения А. у.: 1) активирование готового угля посредством специальной термической и хим. обработки и 2) прямое получение А. у. обугливанием углеродсодержащих веществ в определенных условиях. 1) Активирование применяется гл. обр. для получения зерненых А. у. из углей растительного или минерального происхождения, чаще всего — древесных углей. Необходимое условие того, чтобы уголь хорошо активировался,— его аморфное строение и пористость; для этого надо, чтобы уже исходное сырье имело пористую структуру (древесина), а $t°$ обугливания была не выше 600° (при высших $t°$ углерод может выделяться в кристаллическом состоянии). Задача активирования угля — достичь наивысшей пористости и чистоты поверхности, при определенной хим. структуре углерода. Это достигается прокаливанием угля при высокой $t°$ (800—1 100°) с одновременной обработкой каким-либо химически действующим газом (водяной пар, CO_2, NH_3, SO_2, воздух). Часто активации предшествует пропитывание угля растворами щелочей, солей и кислот; в этом случае за активацией обычно следует выщелачивание А. у. жидким растворителем и вторичное прокаливание. Нередко практикуется пропитывание не самого угля, а исходной древесины перед ее обугливанием. Применяемые для этого материалы для пропитывания делятся: а) на кислотные—дегидратирующие и понижающие $t°$ разложения древесины (H_2SO_4, $ZnCl_2$, $MgCl_2$, $CaCl_2$), б) на щелочные (NaOH, KOH, карбонаты Na и K) и в) на дающие остов для отложения активного углерода [NaCl, Na_2SiO_3, Na_2SO_4, $CaSO_4$, $CaH_4(PO_4)_2$, SiO_2]. Иногда, наконец, древесина подвергается предварительной экстракции растворителями, для удаления смол, камедей и масел. 2) Прямым обугливанием получаются гл. обр. порошкообразные или рыхлые («мягкие») А. у. из: а) растительных веществ — дерева, торфа, целлулозы, лигнина, б) хим. продуктов — целлулозных щелоков, сахара, в) животных — костей, крови, волоса, обрезков кожи, г) минеральных — нефти, сланцевых масел. Активирование здесь происходит одновременно с обугливанием материала. Оно также связано с аморфным строением и большим развитием поверхности выделяемого углерода; к этому присоединяется требование, чтобы углерод становился активным в процессе своего образования. Низкая $t°$ обугливания и быстрое проведение процесса благоприятствуют этому. Широко практикуется предварительное пропитывание или смешивание сырья с минеральными веществами; материалы пропитывания те же, что указаны выше. Полученный А. у. иногда подвергается дополнительной активации (по способу 1).

Хим. состав и физ. структура. По хим. составу А. у. не представляют чистого углерода, но содержат его 80—99%; остальное приходится на водород, кислород, азот, зольные вещества и вещества пропиток, введенных при получении А. у. Пористость А. у. колеблется от 15 до 79% по объему, в отдельных случаях она достигает 97,5%. Поры имеются двоякого рода: а) крупные, видимые в микроскоп, занимают до 18% объема и имеют (в древесных А. у.) диам. от 10^{-3} до 10^{-4} *см*; б) микропоры, или «ультрапоры», невидимые в микроскоп и играющие главную роль в адсорбционных процессах; диам. их из данных опыта исчисляется в $9{,}2.10^{-7}$—$2{,}8.10^{-7}$ *см* (Lowry and Hulet); теорет. соображения заставляют допускать существование пор еще меньшего размера, порядка 10^{-8} *см* и даже менее (O. Ruff). Активная поверхность на 1 *г* А. у. равна 200—1 000 *м²* или 160—430*м²* (Lowry and Hulet), 500 *м²* (Eucken), 460—747 *м²* (O. Ruff). Истинный уд. в. (вещества угля) $d = 1{,}45$—$1{,}88$, в некоторых случаях достигает 2,10—2,38. Кажущаяся плотность (угля с порами) $s = 0{,}05$—$2{,}30$, обычно 0,40—1,33. Вес 1 *л* А. у. равен 30—1 000 *г*, обычно 170—700 *г*.

Активность. Понятие активности А. у. обычно относят к их адсорбционному действию; для каталитического действия еще не выработано точного критерия активности. Активность адсорбционных углей определяют как предельное количество какого-нибудь вещества, поглощаемого ими из раствора или из газовой смеси; ее выражают

в процентах на единицу веса А. у. В отношении растворенных веществ (фенол, сулема, органические краски и т. п.) активность угля после активации возрастает до 50:1, в отношении газов — до 5:1. При исследовании противогазовых А. у. понятие активности усложняется. Здесь различают: 1) полную активность — предельное количество данного газа, поглощаемое весовой (или объемной) единицей А. у. в атмосфере чистого газа; 2) статическую активность — предельное количество газа, поглощаемое из атмосферы данной концентрации (при концентрации равной 100% статическая активность превращается в полную); 3) динамическую активность (зависящую от скорости адсорбции) — количество газа, поглощаемое данным слоем А. у. из струи газовой смеси данной концентрации, при данной ее скорости, до момента «проскока» газа. Последнюю величину чаще выражают в минутах и называют «временем защитного действия». Хороший противогазовый А. у. должен иметь высокую динамическую активность и высокую статическую активность на единицу объема. На активность А. у. влияют следующие факторы: 1) Постоянные, присущие данному сорту А. у.: а) удельная поверхность (на единицу веса), б) объем капиллярного пространства на единицу веса (пористость), в) сечение капилляров (пор), г) величина зерен, д) химич. характер поверхности, е) присутствие посторонних веществ в А. у. 2) Переменные: а) природа адсорбируемых веществ, б) концентрация последних, в) аггрегатное состояние среды (газ или жидкость), г) темп-ра, д) давление, е) влажность А. у. и ж) степень изношенности его (количество ранее поглощенных веществ). Полная активность А. у. пропорциональна величине уд. поверхности. Активность на единицу объема растет пропорционально кажущейся плотности s. Скорость адсорбции пропорциональна полной активности и обратно пропорциональна кубу кажущейся плотности s угля и кв. корню из молекулярного веса M адсорбируемого вещества (приближенно). Скорость адсорбции для различных А. у. может колебаться в пределах от 1 до 400.

Классификация и применение. А. у. применяются в порошкообразном или зерненом виде: порошки — там, где скорость диффузии поглощаемого вещества очень мала (главн. обр. в жидких средах); зерненые угли — там, где скорость диффузии достаточна (газы) и где требуется поглощать большие количества веществ. В последнем случае играет большую роль капиллярная конденсация сжиженных паров вещества в порах А. у. По промышленному применению все А. у. делятся на следующие группы: 1) Конденсационные угли — обычно зерненые, твердые; они получаются активированием древесных углей, кокса, обугленного сахара, кокосовой скорлупы и т. п.; применяются для улавливания углеводородов (бензол) из светильного газа и паров летучих растворителей (спирт, эфир, бензин) из воздуха; поглощенное вещество регенерируют из А. у. нагреванием или обработкой перегретым паром. 2) Противогазовые угли — зерненые, твердые; получаются активацией углей, приготовляемых из различных пород дерева, скорлупы орехов и плодовых косточек, антрацита, прессованной сажи или угольной пыли и т. д. Применяются для очищения воздуха от газообразных ядовитых примесей — в войсковых и промышленных *противогазах* (см.), фильтрах-поглотителях для *газоубежищ* (см.), приборах для дезодорации и очистки воздуха рабочих помещений и т. п. От конденсационных углей отличаются более высокой динамической активностью. 3) Медицинские угли — порошкообразные, применяются при некоторых заболеваниях кишечника. Активность определяется по поглощению метиленовой сини (органической краски) из водного раствора. 4) Обесцвечивающие угли — порошкообразные или мелкозернистые, мягкие; получаются из древесины, соломы, бурого угля, торфа, древесных экстрактов, целлюлозных щелоков, барды, патоки, крови, отбросов животного происхождения, нефти, сланцевых масел и др.; могут быть получены из углей (1), (2) и (5) путем обработки кислотами. Применяются для обесцвечивания сахарных сиропов, растительных экстрактов, кислот и всевозможных растворов, для осветления вин, масел и т. д. Активность устанавливается в водных растворах. 5) Угли, адсорбирующие металлы — порошкообразные, мягкие. Получаются обугливанием дерева или сахара в присутствии щелочей. Применяются для извлечения благородных металлов (золото, серебро, платина) из разбавленных растворов их солей. Металл при этом осаждается на А. у. в свободном состоянии. 6) Катализирующие или контактные угли — порошкообразные или зерненые. Обычно тождественны с (4) или (2). Применяются как катализаторы в нек-рых хим. процессах: при получении фосгена из CO и Cl_2, хлористого сульфурила из SO_2 и Cl_2, при окислении сероводорода в серу кислородом воздуха, и т. п. Если реакция ведется в газообразной среде, предпочитают зерненые угли, в жидкой среде — порошкообразные.

Теорий активности А. у. существует несколько. По Чанею, в каждом угле имеются две модификации углерода — активная и неактивная. По Дебаю и Шереру, активный углерод есть аморфный графит, находящийся в состоянии тончайшего раздробления. О. Руфф принимает существование особых активных «ненасыщенных» атомов углерода (коих имеется по одному на каждые 12 обыкновенных атомов C), к-рые и являются центрами притяжения для молекул адсорбируемого вещества. Активирование, с этой точки зрения, состоит в удалении неактивной пленки, закрывающей активные атомы. По Гербсту, активность А. у. обусловлена присутствием в поверхностном слое ненасыщенных молекул углерода, имеющих кольцеобразное строение (C_3, C_4, C_5 и C_6). По Мекленбургу, активность угля есть свойство не вещества, но его структуры (пористость, строение поверхностного слоя и т. п.).

Лит.: «Химическая Промышленность», Берлин, 7, стр. 185, 1923, 2, стр. 37, 3, стр. 71, 1925, 4, стр. 128, 1926; Herbst Heinrich, «Biomechanische Ztschr.», Berlin, 1921, B. 115, H. 3—6, p. 204, B. 118, p. 103; Herbst H., «Kolloidchemische Beihefte», Dresden-Lpz., 1925, B. 21, H. 1—2; Ruff O. u. andere, «Kolloid-Ztschr.», Dresden-Lpz., 1924, B. 34, H. 3, p. 135, 1925, B. 32, H. 4, p. 225, 1926, B. 38, H. 1, p. 59; Mecklenburg W., «Ztschr. f. angew. Chemie», Lpz., 1924, Jg. 37, 45, p. 873; «Ztschr. f. Elektrochemie u. angewandte physikalische Chemie», Lpz., 1925, B. 31, 9; Mc Kee Ralph a. Horton Paul, «Chemical a. Metallurgical Engineering», N. Y., 1925, v. 32, 1, p. 13, 2, p. 56, 4, p. 164. **В. Янковский.**

АКТИВНАЯ ЗАЦЕПКА, крюк — деталь подъемных механизмов, изготовляется отковкой из сварочного железа или мягкой стали. Точка подвеса нормального крюка д. б. на оси стержня, к-рый свободно, с зазором ($d_1 \cong 1{,}2\,d$, где d — диам. стержня), должен входить в поперечину. Гайка крюка большой грузоподъемности опирается для облегчения вращения на шарики. В виду сотрясений и ударов, испытываемых крюком при работе, следует при расчете размеров его придерживаться низких допускаемых для материала напряжений. Для грубого предварительного расчета можно принять вес крюка $g = 0{,}765\,r^3$ (r — радиус крюка), $r = 0{,}25\sqrt[3]{Q}$ (Q — полезный груз). Активной захваткой, или зацепкой, называют также деталь механизма распределения в *паровых машинах* (см.).

Лит.: Берлов М. Н., Детали машин, подъемники, М., 1926; Ратновский Л. З., Подъемные краны, лебедки и т. п. подъемные приспособления, т. 1—2, СПБ., 1900—1915.

АКТИВНАЯ МАССА, см. *Аккумуляторы электрические.*

АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ, среднее значение мощности переменного тока. А. м. однофазной цепи равна произведению из эффект. значений силы тока и напряжения на косинус угла сдвига фаз между ними. При несинусоидальных токах — см. *Переменные токи.*

АКТИВНАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА построена на принципе активного действия пара. Преобразование потенциальной энергии пара в кинетическую в такой турбине производится в направляющих каналах или расширяющихся соплах. Давление пара при входе на лопатки рабочего диска турбины и при выходе с них остается постоянным, т. е. в турбине не происходит дальнейшего расширения пара. Вследствие потерь (трение пара о рабочие лопатки) относительная скорость входа пара больше относительной скорости выхода. К активным турбинам относятся турбины Лаваля, Рато, Цёлли, Кёртиса. См. *Турбины.*

АКТИВНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, составляющая электрич. напряжения, находящаяся в фазе с силой тока. См. *Переменные токи.*

АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, величина электрического сопротивления, обусловливающая потери электрич. энергии в проводнике. Мощность, поглощаемая проводником, равна квадрату эффект. силы тока в проводнике, помноженному на А. с. Если изображать кажущееся сопротивление в виде комплексного числа $(a+bi)$, то А. с. есть действительная часть этого комплексного числа (a). См. *Переменные токи.*

АКТИВНЫЕ СИЛЫ, действующие силы — такие внешние силы, которые непосредственно приложены к твердому телу или к материальной системе, напр.: различные нагрузки, давление ветра, центробежные силы, давление воды и т. д. От действия А. с. возникают т. н. пассивные силы (реакции опор, внутренние силы), противоположные А. с. по направлению, а по величине зависящие как от них, так и от вида системы и ее опор. При расчете различных конструкций А. с. обычно задаются, пассивные же определяются из расчета. См. *Действующие силы.*

АКТИВНЫЙ ТОК, составляющая силы переменного тока, находящаяся в фазе с напряжением. См. *Переменные токи.*

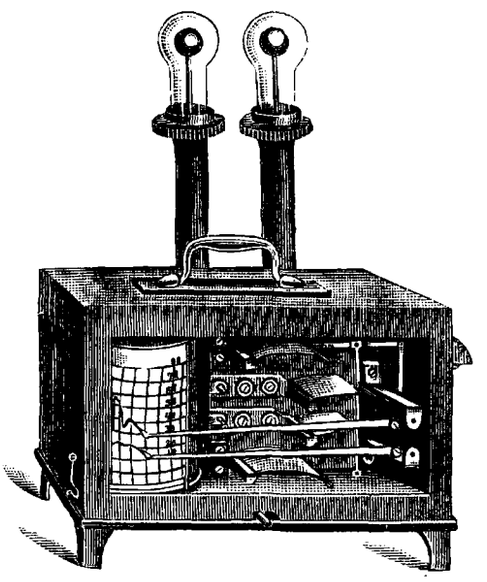
АКТИНИЙ, хим. элемент; хим. символ — Ac; порядковый номер 89, находится в III группе периодической системы. А. — радиоактивный элемент. Средняя продолжительность его существования 28,8 лет. Генеалогия А. может быть представлена следующим рядом:

$$UI \to UX_1 \to UX_2 \to UII \to UY \to Pa \to Ac \to RaAc \to$$
$$\to AcX \to AcEm\ (Actinon) \to AcA \to AcB \to$$
$$\to AcC \to \begin{matrix} \nearrow AcC'' \searrow \\ \searrow AcC' \nearrow \end{matrix} \to AcD.$$

См. *Радиоактивность* и *Изотопы.*

АКТИНИЧЕСКИЕ ЛУЧИ, лучи света, действующие фотохимически.

АКТИНОГРАФ, самопишущий *актинометр* (см.). Один из наиболее простых А. построен на принципе Араго-Деви. Спирт термометров (см. фиг.) производит давление на манометрические коробки, от к-рых идут



рычаги; каждый рычаг снабжен пером; деформации коробки передаются перу, которое записывает их на цилиндре с часовым механизмом.

АКТИНОМЕТР. 1) Прибор, служащий для измерения энергии солнечных лучей. Устройство А. основано на превращении лучистой энергии в тепловую: солнечные лучи заставляют падать на зачерненную поверхность какого-либо тела и потом измеряют выделившееся при этом количество тепла. Типов А. очень много. Наиболее точные А. — калориметрические, дающие

результат измерения в калориях. Наиболее простой А.—Араго-Деви—состоит из двух термометров, помещенных шариками вверх в стеклянных оболочках, из к-рых выкачан воздух. Один шарик вычернен, другой—с блестящей поверхностью (фиг. см. *Актинограф*). Разность температур, показываемых такими термометрами, служит приближенной мерой излучения солнца. 2) Фотографический прибор для определения времени выдержки при фотографической съемке. При определении выдержки принимаются в расчет химическое действие света, чувствительность к нему применяемых пластинок, светосила фотографического объектива, цвет и свойства снимаемых предметов. В более сложных А. вложена светочувствительная бумага; по времени, в которое она окрашивается светом до известного нормального цвета, и на основании указанных выше данных определяется время экспозиции.

АКТИНОМЕТРИЯ, глава метеорологии, занимающаяся методами измерения лучистой энергии, в частности солнечных лучей, диффузной радиации и земного излучения в окружающее пространство. Солнечную радиацию измеряют в малых калориях в минуту на *см²* поверхности; она зависит от расстояния Земли от Солнца и от прозрачности земной атмосферы, поэтому в разное время она имеет разное значение. Эти измерения позволяют вычислить с о л н е ч н у ю п о с т о я н н у ю, т. е. напряжение солнечной радиации на границе земной атмосферы. Последние определения солнечной постоянной, сделанные в СССР и в С.-А.С.Ш., дали число 1,95 cal/м. *см²*. Диффузия радиации имеет особо важное значение для северных областей, где частая облачность затрудняет для солнечной радиации достижение поверхности Земли. В редких случаях диффузная радиация может достигать $^2/_3$ солнечной радиации. Излучение Земли в окружающее пространство зависит исключительно от прозрачности атмосферы и оказывает большое влияние на $t°$ Земли. При измерении указанных радиаций пользуются *актинометрами* (см.), *пиргелиометром* (см.) и *актинографами* (см.).

Лит.: Л ю б о с л а в с к и й Г., Основания учения о погоде, СПБ., 1912; E d e r J. M., Handb. d. Photographie, 2 Aufl., B. 1, Halle a/S., 1891—1892; Jahrb. f. Photographie- u. Reproduktionstechnick, Halle a/S., 1892; H u m p h r e y s W. J., Physics of the Air, Franklin Inst., Philadelphia, 1920.

АКТИНОЭЛЕКТРИЧЕСТВО, см. *Фотоэлектричество.*

АКУСТИКА, учение о звуковых явлениях. Звуковые явления представляют собою колебания, распространяющиеся волнами в упругой среде и воспринимаемые ухом. Звуковые волны в жидкой и газообразной среде м. б. только продольными, а в твердой—продольными и поперечными. Скорость распространения звуковых колебаний в различных средах различна:

в воздухе	при 0° . .	$V =$ 331,5*	*м/ск*
» водороде	» 0° . .	1 280	»
» воде	» 8°,1 .	1435**	»
» морской воде	» 15° .	1 493	»
в дереве		$V =$ 3 000—4 000	*м/ск*
» пробке		480	»
» стали		5 100	»
» стекле		5 600	»

* Млодзеевский, 1913 г.
** Колладон и Штурм, 1826 г.

Скорость звука в газе определяется теоретически по формуле Лапласа $V = \sqrt{\frac{p}{\delta}\gamma}$, где p — упругость газа, δ — его плотность, а $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ — отношение теплоемкостей газа. Она резко меняется с $t°$. Так, в воздухе при

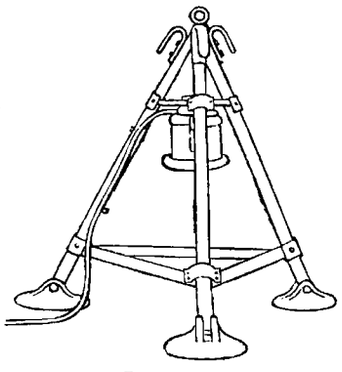
— 40°	$V =$ 305,37	*м/ск.*
— 20°	318,24	»
0°	331,5	»
+ 15°	339,3*	»
+ 40°	354,04	»
+ 100°	386,5**	»

В сухом газе изменение скорости звука с $t°$ не зависит от его упругости и выражается ф-лой $V = V_0(1 + \alpha t)^{1/2}$, где V_0 — скорость при 0° и α — коэфф. расширения газа. Для очень сильных звуков (взрыв) скорость распространения звуковых волн зависит и от силы звука. Так, при взрыве была найдена скорость 13 000 *м/ск* (Бекер, 1923 г.). На границе двух сред звуковые волны частью отражаются, частью преломляются; количество отраженной звуковой энергии тем больше, чем резче разница в акустической «жесткости» граничащих сред. «Жесткость» среды характеризуется произведением $V\delta$; для воды она = 140 000, а для воздуха 40; поэтому поверхность воды хорошо отражает звук, и, следовательно, звук из воздуха в воду (и обратно) почти не проникает. При нек-рых углах падений звуковые волны могут претерпеть полное внутреннее отражение, что может повлечь за собой образование зоны молчания. Встретив препятствия, звуковые волны у края его загибаются в сторону препятствия тем больше, чем больше длина звуковой волны, определяемой равенством $\lambda = VT$, где T — период колебания. Это явление (диффракция звука) значительно уменьшает область звуковой тени. Звуковые волны способны интерферировать. Если интерферируют две встречные волны одного периода и равной амплитуды, то образуются стоячие волны, к-рые дают место узлам и пучностям. В узлах среда неподвижна, но давление сильно меняется (исчезновение звука); в пучностях среда совершает колебания удвоенной амплитуды, но давление остается неизменным. Стоячими волнами пользуются как методом для определения длины волны (пыльные фигуры Кундта), а следовательно, и скорости звука. Количество звуковой энергии, протекающей в 1 сек. через 1 *см²* поверхности, перпендикулярной к направлению потока, характеризует силу звука в данном месте среды; оно равно $\frac{1}{2} V \delta a^2$ (где a — амплитуда колебания) или $\frac{P^2}{2V\delta}$, где P — амплитуда давления. Если звуковые волны расходятся от звучащего тела по всем направлениям, то энергия изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния (при отсутствии поглощения звука средой). Высота тона звука характеризуется числом колебаний,

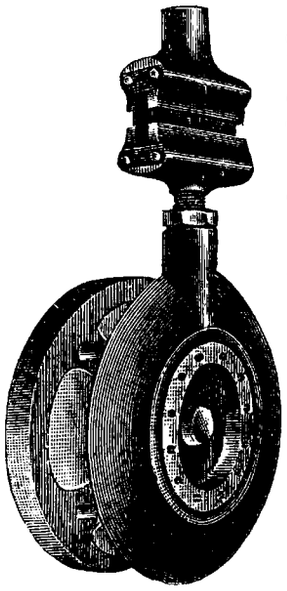
* Бургиньон, 1913 г.
** Стевенс, 1902 г.

совершаемых в 1 ск. (частота). Нормальное ухо способно воспринять лишь тоны, частоты к-рых заключаются в пределах от 16 до 20 000; оно наиболее чувствительно к частотам 1 500—3 000. Ниже 16 и выше 20 000 лежат так наз. «неслышимые звуки». Чаще всего звук состоит из сочетания различных по высоте и по силе тонов; эти добавочные тоны, или обертоны (верхние гармоники), происходят вследствие колебаний отдельных частей, на которые как бы распадается звучащее тело. Обертоны придают звуку особый оттенок, называемый тембром. Частоты обертонов кратны частоте основного тона и находятся с ней в соотношении 1 : 2 : 3 : 4 : 5. . . Произвести анализ сложного звука, т. е. определить его состав, можно, либо пользуясь воздушными резонаторами, из которых каждый усиливает лишь один определенный тон, либо фотографируя кривую соответствующего колебательного движения и подвергая ее *гармоническому анализу* (см.).

В технике воспроизведения звуков и передачи их на расстояние в качестве звучащего тела почти во всех приборах применяется круглая упругая пластинка, мембрана, закрепленная по краям. К таким приборам относятся граммофон, фонограф, микрофон и телефон. Т. к. мембрана имеет собственные периоды колебаний, то она яснее всего передает звуки, соответствующие этим периодам, отчего искажается характер передаваемого звука. Для устранения этого недостатка в настоящее время применяют мембраны с очень коротким собственным периодом и с большим затуханием. Кпд этих приборов вообще невысок; в лучших телефонах он достигает 10%. Т. к. звук под водой слышен очень далеко (до 150 *км*), то в последнее время стали во время туманов подавать звуковые сигналы под водой. Сильный звуковой передатчик питается под водой переменным током, подаваемым с берега по кабелю (подводный звуковой маяк, фиг. 1). Кпд такого прибора достигает 50%. На судах, по бортам, в подводной части, для приема этих сигналов устанавливаются гидрофоны (фиг. 2), представляющие некоторое изменение микрофонов; они соединены с телефонами, приложенными к ушам наблюдателя. Такое приспособление позволяет узнать с достаточной точностью направление, откуда идет звук.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Этот же способ позволяет обнаружить приближение мины или подводной лодки. В военной технике стали употреблять звуковые приборы для определения положения орудий, для подслушивания приближения аэропланов и определения направления их полета. Эти приборы представляют рупоры, соединенные с наблюдателем и установленные друг от друга на значительном расстоянии. Для определения глубины моря (профиля дна) и высоты полета аэроплана пользуются явлением отражения звуков (эхо) от морского дна и от земной поверхности, при чем в этих случаях употребляют «неслышимые звуки» большой частоты (от 20 000 до 200 000 колебаний в ск.). Излучателем и приемником служат кристаллы (пьезоэлектрические) кварца (см. *Ультразвуковые колебания*).

В строительной технике под акустикой разумеют акустические условия закрытого помещения. Для получения наилучших условий распределения звуков в помещении необходимо устранить излишнюю реверберацию, т. е. чрезмерную длительность звука вследствие многократного отражения от стен, и избежать собирания звуковых волн в отдельных местах. Если звук исчезает очень быстро после своего появления,—помещение кажется глухим; если звук длится очень долго после своего прекращения,—помещение кажется гулким, и отдельные звуки становятся неясными. Наивыгоднейшее время реверберации лежит от 1 ск. для малых зал и до 2—3 ск. для больших. Необходимо, следовательно, подбирать материал стен и их форму т. о., чтобы звуковые волны по возможности рассеивались равномерно. Для исследования акустических условий строящегося помещения изготовляют модель в горизонтальном и вертикальном разрезе и помещают в ванну со стеклянным дном, через к-рое освещают внутренность сильным источником света. В месте, где предполагается источник звука, производят сильный толчок на поверхности воды и наблюдают отражение волны от стен. Этим обнаруживаются недостатки помещения в акустическом отношении.

Лит.: Тиндаль А., Звук, ГИЗ, 1922; Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 2, ГИЗ, Берлин, 1923; Аганин, Атмосферная акустика, 1915; Брег, Мир звуков, М., 1926; Лившиц С. Я., Курс архитектурной акустики, Москва, 1927; Rayleigh, Theory of Sound, 1894. **И. Эльцин.**

АКЦИДЕНТНЫЕ РАБОТЫ, всякие печатные работы, кроме книг и периодической печати, для нужд промышленности, торговли и общественной жизни (напр. циркуляры, ценные бумаги, счета, прейскуранты, визитные карточки и т. п.). Разнообразие этих работ и высокие требования, предъявляемые заказчиками к качеству продукции, вынуждают типографию, выполняющую акцидентные работы, иметь богатый запас шрифтов и украшений, а также прибегать к разнообразнейшим методам печати и дальнейшей обработки печатных изделий (конгревные работы, золочение, художественные переплетные работы и т. п.).

АЛАНИН, α-аминопропионовая кислота, $CH_3 \cdot CH \cdot NH_2 \cdot COOH$, продукт расщепления

белковых веществ (см. *Аминокислоты*); синтетически получается действием аммиака на бромопропионовую кислоту. А. — бесцветные иглы сладкого вкуса. Ртутная соль А. употребляется при сифилисе (подкожные впрыскивания).

АЛБАН, составная часть гуттаперчи (14—15%); может быт извлечена (вместе с флуавилем) кипящим алкоголем. А.—белые микроскопические листочки, растворимые в эфире, петролейном эфире, хлороформе, бензине, сероуглероде, скипидаре, а также в кипящем алкоголе; плавится при 160°.

Лит.: Spence, The Chemical Nature of the Albanes in the Rubber from Ficus Vogelii, L., 1906.

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ ФОРМА, однородная целая функция от нескольких переменных. По числу переменных различают А. ф. двоичные (бинарные), троичные и т. д. По степени А. ф. бывают: линейные (1-й степени), квадратичные (2-й степени), кубичные (3-й степени), биквадратичные (4-й степени) и т. д. А. ф. называется определенной, если она обращается в нуль только тогда, когда все ее переменные=0; А. ф. называется неопределенной, если она может принимать положительные и отрицательные значения. Напр., бинарная квадратичная форма $ax^2 + 2bxy + cy^2$ будет определенной, если $b^2<ac$, и неопределенной, если $b^2>ac$. А. ф. имеют весьма большое значение в теории систем ур-ий, в *тензорном исчислении* (см.).

АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ, относящийся к алгебре. В соответствии с этим под А. действиями прежде обыкновенно разумели сложение, вычитание, умножение, деление, возвышение в степень и извлечение корня. Соответственно этому под А. ф-лой разумели выражение, в котором над переменной или переменными производятся эти 6 действий (при чем показатели степеней и корней д. б. постоянными числами). Однако с середины 19 в. (Абель, Вейерштрасс) эти понятия имеют более широкое значение. Выражение, в к-ром над переменными величинамн x, y, z производятся исключительно первые три действия, называется целой А. функцией; она всегда представляет собою многочлен, каждый член к-рого имеет вид $ax^m y^n z^p \ldots$ Частное двух целых А. функций представляет собою дробную А. функцию. Приравнивая целую А. функцию нулю, получаем А. ур-ие. Если А. ур-ие содержит переменные $x, y, \ldots, u, v$, то оно определяет любую из этих переменных в функции остальных (напр. v в функции от $x, y, z, \ldots, u$); такая функция называется А. в наиболее общем значении слова.—А. линии, поверхности — такие линии и поверхности, к-рые в декартовых координатах выражаются А. ур-иями; им противополагаются трансцендентные кривые поверхности. **В. Каган.**

АЛЕБАСТР, полуводный гипс; его хим. состав $CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O$; при затворении с водой образует жидкое тесто, быстро и с заметным выделением теплоты схватывающееся на воздухе. Употребляется в строительном деле для штукатурки, для отливки орнаментов, скульптурных изделий и т. п. Удельный вес 2,3 — 2,8. Получается обжигом природного двуводного гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) при 130—190° до прекращения выделения пара из гипса; гипс при обжиге кипит, как жидкость. Небольшие количества гипса можно обжигать в чугунных котлах или на железных противнях. Кустари-крестьяне пользуются для обжига обыкновенными русскими печами. При более крупных заготовках служат очелочные печи с решетчатым подом и шахтные. А. получается сероватым от сажи и не годится для лепных работ. Белый А. хорошего качества м. б. получен в печах Залесского, где гипс загружается в особые камеры и обжигается газами, идущими вокруг камер по каналам. Существуют печи непрерывного действия, а также аппараты для обжига гипса перегретым паром. Чем сильнее произведен обжиг, тем медленнее происходит схватывание затворенного А. При $t°$ обжига до 400° получается безводный гипс — пережог, очень долго схватывающийся, практически непригодный, подобный природному ангидриту ($CaSO_4$). При 190—200° получается «растворимый ангидрит», схватывающийся медленнее, чем нормально обожженный (130—170°). Формы для отливок делаются гипсовые и клеевые. Последние не годятся для особо тщательных работ и при употреблении А., выделяющего много тепла при схватывании. При испытании А. обращают внимание на белизну, тонкость помола, скорость схватывания и сопротивление разрыву. Отличают начало схватывания—утерю текучести (предельный срок отливки) и конец его—утерю пластичности (предельный срок обработки лопаткой). Сопротивление разрыву определяется на приборе Михаэлиса, как для цемента. Образцы изготовляются «нормальной густоты», определяемой особым испытанием.

АЛЕБАСТРОВОЕ СТЕКЛО, в отличие от опалового, пропускает световые лучи, не окрашивая их в красноватый цвет. Полупрозрачные разности А. с. можно получить, вызвав искусственную кристаллизацию в сплаве, содержащем высокий процент кремнезема при небольшом проценте извести. Для этого следует в такую расплавленную массу бросить небольшое количество измельченного в муку нормального стекла. Чейшнер получал А. с. по этому способу, применяя следующие шихты:

	1	2	3
SiO_2	80,90	79,41	82,30
Na_2O	—	—	5,60
K_2O	17,60	16,80	5,60
CaO	0,70	2,79	3,30
PbO	—	1,00	—
Al_2O_3	0,80	—	3,20

А. с. можно также получить из фтористых глиноземных соединений.

Одна из шихт такого стекла состоит из 1 000 ч. песка, 560 ч. свинцового сурика, 490 ч. кальцинированной соды, 50 ч. селитры, 75 ч. фтористого натрия, 50 ч. поваренной соли, 225 ч. окиси алюминия и 1 200 ч. полевого шпата.

Из А. с. изготовляют предметы роскоши (вазы, статуэтки и др. предметы), иногда окрашенные в разные цвета (бирюзовый), гл. обр. на заводах Богемии и Саксонии.

АЛЕЙРОНОВЫЙ СЛОЙ, слой клеток в зернах хлебных злаков, лежащий между эндоспермом и оболочками зерна.

АЛЕКСАНДРИЙСКАЯ БУМАГА, см. *Бумаги сорта.*

АЛЕКСАНДРИТ, минерал, разность *хризоберилла* (см.); зеленого цвета при дневном освещении и фиолетового при вечернем свете. Употребляется как драгоценный камень 1-го класса. Встречается в изумрудных копях на Урале.

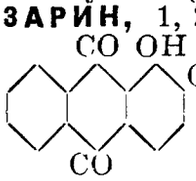
АЛЕППСКИЙ ЧЕРНИЛЬНЫЙ ОРЕШЕК, см. *Дубильные вещества.*

АЛЕРЦОВОЕ ДЕРЕВО, Fitzroya patagonica, Hook fil (сем. Cupressineae), растет в горах южн. Чили; другой вид его растет в виде кустарника в Тасмании и обладает темно-красной прочной и легко раскалывающейся древесиной, употребляемой в кровельном деле и для выделки мебели.

АЛЕУРОМЕТР, прибор для определения пекарных свойств муки по разбуханию ее клейковины, состоит из градуированного цилиндра, в который закладывается навеска клейковины; цилиндр подогревают в масляной ванне. Под влиянием тепла клейковина расширяется и поднимает вставленный в цилиндр поршень, по подъему к-рого на определенное число делений цилиндра судят о всхожести клейковины: чем больше последняя, тем мука считается лучше. Известен А. Болланда. В настоящее время применяется определение диастатической силы муки (количество диастаза), которое более точно характеризует ее пекарные свойства.

АЛИДАДА, линейка, вращающаяся вокруг центра круга с делениями (лимба), с указателем для отсчитывания по делениям лимба угла поворота линейки. То же название дается вращающейся верхней части угломерных приборов (теодолита, секстанта и др.), снабженной визирным прибором и приспособлениями для точного отсчитывания углов (верньерами).

АЛИЗАРИН, 1, 2-диоксиантрахинон



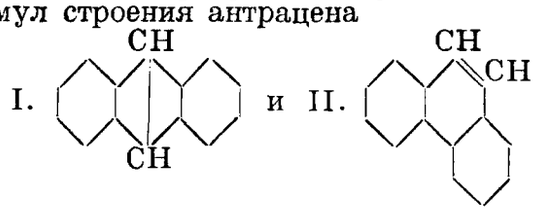
или $C_{14}H_8O_4$,

встречается в природе в виде глюкозида в зрелых корнях (krapp, garance, madder) т. н. красильной марены (Rubia tinctorum) и ее разновидностей. Мареновые — многолетние растения с лежачим стеблем; известны человеку как красильный материал с древнейших времен (Египет, Индия, Персия, Смирна). В Леванте корень марены носил название «лизари» или «ализари», отсюда—«ализарин». В Европе красильная марена разводилась гл. обр. во Франции (близ Авиньона), а также в Эльзасе, Бельгии, Голландии (с 16 в.) и Баварии. Со второй половины 18 века марена культивировалась в Крыму и на Кавказе (Дербент, Баку), а также в Самарканде. Ко времени открытия синтетического А., т. е. к 70-м гг. прошлого столетия, мировая добыча маренового корня превышала 75 000 *m* (4½ млн. п.) — соответственно 750 *m* (45 000 — 50 000 п.) А., на сумму 75 000 000 фр. Общая площадь, занятая под культуры марены, исчислялась к этому времени тысячами *км*². Цена ализарина составляла в то время приблизительно 100 франков за 1 *кг*.

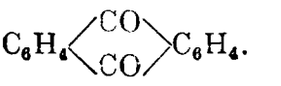
В мареновом корне содержится глюкозид А. в смеси с глюкозидом пурпурина (1, 2, 4-триоксиантрахинон), ксантопурпурина (1,3-диоксиантрахинон) и псевдопурпурина (3-карбоновая кислота пурпурина). Глюкозид А., т. н. рубэритриновая к-та, в чистом виде впервые получена Рохледером. Состав ее $C_{26}H_{28}O_{14}$ установлен Грэбе и Либерманом. При нагревании с разведенными к-тами рубэритриновая к-та распадается на А. и глюкозу. Рубэритриновая к-та одноосновна; содержащаяся в ней биоза переходит при гидролизе в 2 молекулы глюкозы: $C_{14}H_6O_2(OH) \cdot (OC_{12}H_{21}O_{10}) + 2H_2O \rightarrow C_{14}H_6O_2(OH)_2 + 2C_6H_{12}O_6$. Естественным путем расщепление глюкозида марены происходит под влиянием содержащегося в самом корне азотистого энзима, носящего название «эритрозима». Техническое выделение ализарина, более или менее свободного от пурпурина и других красящих спутников водных вытяжек маренового корня, разработано Коппом. В основе метода лежит подмеченное Коппом свойство глюкозида А. расщепляться труднее сравнительно с глюкозидами пурпурина и псевдопурпурина. Подкисленной сернистой к-той водой из свеже-измельченного маренового корня удается извлечь все красящие начала, не опасаясь потерь от преждевременного расщепления глюкозидов. При прибавлении 2 — 3% соляной кислоты и повышении $t°$ до 60° выделяются красные хлопья пурпурина, в смеси с псевдопурпурином. Глюкозид А. количественно остается в растворе и м. б. выделен дальнейшим нагреванием в виде так наз. «зеленого А.». Впервые А. был выделен из краппа Робике (Robiquet) и Колэном (Colin) в 1826 г. Пурпурин выделен ими же в 1828 г. Выяснению строения А. способствовало наблюдение Шунка, получившего в 1848 г. при окислении А. к-ту, названную им ализариновой к-той, соединение, к-рое, по исследованиям Гебгардта, а затем Вольфа и Штрекера, оказалось тождественным с фталевой к-той. Вследствие этого А. стал считаться тогда производным нафталина, и ему приписывали формулу $C_{10}H_6O_3$. В 1866 г. Штрекер предлагает для А. формулу $C_{14}H_8O_4$, но на это сообщение в то время не было обращено должного внимания. Лишь Грэбе в 1868 г., применив к А. классический метод Байера—перегонку с цинковой пылью, показал, что родоначальником А. является антрацен. Уже в январе 1869 г. Грэбе и Либерман делают знаменательное сообщение о синтезе А., исходя из антрацена. и обращают внимание на научное и техническое значение этого открытия как первого примера искусственного получения растительного красителя. Исходным продуктом для этой работы послужил англ. каменноугольный антрацен, предоставленный Мартиусом в количестве 500 *г*. Первоначально Грэбе и Либерман при синтезе А. исходили из дибромантрахинона, сплавлением последнего с едким кали, затем—из антрацена рядом операций: антрацен → дибромантрацен → тетрабромид → тетрабромантрацен → дибромантрахинон → ализарин. Синтез А. (1869 г.) в связи с быстрым

технич. усовершенствованием синтетических методов свел в течение немногих лет культивирование красильной марены на-нет, освободив громадные пространства плодородной земли под другие культуры. Т. о. не только научное значение (первый синтез естественного красителя), но и практическое значение синтеза А. по своим экономическим последствиям является в истории беспримерным.

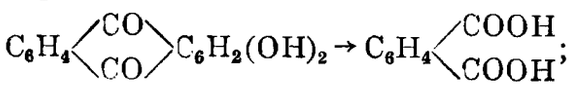
Современная нам формула строения А. создалась не сразу. Из двух возможных формул строения антрацена



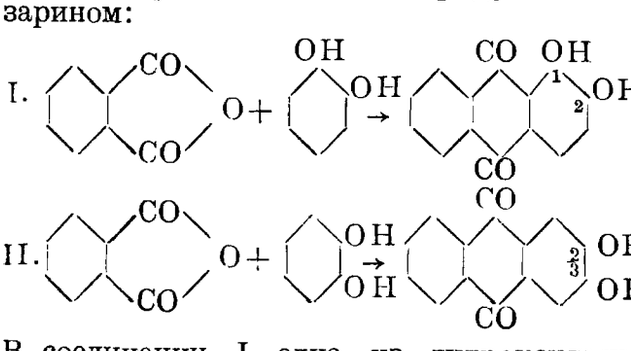
Грэбе и Либерман вначале склонны были отдавать предпочтение ф-ле II. Дальнейшие исследования Фиттиха и Остермайера и Грэбе вскоре показали, однако, что формула II как нельзя лучше отвечает строению фенантрена. Для антрацена оставалась т. о. лишь ф-ла I. Фиттихом же было установлено, что антрахинону следует придать строение дифенилен-дикетона



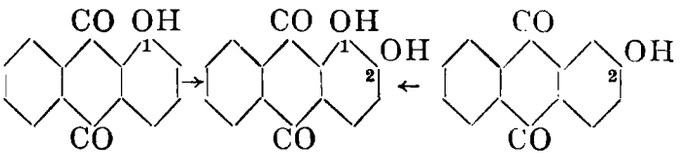
При окислении А. образуется незамещенная фталевая кислота



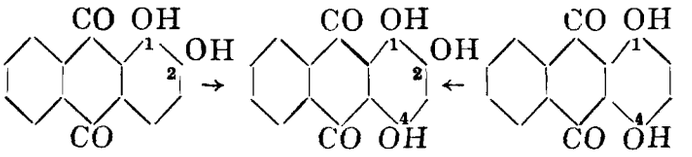
значит оба гидроксила молекулы расположены в одном и том же боковом ядре. Наличие двух гидроксильных групп явствует между прочим и из того обстоятельства, что, как показал Шютценберже, А. образует дибензоилпроизводное. Работы Гримма, Байэра и Каро, Либермана и др. устанавливают относительные положения гидроксильных групп в А., гистазарине, хинизарине и пурпурине. Строение хинизарина как 1,4-диоксиантрахинона явствует из синтеза этого соединения конденсацией фталевого ангидрида с гидрохиноном. Конденсация фталевого ангидрида с пирокатехином протекает с образованием двух изомерных диоксиантрахинонов А. наряду с гистазарином:



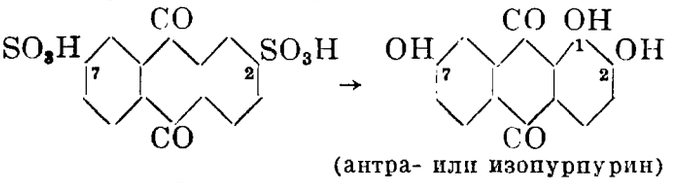
В соединении I одна из гидроксильных групп находится в положении 1, другая— в положении 2 по отношению к среднему ядру. Гидроксилы изомера II занимают положение 2 и 3. Мы знаем, что как 1-окси-, так и 2-оксиантрахинон при сплавлении со щелочами переходят в один и тот же А.



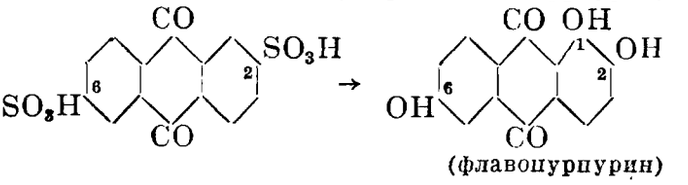
Т. о. в А. гидроксильные группы должны занимать положение 1,2. Строение пурпурина как 1,2,4-триоксиантрахинона вытекает из того обстоятельства, что как А., так и хинизарин при окислении переходят в один и тот же пурпурин



Строение антрапурпурина и флавопурпурина обусловливается строением исходных дисульфокислот антрахинона:



(антра- или изопурпурин)



(флавопурпурин)

Метод Грэбе и Либермана синтеза А. из дибромантрахинона. Метод этот был запатентован в Англии, Франции, Пруссии, России и Америке. Задачу выработки фабричного продукта взяла на себя Баденская ф-ка, к-рой прежде всего пришлось преодолеть трудности в получении сырья (антрацена). Каро первый показал, что при нагревании антрахинона с крепкой серной к-той до 200° образуется сульфокислота, переходящая при сплавлении с едким кали в А. Почти одновременно открытие это было сделано и в Англии Перкином (W. H. Perkin). Каро, Грэбе и Либерманом метод этот был заявлен в Англии к патенту 25 июня 1869 г., Перкином—на один день позже. В отличие от Каро, Грэбе и Либермана, получивших в главной массе моносульфокислоту антрахинона, Перкин получил дисульфокислоты, дающие при сплавлении со щелочью А. более желтого оттенка. Патенты были выданы на обе заявки. Независимо, осенью 1869 г., тот же способ получения А. был найден на ф-ке бр. Гессерт в Эльберфельде химиком Борном и, еще несколько ранее (апрель 1869 г.), химиком Ризером на фабрике М. Люциус-Брюннинг. В прусском патенте на этот метод Грэбе и Либерману было отказано, в виду того, что в их методе не было признано каких-либо существенных нововведений. Замена сульфо-группы на гидроксил сплавлением ароматических сульфопроизводных с едкими щелочами осуществлена была незадолго до этого (1867 г.) одновременно и независимо друг от друга Кекуле, Вюрцем и Дюссором. Нафтольный щелочный плав был произведен Эллером в 1868 г. Другой интересный метод получения ализарина,

одновременно разработанный, с одной стороны, Грэбе и Либерманом, с другой—Перкином, запатентован. последним в Англии в 1869 г., состоит в том, что образующийся при хлорировании антрацена дихлорантрацен при нагревании с серной кислотой переходит в дихлордисульфокислоту антрацена. Грэбе и Либерман дальнейшим нагреванием с серной к-той переводят это соединение в дисульфокислоту антрахинона, Перкин достигает того же эффекта окислением перекисью марганца. Метод этот одно время применялся технически, давая гл. обр. пользующийся большим спросом антрапурпурин (1, 2, 7-триоксиантрахинон). Значительное улучшение получения сульфокислот антрахинона достигнуто было в 1873 г. Кохом, химиком фабрики бр. Гессерт, применившим для сульфирования высокопроцентную дымящую серную кислоту, т. н. о л е у м. Фабричная разработка контактного метода получения серной к-ты в первой своей стадии несомненно связана с потребностью ализариновой промышленности в олеуме. Открытие это чрезвычайно благотворно повлияло как на чистоту, так и на выходы А. Вскоре (1875 г.) тем же Кохом впервые в технику щелочного плавления введены автоклавы, применение которых понизило $t°$ реакции плава с 200—280° до 170—180°, повысив выходы до 100—105 ч. сухого А. на исходный антрахинон (прежде $^1/_3$ этого количества). Уже с 1871 г. ализариновым фабрикам было известно, что для получения А. нужно сплавлять не дисульфо-, а моносульфокислоту антрахинона, и что дисульфокислоты в этих условиях дают не А., а смесь триоксиантрахинонов. Опубликовано это было Перкином лишь в 1876 г. Реакция идет по ур-ию: $C_{14}H_7O_2(SO_3Na) + 3NaOH + O \rightarrow C_{14}H_6O_2(ONa)_2 + Na_2SO_3 + H_2O$. В отсутствии кислорода получается тот же А., но реакция идет с выделением водорода: $C_{14}H_7O_2(ONa) + NaOH = C_{14}H_6O_2(ONa)_2 + H_2$. Как это ни странно, но добавление к щелочному плаву селитры как источника кислорода было впервые применено лишь в 1874 г., на швейцарской ф-ке А. Биндшедлера и Буша. Кох (на ф-ке бр. Гессерт) с 1875 г. в качестве окислителя применял хлорноватокислый калий.

С о в р е м е н н ы е м е т о д ы в ы р а б о т к и А. Исходным продуктом служит чистый 99—99,5%-ный антрахинон, подвергающийся сульфированию. Смотря по тому, желательно ли получить в главной массе моно- или дисульфокислоту антрахинона, сульфирование ведут либо при более низкой, либо при повышенной $t°$ с меньшим или большим избытком ангидрида серной к-ты (20—40%-ный олеум). При сульфировании с целью получения 2-моносульфокислоты часть взятого в реакцию антрахинона (от $^1/_3$ до $^1/_2$) оставляют непросульфированной. Операцию ведут в закрытом железном котле, емкостью в 2 *м*³, с паровой рубашкой и мешалкой, с приспособлением для выдавливания массы сжатым воздухом.

Щ е л о ч н ы е п л а в ы ведутся в железных автоклавах, с мешалкой и масляной рубашкой, на 12 *atm* рабочего давления, емкостью до 10 *м*³ и более. Железо для ализариновых автоклавов должно быть по возможности свободно от фосфора. Такие автоклавы служат десятки лет. По окончании плава в котел накачивают воду, массу выдавливают в железные разварные баки и осаждают серной к-той. Высадившийся в виде желтых хлопьев А. фильтруют через деревянный фильтр-пресс и промывают до нейтральной реакции. Хорошая серебристая соль дает А. синеватого оттенка, не требующий дальнейшей очистки. Плавы для получения антрапурпурина и флавопурпурина с дисульфокислыми солями ведутся в общем аналогично плаву серебристой соли, но для получения А. хорошего качества и для увеличения выходов количество едкого натра повышают приблизительно вдвое. Растворение и осаждение плава ведется, как в случае А. синеватого оттенка. Как самый А., так и флаво- и антрапурпурин обладают чрезвычайно интересным свойством: при обработке известью в присутствии избытка едкой щелочи они количественно выпадают в виде кальциевых лаков, тогда как некрасящие примеси плава — монооксиантрахинон, изоантра- и антрафлавиновые к-ты — остаются в этих условиях в растворе в виде натриевых солей. Это позволяет вести обработку плава с регенерацией едкой щелочи при одновременном получении чистого красителя плава.

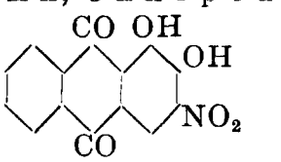
И з в е с т к о в а н и е ф л а в о п у р п у р и н о в о г о п л а в а. 10 *м*³ нагретого раствора щелочного плава флавопурпурина, соответствующие приблизительно 300 *кг* А. обыкновенной желтой марки, обрабатываются 130 — 140 *кг* извести. Через $^1/_2$ часа добавляют водой до 15 *м*³ и при 70° фильтруют через железный фильтр-пресс. Полученный после промывки горячей водой темносиний кальциевый лак флавопурпурина замешивается с водой и осаждается соляной к-той. Высадившийся флавопурпурин фильтруют, промывают. Выход сухого чистого флавопурпурина 220 *кг*. Свободный от флавопурпурина яркокрасный щелочной раствор (20° Bé) при охлаждении выделяет яркокрасный кристаллический антрафлавиновокислый натрий, соответственно 72 *кг антрафлавиновой кислоты* (см.). С целью регенерации едкого натрия остаточный щелочной раствор выпаривают сначала до 39° Bé, затем отстаиванием освобождают от выпавших солей (сульфат, сульфит), после чего окончательно концентрируют до 45°Bé. Такой окрашенный в красный цвет щелок содержит до 64 объемных % NaOH и вполне пригоден для ализариновых плавов. Выход обратно полученного едкого натра—около 75% на исходное количество. Метод получения А. щелочным плавом непосредственно из антрахинона вследствие плохих выходов (распад молекулы до бензойной к-ты) не получил технич. применения, несмотря на то, что получаемый т. о. А. не содержит примесей триоксиантрахинонов и является поэтому продуктом чрезвычайно ценным.

Н е к о т о р ы е х а р а к т е р н ы е с в о й с т в а А. Как А., так и антра- и флавопурпурин возгоняются (значительные потери вследствие обугливания) в

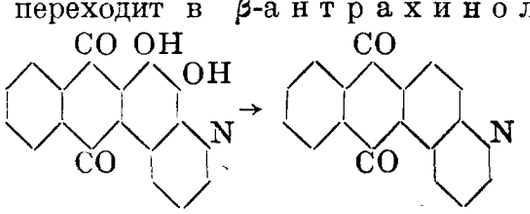
оранжево-красных иглах; они б. или м. хорошо растворяются в органич. растворителях, выделяясь при охлаждении в иголочках, но очень трудно растворимы в воде (растворимость А. в воде: 100 *г* воды при 100° растворяют 0,0034 *г*, а при 250° — 3,16 *г*); в слабых щелочах они растворяются с характерной красно-синей окраской,— более синей для А., наименее синей для флавопурпурина; антрапурпурин занимает среднее место (колориметрическая проба). Соответственно с этим и окраски ализаринами по глиноземо-кальциевой протраве располагаются в таком же порядке, в смысле большей или меньшей синевы оттенка: А. дает красно-синеватые, антрапурпурин—наиболее красные, флавопурпурин — красно-желтоватые окраски. На железной протраве А. дает темнофиолетовые окраски, антра- и флавопурпурин—красновато-фиолетовые. Характерные фиолетово-коричневые окраски получаются на хромовой протраве. О чрезвычайно характерном для А., антра- и флавопурпурина свойстве выпадать в виде кальциевых лаков в присутствии огромных избытков едкой щелочи говорилось выше. Точки плавления: А. 290° (диацетилпроизводное 184°), антрапурпурин 369° (триацетилпроизв. 224°) флавопурпурин 360° (триацетилпроизводное 195—196°). При сульфировании А. 20%-ным олеумом получается 3-сульфокислота А., натриевая соль к-рой



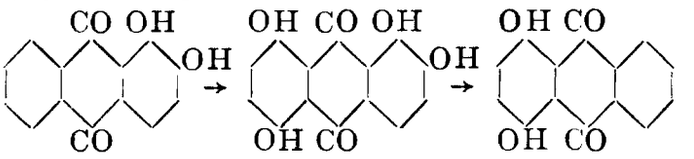
имеет применение в крашении шерсти, давая на глиноземной протраве прочные ярко-красные оттенки. По хромовой протраве получаются прочные красно-коричневые окраски. Сульфокислота эта не образует 1, 2, 3-триоксиантрахинона (антрагаллола) при сплавлении со щелочами, регенерируя ализарин. Так называемый А. оранжевый, 3-нитроализарин



образуется при нитровании А. в крепкой серной кислоте, в присутствии борной к-ты. Соединение это на глиноземной и хромовой протраве имеет применение в печати. При восстановлении образуется 3-аминоализарин, переходящий при конденсации с глицерином, в присутствии крепкой серной к-ты и окислителей, в А.-хинолин, т.н. ализариновый синий, который в виде бисульфитного соединения имеет значит. применение в печати. При нагревании с цинковой пылью А.-хинолин переходит в β-антрахинолин



Интересно, что ализариновый синий окрашивает бумажное волокно в синий цвет также из куба, являясь, таким образом первым искусственным кубовым красителем. А.-бордо (1, 2, 5, 8-тетраоксиантрахинон) получается с хорошими выходами осторожным окислением А. высокопроцентным олеумом. 10 ч. А. обрабатываются при 40—50°, в течение 3—5 дней, 120 ч. 80%-ного олеума. Сначала выпадают кристаллы эфира серной к-ты, омыляющегося при нагревании с водными щелочами или к-тами. То же самое тетраоксипроизводное образуется и при окислении хинизарина; отсюда вытекают и формулы строения этих красителей:



почему это соединение и носит также название хинализарина. По глиноземной протраве А.-бордо дает сытый бордо, по хрому—сине-фиолетовый оттенок. Он хорошо применим и для крашения животного волокна. Пурпурин технически получается окислением А. перекисью марганца в крепкой серной кислоте или олеуме в виде длинных оранжевых игол, содержащих 1 молекулу воды и плавящихся при 256°. Дает по глиноземной протраве живые красные оттенки, не отличающиеся особой прочностью; поэтому пурпурин непосредственно как краситель не применяется. Очень ценно производное пурпурина—так наз. А.-сине-черный для крашения шерсти, получаемый конденсацией пурпурина с анилином, с последующим сульфированием продукта.

Современное значение А.: более или менее серьезные конкуренты А. начинают появляться на рынке уже с середины 80-х гг. Появление т. н. пара-красного (*n*-нитранилин — β-нафтол) оказало большое влияние в смысле уменьшения спроса на А. Правда, пара-красный не отличается светопрочностью, но светопрочность требуется не во всех случаях; гораздо более серьезным конкурентом А. является т. н. нафтол АС, в комбинации с новыми основаниями, как нитроаминоанизол и т. п. Такие окраски, отличаясь хорошею прочностью и прекрасною способностью к выправлению, в общем все же во многом уступают А., дающему окраски исключительной прочности по отношению к действию света и воздуха. К тому же А. принадлежит к числу дешевых красителей, тогда как новые красители нафтол АС и их компоненты расцениваются на рынке раза в три дороже и, по сложности химического состава, едва ли когда-либо станут дешевым продуктом. Крупным недостатком А. является бесспорно его сложный и дорогой способ окраски, правда, в настоящее время уже сильно упрощенный, но, к сожалению, в ущерб прочности окрасок. Если удастся разработать скорый и дешевый метод прочного ализаринового крашения, то потребление А. сейчас же опять повысится.

Следует иметь в виду, что А. дает не только так называемый адрианопольский красный, но, путем комбинирования как самого ализаринового красителя, так и различных протрав, любой прочный оттенок, от желтого до темнокоричневого и сине-черного. Следует привести отзыв известного специалиста, проф. Цюрихского политехникума Фирц-Давида, указывающего в своем руководстве на значение А., наряду с индиго являющегося самым значительным продуктом химии красок. Уже через год после открытия Грэбе и Либермана, в Англии на ф-ке Перкин и с-вья началась техническая выработка синтетического А., затем в том же году—на 6 германских ф-ках. Число фабрик, вырабатывающих А., быстро возрастает до 18 (12 германск., 2 швейц., 2 англ., 1 франц. и 1 австр.), сократившись к 90-м гг. до 12 (8 в Германии, 1 в Швейцарии, 2 в Англии и 1 в России). В начале текущего столетия число ализариновых фабрик, вследствие заключения ализариновой конвенции, сократилось до 5 (Баден. анил. и сод. ф-ка, Мейстер Люциус и Брюнинг, Ф. Байер и К°, Р. Ведекинд и К° в Германии и Британская ализариновая ф-ка). Остальные ализариновые заводы принуждены были прекратить выработку. К 1910—1911 гг. снова проявляется тенденция к пуску новых ализариновых фабрик—в Германии Грисгейм-Электрон и Магдебургская ф-ка, в Австрии — в Ауссиге. В России А. стал вырабатываться еще в начале 80-х гг., в Лобановке, под Москвой (Биндер и Беме). Завод этот вскоре перешел к фирме Л. Рабенек, в Щелкове, под Москвой. А. прекрасного качества, в количестве около 100 *m* в год (100%-ный А.), вырабатывался этой фирмой в течение 15 лет, вплоть до 1899 г. В 1870 г., ко времени изобретения синтетического метода получения А., выработка его из краппа выражалась приблизительно в цифре 750 *m* (100%-ный А.).

Выработка синтетического А. (100%-ный А).

в 1872 г.	достигала	50 *m*
» 1873 »	»	100 »
» 1874 »	»	130 »
» 1888 »	»	1 820 »
» 1896 »	»	3 000 »
с 1900 »	по 1914 г. достигала до	2 800 »

Цена на А. за 1 *кг* (100%-го).

в 1871 г.	из краппа	80	герм. мар.	
» 1873 »	синтетический	140	»	»
» 1888 »	»	8	»	»
» 1896 »	»	5,50	»	»
с 1900 »	по 1914 г. синт.	4,30 — 5,50	»	»

Довоен. выработка А. составляла в круглых цифрах в Германии 2 000 *m* 100%-го и в Англии 1 000 *m* 100%-го, всего 3 000 *m*. Выработка ализаринового завода Л. Рабенек в Москве равнялась ~ 100 *m* годовых (100%-го). Годовая довоенная потребность России в А. равнялась 410 *m* (100%-го), около $^1/_7$ мирового потребления. В настоящее время А. вырабатывается, кроме Германии, в Англии, Франции, Италии, Чехо-Словакии и в С.-А. С. Ш. Каких-либо точных данных о сравнительных выработках в этих странах А. не имеется. У нас пуск ализаринового завода Анилтреста (на 200 *m* 100%-го о предполагается к весне 1928 г.

Лит.: Георгиевич Г. и Гранмужен Е., Химия красящих веществ, М., 1916; Шапошников В. Г., Общ. технология волокн. и красящих веществ, ВТС, М.—Киев, 1926; Энцикл. сл. Брокгауз-Ефрон, т. 2, Лейпциг—СПБ., 1911; Auerbach, G., Anthracen u. seine Derivate, Braunschweig, 1880; Schultz G., Die Chemie des Steinkohlenteers, Braunschweig, 1926; Gnehm R., Die Anthracenfarbstoffe, Braunschweig, 1897; Meyer V. u. Jacobson P., Lehrbuch d. organisch. Chemie, B. 2, T. 1, Lpz., 1903; Ullmann F., Enzyklopädie d. techn. Chemie, B. 1, Wien, 1914; Fierz-David H., Künstliche organ. Farbstoffe, B., 1926; Würtz A., Dictionnaire d. Chimie pure et appliquée, v. 1, 2 et Supplément 1, P., 1868—1880. **М. Ильинский.**

АЛИЗАРИНОВОЕ МАСЛО применяется в качестве кислой протравы в ситцепечатании и крашении хлопка основными и протравными красителями (см. *Красящие вещества синтетические* и *Крашение*) при холодном и кубовом крашении, а также для обработки окрасок индиго и тиоиндиго и вообще в аппретуре. А. м. применяется также в кожевенном деле как сильный эмульсификатор для образования жировых эмульсий при жировании хрома, а также входит нередко в состав жировых смесей и для краснодубного мягкого товара. А. м. получается действием конц. серной кислоты на касторовое масло, представляющее собою смесь триглицеридов рицинолевой и олеиновой кислот. Серную кислоту приливают к маслу медленно и при хорошем размешивании последнего, следя за тем, чтобы $t°$ не поднималась выше 40°, т. к. при этой $t°$ кислота начинает действовать окисляющим образом, и получается продукт, негодный для крашения. Когда вся кислота прилита, размешивают ее еще некоторое время, дают стоять 30—45 час., а затем промывают 2—3 раза раствором глауберовой или поваренной соли, прибавляя немного соды или едкого натра для нейтрализации избытка кислоты. Полученную массу замешивают с эмпирически установленным количеством 40% NaOH или 25% NH_3, к-рого немного недостаточно для полной нейтрализации, и ставят водой на содержание последней в 50%. Не до конца нейтрализованное щелочью А. м. дает с водой молочный, а при полной нейтрализации—прозрачный раствор. Химизм процесса окончательно выяснился сравнительно недавно. Тририцин омыляется (по Богаевскому) при действии серной кислоты до диглицерида, при чем получается сернокислый эфир, двусернокислый эфир и свободный диглицерид. Далее происходит присоединение элементов серной кислоты по месту двойной связи рицинолевой кислоты, с образованием сернокислого эфира диоксистеариновой кислоты (реакция изучена Грюном и Вольденбергом). Помимо реакций омыления, этерификации и присоединения, имеют место еще и реакции конденсации. Грюн и Веттеркамп нашли, что сернокислый эфир рицинолевой кислоты уже на холоду постепенно конденсируется в дирициновую кислоту, которая при кипячении образует лактид. Что касается второй составной части касторового масла—триолеина, то здесь (по Сабанееву) реакция приводит к образованию сульфированной

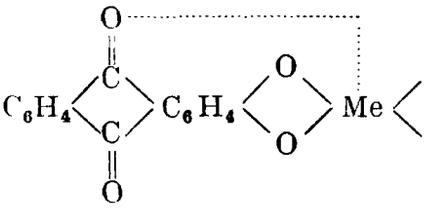
олеиновой к-ты, оксистеариновой сульфокислоты, оксиолеиновой к-ты и сернокислых эфиров последней, что доказано исследованиями Бенедикта и Ульцера. Таким образом А. м. представляет собою смесь следующих продуктов: 1) неизмененного тририцина $[C_{17}H_{32}(OH)CO_2]_3 \cdot C_3H_5$; 2) рициноловой кислоты $C_{17}H_{32}(OH) \cdot CO_2H$; 3) сернокислого эфира последней $C_{17}H_{32}(OSO_3H) \cdot CO_2H$; 4) диоксистеариновой кислоты $C_{17}H_{33}(OH)_2 \cdot CO_2H$ и ее сернокислых эфиров; 5) дирициновой к-ты $C_{17}H_{32}(OH) \cdot CO_2 \cdot C_{17}H_{32} \cdot CO_2H$ и 6) полирициновых кислот, их солей и глицеридов.

Новым шагом в области ализариновых масел является получение продукта конденсации рициноловой кислоты с формальдегидом, при чем образуются соединения типа $R \cdot O \cdot CH_2 \cdot O \cdot R$; этот продукт известен в продаже под названием ализароля D и дает хорошие результаты при печатании по немаслованному товару. Продукты, замещающие А. м., получаются при действии серной кислоты на оливковое, кокосовое, хлопчатниковое и другие масла. Эти продукты находят ограниченное применение в крашении и употребляются гл. обр. в качестве эмульгирующих текстильных масел и мыл.

Лит.: «Журн. Р. Ф.-Х. О.», стр. 515, 1912; Чилик ин М., «Изв. Об-ва для содействия улучш. и разв. мануф. пром.», стр. 145, М., 1909; Hefter G., Technologie d. Fette u. Öle, B. 3, p. 449—512, B., 1910; Erban F., Die Anwendung v. Fettstoffen in d. Textilindustrie, Halle, 1911; Ullmann Fritz, Enzyklopädie d. techn. Chemie, Wien, 1914 и след.; «Chem. Ztrlbl.», 1909, B. 2, p. 1122; «Farben Ztg.», 1903, *293*, *309*, *423*, 1904, *21*, *38*, 1891/92, *275*, 1890/91, *337*. **В. Вихансний.**

АЛИЗАРИНОВЫЕ КРАСИТЕЛИ, в тесном смысле слова — поли-окси-антрахиноны (см. *Красящие вещества синтетические* и *Ализарин*). Напр.: ализарин, флаво- и антрапурпурины, антрагаллол, ализарин-бордо, ализариновый синий и другие, относящиеся к протравным красителям, а также сульфированные окси- и амидооксипроизводные антрахинона, являющиеся кислотными или хромировочными красителями; например: ализарин-сафироль, ализарин-иризоль, ализарин-виридин, кислотный ализариновый зеленый и др. Однако название А. к. присваивается и нек-рым красителям других групп, напр. азокрасителям, к-рые по прочности и способу применения сходны с ализаринами. Сюда относятся: ализариновые желтые 2G и R (азокрасители из *м*- или соответственно *п*-нитранилина с салициловой кислотой), ализариновый фиолетовый (галлеин), принадлежащий к фталеинам, и др.

АЛИЗАРИНОВЫЙ ЛАК, соединение ализарина (или его аналогов) с алюминием с участием или без участия других протрав как металлических (Ca, Sn), так и жирных (ализариновое масло), получаемое либо на волокнах (см. *Крашение пунцовое*), либо в виде порошка для применения в качестве живописной краски (см. *Крапплак*). Технические продукты представляют, вероятно, сложные смеси соединений различного состава. Простейшие же лаки ализарина с алюминием и другими металлами рассматриваются как внутренние комплексные соли типа:



Все А. л. отличаются большой прочностью как к свету и атмосферным влияниям, так и к обыденным химическим реагентам (мылу, пыли и т. п.).

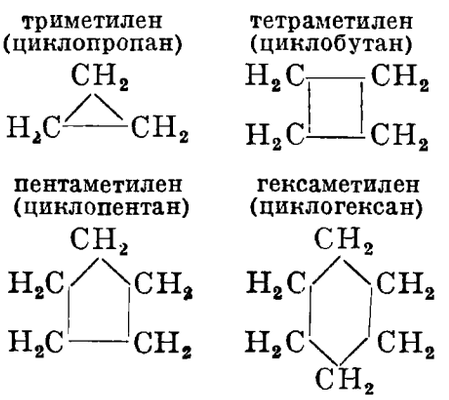
Лит.: Fierz-David H., Künstliche organ. Farbstoffe, B., 1926; Georgievicz G., Handbuch d. Farbenchemie, Wien, 1923; Coffigner Ch., Manuel du peintre, 1—Couleurs et vernis, P., 1922; Morgan a. Smith, «Journ. of the Soc. of Dyers and Colourists», t. 41, p. 233, Bradford, 1925.

АЛИНЕАТОР, алинеометр, применяемый в геодезии инструмент, снабженный сильной зрительной трубой (увеличение 40—50); употребляется для вешения длинных линий на местности.

АЛИФАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, см. *Жирные соединения*.

АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, органические соединения, характеризующиеся циклическим строением молекулы с цепями, образованными из углеродных атомов. Однако к А. с. не относятся т. н. *ароматические соединения* (см.), содержащие циклические ядра, образованные также из одних лишь углеродных атомов, но характеризующиеся особым расположением химич. связей. От А. с. следует отличать гетероциклические соединения, у которых в построении циклического ядра могут кроме углерода участвовать и другие элементы. Различают А. с. насыщенные и ненасыщенные.

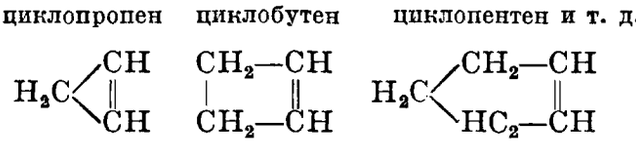
Первые называются нафтенами или циклопарафинами и имеют общую ф-лу: C_nH_{2n}. Их строение м. б. представлено из метиленовых групп, замкнутых в кольца, поэтому их называют также полиметиленовыми углеводородами. Простейшими из них являются:



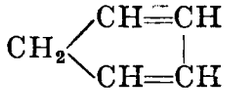
Гексаметилен (циклогексан), а также его гомологи, вследствие их близкого отношения к ароматическим углеводородам (они получаются «гидрогенизацией» бензола и его производных), называются гидроароматическими углеводородами.

Ненасыщенные А. с. характеризуются двойными и тройными связями в молекулах, при чем тройная связь встречается только в боковой цепи (А. с. с тройной связью в цикле неизвестны). Для высших гомологов возможны изомеры, содержащие этиленовую связь и в боковой цепи. А. с.

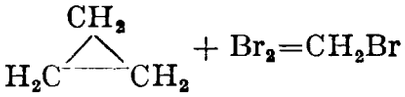
с одной двойной связью общей ф-лы C_nH_{2n-2}. следующие:



При наличии двух двойных связей получаются ненасыщенные А. с. общей формулы C_nH_{2n-4}, напр. циклопентадиен и др.

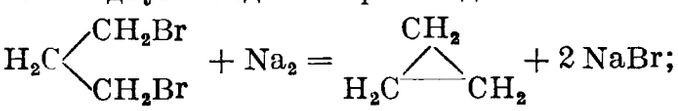


По своим химическим свойствам низшие 3- и 4-членные циклопарафины занимают промежуточное положение между олефинами (этиленовыми углеводородами) и парафинами (предельными углеводородами жирного ряда); так, они подобно олефинам легко присоединяют галоид, при чем происходит «размыкание» кольца:

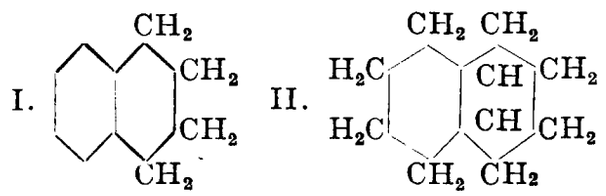


Начиная с пентаметилена, циклопарафины по химическим свойствам вполне сходны с парафинами (см. *Жирные соединения*). Ненасыщенные А. с. по хим. свойствам вполне сходны с ненасыщенными соединениями жирного ряда.

А. с. получаются: 1) действием металлов на их двугалоидные производные:



2) гидрогенизацией ароматических соединений газообразным водородом при высокой $t°$ в присутствии мелко раздробленных металлов, особенно никеля (по Сабатье), и на холоду в присутствии Pt и Pd (Paal). Т. о. из бензола (C_6H_6) получается циклогексан (C_6H_{12}), из нафталина — технически ценные тетралин (I) и декалин (II):



В природе А. с. очень распространены: циклопарафины находятся главным образом в бакинской нефти, почему и называются нафтенами; кислородные производные А. с. (альдегиды, кетоны, к-ты) встречаются в эфирных маслах многих растений (ментол, камфора), образуя большую часть так наз. терпенов. Из алициклических спиртов наиболее интересен — инозит, встречающийся в виде сложных соединений в печени, в мозговом веществе и в растениях (фитин—кальциевая соль инозитофосфорной к-ты); из алициклических оксикислот большой интерес представляет хинная кислота, которая м. б. выделена из коры хинного дерева, из кофейных бобов, из сахарной свекловицы и других растений. А. с., гл. обр. ненасыщенные, получены также при сухой перегонке каменного угля, например, циклопентадиен и др., но эти процессы до сих пор еще мало исследованы.

АЛКАЛИМЕТРИЯ, метод объемного анализа для определения щелочи в растворе путем нейтрализации кислотой. См. *Анализ химический.*

АЛКАЛОИДЫ («подобные щелочам», от арабск. alkali—щелочь), вещества растительного, а отчасти и животного происхождения, содержащие азот и обладающие щелочными или основными свойствами. Открытие А. в растениях (в нач. 19 в.) имело большое значение в истории химии, т. к. в то время считали, что растительные вещества существенно отличаются от животных веществ, между прочим, и тем, что они не содержат азота. Первыми были открыты А. опия, сначала в виде смеси кристаллич. веществ (1803 г.), а затем был выделен и чистый морфин (1804 г.); вскоре после этого было установлено, что морфин, или морфий, обладает свойствами оснований, и была отмечена аналогия его соединений с соединениями аммиака. В 20-х годах прошлого века были открыты наркотин и два главных А. челибухи, или рвотного ореха,—стрихнин и бруцин, А. коры хинного дерева — хинин и цинхонин, кофеин и мн. др.

Химическая природа А. Понятие об А. как о классе хим. веществ сильно изменилось с течением времени и теперь еще не является вполне определенным. По отношению к растительным А., уже вскоре после их открытия, Либих предположил их химич. сходство с аммиаком, и все последующие исследования вполне подтвердили, что А. относятся к органич. производным аммиака, в громадном большинстве случаев—к классу аминов, а в более редких случаях — к амидам. Строение молекулы большинства А. долгое время оставалось неизвестным, и принадлежность веществ к А. определялась их растительным происхождением, содержанием азота, щелочными свойствами, значительной степенью сложности и, кроме того, целым рядом качественных реакций, к-рые и получили название «алкалоидных реакций». Эти реакции применяются и в настоящее время для открытия А. в растительных и животных препаратах.

К таким реакциям относится способность давать в водных растворах нерастворимые осадки с «алкалоидными реактивами», как, например, соединением иодистого калия с иодной ртутью (реактив Майера), соединением иодистого калия с иодистым висмутом (Драгендорф), соединением иодистого калия с иодистым кадмием (Марме), с фосфорновольфрамовой к-той (Шейблер), с кремневольфрамовой к-той (Бертран), с фосфорномолибденовой к-той (Зонненштейн), таннином и др. Из этих осадков А. могут быть выделены гл. обр. обработкой едкими щелочами. Многие алкалоидные реактивы дают осадки также и с белковыми веществами, почему при испытании на А. белки д. б. предварительно удалены. Кроме того, А. осаждаются и многими реактивами, дающими обыкновенно осадки и с простейшими аминами. Из таких реактивов часто применяются галоидные соли тяжелых металлов и чаще всего хлорная ртуть, хлорное золото, хлорная платина, хлорный цинк, иодистый кадмий. Из полученных осадков двойных солей, после обработки сероводородом, м. б. получены А. в виде хлористоводородных солей. Часто применяется также пикриновая к-та и, в последнее время, пикролоновая к-та (реактив Кнорра), а также двухромовокислый калий и железистосинеродистый калий (желтая соль). Из последних осадков А. могут быть выделены щелочами. Для

того, чтобы азотистое вещество причислить к А., нельзя довольствоваться одной «алкалоидной реакцией», но необходимо, чтобы оно давало ряд их. Для открытия отдельных А. имеется целый ряд цветных реакций, а также хорошо разработан ряд микрохим. реакций для открытия большинства наиболее известных А.

Позднее, когда строение молекулы многих А. сделалось известным и начались синтетические работы в этой области (в 80-х годах прошлого века), возник вопрос о необходимости дать классу А. точное хим. определение, по принципам рациональной систематики органич. веществ. В 1880 г. выдающийся исследователь, химик Кенигс, предложил относить к А. растительные основания, являющиеся производными пиридина. Это определение в течение нек-рого времени было общепринятым, т. к. строение молекул многих А. подходило под него, хотя оно исключало из класса А. такие типичные вещества, как кофеин, теобромин, пилокарпин и мн. др. Позднее для ряда А. была установлена принадлежность к другим классам азотистых *гетероциклических соединений* (см.), кроме класса пиридина, особенно к классам производных пиррола, индола, имидазола или глиоксалина, пиримидина и др. Кроме того, оказалось, что и ряд веществ животного происхождения по реакциям очень близок к растительным А. Поэтому под названием А. стали объединять все вещества как растительного, так и животного происхождения, относящиеся к ряду гетероциклических азотистых соединений. Наконец, в самое последнее время химики пришли к заключению, что и ряд природных оснований жирного и ароматического ряда не отличается ни по способности давать алкалоидные реакции, ни по иным свойствам от типических А. Поэтому в настоящий момент большинство химиков относит к А. все азотистые основания органич. происхождения, за исключением белковых веществ и непосредственных продуктов их гидролитического расщепления (мочевина, аминокислоты, полипептиды). Для А. более простого состава было предложено название протоалкалоидов. Новейшее определение А. еще далеко не является общепринятым; в сочинениях об А. часто исключаются протоалкалоиды, а иногда не включаются не только А. жирного и ароматического рядов, но и нек-рые А., относящиеся к разным группам гетероциклических соединений, в том числе А. группы пурина. Очень часто также исключаются А. животного происхождения. В основу дальнейшего изложения положено новейшее широкое определение класса А.

Нахождение А. Наибольшее количество А.—растительного происхождения. Особенно богаты ими некоторые семейства двудольных, как, напр., Apocynaceae, Papaveraceae, Papilionaceae, Ranunculaceae, Rubiaceae, Solanaceae и нек-рые роды семейства Compositae. Из однодольных растений А. найдены только в семействе Liliaceae; очень редко находятся А. в голосемянных растениях (эфедрин) и лишь в виде исключения—в тайнобрачных (мускарин и др.). Совершенно не найдены А. в больших семействах двудольных Labiatae, Rosaceae и однодольных Orchideae. А. могут находиться во всевозможных частях растений. Повидимому, они образуются преимущественно в местах наиболее сильного роста, но затем переносятся и откладываются в других частях растения. Чаще всего они находятся в листьях, плодах и семенах, довольно часто в цветах и корнях, у древесных растений также в коре. Большей частью А. содержатся не в свободном виде, но в виде солей органич., реже — минеральных кислот. Особенно часто встречаются соли к-т щавелевой, яблочной, янтарной, лимонной, а также дубильных кислот. Нек-рым растениям свойственны специфические для них кислоты: хинная, меконовая (опий), аконитовая, вератровая, хелидоновая. Редко в растениях находится только один А.; обыкновенно же в них содержится группа А., почти всегда находящихся в тесном хим. родстве, с преобладанием одного или нескольких из них. Происхождение А. в растениях и значение их для жизни мало выяснены. Весьма вероятно, что это—продукты изменения некоторых составных частей белков (аминокислот), являющихся лишним материалом при построении необходимых для растения веществ. Нек-рые А. группы пурина (ксантин, гипоксантин, аденин) являются важными составными частями клеточных ядер животных и растительных организмов. А. надпочечных желез, адреналин, является гормоном, т. е. регулятором физиологических процессов.

Получение А. С целью выделения А. и получения их в чистом виде из растительного или животного материала (где они содержатся в количествах, редко превышающих 2%, а иногда лишь в сотых долях % и даже менее), в лабораториях и в технике этот материал в измельченном виде подвергают экстракции водой или спиртом, иногда с к-той, при чем в раствор переходят соли А., или же по прибавлении щелочи (аммиака, соды, извести и пр.), при чем в раствор переходят свободные А., экстрагируют их бензолом, эфиром, бензином и т. п. растворителями. После испарения или отгонки растворителей нечистые продукты экстракции, содержащие А., подвергаются специальным методам разделения и очистки. Летучие А. иногда отгоняют с водяным паром после прибавления щелочи.

Физические свойства. Среди А. имеются и простейшие газообразные вещества (метиламин, триметиламин) и жидкие (кониин, ареколин, никотин, пирролидин, гигрин, спартеин), бо́льшая же часть их является кристаллическими веществами. Лишь немногие, преимущественно простейшие, хорошо растворимы в воде, большая часть растворима в спирте, часто—в эфире, бензоле и других органич. растворителях. Почти всегда в воде хорошо растворимы соли обыкновенных минеральных кислот. Растворы часто горького вкуса; жидкие А. имеют б. ч. жгучий вкус. Лишь немногие А. окрашены (нирберберин—в желтый, сангвинорин—в красный цвет). Многие сложные А. вращают плоскость поляризации. Из невращающих лишь немногие (атропин, лауданин и др.) содержат асимметрический атом углерода и являются рацемическими

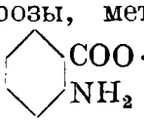
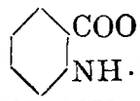
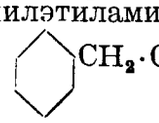
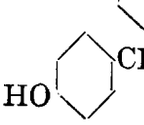
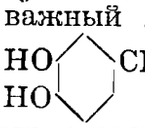
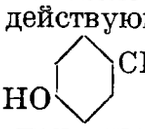
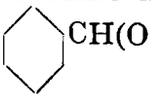
соединениями. Быть может, они не природные А., а продукты рацемизации при процессах их добывания и очистки.

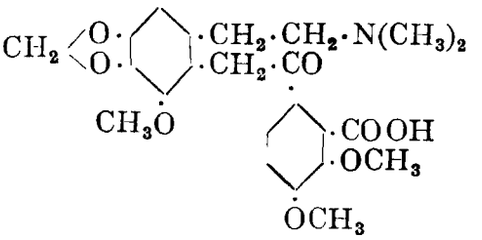
Химические свойства. Алкалоиды редко состоят только из углерода, водорода и азота (кониин, никотин, спартеин и многие протоалкалоиды). Большая часть содержит и кислород, а в редких случаях и серу. В большинстве случаев А. имеют щелочную реакцию, редкие нейтральны (бетаины, папаверин, кофеин, пиперин и др.). Нек-рые, как кокаин, морфин, пилокарпин, кофеин и пр., растворяется в едких щелочах. Бо́льшая часть А. является третичными аминами, при чем очень часто при атоме азота находится метильная группа; очень редки первичные амины (кроме простейших: путресцин, тирамин, аденин), несколько чаще вторичные амины (пирролидин, кониин, эфедрин и др.). Очень редки среди А. амиды к-т (пиперин). Своеобразная группа А.—бетаины (бетаин, стахгидрин и др.), т. е. внутренние соли четвертичных аммониевых оснований,—весьма распространена в растительном мире. Из кислородных групп сравнительно редко в А. содержится альдегидная группа (пельтьерин), чаще—кетонная группа (гигрин, нарцеин и др.); карбоксильная группа редко находится в свободном состоянии (арекаидин, нарцеин), гораздо чаще—в виде сложных эфиров, особенно часто метиловых, а также в виде лактонов (пилокарпин, гидрастин, наркотин) и бетаинов. Но особенно часто встречается в А. гидроксильная группа как алкогольная, так и фенольная (например в морфине). Простые эфиры почти всегда содержатся в виде метоксильной группы ($CH_3 \cdot O$); сравнительно часто встречаются метиленовые эфиры с группой $CH_2\langle{}^{O-}_{O-}$.

По принципам научной классификации органич. веществ класс А. можно разделить на следующие группы:

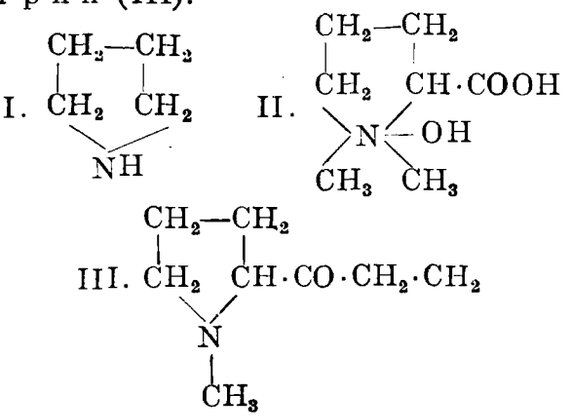
I. Группа А. жирного ряда. Важнейшие представители их: метиламин $CH_3 \cdot NH_2$ в растениях Mercurialis, Calamus и других; триметиламин $(CH_3)_3N$ в Chenopodium vulvaria, Arnica montana, в мухоморе и др.; изоамиламин $(CH_3)_2{:}CH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$ в табаке и в каменном грибе; путресцин $NH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$ в каменном орехе, дурмане, спорынье; тетраметилпутресцин в Hyoscyamus muticus; гуанидин $C{\cdot}NH{:}(NH_2)_2$ в свекловице, бобах и пр. Особенно важными в этой группе являются родственные друг другу четвертичные аммониевые основания: холин $CH_2OH \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3 \cdot OH$, чрезвычайно распространенный в животных и растениях; бетаин $(CH_3)_3 : N \cdot CH_2 \cdot COOH$,

очень распространенный в растительном мире, а также в экстракте от крабов и некоторых слизняков, и мускарин $C_5H_{15}NO_3$—ядовитое вещество мухомора и других ядовитых грибов, находящееся также в индийской конопле. Сюда же относятся А. семян горчицы синапин $C_{16}H_{25}NO_6$ и содержащий серу синальбин $C_{30}H_{42}N_2S_2O_{15}$.

II. Группа ароматических аминов. Сюда относятся душистые амины померанцев и туберозы, метиловые эфиры антраниловой к-ты  и метилантраниловой к-ты  , но в особенности важны кровоостанавливающие А. группы фенилэтиламина: сам фенилэтиламин  и тирамин  в спорынье и наиболее важный А. этой группы адреналин  из надпочечных желез животных; сюда же относится действующее начало солода гордении  , применяемый при кишечных заболеваниях, и эфедрин  из Ephedra vulgaris (Кузьмичева трава); из А. опия—нарцеин

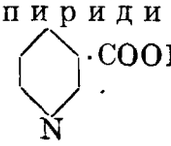
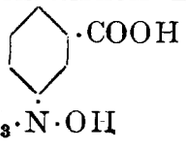


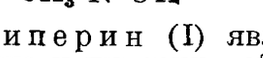
III. Группа пиррола. Кроме протоалкалоида пирролидина (I) (табак, опий), весьма распространен в растениях бетаин стахгидрин (II). Сюда же относится жидкий алкалоид листьев кока—гигрин (III).



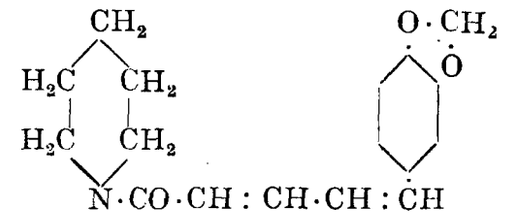
IV. Группа индола, куда относятся ядовитые А. челибухи, или рвотного ореха (Nux vomica)—стрихнин $C_{21}H_{22}N_2O_2$ и бруцин $C_{23}H_{26}N_2O_4$. Строение этих А. мало известно. Стрихнин применяется в медицине в виде солей, напр. азотнокислый стрихнин—средство, стимулир. деятельность нервов и мышц. Бруцин является реактивом на азотную к-ту. К этой же группе относится суживающий

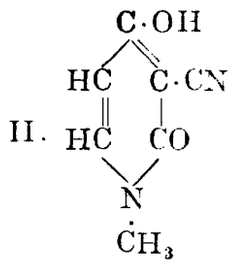
зрачок алкалоид калабарских бобов физостигмин, или эзерин, $C_{15}H_{21}N_3O_2$.

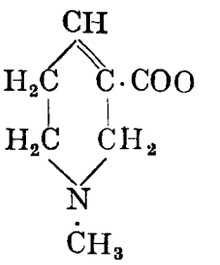
V. Группа пиридина: никотиновая к-та  в рисовых отрубях и ее производное — весьма распространенный в растительном царстве тригонеллин  ;

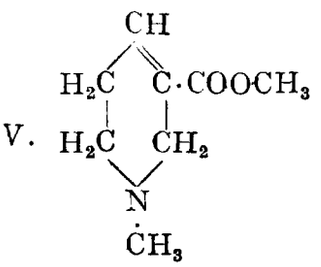


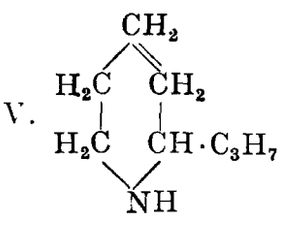
А. перца — пиперин (I) является амидом пиперидина и пипериновой к-ты; А. семян клещевины—рицинин (II); А. ореха бетель (Areca catechu)—арекаидин (III) и ареколин (IV). К этой же группе относится кониин, или d-пропилпиперидин (V), действующее начало болиголова,

I. 

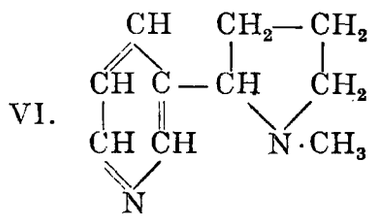
II. 

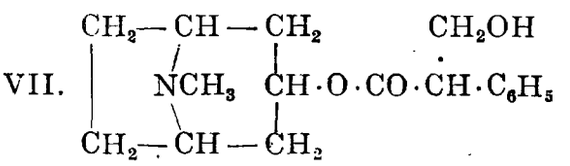
III. 

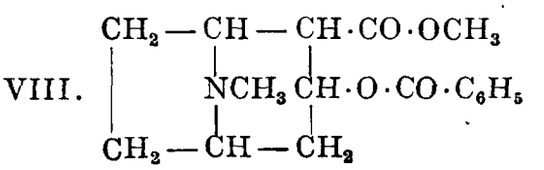
IV. 

V. 

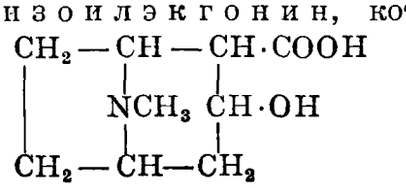
с группой сопутствующих А. (конициеины $C_8H_{15}N$, конгидрины $C_{18}H_{17}NO$ и пр.). Одновременно пиридиновое и пирролидиновое кольца содержат А. табака: никотин (VI) $C_{10}H_{14}N_2$ (сильный сердечный яд) и его спутники—никотеин и никотеллин. Более сложные комбинации пиридинового и пиррольного колец содержат: А. дурмана, белены, белладоны и мандрагоры и др., стереоизомеры — l-гиосциамин и его рацемическое соединение—атропин (VII). Этот А. является сильным

VI. 

VII. 

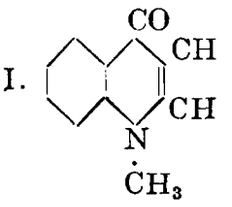
VIII. 

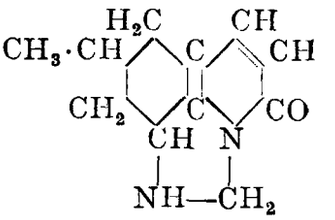
ядом и применяется в медицине, обыкновенно в виде сернокислого атропина. Он действует на центральную нервную систему, понижает действие слюнных и других желез и обладает способностью расширять зрачок. Спутник гиосциамина и атропина и родственнный им скополамин $C_{17}H_{21}NO_4$ также находят применение в медицине, в виде бромистоводородной соли. А. листьев кока — кокаин (VIII) находит применение в медицине как местное анестезирующее средство. Спутниками его являются α- и β-труксиллины, циннамилкокаин и их производные: экгонин (IX) и бензоилэкгонин, которые

IX. 

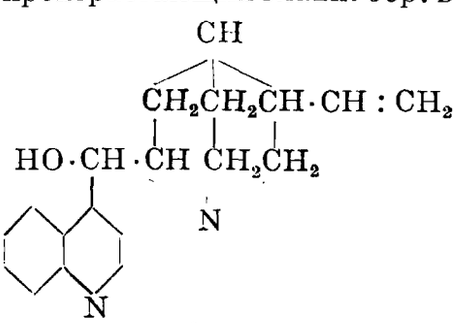
находятся и в самых листьях кока, вероятно, как продукты превращения кокаина; из экгонина синтетически получают кокаин.

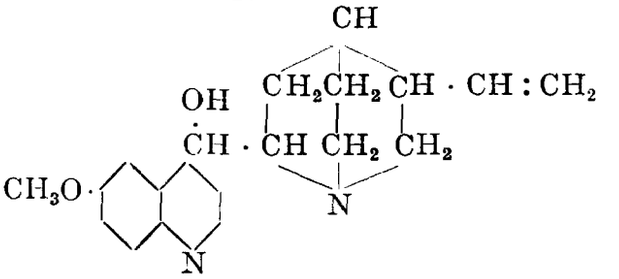
VI. Группа хинолина. К простейшим соединениям этой группы относится большое количество А., строение которых было установлено недавно, частью открытых в последние годы. Сюда, напр., относятся эхинопсин (I) или метоксихинолин и цитизин (II).

I. 

II. 

Но особенно важными являются А. хинной корки — цинхонин (III) $C_{19}H_{22}N_2O$ и хинин (IV) $C_{20}H_{24}N_2O_2$. Хинная корка получается из произрастающих главн. обр. в

III. 

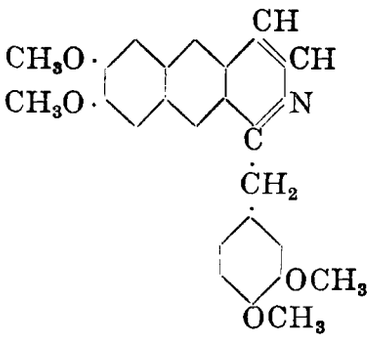
IV. 

Боливии и Перу разных видов древесной породы Cinchona. В ней содержится до 3% хинина и до 2½% цинхонина; кроме того, в ней находятся стереоизомерные

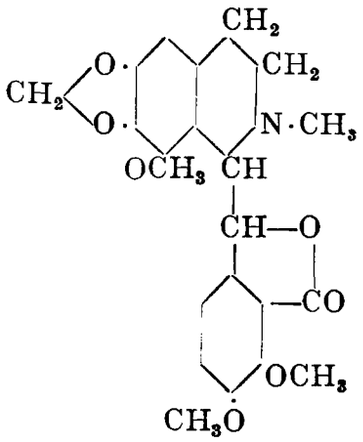
хинину—хинидин (конхинин) и цинхонину — цинхонидин; помимо того, в ней находится изомерный хинину хиницин (хинотоксин), а также содержащие на 2 атома водорода больше—гидрохинин и гидроцинхонин (цинхотин), строение которых отличается от главных А. хинной корки тем, что вместо группы $CH{:}CH_2$ (винил) в них содержится группа $CH_2{\cdot}CH_3$ (этил). Купреин отличается от хинина тем, что вместо метоксильной группы (CH_3O) в нем находится фенольный гидроксил (HO). В молекулах всех А. хинной корки содержится, кроме ядра хинолина, также «хинуклидиновое ядро», являющееся сочетанием двух пиридиновых колец. Хинин применяется в медицине в виде солей, отличающихся чрезвычайно горьким вкусом, как жаропонижающее средство и особенно как специфическое средство против малярии. Для той же цели применяются и некоторые простейшие продукты превращения хинина, напр. эйхинин, получающийся действием на хинин хлоругольного эфира. Из гидрохинина рядом превращений получают эйкупин, или изоамилгидрокупреин, и вуцин, или изооктилгидрокупреин; первый является прекрасным дезинфицирующим для ран, второй — местным анестезирующим, действующим сильнее кокаина.

VII. Группа изохинолина, весьма многочисленная, содержит важные практически А. Сюда относятся многие А. опия, как папаверин (I) и наркотин (II), строение которых вполне известно.

I.

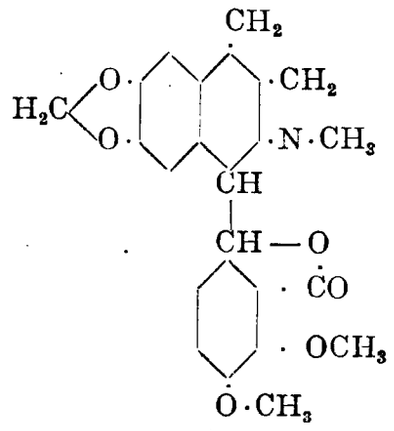


II.

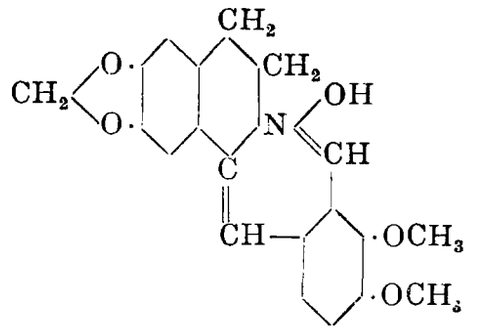


Очень близки к последнему А. желтокорняка (Hydrastis canadensis) гидрастин (III) и А. хохлатки (Corydalis cava) коридалин $C_{22}H_{27}NO_4$ и корибульбин $C_{21}H_{25}NO_4$. Весьма распространен в растениях желтый А. берберин, найденный впервые в барбарисе (IV).

III.



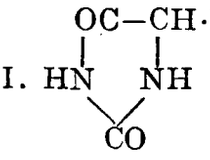
IV.



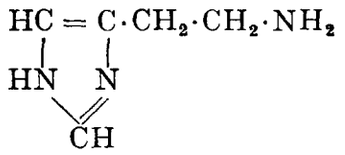
Окислением наркотина и гидрастина получают котарнин и гидрастинин, применяемые в виде хлористых солей как кровоостанавливающее средство (хлоркотарнин называют стиптицином). Не вполне установлено строение молекул следующих А. этой группы, являющихся важнейшими А. опия: морфина $C_{17}H_{19}NO_3$, кодеина $C_{18}H_{21}NO_3$ и тебаина $C_{19}H_{21}NO_3$, находящихся в близком отношении к ароматическому углеводороду фенантрену. Морфин содержит одну алкогольную и одну фенольную гидроксильную группу, почему он растворяется в едких щелочах; кодеин является метиловым эфиром морфина, нерастворимым в щелочах; тебаин содержит две метоксильных группы вместо двух гидроксилов морфина и, кроме того, содержит этиленовую связь. Кодеин приготовляется также и искусственно из морфина метилированием. В медицине применяются также приготовляемые из морфина этилморфин, или дионин, и диацетилморфин, или героин. При нагревании морфина с соляной к-той последний теряет молекулу воды и превращается в апоморфин, применяемый в медицине как рвотное и отхаркивающее средство. В медицине применяется также смесь А. опия в виде хлористоводородных солей, под названием пантопон.

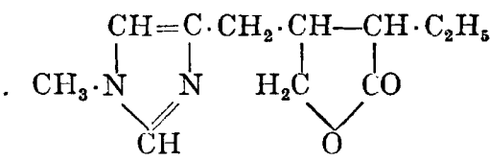
VIII. Группа имидазола. Весьма распространен как в растительном, так и в животном царстве аллантоин (I);

I.

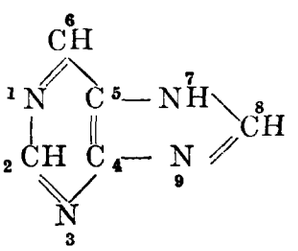


в спорынье находятся кровоостанавливающий гистамин (имидазолилэтиламин) (II) и эрготионин $C_9H_{17}N_3O_3S$; в медицине применяется вызывающий сильное выделение слюны и пота пилокарпин (из Folia jaborandi), для которого весьма вероятна структурная формула (III)

II. 

III. 

IX. Группа пурина, обладающего сочетанием колец имидазола и пиримидина (I). Весьма распространены и в растениях и в животных входящие в состав нуклеиновых веществ клеточных ядер ксантин (2,6-диоксипурин) $C_5H_4N_4O_2$, гипоксантин (6-оксипурин) $C_5H_4N_4O$

I. 

и аденин (6-аминопурин) $C_5H_5N_5$. Практически очень важны А. чая, кофе и какао — теобромин (3,7-диметилксантин) $C_7H_8N_4O_2$, теофиллин (1,3-диметилксантин) $C_7H_8N_4O_2$ и особенно кофеин (1,3,7-триметилксантин) $C_8H_{10}N_4O_2$. Последний применяется в медицине как средство, поддерживающее сердечную деятельность, и добывается из чайных отбросов и кофейных бобов, а частью готовится синтетически из мочевой к-ты. Теофиллин и теобромин, применяемые в качестве мочегонных, в технике приготовляются синтетически, а теобромин извлекается также из отбросов какао. К этой же группе А. можно отнести и мочевую кислоту (2,6,8-триоксипурин), являющуюся одним из важнейших конечных продуктов обмена азотистых веществ в животных организмах и приготовляемую в технике из гуано.

X. Группа А. неизвестного строения. Таковы: аконитин $C_{24}H_{47}NO_{11}$ — из аконита (Aconitum napellus); вератрин $C_{32}H_{49}NO_9$ — из семян сабадиллы; иохимбин $C_{22}H_{30}N_2O_4$ — из Corynanthe johymbe, возбуждающий половые органы; соланины — из картофеля и других пасленовых; эметин $C_{30}H_{44}N_2O_4$ — из корня ипекакуаны, действующий как рвотное и кровоостанавливающее; эрготоксин $C_{35}H_{41}N_5O_6$ и эрготамин $C_{33}H_{35}N_5O_5$ — главные действующие вещества физиологических свойств спорыньи; курарин — действующее начало кураре.

Синтез А. Синтетические работы в области А. начались уже давно. Вначале удалось произвести лишь т. н. «частичный синтез», т. е. получение А. из менее сложных продуктов распада их молекул, иногда получаемых искусственно из родственных малоценных А. Таковы синтезы пиперина и пиперидина из пипериновой к-ты, атропина из тропина и троповой к-ты и ряд др. Нек-рые синтезы этого рода приобрели практическое значение; таков, напр., синтез кокаина из побочных А. листьев кока, которые при омылении дают экгонин, являющийся продуктом омыления и самого кокаина. Из экгонина этерификацией метиловым спиртом получают метиловый эфир экгонина, а из последнего действием бензойного ангидрида или хлористого бензоила получают и самый кокаин. Чтобы произвести «полный синтез» А. необходимо искусственно получить из элементов продукты распада их молекул, из к-рых производится «частичный синтез». Первым синтезом сложного природного А. был синтез кониина (Ладенбург, 1886 г.). Позднее был произведен лабораторный синтез многих А. Таковы знаменитые синтезы никотина (А. Пикте, 1900 г.), кофеина, теобромина и теофиллина (Э. Фишер, 1899 г.), атропина (1903 г.) и кокаина (1923 г.), произведенные Вильштеттером. Из сложных А. синтезированы также папаверин и ряд более редких А. опия, гидрастин и нек-рые др. Близок к окончанию и синтез цинхонина и хинина, для которых произведены «частичные синтезы». Техническое получение А. путем полного синтеза во многих случаях представило значительные затруднения. Этим путем получаются кофеин, теобромин, теофиллин; адреналин готовят технически из пирокатехина, хлоруксусной кислоты и метиламина; синтетически получаются также гидрастинин и ареколин. Многие вещества, полученные синтетическим путем из А., находят применение в медицине, иногда очень важное.

Производство алкалоидов. Некоторые А. получаются в технике из природных материалов в чистом виде или в виде солей, а отчасти применяются как исходные материалы для синтезов близких к ним веществ, т. н. «производных» А. Производство А., небольшое по абсолютному количеству добываемых веществ, является довольно значительным по их стоимости. Германия, занимавшая в довоенное время в производстве А. исключительное положение, в 1910 г. ввезла 37 000 *кг* А. на сумму ок. 2 800 000 р., а вывезла 80 000 *кг* А., на сумму ок. 6 000 000 р. По количеству А., добываемых из растительного сырья, первое место занимают А. хинной коры и А. чая, кофе и какао, затем А. опия, А. кока, А. пасленовых, А. рвотного ореха и пр.

А. хинной коры. Применяемая для фабрикации А. кора древесных растений родов Cinchona и Remija (сем. Rubiaceae) привозится из Ю. Америки (Перу, Чили), где хинные деревья растут в диком состоянии, а также из Индии и с южных о-вов Азии, особенно с о-ва Явы, плантации к-рой в последние годы сделались мировым источником хинной коры. «Фабричная кора» должна содержать не менее 2% хинина, иногда же содержит более 10%. Для добывания А. сухая кора, растертая в мелкий порошок, смешивается с гашеной известью и водой и экстрагируется, при перемешивании, парафиновым маслом. Из отстоявшегося и отделенного углеводородного раствора А. извлекаются разведенной серной к-той. После нейтрализации избытка к-ты щелочью выпадает сырая сернокислая соль

хинина, к-рую сразу очищают кристаллизацией из горячей воды, или же предварительно превращают в кислую соль прибавлением серной к-ты; последнюю кристаллизуют из воды и снова прибавлением соды превращают в среднюю соль. Из солей аммиаком осаждается основание, из которого готовят другие соли хинина. В медицине применяют, кроме сернокислых солей, также хлористоводородные (среднюю и кислую), бромистоводородные, соль валериановой кислоты и соединение с таннином (дубильнокислая соль). Из маточных растворов сернокислого хинина прибавлением сегнетовой соли осаждают виннокислую соль цинхонидина, а затем прибавлением иодистого калия осаждают иодистоводородную соль хинидина (конхинин). Из маточных растворов известковым молоком или едким натром осаждают смесь других А., из к-рых главным является цинхонин, экстрагируемый горячим спиртом. Очищенная животным углем в виде хлористоводородных солей и осажденная затем аммиаком смесь А. из маточных растворов находит применение в медицине под названием хиноидина. Из особых сортов хинной коры выделяют и другие побочные А., напр. купреин, гидрохинин и др. Из производных хинина находит применение не имеющий горького вкуса эйхинин (продукт действия на хинин хлоругольного эфира), а также получаемые из купреина оптохин (этилгидрокупреин), эйкупин и вуцин.

А. чая, кофе и какао. Важнейший из этих А. кофеин добывается из чайных отбросов (чайная пыль и пр.) экстракцией водой с прибавлением гашеной извести или магнезии, упариванием растворов в вакууме и дальнейшей очисткой путем кристаллизации из воды или бензола. В чае содержится до 5% кофеина. Также можно получить кофеин из т. н. парагвайского чая, или мате (в среднем 2% кофеина). Нек-рое количество кофеина получают также экстракцией при помощи бензола или другими органич. растворителями из предварительно распаренных кофейных зерен (1,2% кофеина). Остающиеся зерна с малым содержанием кофеина применяют для приготовления «безвредного» кофе. В настоящее время очень большое количество кофеина приготовляют синтетически по способу немецкой фирмы Беринге р, при чем исходным материалом является *мочевая кислота* (см.), добываемая из *гуано* (см.). Теобромин получается из отбросов бобов какао (в бобах — до 1,6%, в шелухе—0,2%) экстракцией 80%-ным спиртом после удаления масла и прибавления извести. Однако бо́льшая часть теобромина приготовляется теперь синтетически по способу Траубе, для которого начальными продуктами являются цианууксусная к-та и метилмочевина. Теобромин может служить исходным продуктом для получения кофеина при дороговизне обычного сырья для последнего, как, например, во время прошлой войны и отчасти после нее. Почти исключительно синтетически, из цианууксусной кислоты и диметилмочевины, приготовляется находящийся в какао и чае в ничтожном количестве А. теофелин.

А. опия. Для добывания А. опия применяют опий турецкий, персидский, индийский и китайский, а в СССР — туркестанский. Извлекают, кроме важнейшего А., морфина, также кодеин, наркотин, папаверин, тебаин и иногда нарцеин.. На заводах применяются не только богатые морфином сорта опия (10% и более), но и бедные. Измельченный в порошок или (если он имеет густую консистенцию) разболтанный в воде опий экстрагируется повторно холодной или теплой водой. Экстрагируются все А., за исключением большей части наркотина. По старому, но и теперь часто применяемому, лишь с небольшими изменениями, способу Грегори к экстракту прибавляют хлористого кальция, отфильтровывают нерастворимые кальциевые соли меконовой, молочной и серной к-т вместе со значительной частью смол и фильтрат сгущают в вакууме. После охлаждения при стоянии выпадает смесь хлористоводородных солей морфина и кодеина (соль Грегори), из к-рой при перекристаллизации получается чистая соль морфия, а из маточных растворов последней, по прибавлении аммиака и отфильтровании остатков морфия, экстрагируют бензолом кодеин, перекристаллизовываемый из горячего бензола. Маточные растворы после выделения соли Грегори разбавляют водой, при чем выделяются смолы. При прибавлении затем к фильтрату избытка аммиака оседают наркотин, тебаин и большая часть папаверина. При растирании осадка с крепким едким кали и разбавлении водой тебаин и папаверин переходят в раствор. Из щелочного раствора после нейтрализации уксусной кислотой осаждают папаверин уксуснокислым свинцом, а по удалении избытка свинца сероводородом или серной к-той аммиак осаждает тебаин. Наркотин извлекают бензолом из высушенного остатка, а также из высушенных остатков водной экстракции опия. Остаток папаверина из маточных растворов А. также м. б. осажден уксуснокислым свинцом; по удалении же избытка свинца сероводородом, прибавлении аммиака и упаривании, при стоянии выкристаллизовывается прежде всего нарцеин, а в остатке получаются остальные А., могущие быть выделенными для научных целей специальными методами. Из множества других методов, описанных в литературе и в патентах, заслуживает внимания применяемый в СССР, разработанный химиками Московского высшего технич. училища во время войны, запатентованный позднее одним из них (Пацуковым) спиртово-аммиачный метод. По этому методу, упаренная в вакууме водная вытяжка, разбавленная равным объемом спирта, осаждается аммиаком. При этом смолы остаются в растворе и осаждается морфин, содержащий примесь наркотина, экстрагируемого после высушивания бензолом. Русскими химиками разработаны методы для выделения из маточных растворов остатков морфина, а также кодеина, папаверина и тебаина. Кодеин

приготовляется также в больш. количествах из морфия синтетически действием на щелочные растворы морфия метилирующих средств (хлористого метила, метилсульфата, метиловых эфиров ароматических сульфокислот, основания триметилфениламмония и пр.). Из производных морфия в больших количествах готовятся также этилморфин, или д и о н и н, и диацетилморфин, или г е р о и н. Нагреванием морфина с крепкой соляной к-той под давлением приготовляют а п о м о р ф и н (рвотное и слизеотделяющее). Наркотин применяется в чистом виде и в виде солей лишь в небольшом количестве. При окислении наркотина азотной к-той получается к о т а р н и н, хлористоводородная соль которого применяется в довольно значительных количествах под названием с т и п т и ц и н а (кровоостанавливающее). Из тебаина окислением и последующим восстановлением приготовляют э й к о д а л (болеутоляющее и наркотическое). Кроме чистых А. опия, довольно значительное применение (болеутоляющее и при болезнях кишечника) находит смесь хлористоводородных солей А. опия (50% соли морфина), называемая п а н т о п о н о м. В 1922 г. были произведены следующие количества А. опия: Германия — 7 400 *кг*, Англия — 4 190 *кг*, С.-А. С. Ш.—500 *кг*, Швейцария—3 000 *кг*, Япония—2 000 *кг*. В настоящее время опийные А. готовятся также во Франции и СССР.

А. л и с т ь е в к о к а. Кустарник Erythroxylon coca растет в диком состоянии в Южной Америке (Перу, Боливия), откуда исключительно получались раньше листья кока. В последнее время были разведены большие плантации E. coca на южно-азиатских о-вах, особенно на Яве, а также на Цейлоне. Содержание к о к а и н а колеблется у разных разновидностей растения от 0,7 до 2,5%, а равно сильно колеблется и содержание побочных А. (гигрин, циннамилкокаин, труксиллины, тропококаин). В листьях E. truxillense с о-ва Явы очень мало кокаина, но зато очень много циннамилкокаина и труксиллинов. В Ю. Америке листья кока перерабатываются на сырой кокаин, содержащий от 75 до 90% кокаина. Производится это экстракцией порошка сухих листьев фракциями нефтяных погонов с $t°_{кип.}$ 200—250°, с прибавлением соды. Из раствора в углеводородах А. извлекают разведенной соляной кислотой и осаждают снова щелочами сырой кокаин, представляющий смесь А. Очистка кокаина производится на заводах в Европе. Способы очистки держатся заводами в секрете. В СССР очистка производится следующим образом (по Чичибабину и Кацнельсону). Сырой кокаин перекристаллизовывают из спирта; очищенный кристаллизацией кокаин превращают в хлористоводородную или сернокислую соль точной нейтрализацией и окончательно очищают от примеси побочных А., обрабатывая в водных растворах окислителями. Маточные растворы, содержащие остаток кокаина и все побочные А., служат для синтеза кокаина. При выпаривании их с крепкой соляной к-той как кокаин, так и циннамилкокаин и труксиллины омыляются, образуя соль э к г о н и н а. Последний превращают сначала в метиловый эфир, а затем действием хлористого бензоила — в кокаин. А. из листьев яванского E. truxillense, почти не содержащих кокаина, сразу перерабатывается на экгонин, и кокаин готовится из него исключительно синтетически.

А т р о п и н приготовляют из ряда растений сем. п а с л е н о в ы х (Solanaceae), преимущественно из красавки, Atropa belladonna (содержит А. 0,4—1%), и зрелых семян дурмана, Datura stramonium (А. 0,2 — 0,45%), а также из корней разных видов мандрагоры, Scopolia (А. 0,4—0,5%). Возделываемая культурно, красавка собирается во время цветения, растирается на мельнице, и сок ее отжимается или центрифугируется, после чего нагреванием до 80° осаждаются белки и после прибавления щелочи А. извлекаются хлороформом. После отгонки хлороформа из остатка снова извлекают А. точной нейтрализацией серной к-той. Из раствора поташом осаждают атропин, очищаемый кристаллизацией из спирта. В медицине обыкновенно применяют чистую сернокислую соль. В других растениях обыкновенно содержится не атропин, но его оптически деятельная форма — l-г и о с ц и а м и н. В СССР гиосциамин извлекают из семян дурмана. Семена сначала экстрагируют спиртом; после отгонки спирта извлекают из остатка алкалоиды точной нейтрализацией серной к-той, и из сернокислого раствора, при осторожном прибавлении поташа, сначала оседают смолы, а затем гиосциамин, кристаллизуемый из спирта или бензола. Гиосциамин при стоянии в растворах с небольшим количеством едкой щелочи превращается в атропин (рацемизация). Из маточных растворов гиосциамина или атропина при обработке бромистоводородной к-той в спиртовом растворе получают бромистоводородную соль с к о п о л а м и н а (гиосцина), в последние годы применяемую в значительных количествах в медицине.

А. р в о т н о г о о р е х а, растения Strychnos nux vomica (рвотный орех) из Ост-Индии и Strychnos ignatievi (бобы Игнатьева) с Филиппинских о-вов. Содержание А.— 2—3%. Плоды кипятят с водой и размалывают; из полученной кашицы А. извлекают водным спиртом; осаждают примеси уксуснокислым свинцом; избыток свинца удаляют сероводородом, после чего А. осаждают щелочами и кристаллизуют из спирта. Сначала кристаллизуется с т р и х н и н, очищаемый новой кристаллизацией из спирта в присутствии животного угля. Б р у ц и н, не находящий достаточного применения, получают из маточных растворов кристаллизацией щавелевокислых солей.

П р о и з в о д с т в о А. в СССР. Производство А. в России началось в 1915 г., когда в связи с недостатком медикаментов, автором этой статьи, совместно с В. М. Родионовым, Н. Г. Пацуковым и рядом др. сотрудников, после лабораторной разработки, было организовано в лаборатории Московского высш. технич. училища производство из конфискованного таможнями

опия сначала морфия, а затем и кодеина. Вскоре было налажено и синтетическое получение кодеина, а также получение стиптицина из наркотина. За два года (1916 и 1917 годы) в «Мастерской медикаментов МВТУ» было переработано около 20 000 *кг* опия. Там же было начато небольшое производство атропина из семян дурмана и разработаны методы получения кофеина из чайной пыли и теобромина из шелухи какао. Позднее (в 1917 г.) был организован первый алкалоидный завод, из которого производство перешло впоследствии на завод № 14 Госмедторгпрома. В 1917 г. автором этой статьи и М. М. Кацнельсоном был разработан метод очистки сырого кокаина и переработано 100 *кг* сырого кокаина на небольшом частном заводе. В настоящее время (1927 г.) на том же заводе № 14 в Москве организовано и производство кокаина. Экстракция опия производится также на Чимкентском заводе Сантонинтреста. В 1925/26 г. были получены следующие количества А.: героина и его солей 49 *кг*, дионина 378 *кг*, кодеина и его солей 1 965 *кг*, морфина солянокислого 472 *кг*, пантопона 72 *кг*, папаверина 2 *кг*, гиосциамина 6 *кг*, стиптицина 4 *кг*. За первое полугодие 1926/27 г. получено: атропина 4 *кг*, героина 12 *кг*, гиосциамина 5 *кг*, кодеина и его солей 1 199 *кг*, кокаина солянокислого 77 *кг*, морфина солянокислого 192 *кг*, пантопона 70 *кг*, папаверина 10 *кг*, скополамина 1 *кг*, стиптицина 17 *кг*.

Лит.: Чичибабин А. Е., Основные начала органической химии, стр. 524 — 543, Москва, 1925; Winterstein E. und Trier G., Die Alkaloide, B., 1910; Schmidt Jul., Die Alkaloidchemie, Stuttgart, 1904—1911; Schmidt Jul. u. Grafe V., Alkaloide (Abderhalden E.—Handbuch d. biochemischen Arbeitsmethoden), Wien, 1920; Wolfenstein R., Die Pflanzenalkaloide, Berlin, 1922; Henry T. A., The Plant Alkaloids, London, 1924; Bauer H., Analytische Chemie d. Alkaloide, B., 1921; Stephenson Ch. H., Some Microchemical Tests for Alkaloids, L., 1921. **А. Чичибабин.**

АЛКИЛАМИНЫ, *амины* (см.) жирного ряда, органические производные аммиака. Техническое значение получили как промежуточные продукты при красочном и химико-фармацевтическом синтезе метиламин CH_3NH_2, диметиламин $(CH_3)_2NH$, этиламин $C_2H_5NH_2$ и диэтиламин $(C_2H_5)_2NH$. Метиламин и этиламин получаются в технике гл. обр. действием аммиака на галоидные *алкилы* (см.). Реакция обычно ведется в автоклаве. Полученные таким путем амины представляют собой смесь первичных, вторичных и в очень небольшом количестве третичных. Очистка от образующегося при реакции нашатыря производится отмывкой водой, а образующиеся при этом третичные хлоргидраты удаляются хлороформом, вторичные изолируются в виде нитрозопроизводных $R_2N\cdot NO$, из которых крепкой соляной кислотой регенерируется амин. Этиламин от диэтиламина легко отделяется перегонкой в специальных колонках, высотой в 3—4 *м*; специально для вторичных аминов существует технический способ получения их в чистом виде, исходя из *n*-нитрозодиалкиланилина. При кипячении со щелочью они распадаются на диалкиламин и *n*-нитрозофенол. Формалин является удобным, но сравнит. дорогим исходным материалом для метиламина. При нагревании с нашатырем он дает метиламин по ур-ию:

$$2NH_3+3CH_2O=2CH_3NH_2+CO_2+H_2O.$$

Нагревание формалина с нашатырем в автоклаве при 110° дает уже триметиламин $N(CH_3)_3$. Метиламин — газ, $t°_{кип.}$ —6°,7, вода растворяет 1 150 объемов метиламина; $t°_{пл.}$ хлоргидрата 225—226°. Диметиламин— $t°_{кип.}$ 7°. Триметиламин — $t°_{кип.}$ 3°,5. Этиламин — $t°_{кип.}$ 19°; уд. в. 0,708. Диэтиламин— жидкость; $t°_{кип.}$ 56°; уд. в. 0,711. **О. Магидсон.**

АЛКИЛАНИЛИНЫ, производные анилинов (ароматических аминов), в к-рых водород амидной группы замещен алкилом. Общая их ф-ла: $C_6H_5\cdot NHR$ и $C_6H_5\cdot NR_2$ (R — алкил). Простейшие А.: а) метиланилин $C_6H_5\cdot NH\cdot CH_3$—бесцветная жидкость с уд. в. 0,976, $t°_{кип.}$ 193°,5; с уксусным ангидридом или хлористым ацетилом дает ацетильные производные, с $t°_{пл.}$ 102° и $t°_{кип.}$ 245°; с HCl и H_2SO_4 дает растворимые в эфире соли, с HNO_2 образует желтое масло, нерастворимое в водных к-тах, нитрозамин; б) диметиланилин $C_6H_5N(CH_3)_2$— бесцветная жидкость с уд. в. 0,975, $t°_{кип.}$ 193°, $t°_{заст.}$ 2°,5; смешивается с уксусным ангидридом без повышения $t°$, в отличие от анилина и метиланилина; находит широкое применение в производстве основных красителей; при нагревании до 50—60° с хлорной медью дает метиловый фиолетовый; в) этиланилин $C_6H_5NH\cdot C_2H_5$ — бесцветная жидкость с уд. весом 0,954, $t°_{кип.}$ 206°; кроме общего способа получения (см. ниже), интересен каталитический способ получения — пропусканием паров смеси анилина и этилового алкоголя через глинозем Al_2O_3, нагретый до 400°; г) диэтиланилин — бесцветная жидкость с уд. весом 0,939 и $t°_{кип.}$ 215°,6.

Общие способы получения А. Они получаются нагреванием анилина с соответствующим алкоголем в автоклаве под давлением. Для получения диметиланилина берут 93 ч. анилина, 105 ч. метилового алкоголя и 9,4 ч. 60%-ной серной к-ты и подвергают в автоклаве нагреванию до 215° под давлением 30 *atm* в течение 6 ч.; после охлаждения избыток алкоголя и образовавшийся эфир отгоняют, а побочный продукт—сульфат отделяют прибавлением к содержимому автоклава 25 частей 30%-ного едкого натра. Чтобы разложить образовавшиеся третичные амины, смесь снова подвергают нагреванию в автоклаве до 170° в течение 5 ч., после чего диметиланилин отгоняется в маленький колонный аппарат почти чистым (он считается чистым, если 4 *см*³ его, смешанные с 2 *см*³ ангидрида уксусной кислоты, при встряхивании нагреваются не более чем на 1°). Монометиланилин получается тем же способом, но метиловый алкоголь берется в половинном количестве. Для получения этил- и диэтиланилина берут этиловый алкоголь; для отделения диэтиланилина от этиланилина последний переводят в эфир

действием *п*-толуолсульфохлорида и отделяют пары диэтиланилина от нелетучего эфира, к-рый разложением концентр. серной к-той переводят снова в моноэтиланилин.

Лит.: Ворожцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей, Л., 1926.

АЛКИЛИРОВАНИЕ, процесс введения углеводородных остатков — алкилов или арилов — в различные хим. соединения. А. осуществляется двояким способом: 1) путем замены атомов водорода алкилами или 2) присоединением галоидных алкилов или алкильных эфиров минеральных кислот к органическому, реже к неорганич. соединению. Так, напр., образование первичного амина из аммиака и галоидного алкила относится к первому типу, а образование четвертичного аммониевого основания — ко второму. В результате А., в зависимости от природы алкилируемого вещества, получаются эфиры простые и сложные, замещенные амины, аммониевые основания и ряд других соединений, имеющих разнообразное применение в технике. Чаще всего А. пользуются для замены атома водорода, находящегося при кислороде (водород гидроксила) или при азоте органического вещества, иногда при углероде. Последний случай имеет место только в таких соединениях, где водород обладает большой подвижностью, напр., в малоновом и ацетоуксусном эфирах и т. п. С технич. точки зрения наибольшее значение имеют метильная, этильная и бензильная группы; введение других алкилов происходит довольно редко. Для А. пользуются различными соединениями, из к-рых важнейшими являются: алкоголи (метиловый и этиловый), галоидные алкилы (хлористые метил и этил, реже их бромистые и иодистые производные), эфиры серной к-ты (диметил- и диэтилсульфат) и эфиры арилсульфоновых к-т (метиловый и этиловый эфиры *п*-толуолсульфокислоты). Метилирование помощью четвертичных аммониевых оснований, или диазометана, имеет место только в специальных случаях.

А. соединений с гидроксильной функцией (замена водорода при кислороде) часто носит название этерификации и служит способом получения простых эфиров. Способ состоит в том, что алкоголь (для получения смешанных эфиров — смесь из двух алкоголей) нагревается в присутствии серной к-ты, которая играет роль катализатора. Простейшим примером этерификации может служить получение серного эфира из этилового спирта. Другой способ А. спиртов состоит в том, что соответствующий алкоголят натрия подвергается обменному разложению с галоидным алкилом: $RONa + ClCH_3 = ROCH_3 + NaCl$.

Для А. фенолов пользуются галоидными алкилами или, лучше, диметил- или диэтилсульфатом, которые реагируют при взбалтывании с водными или водноспиртовым раствором фенола, выход эфира при этом почти количественный (см. *Анизол*). Вследствие большой ядовитости диметилсульфата, в последнее время в технике стали применять эфиры арилсульфоновых к-т и, в первую очередь, метиловый эфир *п*-толуолсульфокислоты. Некоторые производные фенолов, напр. нитрофенолы, чрезвычайно трудно обменивают свой водород на алкилы. В этих случаях А. лучше вести помощью галоидных алкилов, в присутствии едких щелочей, нагреванием в автоклавах под давлением. Такой способ применяется, напр., для получения *о*- и *п*-нитроанизола.

Нафтолы алкилируются легче, чем фенолы; для получения, напр., метилового эфира α-нафтола (см. *Неролин*) достаточно 4-часового нагревания при 125° раствора α-нафтола в метиловом спирте в присутствии небольшого количества серной к-ты. Для А. веществ со сложной химической функцией, например алкалоидов, иногда пользуются четвертичными аммониевыми основаниями, из которых особого внимания заслуживает гидрат окиси фенилтриметиламмония $(OH)\,N(C_6H_5)\,(CH_3)_3$ — вещество, применяемое в технике для получения кодеина из формия. Реакция протекает по схеме:

$$R\cdot OH + OH\cdot N\cdot C_6H_5\cdot(CH_3)_2 \rightarrow RO\cdot N\cdot C_6H_5\cdot(CH_3)_3 \rightarrow \rightarrow ROCH_3 + N\cdot C_6H_5\cdot(CH_3)_2.$$

А. азотистых органич. соединений, как выше было указано, происходит двояким образом: заменой атома водорода амино- или имино-группы алкилами и путем присоединения галоидных алкилов к третичному атому азота; последний процесс приводит к образованию солей четвертичных аммониевых оснований. К третичным аминам жирного ряда легче всего присоединяются иодистый метил и диметилсульфат, тогда как для присоединения хлористых или бромистых алкилов требуется нагревание. Образование четвертичных аммониевых оснований в ароматическом ряду происходит еще легче, чем в жирном. Так, напр., иодистые или бромистые алкилы присоединяются со значительным разогреванием, и для того, чтобы реакция шла тише, необходимо прибегать к наружному охлаждению и вести реакцию в среде индифферентного растворителя. Диметилсульфат и эфиры *п*-толуолсульфокислоты реагируют еще более энергично. Этот способ имеет применение в производстве органич. красителей.

Для метилирования т. н. «кислой» имидной группы, например в анилидах, особенно пригодны эфиры арилсульфоновых кислот и диалкилсульфаты. Замена аминного водорода в ароматич. аминах легко осуществляется нагреванием соответствующего амина с этиловым или метиловым спиртом в присутствии серной кислоты. Этим путем в технике получаются диметиланилин и другие алкиланилины. Для бензилирования аминов пользуются почти исключительно хлористым бензилом (см. *Бензил хлористый*). А. представляет собою операцию, к-рой часто пользуются в технике для получения синтетических красителей, лекарственных, душистых веществ и других органических препаратов. **С. Медведев.**

АЛКИЛЫ, общее название одновалентных радикалов углеводородов жирного ряда; отдельные названия А. составляются из соответствующего названия углеводорода с изменением окончания ан на ил: А. метана — метил CH_3, А. этана — этил C_2H_5, и т. д.

АЛКОГЕЛЬ, студень, в котором вода заменена спиртом; для желатиновых и агаровых водных студней превращение в А. легко достигается погружением их в спирт постепенно увеличивающейся крепости, пока не произойдет замена воды спиртом. Твердость такого А. выше, чем водного геля (студня); при высушивании он становится непрозрачным и напоминает собою мел, в виду того что в поры геля на место испаряющегося спирта входит воздух. См. *Коллоиды*.

АЛКОГОЛЕМЕТРИЯ, определение содержания спирта в спиртных жидкостях (водке, пиве, вине и пр.). Если жидкость не содержит ничего кроме алкоголя и воды, то определение производится по уд. весу. D^{15}_{15} чистого спирта 0,79425. Уд. вес водного раствора спирта заключается между 0,79425 и 1 и тем больше, чем меньше в нем спирта. Содержание спирта в жидкости выражается в весовых или в объемных %, т. е. числом *г* алкоголя в 100 *г* раствора или числом *см*³ алкоголя в 100 *см*³ раствора. Найдя уд. в., содержание спирта (в объемных или в весовых %) определяют по таблицам, к-рых имеется несколько, составленных разными авторами. Как видно из приложенной сокращенной таблицы, весовые и объемные % не совпадают. Это зависит не только от того, что спирт и вода имеют разный уд. в., но еще и от того, что при смешении спирта с водой происходит сжатие. Если, например, смешать 100 *л* воды и 100 *л* спирта, то получим не 200 *л* смеси, а только 192,8 *л*. Т. к. в ней содержится 100 *л* алкоголя, то его будет 51,8% (в объемных %). Т. к. 100 *л* алкоголя при 15° весят 79,367 *кг*, а 100 *л* воды 99,914 *кг*, то 192,8 *л* смеси весят 179,281 *кг*; следовательно, в ней содержится чистого алкоголя 44,27 весовых %.

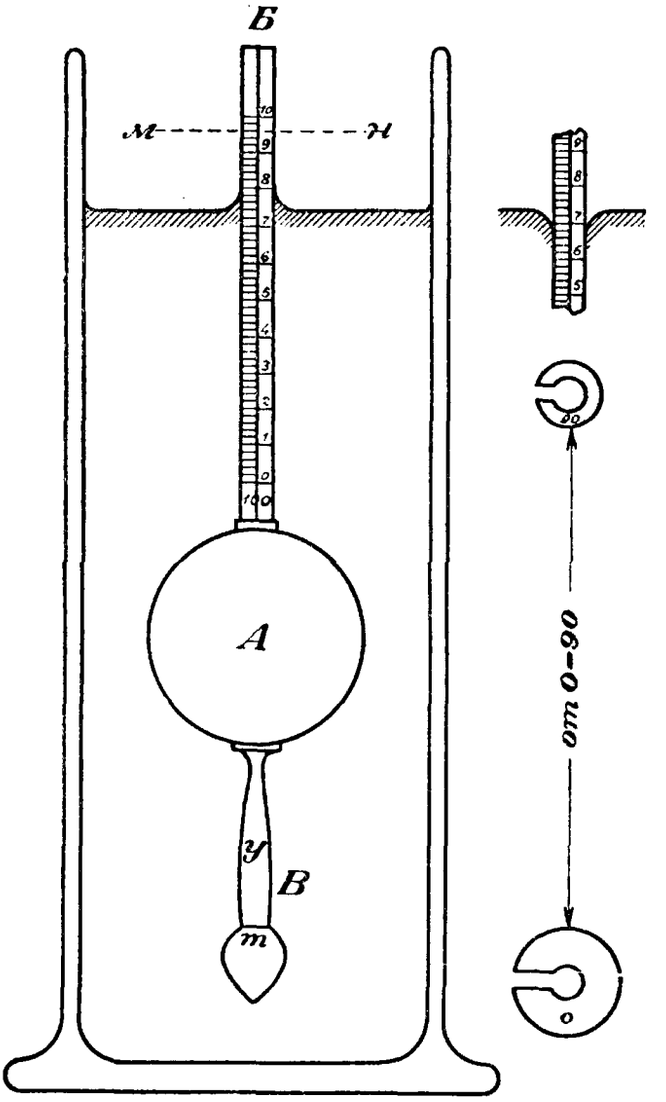


Фиг. 1. Спиртомер Траллеса.

Определение уд. в. производится обычно при помощи пикнометра или весов Мора-Вестфаля, или же при помощи ареометра, при чем в данном случае применяют специальные ареометры — стеклянные спиртомеры, у которых деления обозначают не уд. в., а прямо % алкоголя.

У нас применяется спиртомер Траллеса (фиг. 1), у к-рого деления обозначают объемные %. Определение производится при 15°,5. Спиртомер Траллеса состоит из полого стеклянного цилиндра, оканчивающегося вверху трубкой с бумажной шкалой, а внизу — шариком с грузом (ртутью, дробью), удерживающим спиртомер в вертикальном положении. Обычно в цилиндрической части устраивается термометр, шарик к-рого служит одновременно и грузом для спиртомера. Т. к. показания спиртомера правильны только при 15°,5, то для других $t°$ необходима поправка по таблицам, прилагаемым к спиртомеру.

К официальному употреблению у нас принят металлический спиртомер (фиг. 2), показывающий также объемные %



Фиг. 2. Металлический спиртомер.

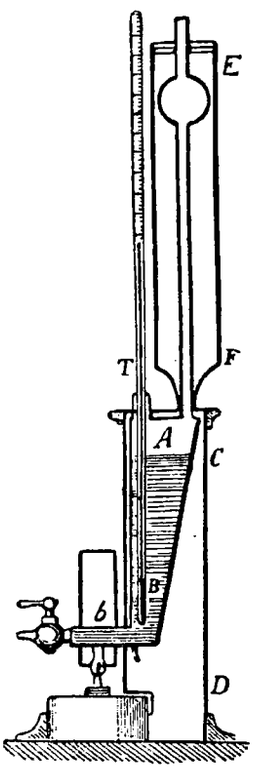
алкоголя. Он состоит из медного, вызолоченного шарика *А* со стержнями *Б* и *В*. Нижний стержень несет груз *т*, а верхний снабжен делениями от 0 до 10, с подразделениями каждого на 5 частей. К спиртомеру прилагается 10 гирек, обозначенных числами 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 и 90, к-рые могут навешиваться на утонченную часть *у* нижнего стержня. Спиртомер погружают в спиртовую жидкость, налитую в стеклянный цилиндр, и отмечают деление, до к-рого он погружается. Если спиртомер не погружается до нижнего деления, то навешивают ту или другую гирьку так, чтобы уровень жидкости пришелся между верхним и нижним делениями шкалы. К показаниям спиртомера прибавляют число, показанное на гирьке, а если он достаточно погружается без гирьки, то прибавляют 100. Так, если спиртомер погрузился до уровня *мн* без гирьки, то его показание будет 109,6; если же он погрузился до этого деления с гирькой, обозначенной 60, то его показание будет 69,6. Если уже без гирьки спиртомер погружается выше верхней черты, то жидкость надо охладить, поставив цилиндр в воду со льдом, чтобы она сделалась плотнее и спиртомер поднялся. Найдя показание спиртомера и измерив $t°$ жидкости, по прилагаемым табл. отыскивают истинное

Определение содержания алкоголя.

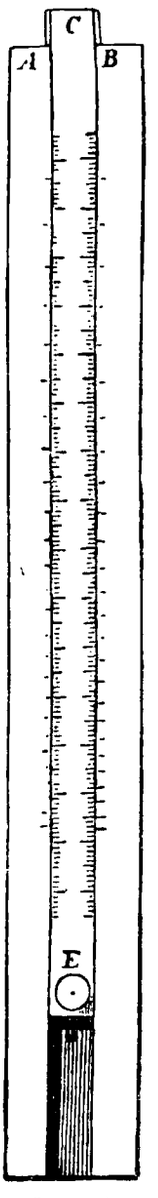
Весов. % алкоголя	Объемн. % алког.	Содерж. алкоголя в 100 см³ в г	Уд. в. при 15°	Весов. % алкоголя	Объемн. % алког.	Содерж. алкоголя в 100 см³ в г	Уд. в. при 15°
1	1,26	1,00	0,9 981	51	58,84	46,69	0,9 164
2	2,51	1,99	0,9 963	52	59,86	47,50	0,9 142
3	3,76	2,98	0,9 945	53	60,85	48,29	0,9 120
4	5,01	3,97	0,9 928	54	61,85	49,08	0,9 097
5	6,24	4,95	0,9 912	55	62,84	49,88	0,9 075
6	7,48	5,93	0,9 896	56	63,82	50,65	0,9 052
7	8,71	6,91	0,9 881	57	64,80	51,42	0,9 029
8	9,94	7,89	0,9 867	58	65,77	52,19	0,9 006
9	11,17	8,86	0,9 853	59	66,73	52,95	0,8 983
10	12,39	9,83	0,9 839	60	67,68	53,71	0,8 960
11	13,62	10,80	0,9 826	61	68,64	54,47	0,8 937
12	14,82	11,76	0,9 813	62	69,58	55,21	0,8 914
13	16,04	12,73	0,9 801	63	70,52	55,96	0,8 891
14	17,26	13,70	0,9 789	64	71,46	56,70	0,8 868
15	18,47	14,65	0,9 777	65	72,38	57,44	0,8 844
16	19,68	15,61	0,9 765	66	73,30	58,17	0,8 821
17	20,88	16,57	0,9 753	67	74,21	58,89	0,8 797
18	22,08	17,52	0,9 741	68	75,12	59,62	0,8 774
19	23,27	18.47	0,9 729	69	76,01	60,32	0,8 750
20	24,46	19,41	0,9 716	70	76,91	61,04	0,8 726
21	25,66	20,36	0,9 704	71	77,80	61,74	0,8 703
22	26,85	21,32	0,9 691	72	78,67	62,43	0,8 679
23	28,03	22,24	0,9 678	73	79,55	63,13	0,8 655
24	29,20	23,17	0,9 665	74	80,42	63,82	0,8 631
25	30,38	24,11	0,9 651	75	81,27	64,50	0,8 607
26	31,55	25,03	0,9 637	76	82,13	65,18	0,8 583
27	32,71	25,96	0,9 623	77	82,98	65,85	0,8 558
28	33,87	26,88	0,9 608	78	83,81	66,51	0,8 534
29	35,02	27,80	0,9 593	79	84,65	67,17	0,8 510
30	36,17	28,70	0,9 577	80	85,46	67,88	0,8 485
31	37,31	29,61	0,9 561	81	86,29	68,48	0,8 460
32	38,46	30,52	0,9 544	82	87,09	69,12	0,8 436
33	39,58	31,41	0,9 527	83	87,90	69,76	0,8 411
34	40,71	32,31	0,9 510	84	88,69	70,38	0,8 386
35	41,83	32,20	0,9 492	85	89,47	71,00	0,8 360
36	42,49	34,08	0,9 474	86	90,25	71,63	0,8 335
37	44,05	34,95	0,9 455	87	91,01	72,23	0,8 309
38	45,15	35,83	0,9 436	88	91,77	72,83	0,8 283
39	46,24	36,69	0,9 417	89	92,52	73,42	0,8 257
40	47,33	37,56	0,9 397	90	93,27	74,01	0,8 230
41	48,41	38,42	0,9 377	91	94,00	74,59	0,8 203
42	49,48	39,27	0,9 357	92	94,71	75,16	0,8 176
43	50,55	40,11	0,9 336	93	95,41	75,71	0,8 149
44	51,60	40,95	0,9 316	94	96,11	76,27	0,8 121
45	52,66	41,80	0,9 295	95	96,79	76,82	0,8 092
46	53,71	42,62	0,9 273	96	97,46	77,34	0,8 063
47	54,75	43,15	0,9 252	97	98,11	77,86	0,8 034
48	55,79	44,27	0,9 230	98	98,76	78,37	0,8 004
49	56,81	45,08	0,9 208	99	99,39	78,87	0,7 973
50	57,83	45,89	0,9 186	100	100,00	79,36	0,7 943

содержание алкоголя в объемных %. Показания спиртомера, или объемные %, у нас называются «градусами». Так, напр., хлебное вино с содержанием 40 объемных % алкоголя называется вином в 40° крепости, или 40-градусным вином. Вместе с тем «градусом» называют также $^1/_{100}$ часть ведра при 15°,5, которая служит единицей для учета количества спирта. Если, напр., мы имеем партию 40-градусного вина в 158,5 вд., то количество безводного алкоголя в ней будет $158{,}5 \times 40 = 6\,340°$ (63,4 вд.). В настоящее время для учета безводного алкоголя в спиртосодержащих жидкостях у нас вводится метрическая система, применяемая в других европ. государствах, название «градус» отменяется, крепость спиртосодержащих жидкостей выражается в объемных % при 15°, единицей для количественного учета служит *л* безводного алкоголя при 15°, оптовой единицей принимается 1 *гл*. Если в жидкости содержатся, кроме спирта и воды, и другие составные части (нелетучие), как, напр., в пиве, вине, бражке и т. п., то в этом случае необходимо предварительно отделить отгонкой спирт от других составных частей. Берут 200 *см*³ жидкости, отгоняют от нее в перегонном аппарате $^3/_4$ объема, в которые переходит весь алкоголь, дополняют отгон водой до первоначального объема и получают т. о. тот же объем жидкости, который был взят, но в котором содержится только алкоголь и вода. Определив теперь уд. в. жидкости, находят по таблицам содержание в ней алкоголя, или же прямо измеряют крепость жидкости помощью спиртомера.

Для быстрого, хотя и менее точного, определения алкоголя, гл. обр. в винах, пользуются эбуллиометром Салерона. Устройство его основано на том, что смеси спирта с водой кипят при определенной $t°$, точно зависящей от содержания в них спирта. Прибор состоит из резервуара *A* (фиг. 3), нижний конец которого соединяется с горизонтальной трубкой *b*, служащей для нагревания. Резервуар для предохранения от охлаждения окружен кожухом *CD* и снабжен обратным холодильником *EF* и термометром *T*, со шкалой, разделенной на десятые доли градуса. В резервуар *A* наливают нек-рое количество дистиллированной воды (15 *см*³), нагревают ее до кипения и замечают $t°$ на термометре. Положим, она равна 100°,2. Тогда на прилагаемой к прибору линейке (фиг. 4) устанавливают подвижную (среднюю) шкалу так, чтобы число 100,2 совпадало с нулем неподвижных шкал *A* и *B*, и закрепляют ее винтом *E*. После этого, вылив из резервуара воду и сполоснув



Фиг. 3. Эбуллиометр Салерона.



Фиг. 4. Линейка к прибору Салерона.

его вином, наливают туда 50 *см*³ испытуемого вина, нагревают его до кипения и отмечают $t°$ на термометре. Положим, она равна 89°,8. Тогда находят это число на шкале *C*,— соответствующее ему деление шкалы *B* укажет крепость вина в объемных %. В нашем примере это будет 15%.

Лит.: Domke J. und Reimerdes E., Handbuch d. Aräometrie, B., 1912. **А. Шустов.**

АЛКОГОЛИ, спирты, производные углеводородов, в к-рых один или несколько атомов водорода заменены гидроксильной группой OH—; общая их ф-ла: R·OH, где R—одновалентный углеводородный остаток. А. получаются различными способами. Важнейшие из них: 1) нагревание галоидопроизводных углеводородов с водой под давлением: $RJ + H_2O = R \cdot OH + HJ$; 2) восстановление альдегидов и кетонов; 3) действие азотистой к-ты на первичные амины: $R \cdot NH_2 + HNO_2 = R \cdot OH + H_2O + N_2$; 4) металл-органический синтез (наиболее применяющийся метод — действие Mg-органических соединений, по Гриньяру) — действие металл-органических соединений на кетоны, альдегиды и производные карбоновых к-т; 5) омыление сложных эфиров: $R \cdot COOR' + KOH = RCOOK + R'OH$. Эти способы имеют гл. обр. лабораторное значение; все технически важные А. (первые члены ряда, до 5-го включительно) получаются б. ч. путем *брожения* (см.). Низшие А. — легкоподвижные бесцветные жидкости, с характерным запахом, легко растворимые в воде; с возрастанием молекулярного веса растворимость А. в воде понижается. Начиная с 4-го члена, А. становятся малоподвижными, принимают маслообразную консистенцию и, наконец (при C_{12}), представляют собою при обыкновенной $t°$ твердые бесцветные, хорошо кристаллизующиеся, нерастворимые в воде тела. Хим. свойства А. сводятся к реакционной способности гидроксила. Наиболее характерными и важными являются следующие: 1) При действии щелочных металлов на А. получаются солеобразные соединения — *алкоголяты* (см.). 2) Кислородные минеральные кислоты и органические карбоновые кислоты реагируют с А. с образованием сложных эфиров. 3) Галоидные соединения фосфора вызывают замену гидроксила галоидом: $R \cdot OH + PCl_5 = R \cdot Cl + HCl + POCl_3$. 4) Под влиянием дегидратирующих катализаторов А., в зависимости от условий опыта и природы катализатора, превращаются или в простые эфиры: $R \cdot OH + R \cdot OH = R \cdot O \cdot R + H_2O$, или же в непредельные углеводороды:

$$C_2H_5OH = C_2H_4 + H_2O.$$

этиловый А. этилен вода

Химические свойства А. зависят также и от того, сколько свободных атомов водорода находится при атоме C, который связан с гидроксильной группой: два, один или ни одного. Соответственно этому различают три типа А.: первичные $R \cdot CH_2 \cdot OH$, вторичные $R_2 \cdot CH \cdot OH$ и, наконец, третичные $R_3 \cdot C \cdot OH$. Разница в их химических свойствах наблюдается при действии на них окислителей. Первичные при этом превращаются в альдегиды, к-рые при дальнейшем окислении переходят в карбоновые кислоты с тем же числом углеродных атомов:

$$R \cdot CH_2 \cdot OH \xrightarrow{O} R \cdot CHO \xrightarrow{O} R \cdot COOH;$$

вторичные А. образуют кетоны:

$$R_2 \cdot CH \cdot OH \xrightarrow{O} R_2 \cdot CO + H_2O;$$

третичные или вовсе не подвергаются окислению, или распадаются, образуя кислоты с меньшим числом углеродных атомов. Кроме одноатомных А., т. е. таких, в молекуле которых находится одна гидроксильная группа, существуют двух-, трех- и вообще многоатомные А. Наиболее известный и технически важный из них трехатомный спирт— *глицерин* (см.). А. находят разнообразное применение в технике как растворители и как исходный продукт для получения других ценных веществ: для целей этерификации, эстерификации, алкилирования и т. д. Получение *этилового алкоголя* (см.) составляет существенную часть с.-х. химической промышленности. Добывание *метилового А.* (см.) в последнее время стало широко развиваться. См. также *Бутиловый алкоголь*, *Амиловый спирт*, *Пропиловый алкоголь*.

Лит.: Дорошевский А. Г., Физико-хим. свойства водно-спиртовых растворов, М., 1912; Meyer V. und Jacobson P., Lehrbuch der organischen Chemie, B., 1923. **С. Медведев.**

АЛКОГОЛЬ МЕТИЛОВЫЙ, древесный спирт, см. *Метиловый алкоголь*.

АЛКОГОЛЬ ЭТИЛОВЫЙ, винный спирт, см. *Этиловый алкоголь*.

АЛКОГОЛЯТЫ, солеобразные металлич. производные *алкоголей* (см.); отвечают общей ф-ле R·OMe, где Me — одновалентный металл. А. получаются при действии металла на соответствующий алкоголь в жидком или парообразном состоянии. Наиболее легко получаются А. щелочных металлов; из них этилат и метилат натрия часто применяются в органическом синтезе для реакций обмена галоидных атомов на метоксильную и этоксильную группы, $—OCH_3$ и $—OC_2H_5$. Влагой или углекислотой воздуха алкоголяты разлагаются на соответствующий алкоголь и гидрат окиси металла или карбонат.

АЛКОЗОЛЬ, коллоидный раствор в спиртах по преимуществу тех металлов, к-рые не м. б. диспергированы в воде в виду окисления их водою. Сведберг приготовил такие дисперсные растворы распылением Mg, Cu, Cd, Hg при помощи катушки Румкорфа в изобутиловом и других спиртах. Свойства А. подобны водным золям благородных металлов. См. *Коллоиды*.

АЛЛЕН $CH_2 : C : CH_2$, простейший углеводород с двумя этиленовыми связями, газ, сгущающийся при —32° в жидкость. С водой А. дает ацетон $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$. Изомер А. — аллилен $CH_3 \cdot C : CH$.

АЛЛИЛОВОЕ ГОРЧИЧНОЕ МАСЛО, горчичное эфирное масло, аллиловый эфир изотиоциановой кислоты

$$CH_2 : CH \cdot CH_2NCS,$$

встречается в природе в ряде растений— Brassica juncea, B. nigra и др. Добывается из жмыхов горчицы после отжатия жирного *горчичного масла* (см.); в горчице находится в виде глюкозида — синигрина (мироновокислого калия) $C_{10}H_{16}O_9NS_2K$. Для

получения А. г. м. жмыхи замешиваются с водой и оставляются в покое при 30—40°; синигрин, под влиянием находящегося в них энзима м и р о з и н а, расщепляется:

$$\underset{\text{синигрин}}{C_{10}H_{16}O_9NS_2K} + \underset{\text{вода}}{H_2O} = \underset{\text{горчичное масло}}{C_3H_5NCS} + \underset{\text{виноградный сахар}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{кислый сернокислый калий}}{KHSO_4}.$$

Эфирное масло отгоняется с водяными парами. Синтетически А. г. м. получается из бромистого аллила действием роданистого калия; промежуточно образующийся роданистый аллил при нагревании переходит в А. г. м., жидкость с характерным запахом, раздражающую слизистые оболочки, вызывающую слезотечение и пузыри-водянки на коже; $t°$ *кип.* 150°; на свету краснеет. Продолжительное соприкосновение с водой или металлами ведет к образованию цианистого аллила $CH_2 : CHCH_2CN$. Аммиаком превращается в тиозинамин $C_3H_5NH \cdot CS \cdot NH_2$, который при действии азотнокислого серебра дает сернистое серебро (аналитический метод определения А. г. м.).—Применяется А. г. м. в медицине как наружное средство, или в виде спиртового раствора или горчичников. В империалистскую войну были сделаны попытки применения А. г. м. в качестве слезоточивого средства. Однако вследствие недостаточно сильного ядовитого действия оно не получило широкого распространения в военном деле. **Б. Рутовский.**

АЛЛИЛОВЫЙ АЛКОГОЛЬ, первый член гомологического ряда ненасыщенных алкоголей. Химич. строение $CH_2 : CH \cdot CH_2 \cdot OH$. Жидкость острого запаха, $t°$*кип.* 96°,5; уд. в. 0,872; с водой смешивается в любом соотношении; продукт сухой перегонки дерева; от метилового спирта, к-рый содержит его ок. 0,2%, отделяется дробной перегонкой. Синтетически может быть получен нагреванием глицерина с щавелевой кислотой. А. а. служит исходным материалом для получения тиозинамина и аллиловых эфиров салициловой и коричной кислот.

АЛЛОТРОПИЯ, способность многих элементов существовать в нескольких видоизменениях (аллотропные формы или модификации), отличающихся друг от друга своими физ. и хим. свойствами. Так, напр., углерод встречается в форме: 1) алмаза, образующего твердые, прозрачные, не проводящие электричества кристаллы, уд. в. 3,5, и 2) графита, представляющего мягкое черное тело, хорошо проводящее электричество и сгорающее на воздухе. Различают два рода аллотропных модификаций: 1) Э н а н т и о т р о п н ы е, переходящие друг в друга при определенных $t°$ и давлении (пример: ромбическая сера, устойчивая ниже 94°,5, переходит при нагревании выше этой $t°$ в моноклиническую серу; обратно, моноклиническая переходит при той же $t°$ в ромбическую; магнитное железо переходит при 770° в немагнитное железо); эти модификации характеризуются тем, что $t°$ превращения лежит ниже их точки плавления. 2) М о н о т р о п н ы е, при которых только одна модификация, неустойчивая, переходит в другую, устойчивую; обратный переход возможен лишь через другие состояния, при значительной затрате энергии; $t°$ превращения лежит выше их $t°$*пл.* (например желтый фосфор легко переходит при нагревании без доступа воздуха в красную модификацию; красный же в желтый не переходит, и лишь пары его при конденсации переходят в желтый). Существование аллотропных форм объясняется тем, что молекулы элемента, составляющие аллотропную форму, состоят из разного числа атомов (кислород O_2 и озон O_3).

Лит.: E p h r a i m Fr., Anorganische Chemie, p. 40—48, Dresden, 1923.

АЛЛОФАНОВАЯ КИСЛОТА, карбоксилмочевина $NH_2 \cdot CO \cdot NH \cdot COOH$, известна лишь в виде солей, т. к. в свободном виде разлагается на углекислый газ и мочевину. Из производных А. к. наиболее известны ее эфиры и амид, т. н. б и у р е т, получающийся нагреванием мочевины.

АЛЛЮВИЙ, обломочный материал, отлагаемый реками и ручьями. А. с о в р е м е н н ы й — отлагающийся в настоящее время, д р е в н и й — отложенный ранее существовавшими реками. Последний иногда бывает сцементирован в *конгломераты* (см). или *брекчии* (см.). По крупности обломков А. делится на галечники, гравий, песок и суглинки. Первые три разрабатываются для строительных целей, а суглинки иногда идут на изготовление кирпичей. Ценность галечника и гравия определяется их петрографическим составом и отсутствием мягких пород; для оценки песка необходимо знать величину, степень окатанности зерен и примеси. К аллювиальным отложениям зачастую относят торфяники и глины, богатые органическими остатками.

АЛМАЗ, элмаз — по-арабски, ἄδαμας—по-гречески (неукротимый, недоступный).

Х и м и ч е с к и е и ф и з и ч е с к и е с в о й с т в а: А.—чистый углерод, при обыкновенной $t°$ ничем не разлагаемый, встречающийся в прозрачных кристаллах, от микроскопической величины до 3 000 *к* (600 *г*). Кроме прозрачного А. известны: борт — сложные сростки сероватого цвета и карбонадо — непрозрачные черные мелкокристаллические разности с уд. в. 3,15—3,29. Уд. в. для А. 3,52 и даже 3,55 (оранжевый). Тв. 10 (наибольшая из существующих), для разных месторождений и разной окраски несколько колеблется; темные борты тверже других, капские мягче индийских и бразильских. Кристаллы А. относятся к правильной системе. Наиболее частые формы — октаэдр, реже — куб; характерно закругление ребер, иногда до подобия шара. Встречаются кристаллы параллельного срастания и двойникового. Спайность совершенная по октаэдру. Светится в присутствии лучей радия.

О п т и ч е с к и е с в о й с т в а, выделяющие А. из других драгоценных камней: 1) прозрачность («вода»), 2) коэфф. преломления — 2,43, 3) дисперсия — 0,05741 (у стекла 0,02037). Совокупность этих свойств обусловливает особенный блеск и игру А., дающие в шлифованных камнях тот «огонь», который так ценится ювелирами. Игрой

славятся А. индийские и бразильские; у последних, как и у южно-африканских, она лучше при дневном освещении. По цвету различают А.: 1) бесцветные, при наличии прозрачности являющиеся камнями лучшей воды; «голубовато-белые» (Индия, Бразилия) — самые ценные из белых камней; 2) слегка окрашенные — менее ценные, чаще желтоватого, сероватого и зеленоватого, для неспециалиста неуловимого тона, при лампе кажущиеся бесцветными; 3) ясной окраски всех цветов: желтые, зеленые, красные (редкие), розовые (самые ценные), синие (тоже редкие), серые, коричневые, черные — редчайшие (Борнео, Африка) и опалообразные. Окраска часто заполняет только поверхностный слой А. или, наоборот, ядро окрашено, а ребра и углы остаются бесцветными. Т. к. бесцветные А. дороже, то окраску удаляют: 1) стачиванием поверхностного слоя, 2) нагреванием в тигле с селитрой (1—2 ск.).

Центры обработки А.: Антверпен (с 15 в.) — 11 000 раб., Амстердам — 10 000 раб. (лучшие мастера), Париж и Saint-Claude — 1 700 раб., Нью-Йорк — 500 раб., затем—Лондон, Оберштейн-Идар, Ханау, Пфорцхейм, Берлин, Биенн (Швейцария). Принцип огранки — извлечь наибольшую игру с наименьшей потерей вещества. Полировка алмазным порошком была известна уже с древних времен. Самые употребительные формы огранки — брильянт (несколько видов), с 17 века, и розочка, с 1520 г. Крупные шлифованные камни называют солитерами и nonpareils (свыше 50 *к*). Гравировка А., в виду твердости, трудна и редко производится. Сверление применяется очень редко. Все камни плохой воды или с дефектами (как-то: включениями, трещинами, пустотами), борт и карбонадо находят применение в технике: в изделиях для распиловки и гравировки; в виде порошка — для огранки, шлифовки и полировки; в специальных установках — для протягивания нитей; для бурения и для резки стекла.

Нахождение, образование и распространение. А. найден во всех пяти частях света; наибольшее число месторождений находится на территории Англии и ее владений. А. залегает главн. образ. во вторичных отложениях — песках, глинах, конгломератах — и добывается путем специальной промывки; такими месторождениями обладают Индия, Бразилия, Австралия, Урал, Сибирь, Лапландия; месторождения последних трех областей известны своими единичными находками мелких кристаллов и практического значения не имеют. Образование А. в Индии и Бразилии (Minas Geraes) как будто бы намечается в гранитных пегматитах и их апофизах с кварцем, титановыми минералами и железным блеском (при $t°$ ок. 570°). Добыча в юж. Африке (2 млн. *к* из 3,5 млн. *к* мировой добычи) ведется гл. обр. из коренных пород. Образование А. здесь связано с глубинными перидотитовыми породами, образующими трубки взрыва (диатремы—pipes) в других породах. Эти трубки представляют собою гигантские колодцы, глубина которых не установлена, заполненные главным образом магнезиально-силикатовой породой — кимберлитом. Кристаллизация шла при очень высокой $t°$ и очень большом давлении. Значительная часть месторождений подверглась размыву с образованием алмазоносных россыпей, из которых также добываются А. Следует также отметить нахождение А. в метеоритах, состоящих почти из чистого железа; в этом случае кристаллы носят следы вторичного растворения.

Главнейшие месторождения А. в наст. время сосредоточены гл. обр. в Африке, к-рая стала центром его добычи с 1867 г., когда был найден первый А. В 1870 г. англичанами было положено начало алмазному промыслу, в результате чего были открыты знаменитые копи и построен новый город Кимберлей. Вскоре после этого был открыт ряд копей в английских владениях Капской провинции, Оранжевой республике и Трансваале. Разработка в южн. Африке ведется открытыми и подземными работами, при чем добываемый кимберлит содержит в среднем $^1/_4$—$^1/_2$ *к* А. на 1 *т* породы, доходя до 50 *к* в богатых трубках. Извлечение А. из кимберлита происходит путем размола породы, отделения крупных частей по уд. в., очистки и промывки сильными кислотами. Далее А. сортируются на несколько сот марок — по цвету, блеску и чистоте воды. Ю. Африка богата крупными находками; здесь найдены «Cullinan» — величайший алмаз (1905 г.) в 3 032,5 *к*, стоимостью 9 млн. фн. ст., и «Excelsior» (1893 г.) в 971,50 *к*; оба гиганта расколоты на несколько кусков, из которых вышлифованы отдельные камни. Прекрасный брильянт в 239 *к* «Jubilee»—того же происхождения. Кристаллов в 600—400 *к* найдено несколько. Для южно-африканских А. характерен желтый нацвет, голубоватый же встречается редко. Из новых месторождений А. следует отметить: Германскую юго-зап. Африку (1908 г.), Родезию и Анголу (около 100 000 *к* ежегодно), Бельгийское Конго (очень крупные добычи), Британский берег Виктории-Нианца (Танганайка), Золотой берег (Ашанти и Того), Британскую и Французскую Гвинею и Либерию. Следующее место по добыче занимает Бразилия, где следует отметить копи Diamantina (Minas Geraes), как самые богатые. Бразильские камни прекрасного качества, но мелкие, чаще $^1/_2$—$^1/_4$ *к*, редко 3,5 *к*, хотя было и несколько крупных единичных находок: «Южная звезда»—брильянт в 125 *к*, еще крупнее был погибший А. с Rio Verissimo в 300 *к*; 25% всей добычи падает на борт, 25%— чистой воды (нежные, с голубым нацветом). В Сев. Америке открыты новые месторождения А.: в Британской Колумбии и в штате Арканзас. В Индии находятся самые древние, до 1728 года единственные, месторождения, сейчас почти только исторического значения; ей принадлежат многочисленные крупные и лучшие камни, получ. мировую известность; отсюда происходят А. чистейшей воды с голубым нацветом. Из исторических камней следует

отметить самый большой и луч. камень Индии (Голконда) «Орлов»—199,60 *к* (СССР), отождествляемый с «Великим Моголом».

Рынок регулируется: 1) алмазным синдикатом Diamond Syndicate (London); совершаются сделки в Лондоне, Париже, Антверпене, Амстердаме и Нью-Йорке; 2) южно-африканским правительством (Diamond Act). Перепроизводство А. и послевоенный кризис пошатнули главные рынки в Амстердаме и Антверпене. Цены на А., помимо колебаний мирового рынка, зависят: 1) от «воды» (1, 2, 3, 4, 6; Streeter различает 21 вид А.); 2) от огранки (брильянт в 1 *к* в 4 раза дороже сырого; розочка составляет $^4/_5$ брильянта того же веса); 3) от величины. Цены на А. за 1 *к* исключительного качества: розового — 17 000 р., зеленого — 14 000 р., голубого — 13 000 р. и 1-го сорта — 1 800 р.

Следует отметить исследовательское учреждение в Дюссельдорфе-Оберкасселе — Laboratorium für Diamantenforschung, ведущее только научную работу; в Вене, Берлине, Крефельде возникли специальные учреждения чисто практического характера по проверке и оценке алмазов и вообще драгоценных камней.

Подделка: 1) «страз»—стекло; 2) дублет, нижняя часть — стекло или бесцветный сапфир. Замена: бесцветный циркон.

Применение А. для промышленных целей весьма значительно. Для *бурения* (см.) в твердых горных породах применяются карбонаты и реже — борты. Употребляются как целые кристаллы, так и осколки их. Обычный размер—от $^1/_4$ до $^3/_4$ *к*; для скважин больших диаметров—6″ и больше, употребляются крупные А. — до $1^1/_4$ *к*. До войны в Россию ввозилось более 10 000 *к* в год, на сумму в 1 млн. р. В настоящее время потребление А. в СССР для бурения составляет 35—40% довоенного. Карбонаты добываются почти исключительно в Бразилии, в провинции Байа. Для резки стекла употребляются мелкие кристаллы А. или осколки его, весом ок. 0,1 *к*. А. вставляется в оправу т. о., чтобы выступали наружу две природные грани с природным ребром между ними. Для распиловки твердых минералов и горных пород применяются алмазные пилы, в которых зубья заменены алмазными осколками. Применяются как ручные, так и механич. пилы, ленточные и круглые. Просверливание драгоценного поделочного камня производится механическ. сверлом, в конец которого вставлены 1—2 алмазных осколка. *Алмазный порошок* (см.) употребляется для шлифовки драгоценных камней, в том числе брильянтов (см. *Абразионные материалы*). Для волочения проволоки применяют полупрозрачные или темные кристаллы А., весом до 5 *к*, в к-рых просверливают два отверстия, сходящиеся по середине. Калиброванный А. вставляется в волочильную доску и заливается латунью. Такие алмазные волочильные доски употребляются исключительно для проволок мелкого калибра, от 0,08 до 0,02 *мм*. Вольфрамовые и молибденовые проволоки, употребляемые для изготовления электрических ламп накаливания, протягиваются исключительно через такие доски. Хорошие алмазы в волочильной доске служат несколько лет. Средняя цена А. для волочильных досок 3—4 долл. за *к*. В технике такой А. называется борт. Высокая стоимость промышленных А. вызвала появление на рынке суррогатов А., из которых, кроме общеизвестных абразионных материалов—наждака и корунда,—наибольшее значение приобрел *воломит* (см.), получаемый в электрической печи из карбида вольфрама (CW_2). Кроме применения суррогатов, были неоднократные попытки получить А. искусственным путем. Наиболее интересны опыты франц. ученого Муассана, сконструировавшего небольшую электрическую печь, в которой он получал $t°$ в 3 500°. В такой печи Муассан растворял уголь в расплавленном железе и затем тигель с расплавленной смесью быстро охлаждал погружением в воду. Вследствие образования железной корки, дальнейшее затвердение смеси шло под большим давлением; опыты практических результатов не дали.

Лит.: Ферсман А. Е., Драгоценные и цветные камни, сборник «Нерудные ископаемые», т. 1, КЕПС, Л., 1926 (там же лит.). **А. Ферсман.**

АЛМАЗНАЯ КОРОНКА, см. *Бурение.*

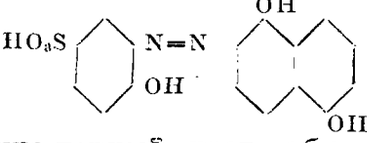
АЛМАЗНОЕ БУРЕНИЕ, см. *Бурение.*

АЛМАЗНЫЕ ПИЛЫ, см. *Пилы.*

АЛМАЗНЫЙ ПОРОШОК, измельченные низкие сорта алмаза и т. н. аморфного алмаза; употребляется для шлифовки твердых камней (рубинов, сапфиров и др.), для резки камня при помощи алмазных пил (мелкие частицы алмаза, насаженные на окружности вращающихся дисков), также для очень тонкой шлифовки металлич. калибров (Иогансена) и пр. А. п. получил значительное применение в часовом производстве для шлифовки частей механизмов, изготовляемых из твердых камней (импульсивные пальцы-эллипсы, палеты, или рычаги с анкерным ходом. и т. п.).

АЛМАЗНЫЙ СТАНОК применяется при бурении скважин; состоит из станины, роторной штанги, на конце которой прикреплена коронка со вставленными в нее алмазами, регулятора подачи инструмента и лебедочного приспособления для спуска и подъема штанги. См. *Бурение.*

АЛМАЗНЫЙ ЧЕРНЫЙ, хромировочный *азокраситель* (см.) (из *о*-аминофенол-*п*-сульфокислоты и 1,5-диоксинафталина), красит



шерсть в сине-черный цвет, обладает превосходными выравнивающими качествами.

АЛМАЗНЫЙ ШПАТ, просвечивающие и непрозрачные разности обыкновенного корунда листоватого сложения. В СССР встречается на Урале (Кыштым). См. *Корунд.*

АЛОЙНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ приготовляются плоскими и круглыми из волокна специального вида кактуса; временное сопротивление разрыву 700—800 *кг/см²*; применяются для подъема в мокрых шахтах, так как хорошо противостоят сырости. См. *Рудничный подъем.*

АЛОЭ. 1) Алойное, агалаховое, орлиное и райское дерево, каламбак, Excoecorna agalocha L., из сем. Euphorbiaceae, произрастает в Ост-Индии. Очень ценная смолистая ароматическая древесина пурпурно-красного цвета; доставляется в виде небольших кусочков, покрытых лаком, и употребляется в столярном деле для инкрустаций. На Востоке древесина употребляется как ароматическое курительное вещество. Молочнообразный сок этого дерева имеет жгучий вкус, неприятный запах и ядовит, вызывая слепоту при попадании в глаз.

2) Сок из листьев различных видов африканского алое; после кипячения и застывания превращается в темнокоричневую массу своеобразного запаха и горького вкуса. Различают несколько сортов А., из которых наибольшее значение имеют А.: блестящий кристаллический (высший сорт капалоэ) и матовый аморфный. Алоэ применяется для пропитки дерева и в медицине как слабительное; раньше применялось для окраски шерстяных тканей.

Лит.: Leunis Joh., Synopsis d. drei Naturreiche, Tl. II, p. 368; Frank A. B., Botanik, 3 Aufl., Hannover, 1886.

АЛОЭ-ВОЛОКНО, алойная пенька из листьев растения Aloe perfoliata L., произрастающего в Центр. и Юж. Америке, Африке, Сирии. Волокно белого цвета, блестящее. Длина технического волокна до 2 *м*, элементарного 1,3—3,7 *мм*, поперечник сечения 15—24 *μ*. Встречающееся в торговле А.-в., смешанное с другими родственными волокнами, имеет желтую окраску и слабый блеск; употребляется с примесью *манильской пеньки* (см.) и других волокон для производства шпагата, канатов и грубых тканей — половиков, матов и пр.

Лит.: см. *Волокна.*

АЛУДЕЛЬ, грушеобразный, открытый с обоих концов возгонный горшок, приемник из обожженной глины. А. применяются в печах старых конструкций для сублимирования (возгонки) ртути из ее руд; употребляются также в хим. лабораториях для конденсации продуктов возгонки. А. насаживают один на другой в длинный ряд, закрывают колпаком и пропускают через них продукты возгонки, которые охлаждаются, осаждаются под колпаком и т. о. отделяются от неперегоняющихся примесей.

АЛУНДОВЫЙ ШЛИФОВАЛЬНЫЙ КРУГ изготовляется из искусственного корунда, получаемого переработкой бокситов в электрических печах (см. *Абразионные материалы*). По сравнению с кругами из естественного корунда такие круги тверже, вязче и чище. Твердость зерен таких кругов 9—9½. Применяются гл. обр. для шлифовки материалов большого сопротивления — мягкой и закаленной стали, поковок, стального литья. А. ш. к. приготовляют с керамич. или силикатными вяжущими веществами. Для круглой шлифовки применяются обычно круги с зерном 24, тв. K, L, M.

Лит.: Гавриленко А., Технология металлов, ч. IV, вып. 3, изд. 2, М., 1925; Wahlburg W., Die Schleif-, Polier- u. Putzmittel, Hartlebens Bibliothek, 123, 1922.

АЛУНДУМ, чистый глинозем Al_2O_3, полученный искусственным путем из природных алюмосиликатов или из водного глинозема — боксита. Обычно получается прокаливанием боксита с углем в обыкновенных электрических печах, в виде желтой или коричневой плавленой массы, состоящей из 95—98% чистого глинозема, с твердостью, большею чем у корунда. Окислы железа при этом восстанавливаются углем до металла, кремнекислота же образует вместе с железом кремнистое железо, к-рое идет в отброс. Различные виды алундовых брусков и кругов получаются в СССР из-за границы и потребляются металлообрабатывающими заводами. А. характеризуется огнеупорностью, стойкостью по отношению к кислотам и щелочам, поэтому идет на заделку печей (недостаток — дорого стоящий материал) и на лабораторные приборы (тигли, паяльные трубки и т. д.); в керамическом производстве идет как вещество, уменьшающее пластичность глины. Известны две разновидности: 1) желто-коричневый А. с содержанием 96 — 98% Al_2O_3, $t°_{пл.}$ 2 000°, и 2) чистый белый А. с содержанием Al_2O_3 выше 99%, $t°_{пл.}$ 2 050°.

Лит.: Askenazy, Technische Elektrochemie, I, Braunschweig, 1910, где указана и прежняя лит.; «Ch. Ztg.», 1911. B. 35, p. 678, 895, 1008; «Metallurgical and Chemical Engineering», N. Y, 1911, v. 9, p. 225, v. 10, p. 129. **Н. Федоровский.**

АЛУНИТ, квасцовый камень, хим. состава $K_2SO_4 . Al_2(SO_4)_3 . 2Al_2(OH)_6$; часть калия иногда заменяется натрием; как примесь встречаются железо и фосфор. Физические свойства: тверд. 3,5—4,0; уд. вес 2,58—2,75; цвет белый и розовый до красного и коричневого. Редко встречается в чистом виде, обычно пропитывает глины, сланцы, песчаники. Главные месторождения: С.-А.С.Ш. — штат Юта, Австралия — Нов. Юж. Уэльс, Италия. А. применяют для получения квасцов, сернокислого калия и глинозема (окиси алюминия). Обработка алунитовых пород проста: раздробленную руду смешивают с углем и обжигают в вращательной печи; полученную массу обрабатывают водой, и в остатке получают нерастворимый глинозем. В СССР А. встречается на Кавказе, в 30 *км* от города Ганжи, где работает единственный в Союзе квасцовый завод.

АЛЫЧА, Prunus divaricata Led. (сем. Amygdalaceae), небольшое ветвистое дерево, растущее на С. Кавказе и в Закавказьи (до высоты 1 500 *м* над ур. моря). Плоды его съедобны, сладки, тверды, эллиптической или шаровидной формы, желтоватого или красного цвета. А. разводится иногда в садах юга России и употребляется в степном лесоразведении. В плодовой культуре сеянцы алычи идут гл. обр. как подвой для различных сортов слив и персика.

АЛЬБЕДО, коэффиц. диффузного отражения, т. е. число (всегда < 1), показывающее, какая часть падающей световой энергии рассеивается элементом данной поверхности. А. имеет большое значение при решении вопроса рационального освещения столов, станков, машин и т. п. Для белого картона А. 0,852, для желтой бумаги равно 0,4, для черной бумаги 0,04, для черного сукна 0,012, для черного бархата 0,004.

Лит.: Сиротинский Л. И., Основы техники электрического освещения, 1926; Zöllner J., Photometrische Untersuchungen, Lpz., 1865; Müller G., Photometrie d. Gestirne, Lpz., 1897.

АЛЬБЕРЕН, высший сорт естественного *мыльного камня* (см.), разновидности стеатита, отличается однородным серым цветом и отсутствием металлич. прожилков. В С.-А. С. Ш. маркируется «М 1». Уд. в. А. 2,6—2,8. Раздавливающее усилие — 550 *кг/см²*. Уд. объемное электрическое сопротивление 6.10^8 Ω-*см*. Электрич. крепость 1 kV/*мм* (max.) при толщине 25 *мм*. Поглощает влагу, мягок, легко обрабатывается, пилится и сверлится. Отличается полной огнестойкостью до 1 300—1 600° и дугостойкостью; не дает ни трещин ни расслоений при сильном местном нагреве, даже под электрической дугой. Применяется в качестве электроизоляционного материала.

АЛЬБЕРТИТ (Albertite), общее название для третьей группы асфальтовых пиробитумов, подобных впервые найденному в графстве Альберт в Н. Брауншвейге в Канаде пиробитуму — А., принятому первоначально за настоящий уголь. Месторождение, состоящее из сети жил, мощностью от 0,1 до 5 *м*, прослеженное на протяжении 840 *м* и до 420 *м* в глубину, дало до 230 000 *т* А. Главное применение А. (до прекращения работы рудника) получил при обогащении битуминозных углей в производстве светильного газа. Цвет в массе черный, излом раковистый или неровный, блеск яркий, черта бурая, до черной, уд. в. 1,075—1,091, тв. по Моосу 2, тв. по игле пенетрометра при 25°—0, тв. по консистометру при 25°— выше 150; при нагревании в пламени вспучивается, не плавится; твердого углерода содержит 25—50%, растворимость в сероуглероде 2 — 10%; минеральных веществ содержит 0,1—0,2%. А. найден еще в Канаде—в. Н. Шотландии (стеллерит), в штате Юта С.-А. С. Ш. (нигрит), в Тасмании—в Австралии (тасманит), в Либолло—в зап. Африке (либоллит). Запасы А. незначительны. Все А. характеризуются неплавкостью, нерастворимостью в сероуглероде, удельным весом 1,07—1,10, содержанием твердого углерода 25 — 50%, малым содержанием кислорода (ниже 3%). А. встречаются вместе с углем и сланцами и нередко принимаются за уголь.

АЛЬБЕРТОВА СВИВКА, способ свивки канатов, при котором как отдельные проволоки в прядях, так и пряди в канатах свиваются в одном и том же направлении, благодаря чему механич. изнашивание распределяется на бо́льшую длину проволок, чем в канатах с крестообразной свивкой. Эти канаты часто применяются в проволочно-канатных дорогах. См. *Канаты*.

АЛЬБЕРТОЛЬ, искусственная смола, получаемая по способу Альберта и Беренда. Для получения А. продукты конденсации фенола с формальдегидом как растворимые, так и нерастворимые, сплавляются при высокой *t°* с маслами, смолами и бальзамами или совместно с ними конденсируются. При этом получаются продукты, похожие на копалы; они почти без запаха, свето- и воздухоустойчивы и эластичнее продуктов без смол и масел; растворимы в бензине и смешиваются с масляными красками. Точка размягчения А. выше чем у других аналогич. искусств. смол; А. «extra-hart» размягчается при 160° и в этом отношении приравнивается к лучшим сортам копалов. Способ Альберта дает возможность утилизировать остатки нерастворимых конденсатов, получаемых при производстве искусственных смол, а также отбросы от обработки предметов из искусственных смол в токарных мастерских. А. служит для производства огнестойких лаков.

АЛЬБИОН-МЕТАЛЛ, покрытые оловом свинцовые листы. См. *Свинец*.

АЛЬБИТ, натриевый полевой шпат; хим. сост. $NaAlSi_3O_8$. Породообразующий минерал изверженных горных пород.

АЛЬБОМНАЯ БУМАГА, см. *Бумаги сорта*.

АЛЬБУМИНАТЫ, продукты соединения белков (гл. обр. альбуминов) с основаниями. Серебряный А. применяется в фотографии; он входит в состав светочувствительного слоя альбуминной бумаги. О применении А. см. *Белковые вещества*.

АЛЬБУМИННАЯ БУМАГА, см. *Бумаги фотографические*.

АЛЬБУМИННАЯ МУКА, клейковинная мука, глютеновая мука, алейронат, идет на изготовление альбуминного хлеба (хлеб для диабетиков); такой хлеб, по возможности, не должен содержать крахмала и сахара; А. м. обычно изготовляется из муки, богатой клейковиной (40% и более сырой клейковины). Мука замешивается с водой в тесто. Тесто стоит ок. одного часа для набухания белков, затем в специальных машинах отмывается клейковина от крахмала. Сырую клейковину делят на небольшие куски, высушивают (предпочтительно в вакуум-сушилках) и измельчают, — получается клейковинная мука. Для изготовления хлеба можно пользоваться и сырой клейковиной. Ставить клейковинный хлеб можно с опарой и без нее, в первом случае хлеб получается лучшего качества. Выпечка хлеба продолжается дольше, чем выпечка обыкновенного хлеба; выпеченный хлеб сильно увеличивается в объеме. После выпечки рекомендуется медленное охлаждение хлеба.—Существует много рецептов изготовления клейковинного хлеба. Приводим один из рекомендуемых американских рецептов: глютеновой муки 4,5 *кг*; воды, в зависимости от качества муки, 4,0—4,5 *кг*; соли 85 *г*; дрожжей 170 *г*; при желании можно положить 0,25 *кг* масла. Если ставить с опарой, то процесс надо вести след. обр.: развести дрожжи в небольшом количестве воды, соль растворить отдельно, в квашню налить оставшуюся воду, прибавить 3 *кг* муки, влить дрожжи, смесить в жидкую болтушку и дать подойти; затем прибавить раствор соли, масло и остальное количество муки и замесить тесто; последнее должно быть не очень крутое, иначе хлеб выйдет плотным. Если ставить тесто без опары, то в тесто сразу замешивают все количество воды, муки, болтушку дрожжей и раствор соли и дают бродить примерно 3½ ч., разбивая процесс брожения на три периода: один продолжительностью в 2 ч., другой в 1 ч. и третий в ½ ч. Затем формуют в продолговатые хлебцы, основательно проминая тесто для удаления газов, кладут хлебцы

в формы, смазанные слегка маслом, дают им небольшую расстойку и выпекают.

Лит.: Микин В., Руководство по хлебопекарному и дрожжевому производству и товароведение хлебного зерна и муки, 2 ч., С.-Петербург, 1912; «Bakers Weekly», *26*, 1926 и *12*, 1927; Leach A., Food Inspection and Analysis, New York, 1920; Röttgers H., Lehrbuch der Nahrungsmittelchemie, B. 1, Leipzig, 1926. **В. Смирнов.**

АЛЬБУМИНОВЫЕ КРАСКИ, применяются гл. обр. для печатания рисунков на тканях. При помощи *альбумина* (см.) на ткани может быть закреплен ряд нерастворимых минеральных красок и лаков, предварительно сильно измельченных. В зависимости от оттенка употребляется яичный альбумин для светлых и кровяной—для темных тканей.

Фиксация А. к. происходит при парке их в течение часа с прибавлением *формальдегида* (см.), который делает их нерастворимыми; после этого ткань можно мыть, мылить и хлорировать. Однако указанная прочность приобретается только в том случае, когда А. к. употребляются с другими паровыми красками; так, напр., для контуров применяется черный лак; для других рисунков служат крон желтый, крон оранжевый, ультрамарин и др. Они дают особую живость и пластичность оттенков, что не может быть достигнуто применением анилиновых красок.

Недостатки А. к.—жесткость ткани после печатания и специфический запах, который уничтожают сильным хлорированием. А. к. широко применяются для подкладочных тканей; печатанная ткань идет прямо в аппретуру. Краски печатаются на белом или грунтованном товаре. Для лаков употребляются: анилин черный, хромовая желтая, ультрамарин различных оттенков; для менее стойких применяют анилиновые краски, осажденные на подходящих субстратах; для зеленых—гюиньетову зелень, одну или в смеси; для красных — *киноварь* (см.) или соответственные анилиновые краски, осажденные на гидроокиси алюминия или сернокислом барии; для серых — разбеленную сажу; для коричневых — смесь красных, желтых и черных.

С альбумином можно печатать и *бронзовые краски* (см.). Печатание производится на гладком товаре или накладкой на другие краски; горячая каландровка после печатания повышает металлический блеск.

Альбуминовые бронзовые краски значительно уступают бронзовым лакам (тинктурам), приготовленным на смолах, олифе, растворах каучука, а также на продуктах конденсации фенолов.

АЛЬБУМИНОИДЫ (коллаген, эластин, кератин, гиалин), твердые тела, состоящие из C, N, O и H, *белковые вещества* (см.), из которых частью состоят покровы и остов животных (кожа, кости). Коллаген составляет главную составную часть шкуры; эластин, входящий в состав эластиновых ее волокон, увеличивает ее прочность и расположен в больших массах вблизи поверхности лица и бахтармы шкуры, особенно в области крупона. Кератин входит в состав волоса, волосяных луковиц и мальпигиева слоя. В состав кератина входит сера; в отличие от других А., он растворяется в растворе сернистого натрия. Гиалин, существование которого, впрочем, не вполне выяснено, представляет собою поверхностную пленку шкуры, непосредственно под мальпигиевым слоем. А. способны к гидролизу под влиянием некоторых протеолитических энзимов, H′ и OH′. Коллаген и эластин набухают (нажор) от воды, особенно в присутствии H′ и OH′, и при низкой температуре: при этом коллаген при нагревании переходит в глутин. Щелочи разлагают легче всего эластин, затем кератин и, наконец, коллаген. К кислотам кератин устойчив; коллаген, эластин и глутин менее устойчивы. Трипсин гидролизует эластин и глутин, слабее—коллаген. Набухание А. подчинено закону Доннана-Проктера о равновесии мембраны в присутствии растворов, содержащих проникающие в нее и поглощаемые ею ионы. См. *Нажор*. **Г. Поварнин.**

АЛЬБУМИНЫ. Альбумины наиболее исследованы среди *белковых веществ* (см.). Гофмейстер получил яичный А. в кристаллах и на основании анализов придает ему формулу $C_{239}H_{386}N_{58}S_2O_{78}$ (соответствует молекул. весу 5 378), к-рую нельзя, однако, считать бесспорною. А. растворимы в воде, щелочах и кислотах, водные растворы высаливаются при насыщении сернокислым аммонием и свертываются при кипячении. С NaOH получаются натриевые соли протальбиновой и лизальбиновой кислот. А., имеющийся в продаже, приготовляется из лиц или крови.

Яичный А.— белок яйца, состоит из крупных клеток с очень тонкими прозрачными стенками, наполненных слабо щелочным раствором близких между собой протеинов, гл. обр. А. Состав белка: воды 84—86%, белковых веществ 11,8—12,5%, жира и экстрактивных вещ. до 3,5%, золы 0,5—0,6%. Производство яичного А. заключается в том, что яйцо вскрывают, отделяют белок от желтка, подвергают его некоторой очистке и сушат. Вскрытие яйца должно производиться так, чтобы к белку не примешивался желток, ибо малейшая примесь его портит цвет и прозрачность товара. Белок и желток собираются в отдельные сосуды; в третий сосуд выпускают неудачно вскрытые яйца, которые идут затем для приготовления яичных консервов. Для отделения белка от клеточной ткани в крупных предприятиях применяют луженые цилиндры с ситчатым дном, обтянутым частым шелковым газом, и с мешалкой внутри. Мешалка снабжена ножами, разрывающими клеточную ткань белка, и щетками, постоянно очищающими поверхность сит, чтобы фильтрование шло беспрепятственно. Вследствие большой способности белка к загниванию, необходимы тщательная и частая очистка всех аппаратов и сосудов и промывание их холодной, потом кипящей водой и растворами антисептиков, напр. салициловой кислоты. Полученный раствор белка оставляют в покое в луженых цилиндрах (отн. выс. к диам.=3) на 30—40 часов в холодном помещении. При этом осаждаются последние обрывки

клеток и случайные примеси, и раствор осветляется. Отстаивание можно заменить фильтрованием через фильтр-пресс. Иногда для очищения применяют и хим. средства, преимущественно таннин (50—100 *г* на 1 *гл*) или уксусную к-ту (150—250 *г* на 1 *гл*), к-рые образуют с белком объемистые осадки ацидальбуминов, увлекающие с собой на дно и все механич. примеси. Для удаления остатков желтка прибавляют скипидар (150—250 *г* на 1 *гл*), к-рый растворяет жир желтка и увлекает его наверх. Высушивание А. производится при $t°$ ниже 50°, т. к. уже при этой $t°$ он желтеет. Лучше всего высушивать при разрежении в вакуум-сушильных шкафах. Если сушка производится без разрежения, то применяют камерные сушилки, к-рые заполняются противнями с белком, устанавливаемыми на стеллажах друг над другом так, чтобы оставался узкий проход для рабочего. Камеры обогреваются горячим воздухом и снабжаются эксгаусторами для вытягивания влаги. Противни делаются из цинка, фарфора, фаянса, стекла и т. п., длиной 30—40, шириной 20 и глубиной 2 *см*. Материал должен иметь совершенно гладкую поверхность, чтобы высохший А. от нее легко отставал. Цинковые противни слегка смазывают маслом, чтобы предупредить приставание А.; белок наливают слоем не выше 1,5 *см*, чтобы высушивание шло скорее. Для получения А. в более крупных кусках иногда высушивают белок в противнях только до получения эластичной пленки, к-рую затем вынимают и досушивают на таких же веревочн. сетках, какие применяются для сушки клея и желатина. Для высушивания в вакуум-шкафу требуется 4—6 ч., в камерной сушилке 24—30 часов. Употребляются также распылительные сушилки (см. *Сушилки*), из которых А. получается в порошкообразной форме. 1 *кг* сухого А. получается из 230—290 яиц. При неосторожной сушке А. может содержать 12—25% коагулированного белка. Для испытания на нерастворимый белок навеску измельченного А. экстрагируют водой при 30°, а нерастворившийся остаток собирают на фильтре, высушивают и взвешивают. Яичный А. применяется в ситцепечатном деле для закрепления некоторых красок, в виноделии для осветления вин, в кондитерском производстве для пастилы, и т. п., а также в фармацевтическом производстве для приготовления белковых препаратов.

К р о в я н о й А. получается из серума (сыворотка крови), содержит кроме А. глобулин и нуклеопротеид, а также и соли, которые были растворены в крови. Для технического получения служит кровь, собираемая на бойнях. С крупной головы ее получается около 1 п., с мелкой 5—17 фн. Кровь при убое животных собирают в цинковые тазы вместимостью 8—10 *л* и оставляют в полном покое на ½—1 ч., при чем она свертывается в студенистый сгусток. После того как тазы осторожно, без сотрясений, доставлены на завод, сгустки режут на кубики, к-рые закладывают в сосуды с решетчатым дном, вставленные в др. сосуды со сплошным дном, и оставляют в покое на 24—36 ч. При этом фибрин постепенно сжимается и выдавливает из себя светлую сыворотку, которая стекает через сито в нижний сосуд. Сыворотку подвергают затем очистке химич. веществами и отстаиванию, подобно тому как это делается для яичного А., и сушат также на противнях в камерных или распылительных сушилках. Т. о. получают светлый А., который имеет применение в текстильном деле: лучшие сорта его могут итти также и на кондитерское и на фармацевтическое производства. Оставшиеся на сетчатом дне твердые куски подвергают измельчению на мельнице, при чем из них выделяется еще много сыворотки, но уже сильно окрашенной кровяными шариками. Отделивши эту сыворотку от твердого остатка, к-рый идет в сушеном виде в качестве удобрения (сушеная кровь), ее подвергают хим. очистке, сушат и получают ч е р н ы й А., применяемый в фанерном деле для склеивания отдельных слоев фанеры (см. *Фанерное производство*). Выход светлого А. из 1 *кг* сырой крови 15—25 *г*, а черного около 110—125 *г*. См. *Удобрение* и *Крови переработка*. **А. Шустов.**

АЛЬГАРОБИЛЛА, дубильный материал — стручки одного из растений рода Caesalpinioideae, именно Balsamocarpus braevifolium из вост. Индии и Ю. Америки. Содержит 35—52% таннида. Довольно дешевый материал, идущий преимущественно для додубки и осветления мягкого товара, придает коже желтый, но не чистый цвет. См. *Дубильные вещества*.

АЛЬГАРОБОВОЕ ДЕРЕВО, древесина южно-американ. и мексикан. дерева Hymenala courbaril L. (сем. Caesalpiniaceae), твердая и тяжелая (уд. вес 0,97), темного коричневато-красноватого цвета, очень смолистая, употребляется для токарных изделий. Смолистые выделения этого дерева известны в продаже под именем американ. или мексикан. копала, употребляемого для изготовления лаков и политур.

АЛЬГАРОТОВ ПОРОШОК, хлорокись сурьмы SbOCl, получается из сурьмяного блеска Sb_2S_3 растворением его в соляной кислоте, в виде белого аморфного порошка или тонких блестящих кристаллических игол. Употребляется как краска, но значение ее ничтожно, вследствие дороговизны и плохих качеств. В медицине употребляется как рвотное.

АЛЬГИН, вещество, добываемое из водорослей (ламинарий) обработкой их содовым раствором; студенистая масса, обладающая склеивающими свойствами; применяется в аппретуре тканей.

АЛЬГОЛЕВЫЕ КРАСИТЕЛИ, см. *Красящие вещества синтетические* и *Кубовые красители*.

АЛЬГРАФИЯ, литографская печать с алюминиевых пластин, обрабатываемых точно так же, как литографский камень. См. *Литография*.

АЛЬДЕГИД - АММИАК $CH_3 \cdot CHO \cdot NH_3$, продукт соединения альдегида с аммиаком, применяется в резиновом производстве для ускорения *вулканизации* (см.). В технике получается непосредственым взаимодействием газообразного NH_3 и паров ацетальдегида,

в виде твердой кристаллической массы, размалывающейся в порошок снежно-белого цвета. А.-а. для изделий из мягкой резины берется 0,75—1%, для эбонита—2% от веса каучука; серы берется ок. 1% от веса каучука. Применение А.-а. не повышает сопротивления разрыву, и выгода его заключается в сокращении времени вулканизации.

Лит.: «India Rubber Journal», *3*, 1926.

АЛЬДЕГИДНО-ФЕНОЛЬНЫЕ СМОЛЫ, искусственные вещества, получаемые конденсацией тел альдегидной функции с телами функции фенольной. Число их весьма велико, а свойства зависят от химич. и физич. условий, в к-рых ведется процесс конденсации. Из классификаций А.-ф. с. имеют наибольшее значение функциональная, делящая А.-ф. с. по техническ. функции их применения, и производственная, учитывающая характер среды, в к-рой ведется процесс конденсации. Согласно функциональной классификации А.-ф. с. делятся на: 1) растворимые и плавкие, идущие на лаки, как замена шеллака и других растительных смол; 2) нерастворимые и плавкие, идущие в чистом виде или с наполнителем в штамповку; 3) нерастворимые и неплавкие, к-рые получаются отливкою изделий или материала, идущего в механич. обработку. Согласно производственной классификации, различают (Клеман и Ривьер и др.) А.-ф. с., полученные конденсацией в среде, содержащей: 1) только безразличные вещества; 2) кислый катализатор; 3) основной катализатор; 4) соли металлов. Из этих 4 групп в настоящее время наиболее важны технически группа конденсатов в кислой среде — тип *карболитов* (см.) и группа конденсатов в основной среде — тип *бакелитов* (см.). Что касается двух остальных, то они едва ли м. б. четко отграничены от этих основных типов. Стандартность исходных материалов при производстве А.-ф. с. и возможность точно стандартизировать процесс позволяют получать продукты однообразные и с точно определенными качествами. Это обстоятельство, вместе с весьма выгодной комбинацией присущих А.-ф. с. свойств, сделало производство их важною отраслью промышленности, особенно в области электрохозяйства.

Лит.: См. *Смолы искусственные.* **П. Ф.**

АЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ, продукты, получающиеся в результате конденсации и полимеризации *альдегидов* (см.) между собою. В процессе образования смолы из альдегидов можно различать следующие три фазы.

I. Конденсация по альдольному типу

1) $R\cdot CH_2\cdot CHO + R\cdot CHH\cdot CHO =$

$= R\cdot CH_2\cdot CH(OH)\cdot CRH\cdot CHO;$

2) $R\cdot CH_2\cdot CH(OH)\cdot CRH\cdot CHO + R\cdot CHH\cdot CHO =$

$= R\cdot CH_2\cdot CH(OH)\cdot CR\cdot CH_2\cdot (OH)\cdot R\cdot CH\cdot CHO;$

3) $R\cdot CH_2CH(OH)\cdot CR\cdot CH_2(OH)\cdot R\cdot CH\cdot CHO +$

$+ R\cdot CHH\cdot CHO =$

$R\cdot CH_2\cdot CH(OH)\cdot CR\cdot CH_2(OH)\cdot R\cdot CH_2(OH)\cdot R\cdot CH\cdot CHO$

и т. д.,

где R есть H или радикал жирного или ароматического ряда [1].

II. Отнятие воды из альдолей:

1) $R\cdot CH_2\cdot CH(OH)\cdot C(H)\cdot R\cdot CHO - H_2O \rightarrow R\cdot CH_2\cdot CH:CR\cdot CHO;$

2) $R\cdot CH_2\cdot CH(OH)\cdot C(H)\cdot R\cdot CH(OH)\cdot CR(H)\cdot CHO - 2H_2O \rightarrow R\cdot CH_2\cdot CH:CR\cdot CH:CR\cdot CHO,$ и т. д.

III. Полимеризация полученных ненасыщенных альдегидов и переход в смолы:

$n(R\cdot CH_2\cdot CH:CR\cdot CHO) \rightarrow (R_2C_4H_4O)_n,$ и т. д.
(смола)

Реакции I и II сильно экзотермичны. Поэтому если процесс конденсации ведется в присутствии сильных щелочей и к-т без достаточного охлаждения, то остановить его на определенной фазе трудно, и получается прямо конечный продукт—смола. Цвет, твердость и растворимость последней зависят от рода катализатора, $t°$ [2] и времени, в течение к-рого шел процесс. С хим. точки зрения каждая А. с. — смесь. Были сделаны попытки разделения смол на индивидуальные вещества. Например Экекранц [3] получил из смолы уксусного альдегида два продукта α и β. Оба имели состав $C_{24}H_{36}O_6$, образовались по схеме $12\,C_2H_4O \rightarrow C_{24}H_{36}O_6 + 6\,H_2O$ и отличались по своей растворимости: α легче растворялся в бензоле, чем β-продукт. Но разделение не всегда удается, ибо процессы конденсации и полимеризации часто усложняются окислением [4], и смесь получаемых смол становится тогда весьма сложной. Из новейших работ по А. с. интересны труды Грунштейна [5], Хельферихa [6], Роземунда и Зетче [7], Вайна и Косна [8], Вейля и Остермейера [9], а также патенты Consortium für Elektrochemische Industrie Ges. [10], в к-рых указывается на возможность широкого технич. использования А. с. Но в последнем приходится сомневаться, если принять во внимание легкую окисляемость А. с. и склонность их к дальнейшей полимеризации.

Лит.: [1]) Kyriakides L. P., «Am. Soc.», v. 36, p. 532, Easton, Pa, 1914; [2]) Döbereiner, «Archiv d. Pharm.», B. 14, p. 133; Liebig, «Archiv d. Pharm.», B. 14, p. 158; Ekecrantz Th., «Ch. Ztrlbl.», *11*, p. 1194, B., 1912; Bottler M., Über Herstellung u. Eigenschaften von Kunstharzen, p. 42, München, 1919; [3]) Ekecrantz Th., Arkiv f. Kemi, Mineralogi, Geologi, B. 4, *27*, p. 1, Stockholm; [4]) Weidenbusch, «Lieb. Ann.», B. 66, p. 163, Lpz.; [5]) Ан. П., 147 119 от 7 июля 1920; «J. Ch. I.», v. 41, p. 78 A, L., 1922; [6]) «B», Jg. 55, p. 702 Lpz., 1922; «Chem. Abstracts», v. 16, p. 3065, Easton, Pa, 1922; [7]) «B», Jg. 54, p. 425, Lpz., 1921; «Chem. Abstracts», p. 2436, Easton, Pa, 1921; [8]) «Soc.», Transact.; v. 121, p. 1022, L., 1922; [9]) «B», Jg. 54, p. 3271, Lpz., 1921; [10]) «Chemical Age», v. 7, p. 1943, L., 1922; «Chemical a. Metallurg. Engineering», v. 27, p. 1042, N. Y., 1922; Ан. П., 187 619, 1922. **Б. Максоров.**

АЛЬДЕГИДЫ, многочисленная группа органических соединений, из которых некоторые встречаются в природе, гл. обр. в растениях, бо́льшая же часть получается искусственным путем и играет видную роль в технике получения органических препаратов. В структурном отношении А., так же как и родственные им *кетоны* (см.), характеризуются присутствием в молекуле карбонильной группы $>CO$, которая встречается также и в *кетонах* (см.), но в отличие от последних одной из своих валентностей связана с атомом водорода, а другой—с каким-либо радикалом. Все А.

отвечают общей формуле $R-C\overset{O}{\underset{H}{<}}$, где R—органический радикал, а $-C\overset{O}{\underset{H}{<}}$ — альдегидная реакционная группа. Для получения А. часто пользуются способом окисления первичных *алкоголей* (см.): $R\cdot CH_2\cdot OH+O=R-C\overset{O}{\underset{H}{<}}+H_2O$. Окисление может быть достигнуто действием хромовой кислоты или перекиси марганца в присутствии серной кислоты или другими окислителями. Для некоторых А., например *формальдегида* (см.), практическое значение имеет метод контактного (см. *Катализ*) окисления, к-рый состоит в том, что смесь паров алкоголя и кислорода или воздуха пропускается над катализатором. Последним в этом случае может служить медная сетка или мелкораздробленная медь, отложенная на пористом (пемза) или волокнистом (асбест) материале. Другой способ получения А. состоит в *омылении* (см.) двугалоидозамещенных углеводородов и применяется в технике гл. обр. для приготовления ароматических А., например бензальдегида. Кроме того, А. приготовляются путем присоединения воды к углеводородам ацетиленового ряда (см. *Ацетилен*). Процесс протекает в присутствии солей ртути (способ Кучерова). Этот способ в последнее время стал широко применяться для получения уксусного А. (см. *Ацетальдегид*), к-рый служит исходным продуктом синтетического производства уксусной кислоты. Реакция протекает по схеме:

$$CH\vdots CH+H_2O=CH_3\,C\overset{O}{<}H$$

Кроме перечисленных, существует еще целый ряд способов приготовления А., из к-рых практическое значение имеют: метод контактного окисления ароматических углеводородов, например толуола (см. *Бензальдегид*), и получение А. из кальциевых солей муравьиной и какой-либо другой кислот в результате сухой перегонки. Широкое применение А. в промышленности обусловливается высокой степенью их химической активности, способностью подвергаться различного рода превращениям, из которых главнейшие состоят в следующем: 1) при окислении А. переходят в кислоты (напр., ацетальдегид в уксусную кислоту); на этом свойстве основано их применение в качестве восстановительных (редуцирующих) агентов; 2) А. обладают способностью к присоединению синильной кислоты (получаются оксинитрилы и последующим омылением—оксикислоты), кислых сернистокислых щелочных металлов, аммиака и других веществ; 3) кислород карбонила, группы CO, способен к обмену на различные атомные группы: этим свойством пользуются в органическом синтезе для конденсации А. с аминами, гидразинами, гидроксиламинами и др. соединениями, обладающими подвижными атомами водорода, например:

$$R\cdot C\overset{O}{<}H+H_2N\cdot NHR'=R\cdot CH{:}N\cdot NHR'+H_2O;$$

альдегид гидразин гидразон вода

4) в присутствии щелочей и кислот А. полимеризуются (уплотняются) или образуют продукты конденсации (см. *Альдоли*). О свойствах отдельных А., имеющих особенно важное значение в технике, см. *Ацетальдегид*, *Бензальдегид*, *Формальдегид*, *Акролеин*, *Коричный А.*, *Анисовый А.*, *Хлораль*, *Ванилин*, *Фурфурол*. **С. Медведев.**

АЛЬДОЗЫ, см. *Углеводы*.

АЛЬДОЛИ, альдегидоспирты, органические соединения, одновременно совмещающие функции альдегида и алкоголя, причем гидроксил находится в β-положении по отношению к альдегидной группе. Образование А. происходит при взаимном соединении двух частиц альдегида т. о., что один из атомов водорода, находящихся при углероде, связанном с альдегидной группой, переходит к карбонилу другой молекулы альдегида, образуя с ним гидроксил:

$$CH_3\cdot C\overset{O}{<}H \quad + \quad H\cdot CH_2\cdot C\overset{O}{<}H \quad =$$

уксусный альдегид уксусный альдегид

$$=CH_3\,CH(OH)\cdot CH_2\cdot C\overset{O}{<}H$$

альдоль

Подобное превращение, называемое альдольной конденсацией, протекает под влиянием различных катализаторов (соляной кислоты, карбонатов, ацетатов и др.), из к-рых энергичнее всего действуют растворы едких щелочей. Альдольная конденсация может иметь место: между различными альдегидами, между альдегидом и кетоном и между двумя кетонами. Получающиеся альдегидоспирты (альдоли) или кетоноспирты легко отщепляют воду и превращаются в ненасыщенные альдегиды или кетоны:

$$H_3C\cdot CH(OH)\cdot CH_2\cdot CHO =$$

альдоль

$$=H_3C\cdot CH{:}CH\cdot CHO+H_2O.$$

кротоновый альдегид

Простейший представитель этой группы, получаемый конденсацией двух молекул уксусного альдегида, обычно называемый альдолем,—жидкость, перегоняющаяся только под уменьшенным давлением ($t°_{кип.}$ 83° при 20 *мм*), смешивается в любых соотношениях с водой и спиртом. **С. Медведев.**

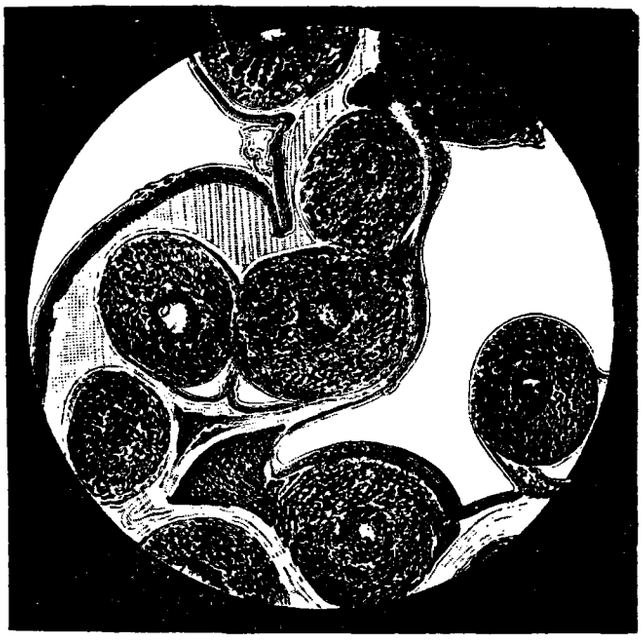
АЛЬКАННА, корень растения (Alcanna tinktoria), растущего на юге З. Европы (Греция, Кипр, южн. Италия, Испания); содержит красящее вещество алканин, дающее ряд красок разных цветов, употребляемых в косметических препаратах (помадах, зубном эликсире и др.). В крашении тканей А. не применяется вследствие малой устойчивости к мытью и свету.

АЛЬКАРРАЦА, глиняный неглазурованный сосуд, применяемый с древних времен для охлаждения воды, масла и вообще продуктов питания. Масса А. должна быть очень мелкопористая, чтобы вода крайне

медленно просачивалась через нее на поверхность сосуда и, испаряясь, вызывала охлаждение внутри сосуда. Для изготовления А. служит богатая известью глина, но без крупных частиц извести, замачиваемая до *шлама* (см.). Для придания пористости к глине прибавляют органич. вещества: древесную или торфяную муку, угольную золу и т. п. в весьма сильно измельченном виде; при обжиге эти вещества частью выгорают, увеличивая т. о. пористость.

АЛЬПАКА, сплав меди, никеля и цинка. Один из видов сплава—*нейзильбер* (см.), покрытый гальваническим серебром (до 2% общего веса), употребляется для изготовления предметов обихода.

АЛЬПАКА ШЕРСТЬ, шерсть животного альпака, по строению тела похожего на овцу и водящегося в Кордильерах Ю. Америки, преимущественно в Перу. А. ш. отличается большой длиной, от 10 до 12 *см*, и большой мягкостью; она бывает черного, белого, а иногда и пегого цвета. Поперечный разрез шерстяного волокна, склеенного из нескольких волос, представлен на фиг. В волосе



Поперечный разрез шерстяного волокна. *Ув. 305.*

альпака сердцевинный канал имеет иногда прерывистое строение; чешуйчатость не имеет ясно выраженного характера. Вес руна колеблется в пределах от 2 до 3 *кг*. Благодаря высокому качеству и хорошим свойствам (мягкость, блеск и пр.) А. ш. идет на выработку высоких сортов дамских и других тканей камвольного типа. Индейцы называют грубую шерсть—х а н а с к а, а тонкую—к у м б и. Из тонкой шерсти они приготовляют с большим искусством скатерти для столов и другие ткани, отличающиеся прочностью и глянцевитостью. За последние годы А. ш. почти целиком шла в Европу.

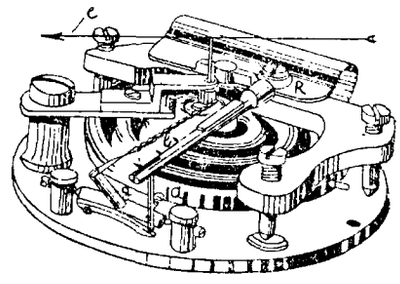
АЛЬТАЗИМУТ, применяемый в астрономической практике, большой, неподвижно установленный, универсальный инструмент. См. *Универсальные инструменты.*

Лит.: Handwörterbuch d. Astronomie, hrsg. von Valentiner, B. 1, Breslau, 1897.

АЛЬТЕРНАТОР, см. *Генератор переменного тока.*

АЛЬТЕРНАТОР ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ, см. *Высокой частоты машины.*

АЛЬТИМЕТР (высотомер), прибор для определения высоты полета летательного аппарата. Существуют А. барометрические, механические, акустические, электрические, оптические и баллистические. Применяются почти исключительно барометрические А. вследствие их легкости, удобства и простоты в обращении. Устройство барометрических А. основано на принципе барометра-анероида. Основная часть А.—анероидная коробка, плоская круглая металлическая коробка *a* с гофрированными стенками, для восприятия давления воздуха на различных высотах; из коробки *a* через трубочку удален воздух. Под влиянием атмосферного давления стенки коробки должны были бы прижаться друг к другу, но этому препятствует пружина *R*. С уменьшением давления воздуха при подъемах на высоту пружина разводит стенки коробки; т. о. на анероидную коробку действуют силы непрерывно меняющегося давления воздуха и натяжения пружины, которая постоянно уравновешивает давление воздуха; поэтому стенки анероидной коробки то растягиваются, то сжимаются. Пружина *R* при помощи рычага *l* действует на стержень *g*, к-рый через ряд передач превращает колебания пружины во вращательные движения стрелки *C*, а последняя на концентрических круглых шкалах показывает высоту подъема и атмосферное давление. Первоначально почти все А. имели две шкалы—шкалу давления и шкалу высот; в последнее время делают А. только с одной шкалой высот. Деления на шкале высот наносят согласно «гипсометрической таблице», данные для к-рой вычисляют при помощи формул, в которых учтено влияние различных факторов на изменение давления воздуха с изменением высоты. Одной из наиболее распространенных является ф-ла Лапласа, выражающая зависимость между давлением, температурой и высотой:



$$H = 18\,400\left[1+\alpha\left(t_0^\circ - \frac{t^\circ_H}{2}\right)\right]\lg\frac{B_0}{B_1},$$

где B_0 и t_0°—давление и темп-ра на земле, B_1—давление на высоте и t°_H—изменение темп-ры с высотой. Показания А. нуждаются в поправках вследствие расхождения фактических данных с положенными в основу построения шкалы расчетными данными. Наибольшее значение для правильного показания А. при подъеме имеют поправки на t° слоев воздуха. Зная t° воздуха на земле и вертикальный температурный градиент, можно заранее вычислить поправки для различных показаний А. при данных условиях полета. В существующих барометрич. А. принцип устройства для всех приборов один и тот же; отличаются они лишь деталями, расположением рычагов, устройством

дополнительных мелких приспособлений и пр. Наибольшее распространение и применение в воздушном флоте получили следующие А.: 1) передача с цепью—герм. Люфт (Luft) и англ. Эллиот (Elliot), 2) передача с лекалом—франц. Гулье (Goulier) и русский—конструкции Главной физической обсерватории (ГФО), 3) передача от пружины внутри анероидной коробки—франц. Максан (Maxant), 4) передача с двумя системами анероидных коробок—герм. Герц (Goerz). А. на самолете укрепляют на общей доске для измерительных приборов при помощи пружинных или резиновых амортизаторов (Люфт, Гулье) или на деревянных подкладках (Эллиот, Максан). Второй способ прикрепления страдает тем недостатком, что при большой тряске, особенно во время руления по земле, механизм А. скоро портится. А. изготовляют для показания высот до 3 000, 5 000 и более 8 000 *м*.

Лит.: Немчинов В., Авиационные приборы, Москва, 1926; Виткевич В., Курс аэронавигации, ч. I, М., 1924; Аэронавигац. и другие авиац. приборы, УВВС, М., 1924. **А. З.**

АЛЬТИТУДА, высота точки над каким-либо уровнем. См. *Высота.*

АЛЬФА, α, см. *Справочник важн. физ., хим. и технолог. величин.*

АЛЬФА, хальфа, похожее на волос растительное волокно белого цвета, гладкое, жесткое, весьма крепкое, тонкое, но толстостенное. Называется также «ложный конский волос» и «испанская трава». Производится в Испании (где называется «эспарто» и «спарто»), в Алжире, Тунисе и Триполи (где называется «альфа») и в С. Америке. Волокна А. получаются от злаков как колосковых, так и метельчатых. К первым относится растущий на песчаной почве многолетний испанский ковыль Stipa tenacissima или Macrochloa tenacissima, распространенный в Испании, С. Африке и С. Америке, растущий от одного корня. Куст его, окружностью от 0,5 до 3 *м*, состоит из стеблей, на к-рых сидят свернутые в трубочки листья, дл. 15—90 *см* и толщ. 1,5 *мм*. Листья срывают, сушат и прессованными, в тюках весом до $^1/_2$ центнера (около 50 *кг*) или в косицах, отправляют в продажу гл. обр. в Англию. Каждый куст приносит эти листья ежегодно в течение 12—15 лет. К метельчатым злакам относится растение Lygaeum spartum, распространенное в Испании и в Алжире. Листья этого злака, похожие на листья ситниковых, дают волокна, тоже называющиеся А. или эспарто. Целлулоза А. содержит те же три основных типа волокон, что и целлулоза соломы (лентовидные, заостренные с обоих концов; короткие мешковидные паренхиматические, слегка морщинистые; продолговатые, четырехугольные, зубчатые, эпидермальные,—особенно характерные), но вместо морщинистых мешковидных — здесь длинные палочкообразные. Эпидермальные клетки меньше, чем такие же соломы (60 μ длины и 13 μ ширины вместо 20—200 μ дл. и 12—20 μ ширины). Наиболее характерные для А.—слегка загнутые, напоминающие формой редиску, волокна 40 — 60 μ дл. и 9 μ толщ. у основания. Волокна Stipa tenacissima и волокна Ligaeum spartum имеют одинаковую длину 0,6—2 *мм* и одинаковую удлиненно-остроконечную форму с круглым сечением и очень узким каналом, но толщина волокон Stipa tenacissima 9—15 μ, а волокон Lygaeum spartum 18—30 μ. Листья и волокна А. идут на веревки, маты, цыновки, сандалии и т. п. плетения, на ткани, на корзины и на оболочки для сигар. Главное же применение А.—в бумажной промышленности, где выделывается из нее особая бумага (альфа-бумага), гибкая, блестящая, чистая, стойкая и при равном весе более плотная, чем из других материалов. Альфовая целлулоза часто встречается в лучших сортах английских печатных бумаг. В бумажном производстве наиболее ценится короткое, иногда бесцветное эспарто с морских берегов как особенно тонкое и прочное, тогда как длинное золотистое эспарто из внутренней части страны, называемое гарбиллло, более пригодно в корзиночном деле. Испанское волокно значительно лучше алжирского. По Гюго Мюллеру (1876 г.), состав А. характеризуется след. данными:

Составные части А.	Испанское эспарто		Африканское эспарто	
	тонкий лист	толст. лист	тонкий лист	толст. лист
Золы	3,72	3,45	3,34	3,67
Воды	9,75	10,30	8,45	9,02
Водного экстракта	10,68	12,02	10,05	10,18
Жира и воска	2,15	2,43	2,51	2,72
Клетчатки	50,19	49,52	50,16	47,55
Инкрустирующих веществ и пектозообразных, определяемых по разности	27,23	25,73	28,83	30,53

На 100% воздушно-сухого эспарто в золе содержится 1,4% кремнекислоты, 0,3% окиси натрия, а также калий и фосфорная кислота. 100 ч. сортированной А. дают 42—50 ч. бумаги, а 100 ч. несортированной А. дают 38—47 ч. бумаги. В 1892 г. на английский рынок было ввезено 213 000 *т*, при чем на Алжир падало 36%, на Испанию—28%, на Триполи—26% и на Тунис—10%, а цена была 35—60 р. за *т*.

Лит.: О производстве А.-бумаги см. Hoffmann C., Prakt. Handbuch d. Papier-Fabrikation, 2 Aufl., B. 2, p. 1210—1230, B., 1897. **П. Флоренский.**

АЛЬФА-БУМАГА, см. *Бумаги сорта.*

АЛЬФА-ЛАВАЛЬ-СЕПАРАТОР, см. *Сепараторы.*

АЛЬФА-ЛУЧИ, α-лучи, поток положительно заряженных частиц, исходящих из атомов радиоактивного вещества, отличающиеся следующими свойствами: они отклоняются в магнитном и электрическом поле, ионизируют воздух, действуют на фотографическую пластинку. См. *Радиоактивность.*

АЛЬФЕНИДЫ, изделия из *нейзильбера* (см.), покрытые чистым серебром.

АЛЬФРИ-ХУББЕЛЯ ЗОЛОТНИКОВЫЙ ПРИВОД (см. *Паровозы*), служит для уменьшения противодавления в конце сжатия и ускорения отсечки. Для этого в кулиссу

Гейзингера между золотниковой тягой и штоком вводится добавочная передача из зубчатого сектора и шестерни. Дает экономию угля и воды в 10—15%, но благодаря зубчатой передаче мало распространен.

Лит.: Карташев Н., Паровозные парораспределительные механизмы, СПБ., 1914.

АЛЮМЕЛЬ, высокоплавкий сплав состава: никеля 94,0%, алюминия 2,0%, кремния 1,0%, железа 0,5%, марганца 2,5%. Из А., в сочетании с хромелем, по предложению Госкинса, изготовляются термопары с большой эдс, работающие до 1 000—1 100°. Состав одного из рекомендуемых хромелей: никеля 89%, хрома 9,8%, железа 1,0%, марганца 0,2%. Если такая термопара была проградуирована при температуре свободных концов $t°$, а измерение фактически производится при $t_1°$, то к показанию пирометра прибавляется поправка в градусах, равная $c(t—t_1)°$, где коэфф. c в пределах измеряемой темп-ры от 0 до 800° принимается за 1,00, а в пределах от 800 до 1 000°—за 1,05.

Лит.: Technolog. Papers of t. Bureau of Standards, *170*, p. 55, Wsh., 1921.

АЛЮМИНАТЫ, см. *Алюминия соединения.*

АЛЮМИНИЕВАЯ БРОНЗА относится к тяжелым алюминиевым сплавам. Обычно А. б. состоит из 90% Cu и 10% Al. Иногда вместо двойных сплавов А. б. состоит из тройных сплавов: т. н. специальные бронзы — железо-алюмин. и марганцево-алюмин. Тройные медно-цинково-алюмин. сплавы носят название *алюминиевой латуни* (см.). А. б. имеет незначительное применение в промышленности. См. *Бронза.*

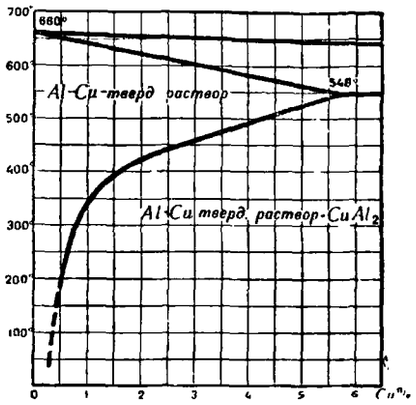
АЛЮМИНИЕВАЯ ВСПЫШКА, производится аналогично *магниевой вспышке* (см.) для фотографических целей, путем сжигания равных долей порошкообразного алюминия и бертолетовой соли ($KClO_3$). Алюминиевая смесь дает меньше дыма, но зажигается труднее, чем магниевая. При сгорании 1 *г* получается по Эдеру 232 000 *свеч./м . ск*, что достаточно для съемки портрета.

АЛЮМИНИЕВАЯ ЛАТУНЬ относится к тяжелым алюминиевым сплавам, составляет сплав меди, алюминия и цинка; содержание алюминия доходит до 13%. См. *Латунь.*

АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОВОДА, см. *Провода.*

АЛЮМИНИЕВЫЕ РАЗРЯДНИКИ, см. *Разрядники.*

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ. Сплавы м. б. названы алюминиевыми, если весовое содержание Al в них превышает 50%. Понятие «легкие сплавы» относится к сплавам с уд. в. до 3 и включает в себя, помимо А. с., и магниевые сплавы; но громадное большинство А. с. относится к «легким сплавам» и составляет их основную часть. Двойные сплавы Al с другими элементами в настоящее время изучены наиболее полно. По количеству изученных диаграмм состояний двойных сплавов алюминиевые сплавы стоят на втором месте, медные — на четвертом, железные—на седьмом месте. А. с. с Mg, Be, Sn, Si, C, B, Ca, Ge и In могут употребляться при весьма различных соотношениях их состава. Употребительны А. с. с легкоплавкими металлами Zn, Sb и со средней группой высокоплавких металлов: Cu (фиг. 1), Ni, Ag, Au, Fe, Co, Pt и Mn, а также с высокоплавкими металлами, как, напр., Cr, Mo, W, V и др., с легкими металлами земельно-щелочными, собственно земельными металлами и с рядом легкоплавких металлоидов. Но эти сплавы употребительны при строго ограниченном количестве примесей, т. к. превышение последних придает А. с. хрупкость или дает химически непостоянные соединения. И только со щелочными металлами, остальными низкоплавкими металлами и металлоидами седьмой группы двойные А. с. не имеют употребления. Из тройных А. с. изучены системы Al-Cu-Mg (Vogel), Al-Cu-Sn (Edwards a. Andrew), Al-Cu-Zn (Carpenter, Edwards, Schulz, Jares), Al-Mg-Zn (Eger), частично Al-Cu-Ni (Haughton) и др. Из четверных А. с. изучена частично система Al-Cu-Ni-Mg с постоянным содержанием Mg=1% (Bingham).

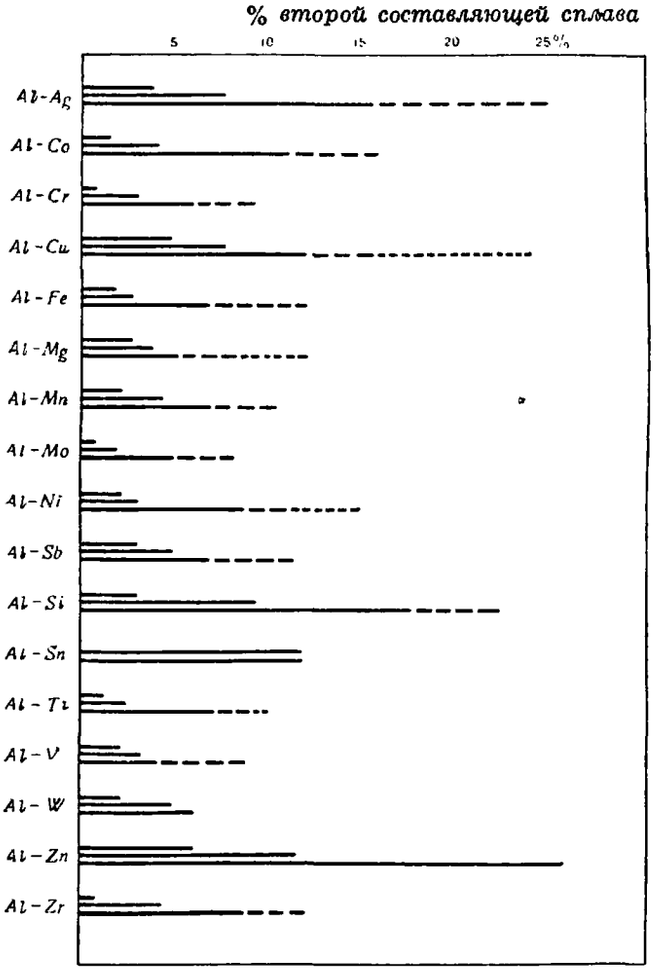


Фиг. 1. Диаграмма состояний двойных сплавов Al-Cu (Dix u. Richardson).

Практика изготовления А. с. по числу сплавляемых элементов далеко вышла за рамки исследованных диаграмм состояний. Техническое применение А. с. в настоящее время настолько широко, что ниже, в перечислении отдельных А. с., приведены лишь сплавы, имеющие наибольшее значение в промышленности. С каждым годом А. с. завоевывают все новые и новые области применения и в нек-рых случаях уже серьезно конкурируют с железными сплавами благодаря своим высоким механич. качествам и низкому уд. в. Производство А. с. в основном таково. В качестве исходного металла для плавки употребляют алюминий в чушках различной чистоты, в зависимости от состава и назначения А. с.: для более ответственных А. с. алюминий д. б. чистоты не ниже 98% и даже 99%. Медь, преимущественно электролитическая, идет сначала на изготовление низкоплавкой лигатуры, а затем, уже в виде лигатуры, на изготовление соответствующего А. с. Известны такие лигатуры: 33% Cu+67% Al, 50% Cu + 50% Al и 60% Cu + 40% Al. В большинстве литейных применяется вторая лигатура, составляемая путем присадки жидкой меди в жидкий алюминий. Марганец с возможно малым содержанием железа (если последнее не входит как необходимая составная часть данного А. с.) также употребляют в виде лигатуры. Употребляются лигатуры: 4% Mn + 96% Al, 8—10% Mn + ост. Al и 25% Mn+75% Al. Последняя имеет наибольшее применение и составляется путем присадки твердого алюминия к жидкому марганцу. Если А. с. должны содержать одновременно и Cu и Mn, то употребляют тройную лигатуру: 50—55% Cu + 10—8% Mn + 40—37% Al. Магний, чистоты 99—99,5%, присаживается

перед самой отливкой. В виде лигатур употреблять Mg не рекомендуется в виду окисных включений. При составлении шихты для плавки А. с., особенно идущих в прокатку, употребляют по мере возможности только чистые металлы и особенно опасаются тонких обрезков и стружек, несущих с собой много Al_2O_3 и других загрязнений. Несмотря на многолетнюю практику изготовления А. с., до сих пор нет твердо установленных методов плавки. Нагрев происходит либо в коксовых и нефтяных горнах, либо в печах. Типы печей, употребляемых для плавки А. с., разнообразны и по устройству, и по характеру нагрева, и по топливу. Атмосфера печи предпочитается восстановительная. Наиболее применима тигельная плавка как в графитово-глиняных, так и в чугунных тиглях (особенно из аллитированного по патенту Круппа чугуна). Ходовой для А. с. является печь с открытым пламенем, типа Роквелл, газовая или нефтяная. В последние годы, из-за угара, низкого кпд и неточности регулировки $t°$ в пламенных печах, решительно переходят в производстве А. с. к электроплавке. Для А. с. употребляют электропечи с нагревом вольтовой дугой (непрямого действия) и печи сопротивления. Первые удобны по быстроте плавки, тщательности перемешивания сплава и равномерности обогрева футеровки (напр. печи «Booth» и печи «Detroit»; последние барабанного типа, в которых местный перегрев устранен вращением каркаса печи). Вторые, печи сопротивления, удобны по регулировке $t°$, но хуже в отношении перемешивания металла и большего расхода электроэнергии (напр. печи «Baily» или «General-Electric-Ofen»). Чем ниже $t°$ литья и быстрее охлаждение металла, тем мельче кристаллиты структуры и тем выше механические качества. Если же в А. с. имеет место явление обратной ликвации, к-рая усиливается таким методом литья, то следует отчасти поступаться мелкокристалличностью литья, чтобы избежать этого явления. Для литья А. с. употребляют отливку и в песок и в кокиль. Для А. с., идущих в прокатку, преимущественно употребляют отливку в металлич. формы. Первичные кристаллиты хим. соединений (напр. $FeAl_3$ или $CuAl_2$) обязательно д. б. раздроблены прокаткой (фот. 7 и 8—см. на отдельном листе). Станы горячей прокатки д. б. по конструкции весьма точными, т. к. программа работ их стоит близко к программе работ на станах холодной прокатки. Нагрев плит перед прокаткой в крупных производствах А. с. производится в методических печах с передвижением плит по поду специальным толкателем. При небольшой садке ($\sim 1\ m$) употребляются муфельные печи. Начиная приблизительно с толщины в 3 *мм*, более тонкие листы получают холодной прокаткой (фиг. 2).

Отжиг А. с. при прокатке д. б. выбран по $t°$ и продолжительности не только в зависимости от состава А. с., но и от величины последней деформации, чтобы при рекристаллизации избегнуть чрезвычайного роста кристаллитов. Для ответственных по назначению А. с., вместо обыкновенных пламенных печей, для отжига часто применяют соляные ванны (напр. 50—75% калийной селитры+50—25% натровой селитры, и др.), допускающие точную регулировку $t°$ и гарантирующие равномерность отжига. Термическая обработка после прокатки зависит



Фиг. 2 Обрабатываемость различных двойных алюминиевых сплавов (Gorson).

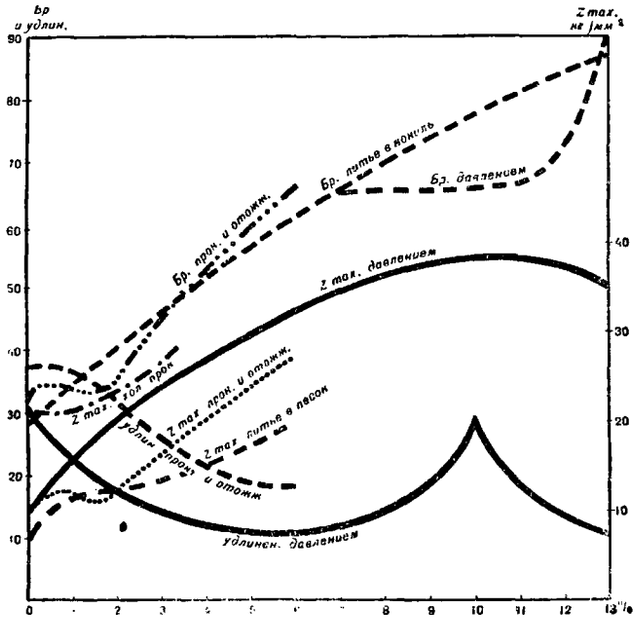
Холодная прокатка до обжатия в 50%.
Холодная прокатка до обжатия в 10%
Горячая прокатка.
Горячая ковка.
Выдавка.

от состава А. с. Производством А. с. в СССР занимаются: Госуд. Кольчугинский з-д, «Красный Выборжец», Гос. авиац. з-д № 1, новый большой з-д под Москвой на Ленинских горах и ряд моторостроительных, главным образом авиационных, заводов.

Из двойных А. с., употребляемых в весьма различных отношениях, наибольшее применение имеют А. с. с магнием и с кремнием.

А. с. с магнием (фиг. 3). Под марками «3 S» употребляют сплав с 1,25% Mg, «Аэро»—с 2,5% Mg, «Т-металл»—с 3,8% Mg. Но большее применение имеет А. с. с 5—10% Mg, под названием «Магналий». Уд. в. 2,40—2,57. При небольшом содержании Mg куется и прокатывается в горячем состоянии. Хорошо обрабатывается режущ. инструментом, полируется. Употребляется для оптических зеркал, не уступая по силе отражаемости стеклянным зеркалам и превосходя их по способности отражать ультрафиолетовые лучи. Идет на подшипники быстро вращающихся валов. Гальванически

прочно покрывается золотом, серебром, никелем. Противостоит действию аммиачных паров, холодной конц. серной кислоты, стеа-



Фиг. 3. Механические качества Al-Mg сплавов (Gorson).

риновой и уксусной кислот. Плавится при 630—575° в графитовых или чугун. тиглях, обмазанных изнутри слоем глины. При отливке в песок временное сопротивление на разрыв Z_{max}=14—18 *кг/мм²*, удлинение i=1%, при отливке к кокиль i=5%, твердость по Бринеллю $H_{Бр.}$=63. Лучшая $t°$ литья 670—700°. Прокатанный — Z_{max}= 40 *кг/мм²*, i=12%. «Магналий X» содержит 2% Cu + 2% Mg + 1% Ni, употребляется в электроизделиях и в производстве автомобилей. «Магналий Z» (1,5% Mg + 3% Sn)— для выдавливания. Также под названием «Магналий» идут А. с.: 0,2% Cu + 1,6% Mg+ + 3% Sn + 0,7% Pb и 1,7% Cu + 1% Mg+ + 3% Sn + 0,7% Bi. Более сложные А. с. с Mg и с небольшими присадками Si и др., образующими с Al твердые растворы, не превышающими в сумме 1—1,5%, известны под наименованием «Алудур» (0,5% Mg+ +0,5% Si; 0,8% Mg + 0,7% Si). Термическая обработка: закалка и «старение» (см. *Дуралюминий*) при 160°. «Алудуры» допускают штамповку, прокатку, волочение, литье в кокиль и в песок. Хорошо обтачиваются, сверлятся и фрезуются. Обладают

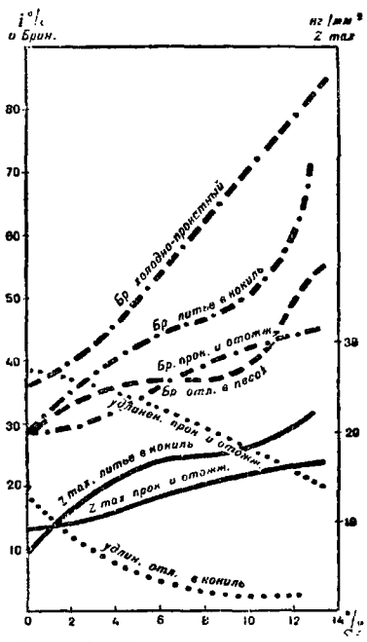
Свойства и применение «Алудура».

Марки «Алудура»	Z_{max} в *кг/мм²*	i в %	$H_{Бр.}$	Примечание
533 D	27—30	10—15	80— 90	Эл.-техн. аппараты
570 D	38—45	14—20	90—110	Авиастроение, измерит. приборы, часы, винты, заклепки, вентилят. коробки

хорошей проводимостью. Марка «533 D» — для воздушной электропроводки: крепость на 40% больше Al, проводимость лишь на 3—4% ниже. Антенна Науэнской радиостанции на пролете 500 *м* сделана из этого сплава. Напряжение тока высокой частоты может достигать 60 000 — 200 000 V. Марка «570 B»—полутвердый и «570 E» — пружиняще-твердый; опасны воздействия щелочей, карбонатов, неорганич. к-т, за исключением HNO_3; ограниченная устойчивость в морской воде. Американский сплав «51 S» (1,5% Mg+1% Si) м. б. отнесен по механич. качествам к «Алудурам». Из других магниевых А. с. известны сплавы: для зубных пломб (1% Mg+0,1% Na+0,05% Sn); противостоящий влиянию атмосферы, морской воды и растворов кислот (3,5—4,5% Mg + +1—1,4% Sn+0,1—0,15% P) и повышенной крепости (7% Mg + 7% Cu + 0,4% Sn + +0,14% P). Сплавы с преимущественным содержанием Mg—см. *Магниевые сплавы*.

А. с. с бериллием не нашли еще широкого применения. С увеличением содержания Be А. с. становятся крепче и тверже. Двойные сплавы Al-Be и тройные Al-Be-Mg значительно стареют после термич. обработки при комнатной $t°$. А. с. 4,5% Cu+ +0,6% Be + 0,6% Mg + 0,1% Si после закалки с 520°, старея при комнатной $t°$, повышает тв. по Бринеллю с 76 до 108.

А. с. с оловом. На орнаменты употребляют А. с. с 3% Sn. В 1884 г. шел на панцыри А. с. с 9—16% Sn, для шрифта— 23% Sn+2% Cu. А. с. 10—11—15% Sn + + 3—4—2% Ni обрабатываются напильником, паяются. Для картеров, моторов и напряженных деталей употребляют А. с. 10% Sn + +3,5% Cu+1% Ni. Известны А. с. с 10% Sn с присадками 2%W и 5% Cu+10% Sb — для механич. обработки резаньем; как хорошо полирующийся А. с.—10%Sn + + 6% Cu + 0,17% Sb+0,05% Mg.



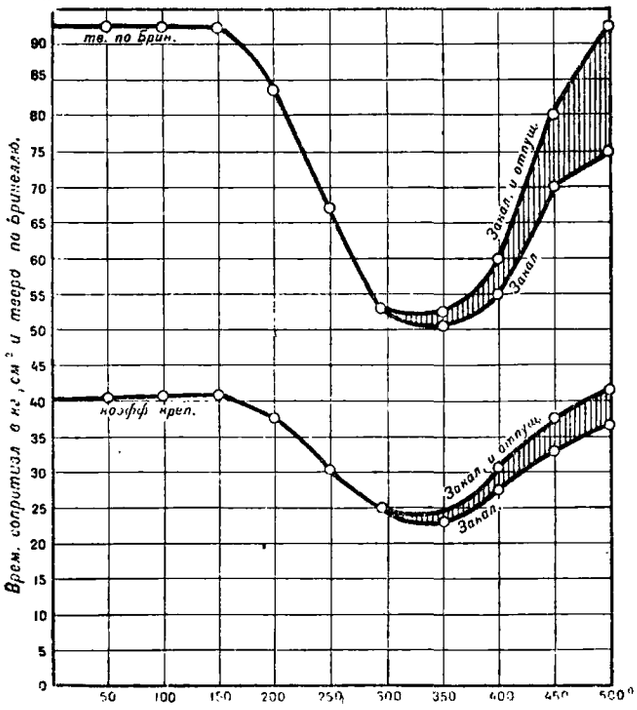
Фиг. 4. Механич. качества сплавов Al-Si (Gorson).

А. с. с кремнием (фиг. 4), от 5 до 20%, а гл. обр. с 10—14% Si, известны под названием «Силумин». Сплав с 10% Si имеет уд. в. 2,55, $t°_{пл.}$ 595—578°, теплоемкость 0,386.

Литье из «Силумина»	Z_{max} в *кг/мм²*	i в %
Литье в кокиль при обычн. $t°$.	18—22	3—10
» » » » 250°	11	9
» » » » 350°	7,5	19—25
Литье в песок	19	7—10

Лучшая $t°$ отливки 650—680°. «Силумин» с 13% Si при отливке под давлением имеет Z_{max}=19,6—21 *кг/мм²*, i=1—3%, $H_{Бр.500}$=70—80. Для прокаток лучше с меньшим содержанием Si. Сплав употребляется как конструкционный материал и особенно в деталях машин, работающих при повышенной $t°$; более противостоит разъеданию серной кислотой, чем другие

общеупотребительные литые А. с.; «Силумин» с небольшим содержанием (до 2%) различн. присадок известен в Америке под названием «Альпакс». «Сулумин» с 4,5—6,5% Si имеет наименование «S. A. E. № 35». Под названием «Лауталь» известны А. с. с такой присадкой Si и Cu, что содержание Al=93%. Изготовление его требует большой тщательности. Уд. в. 2,74, электропроводность 40% от чистой меди и 70% от чистого алюминия. Сплав хорошо обрабатывается, куется, прокатывается, волочится, штампуется. При отбортовке радиус закругления д. б. не меньше толщины стенки детали. Ковка лучшая при 450—480°. Поковки необходимо подвергать термич. обработке. При комнатной $t°$ не стареет. Термич. обработка состоит в следующем: закалкой можно снизить Z_{max} до 23 *кг/мм²* (фиг. 5); выдержка в



Фиг. 5. Термическая обработка алюмин. сплава «Лауталь» (Fuss u. Bohne).

16 час. при 120° после закалки при 480—500° повышает механич. качества до нормальных (нормальн. называются такие, к-рые всегда восстанавливаются при правильно проведенных термич. обработках), удлинение при этом остается 18—23%.

Известны составы «Лауталя»: 2% Cu + +1% Si; 3% Cu + 3% Si.

Механические свойства «Лауталя».

Сорта «Лауталя»	Z_{max} в *кг/мм²*	i в %	$H_{Бр.}$	Модуль упругости E в *кг/мм²*
Нормальн. . .	38—42	18—23	92	6 500—7 500
Полутверд. .	35—37	18—23	80—85	—
Мягкий. . . .	23—25	18—23	51	—
Уплотнен. А.	40—45	18—14	52—114	7 000—7 500
Уплотнен. В. .	45—60	14— 4	114—130	7 000—7 580

Для отливок под давлением употребляют сплавы:

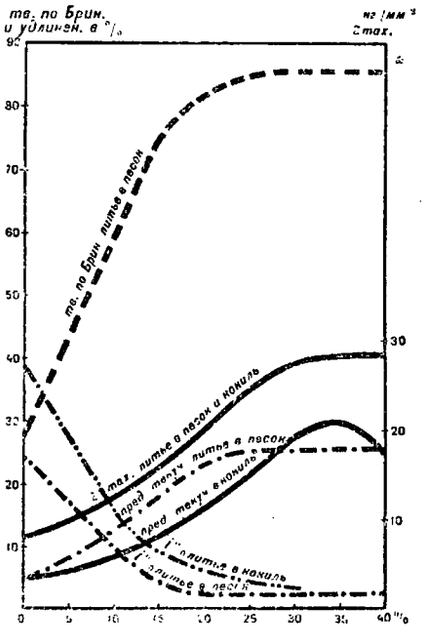
Механические свойства	95% Al+3% Si+ + 2% Cu	91% Al+5% Si+ + 4% Cu
Z_{max} в *кг/мм²* . .	17,5	19,6—21
i в %	3—6	2,5—4
$H_{Бр.\ 500}$	55—65	60—70

Сплав, употребляемый для литья: 6% Si+ +4% Cu. Уд. в. 2,69; коэфф. лин. расшир. $23{,}2 \cdot 10^{-6}$. Температура пл. 630—590°. Выгоднейшая $t°$ отливки 680—720°. Твердость отливки в песок по Бринеллю 58, по Шору 13.

Механич. качества отливки при 700° в песок	При комнатной $t°$	При высокой t	
		150°	320°
Z_{max} в *кг/мм²* .	16,5	16,7	9,5
i в %	1,5	2,5	5,5
Пред. текуч. . .	9,1	—	—

Литейный А. с.—3,5% Cu + 4% Si—имеет $Z_{max}=13{,}3$ *кг/мм²*, $i=1{,}4\%$, предел пропорциональности $Z_p=3{,}7$ *кг/мм²*.

Из двойных А. с., содержащих примеси в ограниченных пределах, наибольшее применение имеют алюм. сплавы с цинком, медью, никелем и марганцем.



Фиг. 6. Механические качества литых Al-Zn сплавов (Rosenhain u. Archibutt).

А. с. с цинком (фиг. 6) хорошо отливаются, на воздухе не окисляются, но разрушаются водой. Германский «Al-7»— с 10% Zn и «Al-20» — с 17% Zn. Последний имеет уд. вес 2,93 при отливке в песок. Коэффициент линейного расширения 26,0. 10^{-6}, $t°_{пл.}$ 630—575°.

При различн. $t°$	15—20°	150°	200°	300°
Коэффициент креп. отливки в песок Z_{max} в *кг/мм²* . .	16,9—20,0	13,3	9,8	4,9

«Цискон»—А. с. с 25% Zn, «Британский 2:1»— с 33,4% Zn, уд. в. 3,65, $t°_{пл.}$ 600—510°; лучшая $t°$ отливки 640—670°. «Альцен»— А. с., подобный «Британскому 2 : 1». С присадкой Cu существует ряд употребительных А. с. с цинком. Германские, для отливок под давлением: 14% Zn + 4,5% Cu— для цоколей счетчиков и других измерительных приборов, 10% Zn+2% Cu — для корпусов различных приборов и аппаратов, для мелких частей различных механизмов и машин. Последний сплав широко применяется в Англии для самых разнообразных целей. А. с. «№ 31», или «Германский сплав» (12—15% Zn + 3—4% Cu), имеет такие качества: коэфф. линейного расширения 18,4. 10^{-6}, $t°_{пл.}$ 645—600°; отлитый при 700° в песок: $Z_{max}=16{,}2$ *кг/мм²*,

i=2,5%. Лучшая $t°$ для литья 700—730°. Подобный этому А. с., в Англии существует А. с. (13% Zn + 3—4% Cu) под маркой «L-5». «Британский А» (20% Zn+3% Cu) предназначен для деталей, работающих при повышенной $t°$; $t°_{пл.}$ 625—560°, литье в песок имеет Z_{max}=28 *кг/мм²*, $i \cong 0\%$. Наилучшая $t°$ для литья 675—710°. Протянутые из него прутки употреблялись после отжига при 250° для заклепок. Подобен ему т. н. «Алюминит» (23% Zn+3% Cu). А. с. для литья «Аэро» (28% Zn+4% Cu) имеет при отливке в песок Z_{max}=17 *кг/мм²*, i=1%. Для авиационных двигателей употребляют сплавы, состав которых приведен в следующей таблице:

Детали	Наименование мотора	Zn в %	Cu в %	Fe в %	Si в %
Для картеров	Бенц	9,6	6	0,9	1
	Майбах	16	1,3	1,7	0,3
Для поршней	Бенц	12	6	1,5	0,3
	Бессе-Сельв	15,6	2	1	0,4

А. с. для литья цинковые с присадкой железа известны как непористые; присадки железа в различных сортах указаны в следующей таблице:

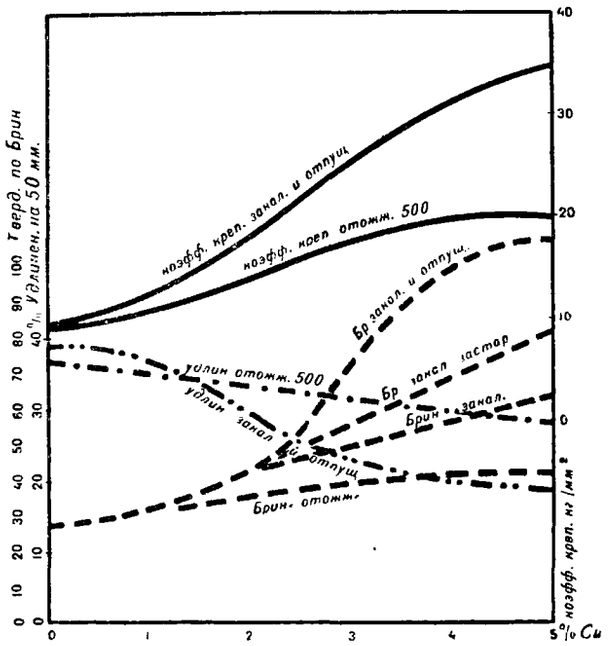
Компоненты \ Сорта	I	II	III	IV	V
Zn в %	4,6	4,7	4,6	12,8	20,3
Fe в %	3,6	1,9	5,4	1,7	5,8

В производстве водорода употребляются А. с. 1,5—15% Zn+0,5—7% Sn. Из более сложных известен «Склерон» (12%Zn + +3% Cu+1% Mn+1%Ni+5%Si или вместо Ni—0,08% Li), уд. в. 3; механич. качества после «старения» (см. *Дуралюминий*): Z_{max}= =48,5 *кг/мм²*; пред. текучести=38 *кг/мм²*; i=11%; поперечное сжатие q=15%; модуль упругости E=7 220 *кг/мм²*. Хорошо обрабатывается режущим инструментом, полируется, прессуется. Употребляется как конструкционный материал. По отношению к морской воде подобен алюминию. А. с. «Мак Адам» (12 — 18% Zn + 3% Cu + + 0,2% Mg) имеет Z_p = 12 *кг/мм²*, Z_{max} = = 21—22 *кг/мм²*. Под маркой «Al. Cast. C⁰» известен сплав 7—8% Zn+3% Cu+1—1,3% Fe+0,2% Mg. Для отливок под давлением деталей различных приборов употребляют А. с. 15% Zn+2,5% Cu+2,5% Sn.

А. с. «Британский Е»: 20%Zn+2,3% Cu+ + 0,5% Mn + 0,5% Mg и «Британский G»: 18% Zn+2,5% Cu+0,35% Mn+0,35% Mg — оба для конструкций, по механич. качествам подобны дуралюминию. Как противостоящий влаге и идущий для инструментов—А. с.: 1,9% Zn+1,9% Sn+1,4% Pb+0,5% Mg+ +0,2% P. Для частей, подвергаемых напряжениям при повышенной $t°$, употребляют А. с.: 7,5% Zn+3,5% Cu+0,5% Ni+0,5% Sn.

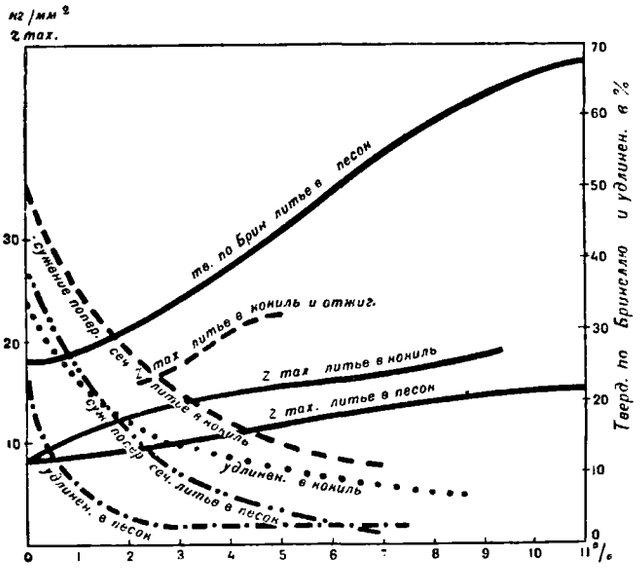
А. с. с сурьмой применяется для изготовления перьев, после ковки Z_{max}= =39 *кг/мм²*, называется «Вольфраминий»: 1,44% Sb+0,38% Cu+0,1% Sn+0,04% W.

А. с. с медью (фиг. 7 и 8): с 4% Cu идет в прокатку и носит иногда название «европейский твердый алюминий», в нагартованном виде имеет Z_{max}=35 *кг/мм²*, i=2%.



Фиг. 7. Механические качества листовых сплавов Al-Cu (Hanson u. Gayler).

Термическая обработка состоит в закалке и «вынужденном старении» (см. *Дуралюминий*). А. с. с 8% Cu называется «американский № 12», пользуется чрезвычайно широким распространением (в СССР на большинстве авиомоторостроительных з-дов). В виде отливок в песок и в кокиль употребляется на такие детали авиационных моторов, как картер, головки цилиндров, картера распределительного валика, корпуса масляных и водяных помп, карбюраторы, кожухи передач и т. п. В виде отливок под давлением — на части вентилей, магнето,



Фиг. 8. Механическ. качества Al-Cu литых сплавов (Gorson).

зажигательных батарей, осветительных установок, измерителей скоростей, фонографов, автоклавов, счетных, вязальных, пишущих и т. п. машин. Уд. в. этого А. с.~3; $t°_{пл.}$ 621°; коэфф. лин. расш. от 23,1.10⁻⁶ до 24,6.10⁻⁶. Лучшая $t°$ для литья 660—690°. А. с. с 9—12% Cu употребляются для поршней двигателей. «Американским сплавом



Фот. 1
Сплав
термически необработанный
× 50 (Dujardin)



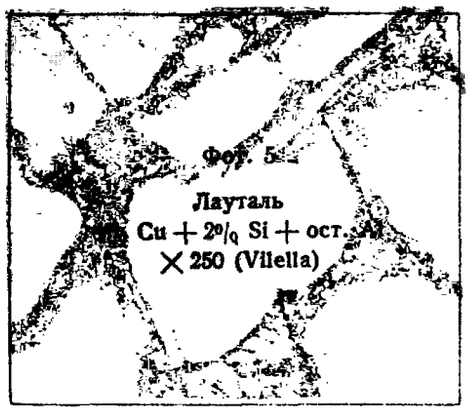
Фот. 2
Сплав
термически обработанный
× 50 (Dujardin)



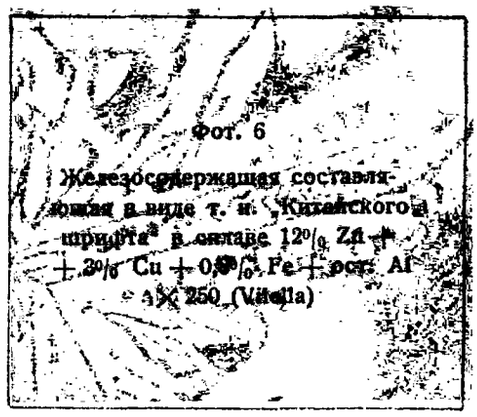
Фот. 3
Американский сплав
8% Cu + ост. Al
× 250 (Dujardin)



Фот. 4
Германский сплав
10% Zn + 2% Cu + ост. Al
× 250 (Dujardin)
a) $CuAl_2$, b) $FeAl_3$



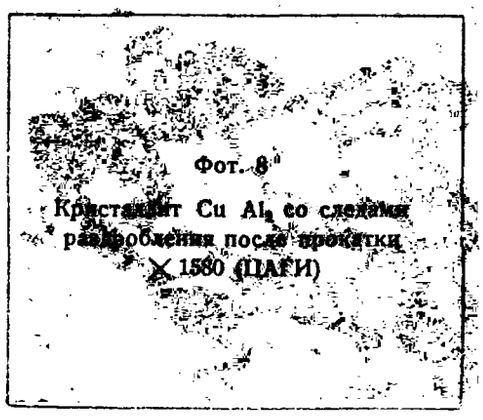
Фот. 5
Лауталь
4% Cu + 2% Si + ост. Al
× 250 (Villella)



Фот. 6
Железосодержащая составляющая в виде т. н. „Китайского шрифта" в сплаве 12% Zn + 2% Cu + 0,8% Fe + ост. Al
× 250 (Villella)



Фот. 7
Кристаллит $FeAl_3$
× 250 (Villella)



Фот. 8
Кристаллит $CuAl_2$ со следами разрушения после прокатки
× 1580 (ЦАГИ)

для поршней» называется А. с. с 9—11% Cu, с $t°_{пл.}$ 630—540°; лучшая $t°$ отливки 680—720°; «Британским L-8» — с 12% Cu. «Германским нормальным сплавом для поршней» называются А. с. с 15% Cu. С присадками Mg А. с. 2,5—3,5% Cu + 0,5% Mg, под названием «Монтаниум», шел на детали воздушных кораблей. А. с. «Альфериум» состоит также из присадок Cu и Mg; по своим механич. качествам, термич. и механич. обработке ничем не отличается от дуралюминия и идет для тех же целей, что и последний. «Линит 146»: 8,5% Cu + 0,2% Mg + + 1,2% Fe, дает $Z_{max} = 18{,}2$ *кг/мм²*; $Z_p = 4{,}2$ *кг/мм²*; $i = 0{,}5\%$. «Линит 195»: 4,6% Cu + +0,1% Mg + 0,6% Fe, дает $Z_{max} = 21{,}8$ *кг/мм²*; $Z_p = 6$ *кг/мм²*; $i = 2{,}5\%$; А. с. с присадкой Mn известны нижеследующего состава:

Компоненты \ Сорта	I	II	III	IV	V
Cu в %	1,5	2	2,5	3	4,5
Mn в %	1—3	2	1,5	1	2—8

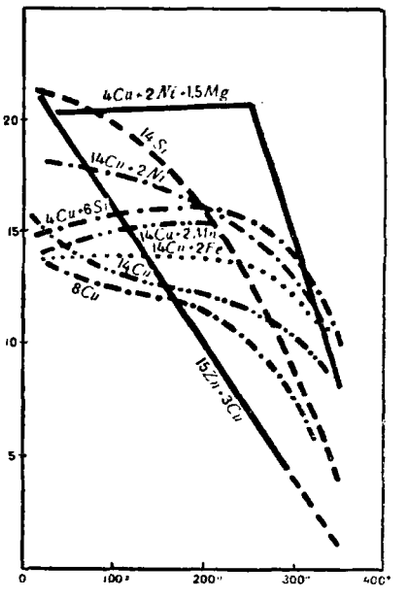
Для заклепок в америк. воздушном флоте употребляли А. с. такого состава:

Сорта \ Компоненты	Cu в %	Mn в %	Si в %	Fe в %
I	0,89	0,32	0,33	9,52
II	9,54	0,14	0,28	0,52

Под наименованием «Нэви» в америк. флоте употребляются А. с.: 2% Cu + 1% Mn, с уд. в. 2,85; $t°_{пл.}$ 650—640°, лучшая $t°$ отливки 700—730°, отливка в песок $Z_{max} = 14{,}7$ *кг/мм²*; $i = 7\%$. А. с. «Нэви N»: 6% Cu + +3% Mn, дает $Z_{max} = 12{,}7$ *кг/мм²*; $i = 8\%$. «Британский 14 : 1»: 14% Cu + 1% Mn, имеет $t°_{пл.}$ 620 — 548°, лучшая $t°$ для литья 670—700°. А. с. «Мак Люр»: 8% Cu + 0,2% Mg + 0,9% Fe, имеет $Z_{max} = 13{,}8$ *кг/мм²*, $i = 3\%$. А. с. с присадкой цинка «Малюминиум»: 6,5% Cu + 5% Zn + 1,4% Fe, обладает $Z_{max} = 12$ *кг/мм²*; $Z_p = 9$ *кг/мм²*; $i = 1{,}5\%$. Главным же образом А. с., помимо Cu с присадкой Zn, употребляются для отливок под давлением; они значительно легче цинковых сплавов, но работать с ними труднее. К таковым принадлежат: 12% Cu + 1,6% Zn и 14% Cu + 3,5% Zn + 0,7% Fe; последний в отливках под давлением имеет $Z_{max} = 17{,}7$ *кг/мм²*, $i = 3\%$. Более сложные А. с., имеющие главной присадкой Cu, следующие: наиболее распространенный «Дуралюминий» и подобные ему А. с.; «Аргилит»: 6% Cu + 2% Si + 2% Bi, малокоррозийный; французский: 1,5—4% Cu + 0,25—1,25% Mn + + 0,25—1,25% Ag, протягивается, вальцуется, куется, гравируется, употребляется для замены латуни и железа; А. с. 3,7% Cu + +2,8% Ni + 1,2% Mn — обладает твердостью и легкостью, идет на автомобильные помпы и кожухи для колес; «Асьераль»: 6,4% Cu + +0,4% Zn + 0,9% Ni, при отливке в песок имеет $Z_{max} = 15{,}5$ *кг/мм²*; $Z_p = 4{,}2$ *кг/мм²*; $i = 2\%$; его франц. вариант — 2,3—3,8% Cu + +0,2—0,5% Mg + 1—1,5% Mn + 1,5% Fe. Под маркой «17 S» употребляется А. с.: 3—5% Cu + 0,7% Mg + 1% Mn, и под маркой «25 S»: 3—5% Cu + 1—2% Mn + 1% Si. Оба эти американских сплава по механич. качествам и термич. обработке почти не отличаются от дуралюминия, так же, как и прокатанный А. с. «Y-сплав» (англ.): 4% Cu + +2% Ni + 1,5% Mg + 0,5% Si, но последний употребляется и в виде отливок. В зависимости от $t°$ литья эти сплавы имеют следующие механические свойства:

Отлит при $t°$	650°	700°	750°	
отливкой в:	кокиль	песок	кокиль	песок
Z_{max} в *кг/мм²*	22,2	19	19,8	16,8
i в %	—	1,5	—	—

При повышении $t°$ до 300° его механич. качества понижаются незначительно: $Z_{max} = 13{,}8$ *кг/мм²* (сравнительная диаграмма механич. качеств дана на фиг. 9), тв. по Бринеллю при отливке в кокиль 53, при отливке в песок 46; уд. в. сплава 2,80; $t°_{пл.}$ 650 — 640°. Под маркой «B-4» в Англии для летательных машин употреблялся сплав 7% Cu + +1% Sn + 1% Zn. Из подшипниковых А. с. употребляют: 7,5% Cu + +0,25% Sn, 5,8% Cu + 1,6% Sn, 3% Cu + 1% Sn, 5 — 50% Sn + 5—30% Sb, заменяя в последнем Sb или Co, или Cr, или Fe, или Mn, или Ni. На шпульки для фабрикации искусственного шелка идет А. с.: 7,5% Cu + 4,5% Ni + +0,15% Mg. Для деталей, работающих при высоких $t°$, рекомендовался «Магналит»: 4% Cu + 1,5% Ni + 1,5% Mg + 0,6% Fe. Под названием «Партиниум» — А. с. 3—7,5% Cu + +0,75—1,9% Sn + 0,04—0,1% W + 0,12— 0,29% Sb и второй — с заменой W через 0,16—0,40% Mg без Sb. Под названием «Верилит» — А. с. 2,5% Cu + 0,3% Mn + 0,7% Fe; $Z_{max} = 11{,}2$ *кг/мм²*; $i = 4\%$.



Фиг. 9. Коэфф. крепости при высоких $t°$ у различных алюминиевых сплавов, отлитых в кокиль, и у «Силумина», отлитого в песок (Gorson).

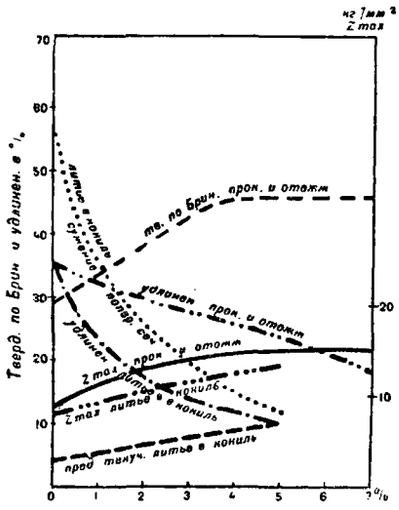
А. с. с никелем (фиг. 10) обладают меньшей коррозией, чем Al-Cu сплавы. Хорошо отливается: 10% Ni + 5% Zn, употребляется в производстве точных машин — приборов. Устойчив против действия серной к-ты: 5% Ni + 2% Bi + 1% Si.

А. с. с серебром: «Аргенталь» с 3% Ag употребляется в ювелирном деле для коромысел точных весов и для физических приборов; противостоит влиянию атмосферы, щелочей и азотной к-ты; легко обрабатывается и плавится. Для гравировки идет: 6—9% Ag + 1% Cu.

А. с. с золотом употребляются главным образом в качестве припоев:

18,5% Au + 3,7% Ag + 3,7% Cu, 19,3% Au + +13,3 Cu + 0,7%Pt, 19,8% Au+13,3% Ag+ +0,7% Pt.

А. с. с железом: монетный сплав с 2% Fe и применяющиеся как присадочные сплавы в металлургии: 7—10—14% Fe + 3—5—6% Si.



Фиг. 10. Механические качества Al-Ni сплавов (Gorson).

А. с. с кобальтом по технич. свойствам схожи с Al-Ni. С увеличением присадки Co усадка литья уменьшается и исчезает при 8% Co. А. с. 8—10% Co+0,8—1,2% W употребляются: богатый Co — для литейных целей, бедный Co—для ковки и вальцовки.

А. с. с марганцем известны как сопротивляющиеся коррозии в морской воде. Сложный антикоррозийный сплав носит марку «KS-Заевассер»: 3% Mn + 2,5% Mg+ +0,5% Sb. Сплавляется в графитовых тиглях; следует избегать перегрева выше 780°. Лучшая $t°$ отливки 700°. Хорошо обрабатывается режущим инструментом. Непористое литье. В морской воде нежелателен контакт с бронзой. Употребляется на арматуру, посуду и детали, соприкасающиеся с морской водой. Уд. в. 2,8.

А. с. с платиной употребляется иногда вместо чистой Pt.

А. с. с полухрупкими высокоплавкими металлами: Cr, Mo, W, V, Ta, Ti и Zr малоупотребительны. Благодаря звонкости и легкости годен для музыкальных инструментов А. с. с 2% V.

Из сложных А. с. со свинцом делают подшипниковые буксы для локомотивов: 0—20% Pb+10% Sn+10% Sb. Сложный А. с. с висмутом 5% Bi+2,5% Ni+ +2,5% Fe противостоит сильным окислителям, электропроводен и хорошо паяется. Сложные А. с. с кадмием под названием «Сольбиски-сплавы»: 2,5% Cd+0,5% Sn+ +0,5%Ni, 3% Cd+1% Sn+1% Ni и 3% Cd+ +1% Ni+1% Zn употреблялись для машинных частей, прокатываются, хорошо обрабатываются. Данные об А. с. «Монтегель», «Конструкталь 2» и «Конструкталь 8» еще не опубликованы с достаточной полнотой.

См. также *Справочник важн. физ., хим. и технолог. величин.*

Механич. качества	Отливки			Прокатный	
	в песок	в кокиль	под давл.	твердый	мягкий
Креп. средняя Z_{max} в *кг/мм²*	14,5	18,8	23,0	14,5—32	14,2—27,3
Креп. максим. Z_{max} в *кг/мм²*	16,0	20,0	28,0	—	—
Удлинение i в %	2,5	3,8	1,6	14,1—4,6	15—9
Сужение попер. сеч. в %	7,5	12,0	4,0	42—34	48—23
Тв. по Бринеллю	60	60	81	41—95	39—83

Лит.: Труды I Всесоюзного совещания по цветным металлам, М., 1925; Труды II Всесоюзного совещания по цветным металлам, М., 1927; статьи в журналах: «Журн. русск. металлург. об-ва», Л.; «Вестник металлопромышленности», М.; Anderson R. J., Metallurgy of Aluminium a. Aluminium Alloys, N. Y., 1925; Grard C., L'aluminium et ses alliages, P., 1920; Debar R., Die Aluminium-Industrie Braunschweig, 1925; Regelsberger F., Chemische Technologie d. Leichtmetalle, Lpz., 1926; «Ztschr. f. Metallkunde», B.; «Revue de Metallurgie», P.; «Journal of the Institute of Metals», L.; «Proceedings of the American Society for Testing Materials», Philadelphia; «Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers», N. Y.; Справочник: «Metalltechnischer Kalender», hrsg von W. Guertler, Berlin, 1927.

Е. Бахметьев.

АЛЮМИНИЙ, самый распространенный, третий после кислорода и кремния, элемент земной коры (8% всей земной массы). А. — серебристый металл с легким синеватым оттенком. Уд. в. 2,7; по своей тягучести уступает только золоту и серебру. Плавится при 657° и кипит при 1 800°. Хорошо проводит тепло и электричество. Чистый А. почти не изменяется на воздухе, покрываясь лишь тонкой пленкой окисла, предохраняющей металл от дальнейшего воздействия кислорода. С щелочными, щелочноземельными и металлами редких земель А. образует группу наиболее электроположительных металлов, обладающих большим стремлением переходить в ионное состояние (см. *Алюминия соединения*). Характерно для А. его огромное сродство к кислороду; большинство металлич. окислов восстанавливаются им в металлы при высокой $t°$, и эта реакция сопровождается выделением большого количества тепла (см. *Алюминотермия*). А. соединяется также энергично с галоидами, а при высокой $t°$ и с азотом, фосфором и серой. В разбавленной соляной или серной к-те А. растворяется с выделением водорода. Едкие щелочи легко растворяют А. с образованием алюмината: $2Al+2KOH+2H_2O=2KAlO_2+3H_2$. Чистый А. не действует на воду (даже и при 100°), но в виде ртутной амальгамы он разлагает воду с образованием гидрата окиси А. и выделением водорода. А. хорошо поддается прокатке, штамповке и ковке как в горячем, так и в холодном состоянии. Удовлетворительного припоя для А. до сих пор не существует, и для соединения двух кусков А. в одно целое их приходится сваривать расплавленным А.

Применение А. многообразно — как в виде чистого металла, так и в виде сплавов с медью, марганцем, никелем, цинком, магнием, кремнием, известных под названием бронз, дуралюминия, силумина и т. д. (алюминий употребляемый для этой цели, должен обладать надлежащей чистотой: хороший металл не должен содержать более 0,01% натрия, 0,3% железа и 0,5% кремния). Обладая большим сродством к кислороду (при образовании Al_2O_3 на 1 *кг* Al выделяется 7 041 Cal), А. находит применение в алюминотермии для получения тугоплавких, трудновосстановимых металлов из их окислов—хрома, марганца, железа, никеля, кобальта, титана, молибдена, вольфрама, ванадия

и др.,—а также в сталелитейном деле в качестве раскислителя. Обнаруживая значительную стойкость против разъедающего действия многих хим. реагентов и растворов, А. находит все возрастающее применение в различных областях хим. промышленности как конструктивный металл. Широко распространены изделия из него для нужд домашнего обихода и военного снаряжения. Обладая значительной легкостью и хорошей электропроводностью (уд. эл. сопротивление при 20°=2,828$\mu\Omega$; эл.-проводимость единицы объема составляет 0,6 от эл.-провод. чистой отожженной меди, а эл.-провод. ед. веса алюминия в 2 раза выше таковой для меди), металлич. А. приобретает большое значение в качестве материала для изготовления проводников электрич. тока. Вследствие низких механич. качеств (тв. по Бринеллю 25; вр. сопр. разрыву ~ 8,5 *кг/мм²*; пр. пропорц. ~ 5,8 *кг/мм²* и удлин. ~ 20%) А. в чистом виде находит ограниченное применение в качестве конструктивного металла в машиностроении, но его легкие сплавы типа дуралюминия широко распространены в авио- и моторостроении (вр. сопротивление их $\geqslant$ 36 *кг/мм²*); пр. пропорц. $\geqslant$ 22*кг/мм²*; удлин. $\geqslant$ 14%; уд. в. $\leqslant$ 3,3).

Впервые в 1827 г. Велер получил А. в виде серого порошка, блестящего при полировке, действием металлич. калия на безводный хлористый А. ($AlCl_3$). В 1854 г. Бунзен и Девиль получили А. электролизом расправленного хлористого А. Работы английских исследователей выяснили возможность получения А. из естественного криолита, незадолго перед тем открытого в Гренландии, действуя на него металлич. натрием. На основании этих работ Девиль предложил действовать металлич. натрием на смесь хлористых соединений натрия и А. с нек-рым количеством криолита. С этим видоизменением способ Девиля сохранил доминирующее положение в технике до появления современного электрического способа получения А. Металлический А., получавшийся способом Девиля, не был чист: он содержал от 0,1 до 0,5% Na, от 0,3 до 0,4% C, кроме того, Si от 0,04 до 2,87% и Fe от 1,6 до 4,88%.

Производство А. состоит из двух самостоятельных операций: получения чистого глинозема (Al_2O_3) и электролиза его способом Héroult-Hall.

I. Получение Al_2O_3. Исходным материалом для получения глинозема служит *боксит* (см.) — продукт выветривания горных пород в условиях тропического или субтропического климата, содержащий в значительных количествах гидратные формы глинозема $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ (гидраргиллит, гиббсит) и $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (диаспор). Наряду с последними в боксите всегда находятся большие или меньшие количества глины, различных форм соединения Fe_2O_3, TiO_2 (обычно 0,5—2,0%) и в незначительном количестве SiO_2, MgO, CaO и другие примеси. Для переработки на глинозем идут в особенности малокремнеземистые красные бокситы с содержанием Al_2O_3 не ниже 50%, Fe_2O_3 — до 15% и несколько выше (последнее менее желательно), SiO_2 — по старым нормам не свыше 3%. В настоящее время содержание SiO_2 в бокситах допускается более высокое, до 7—10%, а в некоторых случаях оно может быть даже и выше.

В технике распространены гл. обр. два способа переработки бокситов: прокаливание с содой и обработка крепким раствором NaOH при повышенных $t°$ (под давлением). В обоих случаях перед обработкой боксит б. ч. подвергают обжигу для удаления конституционной воды и затем измельчению. Оба способа переработки боксита основаны на образовании растворимого в воде алюмината натрия при взаимодействии щелочи с Al_2O_3 боксита. Полученные растворы алюмината отделяются на фильтр-прессах от нерастворимого остатка, содержащего всю Fe_2O_3 и большую часть SiO_2, заключавшихся в боксите. SiO_2 находится в нерастворимом остатке в форме алюмосиликата $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Из вышедших в фильтр-прессы и просветленных алюминатных щелоков выделяется глинозем действием CO_2 или прививкою кристаллов $Al(OH)_3$.

1) Способ обработки бокситов содой при высоких $t°$ был впервые разработан во Франции Ле-Шателье (первый патент появился в 1858 г.). По этому способу тонко измельченные боксит и сода смешиваются в таких количествах, чтобы на каждую молекулу Al_2O_3 и Fe_2O_3 приходилось 1,0—1,2 молекулы Na_2O. Смесь после прокаливания в печи при 1 100 — 1 200° (пирогенный способ) быстро выщелачивается водой (гораздо лучше раствором щелочи, так как иначе, в случаях незначительного содержания в бокситах Fe_2O_3, могут произойти значительные потери в нерастворимом остатке Al_2O_3). При выщелачивании водой, по данным практики, в растворимое состояние переходит $^2/_3$—$^5/_6$, в среднем $^3/_4$, всего Al_2O_3. Горячий алюминатный щелок, отделенный от нерастворимого остатка, содержит в *л* около 170 *г* Al_2O_3 и 182 *г* Na_2O, т. е. молекулярное отношение $Al_2O_3 : Na_2O = 1 : 1{,}8$. В нек-рых случаях содержание Na_2O в щелоках понижается, но, повидимому, в нормальных случаях не падает ниже значений след. отношения: $Al_2O_3 : Na_2O = 1 : 1{,}3$. Выделение гидрата глинозема из щелоков производится углекислотой, получаемой в известково-обжигательной печи специальной конструкции; концентрация CO_2 в 20—25% вполне достаточна. Отделенный от маточного раствора и промытый на фильтр-прессе гидрат глинозема, прокаленный около 1 200°, представляет белый легкий порошок.

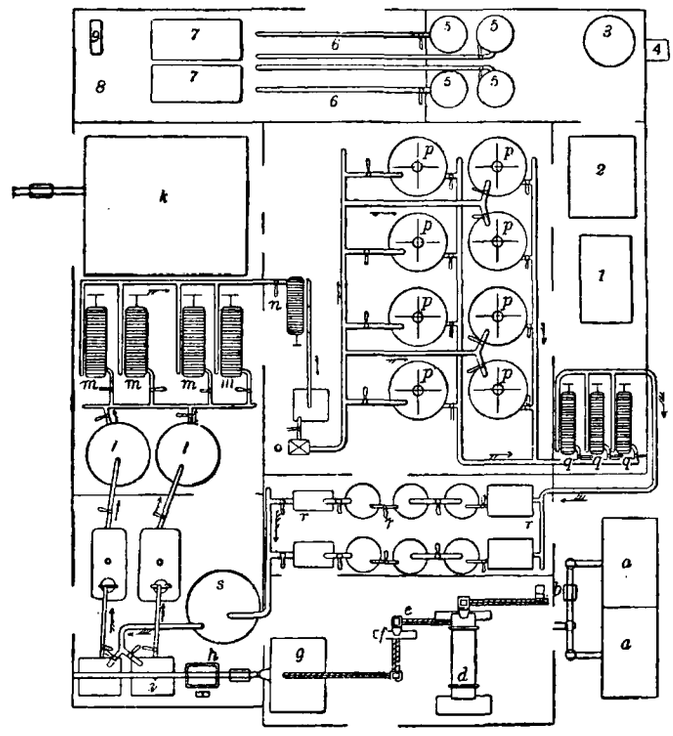
2) По способу Байера (Петербург, 1892 г., Тентелевский завод) обработка крепким раствором NaOH (45° Bé) производится в железных аппаратах, при перемешивании под давлением 5—6 *atm* (~160°) в течение 2—8 ч. Полученный в автоклаве алюминатный щелок разбавляется водою до уд. в. 1,23 (26,9° Bé) и поступает на фильтр-прессы для отделения от нерастворимого остатка. Из полученного просветленного алюминатного щелока с молекулярным

отношением $Al_2O_3 : Na_2O = 1 : 1{,}8$ гидрат глинозема выделяется при постоянном помешивании по прибавлении нек-рого количества свежеосажденного кристаллического $Al(OH)_3$. Выделение глинозема считается законченным, когда в щелоке молекулярное отношение $Al_2O_3 : Na_2O$ достигнет величины 1 : 6. Операция выделения глинозема занимает до 60 ч.; первые 70% Al_2O_3 выделяются в течение 36 ч.

Получаемые на з-дах алюминатные щелока всегда содержат в себе нек-рое количество кремнекислоты, присутствие которой в них представляет нежелательное явление, т. к. при выделении Al_2O_3 выпадает SiO_2, загрязняя этим глинозем. Как показывает практика, при осаждении первым выделяется гидрат окиси алюминия, и лишь позднее начинает осаждаться и кремнекислота. Благодаря этому, производя фракционированное осаждение, можно получить глинозем, удовлетворяющий необходимым требованиям в отношении содержания в нем SiO_2. Полученный глинозем после прокаливания показывает следующий состав: гигроскопич. воды 0,33%, конституцион. воды 0,50%, SiO_2 0,15%, Fe_2O_3 0,007%, Na_2O 0,30%, CaO 0,013%, Al_2O_3 (по разности) 98,70%. Обычно содержание Al_2O_3 колеблется от 98 до 99,5%. Обычный состав нерастворимого остатка таков: гигроскопич. воды 39,42%, конституцион. воды 4,24%, SiO_2 3,52%, Fe_2O_3 37,57%, TiO_2 4,55%, Al_2O_3 7,00% и Na_2O 3,67%. Полученный остаток подвергается выщелачиванию водой для удаления из него Na_2O. Промытый остаток находит различные применения: в качестве очистит. массы в производстве светильного газа, как материал для изготовления красок (охр).

Ход производства явствует из схемы завода сернокислого алюминия (фиг. 1). Исходным материалом служит, напр., французский боксит с содержанием 25% окиси железа. После предварительного измельчения он подвергается обжигу (350—400°) во вращающихся барабанных печах *d* для удаления органич. веществ и воды и для облегчения дальнейшего тонкого помола. При помощи ленты транспортера и элеватора *e* прокаленный боксит попадает в шаровую мельницу *f*. Чрезвычайно тонкое измельчение весьма важно для хорошего выхода алюмината. Подготовленный т. о. к извлечению глинозема боксит хранится в силосоподобном ящике *g*, откуда его берут по мере надобности. Отвешенное количество боксита замешивается в особом сосуде *i* с возвращенным из производства и доведенным упариванием в *r* до 46° Bé щелоком и подается в стоящие ниже автоклавы *k* емкостью в 3—4 *м*³, снабженные мешалками и обогреваемые паром. Реакция продолжается около 6 ч., при чем извлекается до 95% содержащегося в боксите глинозема. Полученный в автоклавах алюминатный щелок крепостью в 50° Bé разбавляется затем в сосудах *l* для смешивания до 30° Bé, после чего идет на фильтр-прессы *m* и *n*. Остаток на фильтрах содержит гл. обр. окись железа. Прозрачный щелок подается из сборника с помощью центробежного насоса *o* в цилиндры для разложения *p*, где под действием взвешенного гидрата окиси алюминия, при сильном перемешивании, происходит распад алюмината на гидрат окиси алюминия и едкий натр. Операция эта требует строгого соблюдения определенных условий: *t*°, скорости перемешивания, концентрации щелока и пр., и продолжается 36—48 ч., после чего около 70% растворенного глинозема переходит в осадок. Перемешивание прекращают, декантируют жидкость и отжимают и промывают гидрат окиси алюминия на фильтр-прессе *q*. Маточный раствор сгущается в выпаривательном аппарате до 46° Bé и служит для нового разложения боксита.

Преимущества способа Байера перед пирогенным заключаются в большой чистоте продукта (содержание кремнезема при мокром способе 0,02%, при пирогенном 0,3%), в более полном извлечении глинозема из боксита, в меньшем расходе топлива и рабочей силы и, наконец, в отсутствии, благодаря применению гидрата окиси алюминия



Фиг. 1. Схема завода сернокислого алюминия: *a*—склад боксита, *b*—вагон, *h*—весы, *s*—резервуар для едкого натра, *r*—упариват. чаши, *1*—установка для сушки, *2*—склад глинозема, *3*—бак для кислоты, *4*—подъемник, *5*—чаны для растворов, *6*—кристаллизационная мастерская, *7*—склад $Al_2(SO_4)_3$, *8* — упаковочное отделение, *9* — дезинтегратор. Стрелками обозначен последовательный ход обработки боксита (сырой бокситный щелок → алюминатный щелок → разбавл. раствор едкого натра → концентр. раствор едкого натра).

для осаждения, побочного продукта—кристаллической соды, к-рая не всегда находит сбыт. Качество сернокислого алюминия, полученного по обоим щелочным способам (путем растворения гидрата окиси алюминия в серной кислоте), примерно одно и то же. Что же касается глинозема для производства алюминия, то, в виду низкого содержания кремнекислоты, преимущество на стороне способа Байера. Кроме этих методов, нек-рое применение получил способ, предложенный Пеняковым. Для разложения боксита этим способом вместо соды служит сернокислый натр с прибавлением пирита. При сплавлении пирита с бокситом и сульфатом образуются алюминат натрия, окись железа и сернистый газ: $11Al_2O_3 + 2FeS_2 + 11Na_2SO_4 = 11Na_2O \cdot Al_2O_3 + Fe_2O_3 + 15SO_2$. Выделяющийся сернистый газ употребляется для получения из поваренной соли сульфата натрия и соляной кислоты (способ Хергривса). Алюминатный щелок перерабатывается углекислотой на гидрат окиси алюминия и соду. В последнее время усиленно разрабатывается проблема получения глинозема из глины. Так, на заводе Грисгейм-Электрон испытывается опытная установка для получения глинозема из глины с помощью соляной кислоты. Проблему эту, имеющую огромное техническое значение и для СССР, однако, нельзя считать еще разрешенной.

II. Получение А. электролизом. Электролиз раствора глинозема в криолите ведется с угольными электродами. Необходимое для поддержания ванны в расплавленном состоянии тепло сообщается электрическим током. Разложению подвергается гл. обр. окись алюминия, к-рая обладает более низким потенциалом разложения (2,8 V), чем фтористый А. (4,6 V) и фтористый натр (5,9 V). Выделяющийся на катоде А. накопляется на дне ванны, а кислород соединяется с углем анода в окись углерода

$$Al_2O_3+3C = 2Al+3CO, \quad (1)$$

сгорающую далее за счет кислорода воздуха в углекислоту. Из того, что расход угля при благоприятных условиях меньше вычисленного по ур-ию (1), явствует, однако, что частично процесс идет также по схеме:

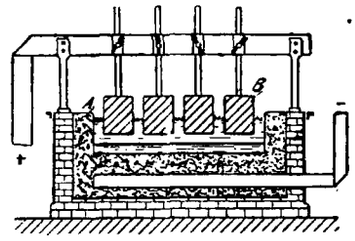
$$2Al_2O_3+3C = 4Al+3CO_2. \quad (2)$$

Содержание глинозема в растворе колеблется от 10 до 20%. При обеднении раствора глиноземом усиливаются побочные реакции—выделение фтористых соединений (CaF_2, SiF_4) на аноде и натрия на катоде, что сильно понижает качество А. Чтобы держать состав смеси постоянным и избежать побочных реакций, в ванну через короткие промежутки времени добавляют глинозем, а иногда и немного криолита. С целью понижения $t°_{пл.}$ ванны и уменьшения уд. в. электролита прибавляют еще различные количества нек-рых солей, гл. обр. плавиковый шпат (CaF_2), фтористый А. и хлористый натр. Смесь глинозема и криолита, содержащая до 20% глинозема, плавится ок. 1 000°; прибавление фтористого А. понижает $t°_{пл.}$ до 800—850°, если же добавить еще поваренной соли, то $t°_{пл.}$ падает до 700°. Хлористый натр, однако, быстро улетучивается. Поэтому с постоянным добавлением хлористого натра не работают, а пользуются им часто для пуска в ход пришедшей в неисправность ванны или новой. Обычная $t°$ ванны при нормальной работе—800—900°. При более низких $t°$ выход А. ухудшается. Для поддержания нужной $t°$ анодную плотность тока держат в границах 70—100 А/$дм^2$. При таких условиях напряжение на клеммах, при к-ром достигается наилучший выход А., составляет 7—8 V. При нарушениях в электролизе вольтаж возрастает до 8—10 V. Существенную роль играет прибавление плавней также и в понижении уд. в. электролита, к-рый д. б. всегда несколько меньше уд. в. расплавленного А. Разность эта, однако, невелика, а при повышении $t°$ она становится еще меньше; благодаря этому уже при небольшом изменении состава ванны или при быстром подъеме $t°$ наблюдается всплывание А.; такая ванна не дает, конечно, никакого выхода А. Весьма важную роль играет чистота исходных материалов—глинозема, плавней и угольных электродов, т. к. все их загрязнения попадают в А., последующая рафинировка к-рого представляет трудности. Главнейшим исходным материалом служит глинозем, полученный почти исключительно вышеописанными щелочными способами из боксита. Некоторые алюминиевые з-ды (напр. французские) готовят для себя глинозем сами; другие получают его от специальных з-дов по производству глиноземных препаратов; поступающий на алюминиевые заводы глинозем отличается большой чистотой; содержание кремнекислоты в нем не превышает 0,1%. Габер приводит следующий анализ глинозема одной из крупных германских фирм (в процентах):

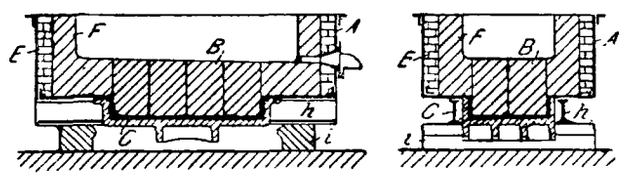
Al_2O_3 . . .	99,594	Na_2O . . .	0,050
Fe_2O_3 . . .	0,032	SiO_2 . . .	0,056
CaO . . .	0,018	H_2O . . .	0,250

Растворителем для глинозема служит природный или искусственный криолит. В настоящее время алюминиевые заводы применяют б. ч. искусственный криолит, который по стоимости не выше гренландского, но отличается большей чистотой. Наиболее целесообразными материалами для получения угольных электродов являются ретортный графит и нефтяной кокс от сухой перегонки нефти с содержанием золы не более 1,5%.

Электролитические ванны (фиг. 2) представляют клепаные железные ящики (из котельного железа), скрепленные угольниками. Размеры ванн различны, в зависимости от числа анодов: в среднем, 2,4 *м* дл., 1,3 *м* шир. и 0,8 *м* вышины, глубина же рабочего пространства обычно не превышает 0,3 *м*. Для уменьшения потерь тепла стенки ванны облицовывают сначала огнеупорной кладкой, а затем стенки и дно выкладывают проводящей ток угольной набойкой *A*, в которую пропущена железная шина, соединенная с отрицательным полюсом источника тока. В целях улучшения электропроводности набойка впоследствии была заменена угольными плитами, изготовленными из такого же материала, как и аноды (фиг. 3). Размеры и количество анодов



Фиг. 2. Электролитическая ванна: *A*—угольная набойка, *B*—электроды.



Фиг. 3. Электролитическая ванна с угольными плитами: *A*—ящик из котельного железа, *B*—электродные плиты из угля, *C*—шины для подводки тока, *E*—огнеупорная кладка, *F*—масса для тепловой изоляции, *h*—балки, *i*—кирпичи.

изменяются в широких пределах. При анодах небольшого поперечного сечения (напр. 8×10 *см*) их располагают четырьмя рядами, по 8 шт. в ряду. В настоящее время предпочитают, однако, более крупные аноды, весом в 45—90 *кг*, число к-рых соответственно уменьшают. Аноды *B* подвешены при помощи медных стержней к плоским медным шинам, расположенным на некоторой высоте над ванной (фиг. 2). Сила тока при пользовании крупными ваннами составляет 15 000—20 000 А. Анодная плотность тока—70—100 А/$дм^2$. Состав применяемого

электролита неодинаков на различн. з-дах и считается главным секретом производства. На нек-рых франц. з-дах, по литературным указаниям, растворителем служит гл. обр. криолит, иногда с небольшой примесью плавикового шпата. Другие з-ды пользуются смесью из 36% криолита, 44% фтористого А. и 20% фтористого кальция, что отвечает примерно составу $AlF_3 \cdot 3NaF + 3AlF_3 + 3CaF_2$. Большого внимания требует пуск ванны в ход. Для этого с помощью небольших угольных стержней коротко замыкают аноды с катодным дном, засыпают нек-рое количество криолита и плавней и затем включают ток. По мере расплавления добавляют смеси, постепенно поднимая аноды и следя за равномерным распределением тока по всей ванне. Лишь после полного расплавления криолита приступают к прибавлению глинозема. Пуск ванны продолжается обычно два дня; для ускорения иногда прибавляют поваренной соли. При установившейся работе уход за аппаратами сводится к периодическим добавкам глинозема и иногда плавней, к регулированию и смене анодов и к выпуску накопившегося на дне ванны А. Последнюю операцию производят каждые 2—3 дня. Обычно А. вычерпывается железными ложками, при чем часть металла оставляют в ванне, что облегчает собирание новых количеств. Иногда выгрузку производят также через выпускное отверстие в стенке ванны, выливая металл в чугунные формы. Полученный А. большей частью еще раз переплавляют в пламенных печах или тиглях, после чего он содержит от 98 до 99% Al. Некоторые з-ды выпускают еще более чистые продукты с содержанием А. до 99,5%. Выход А. теоретически равняется 0,337 *г*/Ah. При среднем рабочем напряжении в 8 V на 1 kWh должно получаться 42,1 *г* А. На практике степень использования тока колеблется от 58 до 76%. Расход энергии на 1 *кг* А. равен т. о. 30—40 kWh. Один kW-год дает 210—275 *кг* А. Расход материалов на 1 *кг* А. выражается на практике следующими цифрами: глинозема 2 *кг*, угольных анодов 700—1 000 *г*, криолита 60—100 *г* и фтористого А. + фтористого кальция 100—150 *г*. Расход рабочей силы на изготовление электродов, электролиз и переплавку составляет от 0,04 до 0,045 чв-д. на 1 *кг* А.

Цены на А. сильно менялись с развитием способов его получения. В самом начале появления металлич. А. стоимость 1 *кг* металла была ок. 500 р. При установлении процесса Девиля цена 1 *кг* упала с 375 р. до 20 р. Эта цена держалась с незначительными колебаниями до 1887 г. В 1888 г., когда только что возникло электролитическое получение алюминия, металл хим. получения продавался около 16 р. 65 к. за 1 *кг*; в 1890 г. цена упала уже до 7 р., в 1891 г.—до 3 р. 70 к., а в 1900 г. она дошла до 1 р. До войны 1 *кг* металла стоил 56—75 к. Параллельно с падением стоимости алюминия возрастает и спрос на него. Перед возникновением электро-химического способа производительность алюминия была ничтожной, затем она быстро растет, что видно из следующей таблицы:

Годы	Мировая производит. в *m*	Годы	Мировая производит. в *m*
1885	не > 3	1918	134 868
1890	193	1919	127 248
1895	1 835	1920	133 400
1900	7 300	1921	74 900
1905	11 500	1922	91 800
1910	43 800	1923	140 719
1913	68 200	1924	166 853
1916	93 227	1925	179 800
1917	120 304		

Производство А. объединяется следующими финансовыми группами: 1) The Aluminium C° of America, обнимает все производство С.-А. С. Ш. и Канады (Northern Alum. C° Ltd.) и часть Норвегии (Norsk Aluminium C°); 2) L'Aluminium Française—производство французское, итальянское и часть норвежского; 3) Die Aluminium-Industrie Akt. Gesellschaft с заводами в Швейцарии, Германии и Австрии; 4) The British Aluminium C° с заводами в Англии и Норвегии; 5) The Aluminium Corporat. Ltd.—с рудниками боксита в департаменте Var на юге Франции. В конце 1926 г. европейские концерны, а именно: L'Alum. Franç., Die Alum.-Ind. Akt. Ges., The Brit. Al. C° и проч. мелкие европейские объединения организовали всеевропейский Алюминиевый синдикат для регулирования алюминиевого рынка Европы. Возникновение этого синдиката является попыткой европейской промышленности успешнее бороться с конкуренцией Америки, промышленность которой объединена в один концерн с производством около 50% мировой продукции.

О размерах спроса русского рынка на металлич. А. не в изделиях можно судить по количеству ввезенного металла за последние перед войной годы: с 1900 по 1911 гг. было ввезено последовательно: 327, 360, 704, 507, 819, 1 146, 909, 360, 422, 557, 606 и 1 359 *m*—числа колеблющиеся, но с явной тенденцией к возрастанию. В представленные данные совершенно не вошло количество А., ввезенного в изделиях, к-рое на основании статистики ввоза за 1913 г. составляло свыше 59% от количества А., ввезенного не в изделиях. Т. о. приведенные числа ввоза металлич. А. на самом деле следует значительно увеличить, почти вдвое, чтобы приблизиться к реальным потребностям русского рынка на этот металл в довоенное время. Во время войны ввоз А. сильно возрос: в 1915 г.—6 372 *m*, в 1916 г.—5 028 *m* и в 1917 г.—3 636 *m*. Современная потребность в А. исчисляется различно, в пределах от 3 000 до 10 000 *m* в год. На ближайшее пятилетие принимается цифра в 25 000 *m*. Если принять увеличение потребности на каждое пятилетие, примерно, на 30%, то вся потребность на ближайшие 15 лет выразится в следующих цифрах: на пятилетия 1927—31 гг., 1932—36 гг. и 1937—42 гг. соответственно—25 000 *m*, 33 000 *m* и 42 000 *m*, а всего 100 000 *m*. Несмотря на значительную потребность в металлич. А., до сих пор в СССР нет ни добычи боксита, ни производства металлич. А. Такое положение дел объясняется гл. обр. тем, что только с 1917 г. на территории СССР стали известны месторождения бокситов. Вторая причина—высокая стоимость у нас электрич. энергии. Лишь детальные разведки в Тихвинском уезде (Череповецкой губ.), произведенные в период 1921—26 гг., с несомненностью установили присутствие здесь промышленных бокситовых месторождений. Как показывают химическ. исследования, состав тихвинских бокситов, как и всех вообще бокситов, очень разнообразен. Поэтому для подсчета запасов геологом

С. Ф. Малявкиным была предложена следующая их классификация:

Сорт прима	$SiO_2 < 10\%$; $Al_2O_3 > 50\%$;
I сорт	$Al_2O_3 : SiO_2 > 3$; $Al_2O_3 > 50\%$ и $SiO_2 < 15\%$
II »	$Al_2O_3 : SiO_2 > 2$; $Al_2O_3 > 40\%$ и $SiO_2 < 20\%$
III »	$Al_2O_3 : SiO_2 > 1$; $Al_2O_3 > 35\%$.

На основании этой классификации запасы бокситов тихвинского района представляются в следующем виде: сорт прима 373 000 *m*, I сорт 600 600 *m*, II сорт 705 100 *m*, III сорт 2 420 700 *m*. Помимо этого, есть указания на нахождение бокситов в Рязанской губ. (Раненбургский уезд) и в пермском районе (Журавлинское месторождение). Оба эти района пока остаются неисследованными. В виду этого развитие алюминиевой промышленности в СССР может планироваться лишь на использовании боксигов тихвинского района, примерно, следующего среднего состава: $Al_2O_3 < 50\%$ и $SiO_2 > 15\%$, чему будет отвечать смесь первых трех сортов бокситов. Т. к. тихвинские бокситы показывают сравнительно низкое содержание Al_2O_3 и высокий % SiO_2, то алюминиевое производство в СССР прежде всего будет зависеть от применения рационального, с экономической точки зрения, способа переработки их на глинозем. В этом направлении ведутся работы в Ленинградском горном ин-те (исследование электротермического способа, состоящего в восстановительной плавке боксита на 25%-ный ферросилиций и алюминат бария, с последующей переработкой алюмината на Al_2O_3), в Ленинградском политехническом ин-те и в Ин-те прикладной химии (исследование известково-натрового способа, состоящего в спекании боксита с $CaCO_3$ и Na_2CO_3, с последующим выщелачиванием массы и осаждением из щелоков Al_2O_3). Выбор того или другого способа определяет и местоположение глиноземного завода: в первом случае—у Днепростроя (и тогда транспорт туда боксита), во втором—вблизи месторождения бокситов, в обоих случаях—электролитный завод у Днепростроя. Помимо этого, для установления алюминиевого производства необходимы организации производств фтористых соединений и электродов.

Лит.: Федотьев П. П., Электрометаллургия, вып. 2, П., 1923; Курдюмов А. П., К вопросам создания в России алюминиевого производства, «Труды Ин-та прикл. минералог. и петрогр.», вып. 6 и 23, М., 1923 и 1926; Труды I Всесоюзн. совещ. по цветным металлам, М., 1925; Левенштейн, Алюминий. Его производство и применение, «Журнал хим. пром.», 4, М., 1927; Grard C., L'aluminium et ses alliages, P., 1920; Anderson Rob. J., Metallurgy of Aluminium a. Aluminium Alloys, N. Y., 1925; Mortimer G., Aluminium, L., 1920; Debar R., Die Aluminium-Industrie, Braunschweig, 1925.

АЛЮМИНИЯ СОЕДИНЕНИЯ. Соединения алюминия были известны уже в древности. О применении квасцов (двойная соль сернокислого алюминия с сернокислым калием) в качестве протравы при окраске тканей упоминает Плиний в своей Historia Naturalis. До 15 в. квасцы импортировались гл. обр. с Востока. Повидимому в конце 12 в. возникла первая европейская ф-ка на о-ве Ишия, близ Неаполя. В течение всего средневековья и вплоть до середины 19 в. квасцы были важнейшим соединением алюминия и единственным добывавшимся в заводском масштабе. Т. к. при большинстве техническ. применений действующим началом является глинозем, то впоследствии вместо квасцов стали употреблять сернокислый алюминий, и в настоящее время они потеряли свое значение. С развитием производства металлич. алюминия важнейшими А. с. сделались: окись алюминия Al_2O_3 и сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$.

Общие свойства А. с. Во всех своих соединениях алюминий трехвалентен. Растворы солей его содержат бесцветный ион $Al^{\cdots}$; они относятся к слабым электролитам и сильно гидролизованы (см. *Гидролиз*).

Окись алюминия. Технически важнейшим соединением алюминия является окись его—глинозем (Al_2O_3), исходный материал для получения металлического алюминия. Al_2O_3 встречается в природе в кристаллическом состоянии в виде корунда, рубина, сапфира и наждака и входит в состав минерала—боксита. Расплавляя электрическим током чистые природные бокситы, в С.-А. С. Ш. готовят окись алюминия, ко-рая под названием алунда идет на изготовление шлифовальных камней и лабораторной посуды. В настоящее время Al_2O_3 добывается исключит. прокаливанием гидрата окиси алюминия и получается при этом в виде белого порошка.

Гидрат окиси алюминия $Al(OH)_3$ получается при прибавлении водного аммиака к раствору соли алюминия в виде белого студенистого осадка, имеющего природу геля. Он может быть также получен в форме гидрозоля (см. *Коллоиды*). $Al(OH)_3$ представляет одновременно слабое основание и слабую кислоту (имеет амфотерный характер), растворяясь как в к-тах, так и в щелочах. В последнем случае раствор содержит солеобразные соединения, именуемые алюминатами, напр. Na_3AlO_3, $NaAlO_2$. Как соли очень слабой кислоты алюминаты сильно гидролизованы и легко распадаются с выделением $Al(OH)_3$. Технич. способы добывания $Al(OH)_3$ — важнейшего промежуточного продукта при получении соединения алюминия—основаны на прокаливании боксита с содой или на обработке его едким натром. И в том, и в другом случае глинозем боксита дает со щелочью растворимый в воде алюминат натрия, к-рый потом разлагается с выделением гидрата окиси алюминия. Подробнее см. в ст. *Алюминий*. Гидрат окиси алюминия, как уже указано, является промежуточным продуктом при добывании важнейших А. с.—глинозема и сернокислого алюминия.

Сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ является важнейшей солью алюминия. Добывается он двумя способами: либо растворением в серной кислоте гидрата окиси алюминия, полученного одним из щелочных способов, либо непосредственным действием серной кислоты на боксит или каолин, по возможности не содержащих железа (кислый способ). Трудность при кислом способе заключается в рациональной очистке раствора сернокислого алюминия от железа. Несмотря на огромное количество патентов, задача эта до сих пор еще не разрешена. Этим

и объясняется все большее вытеснение кислого способа щелочным. В наст. время все лучшие сорта сернокислого алюминия получаются растворением гидрата окиси алюминия в серной к-те. Частично обезвоженный гидрат окиси алюминия помещается в большой медный котел, содержащий вычисленное количество серной кислоты в 66° Bé. Нагревание ведется закрытым паром. После насыщения горячий раствор спускают в плоские свинцовые ящики, где при постоянном перемешивании происходит застывание. Полученные т. о. крупные комья измельчают в дезинтеграторе и упаковывают в мешки. Сернокислый алюминий находит широкое применение при проклейке бумаги, в качестве протравы при крашении и в кожевенном производстве. Низшие сорта сернокислого алюминия употребляются в больших количествах в качестве коагулянта при очистке сточных вод. Промышленность предъявляет весьма строгие требования в смысле отсутствия железа в сернокислом алюминии. Содержание железа при проклейке бумаги не должно превышать 0,2%, иначе бумага получает желтый оттенок; при применении же в качестве протравы уже 0,01% железа иногда значительно меняет оттенок окраски. Для этой области применения годятся поэтому лишь самые чистые сорта сернокислого алюминия. Почти столь же чистые препараты сернокислого алюминия употребляет и кожевенная промышленность, где он идет для дубления. Сернокислый алюминий служит также исходным материалом для изготовления других солей алюминия, из которых следует упомянуть применяемый в качестве протравы уксуснокислый алюминий.

Хлористый алюминий $AlCl_3$ получается в технике нагреванием алюминия в струе хлора в виде легко возгоняющихся белых кристаллов, к-рые осаждаются на холодных частях аппарата. Реакцию ведут при $t°$ темно-красного каления; алюминий берут в виде отбросов жести или в виде порошка (Aluminiumgries). Особый интерес представляет новый способ получения хлористого алюминия из глины, предложенный Бергером и Кюне. Смесь глины и пирита нагревают до 500°, затем прибавляют уголь и пропускают над раскаленной массой хлор. Образовавшийся хлористый алюминий улавливается и перерабатывается затем для получения металла алюминия по способу Бунзена электролизом, при чем освободившийся хлор снова поступает в производство. $AlCl_3$ находит применение в качестве катализатора при синтезе сложных органических соединений (способ Фридель-Крафтса) и при *крекинг-процессе* (см.).

Фтористый алюминий AlF_3 получается действием водного раствора плавиковой кислоты HF на глинозем; он находит применение в качестве плавня при добывании алюминия.

Двойная соль фтористого алюминия с фтористым натрием $AlF_3 \cdot 3NaF$ образует минерал *криолит* (см.) и приготовляется в значит. количествах синтетически («искусственный криолит»), т. к. служит растворителем при электролизе окиси алюминия. Искусственный криолит получается смешиванием растворов фтористого алюминия и фтористого натрия в виде нерастворимого белого осадка.

Нитрид алюминия AlN получается нагреванием порошка алюминия в струе азота в виде голубоватой кристаллической массы; технически получается в электрической печи действием азота на смесь боксита и угля. Одно время на этот способ возлагали большие надежды, как на метод фиксации атмосферного азота, комбинированный с получением чистого глинозема (способ Серпека), т. к. AlN разлагается кипящей водой на гидрат окиси алюминия и аммиак: $2AlN + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 2NH_3$. По позднейшим сведениям, способ Серпека, применявшийся в крупнозаводском масштабе, не вполне оправдал возлагавшиеся на него надежды. Добывание AlN ведется, по Серпеку, в больших вращающихся электрических печах, дл. до 60 — 80 *м* и диам. в 3 — 4 *м*. Для получения чистого глинозема нитрид алюминия кипятят в автоклаве (при давлении в 2 *atm*) с раствором алюмината натрия крепостью в 20° Bé. Выделяющийся при этом аммиак улавливается и перерабатывается на соли аммония или на азотную кислоту. Глинозем переходит в раствор в виде алюмината и осаждается затем по способу Байера (см. *Алюминий*), а загрязнения остаются в осадке.

Квасцы. Сульфат алюминия дает с сульфатами щелочных металлов квасцы: общего состава:

$$Me_2(SO_4) \cdot Al_2(SO_4)_3\ 24H_2O,$$

где Me—щелочный металл. Калиевые квасцы были известны уже в глубокой древности. Получаются они в настоящее время из глин и боксита. После обжига, измельчения и просеивания глина обрабатывается в плоских освинцованных чашах серной к-той крепостью в 50° Bé при t^0 70°. При этом осаждается кремнекислота, а сернокислый алюминий переходит в раствор. Разбавленный щелок упаривается, и затем прибавляется крепкий раствор соли калия. Выделяющиеся в виде тонкого белого порошка квасцы подвергаются повторной кристаллизации для очистки от железа. Технич. применение калиевых квасцов все более и более уменьшается. В последние годы стали, однако, в значительных количествах производить более дешевые натриевые квасцы, которые также употребляются в качестве протравы.

Производство А. с. в С.-А. С. Ш.

Соединения алюминия	Колич. завод.	Продукция в *m*
Аммонийные квасцы	5	4 750
Натриевые квасцы	4	14 450
Глинозем и гидрат окиси А., не считая глинозема, перерабатываемого на алюминий . .	4	4 490
Хлористый алюминий, безводный и кристаллич.	4	12 830
Сернокислый алюминий технич.	20	282 450
Сернокислый алюминий, свободный от железа	7	16 140
Другие соли алюминия	—	370
Итого	—	335 480

Производство А. с. Главнейшими производителями А. с. являются С.-А. С. Ш. и Германия. В 1925 г. продукция С.-А. С. Ш. составляла более 330 000 *m*, стоимостью в 18 млн. р. Распределение этой продукции по различным соединениям алюминия дано выше в табл. (см. ст. 512 внизу).

Лит.: Федотьев П. П., Электрометаллургия, Петроград, 1923; Baerwind E., Fr. Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, B. 1, B.—Wien, 1914; Berge A., Die Fabrikation d. Tonerde, Halle, 1913. **И. Казарновский.**

А. с. в крашении и печатании применяются в качестве протрав для многих красителей всех волокнистых материалов. Некоторые А. с. находят применение при мойке, валке и карбонизации шерстяных тканей, а также в специальной аппретуре (сообщение волокнистым материалам невоспламеняемости и водоупорности). Технически наиболее важными являются следующие А. с.

Квасцы. В продаже имеются калиевые $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24\,H_2O$ (с 10,76% Al_2O_3), аммиачные $Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2\,SO_4 \cdot 24\,H_2O$ (с 11,27% Al_2O_3) и натриевые квасцы $Al_2(SO_4)_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot 24\,H_2O$. Чаще всего встречаются калиевые квасцы; т. к. действующим началом в них является $Al_2(SO_4)_3$, то часто пользуются сернокислым алюминием, тем более, что он в смысле чистоты (главн. обр. по содержанию солей железа) не уступает квасцам. Вообще в А. с., применяемых для крашения ализарином, соли железа должны отсутствовать. По данным Келлера и Лунге, сернокислый алюминий, применяемый в качестве протравы в крашении, не должен содержать Fe более 0,001%, а применяемый в печати — не более 0,005%. Все, что будет сказано относит. применения сернокислого алюминия, относится также и к квасцам.

Сернокислый алюминий в виде $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\,H_2O$ (15,3% Al_2O_3) и $Al_2(SO_4)_3 \cdot 12\,H_2O$ (18% Al_2O_3) применяют:

1) Для протравления шерсти при крашении ее ализарином. Для получения интенсивного красного цвета шерсть протравляют на-кипу $1^1/_2$ часа 6—8%-ным сернокислым алюминием и 5—7%-ным винным камнем в 40-кратном количестве воды (по весу шерсти); с целью экономии винного камня, его частично заменяют щавелевой кислотой и тогда его берут 3%, а щавелевой кислоты 2%.

2) Для протравления шелка и хлопка при крашении их ализарином и другими протравными красителями растительного происхождения. Квасцы и сернокислый алюминий в виде средних солей для этой цели мало пригодны, т. к. при протравлении выделяется серная к-та, задерживающая протравление; поэтому пользуются их основными солями, получаемыми при действии на сернокислый алюминий соды и мела:

$$Al_2(SO_4)_3 + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow Al_2(SO_4)_2(OH)_2 + Na_2SO_4 + CO_2;$$
$$Al_2(SO_4)_3 + 2Na_2CO_3 + 2H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow Al_2SO_4(OH)_4 + 2Na_2SO_4 + 2CO_2.$$

Применяемое на практике большое число основных солей имеет различную основность: а) по данным BASF, для протравления шелка его обрабатывают в течение 10—15 м. основной солью сернокислого алюминия, получаемой обработкой раствора 60 *г* квасцов и 6 *г* кристаллической соды в 1 *л*; шелк оставляют в этом растворе на 12 ч.; затем отжимают и, не промывая, обрабатывают в течение $^1/_4$—$^1/_2$ ч. холодным раствором растворимого стекла в 0,5° Bé, снова отжимают и промывают; б) при протравлении хлопка («квасцовке») сернокислым алюминием или квасцами поступают разно: например, по данным красочной фабрики Мейстер Луциус-Брюнинг, пряжу, предварительно маслованную ализариновым маслом, оставляют на ночь в растворе основного сернокислого алюминия, получаемого растворением 50 *кг* сернокислого алюминия в 375 *л* воды и прибавлением 1 *кг* таннина и 5 *кг* мела (после осаждения $CaSO_4$ раствор ставят на 5° Bé). После этого пряжу промывают и красят. При протравлении по «новому способу» хлопчатобумажную ткань, предварительно проплюсованную ализариновым маслом, плюсуют основным сернокислым алюминием в 12° Bé, получаемым обработкой раствора $2^1/_2$ *кг* сернокислого алюминия в 6 *л* воды раствором 700 *г* Na_2CO_3 в 4 *л* воды.

3) При отяжелении шелка по способу Нейгауза: между последними обработками шелка фосфорнокислым натрием и растворимым стеклом включают обработку сернокислым алюминием.

4) В аппретуре в качестве антисептического вещества.

5) Для получения невоспламеняющихся хлопчатобумажных изделий.

6) При крашении нек-рыми кислотными красителями в качестве вещества, способствующего более равномерному фиксированию красителей на волокне, а также при проявлении щелочного голубого вместо H_2SO_4.

7) При крашении нек-рыми основными красителями для замедления процесса выбирания их.

8) Для фиксирования дубильных веществ на хлопке — вместо сурьмяных соединений.

9) Для увеличения прочности окрасок нек-рых субстантивных красителей к действию воды (сейчас мало применяется).

Уксуснокислый алюминий $Al(CH_3 \cdot COO)_3$ получают путем растворения $Al(OH)_3$ в уксусной к-те или обменным разложением сернокислого алюминия и уксуснокислого свинца $Pb(CH_3 \cdot COO)_2$, при чем если на 1 молекулу первого взять 3 молекулы второго, то получится средний уксуснокислый алюминий:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Pb(C_2H_3O_2)_2 \rightarrow 2Al(C_2H_3O_2)_3 + 3PbSO_4;$$

напр. 665 *г* $Al_2(SO_4)_3$ и 1 137 *г* $Pb(C_2H_3O_2)_2$ растворяют порознь в 1 000 *см*^{3} воды; затем полученные растворы сливают вместе и после осаждения $PbSO_4$ фильтруют и ставят на 10° Bé. Уксуснокислый алюминий находит применение: 1) в качестве протравы при печатании хлопка, шерсти и шелка ализарином, 2) в качестве вещества, сообщающего волокнистым материалам водоупорность. Например хлопок или лен обрабатывают в течение 6 ч. в растворе $Al(CH_3 \cdot COO)_3$ (иногда применяют основные соли) в 3—$4^1/_2$° Bé, отжимают, сушат и повторяют операцию еще раз, либо обрабатывают в течение $^1/_2$ часа при *t*° 60°

раствором 10 *г* в 1 *л* мыла. Водные растворы $Al(CH_3 \cdot COO)_3$ нестойки, поэтому в нек-рых случаях пользуются более стойкими А. с. в роде уксусносернокислого алюминия.

Уксусносернокислый алюминий получается при обработке $Al_2(SO_4)_3$ недостаточным количеством $Pb(CH_3 \cdot COO)_2$; напр. растворяют 665 *г* $Al_2(SO_4)_3$ в 6 *л* воды и 945 *г* $Pb(CH_4 \cdot COO)_2$ в 9 *л* воды; растворы сливают вместе и после осаждения $PbSO_4$ фильтруют и ставят на 10° Bé. Применяют в качестве протравы при крашении хлопка ализарином.

Азотноуксуснокислый алюминий получают обменным разложением $Al_2(SO_4)_3$, $Pb(CH_3 \cdot COO)_2$ и $Pb(NO_3)_2$; напр. растворяют порознь 6 ч. квасцов, 4 ч. $Pb(CH_3 \cdot COO)_2$ и 2 ч. $Pb(NO_3)_2$; полученные растворы сливают вместе и после осаждения $PbSO_4$ фильтруют и ставят на 10° Bé. Применяют в качестве протравы при крашении шелка ализарином.

Роданистый алюминий $Al(CNS)_3$ получают обменным разложением $Al_2(SO_4)_3$ и $Ba(CNS)_2$; например 3 *кг* $Al_2(SO_4)_3$ (18% Al_2O_3) и 4,1 *кг* $Ba(CNS)_2$ порознь растворяют в 2,5 *л* воды; затем растворы сливают вместе и после осаждения $BaSO_4$ фильтруют и ставят на 20° Bé. Применяют в качестве протравы при печатании хлопка ализарином вместо $Al(CH_3 \cdot COO)_3$; перед последним имеет то преимущество, что он не действует на стальные ракли, и т. о. железо не попадает в печатную краску и не вызывает потускнения красного цвета ализаринового лака.

Хлорноватокислый алюминий $Al(ClO_3)_3$ получают обменным разложением растворов 200 *г* $Al_2(SO_4)_3$ (18% Al_2O_3) в 200 *см*³ воды и 300 *г* $Ba(ClO_3)_2$ в 350 *см*³ воды; после осаждения $BaSO_4$ раствор отфильтровывают и ставят на 22° Bé. Применяют в качестве энергичного окислителя вместо или вместе с $NaClO_3$ при окислительных вытравках (напр. по индиго).

Хлористый алюминий $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ встречается в продаже в виде желтоватой жидкости в 30° Bé. Его применяют для карбонизации шерстяного кускового товара в виде раствора в 6—7° Bé; при 125°, разлагаясь, выделяет HCl, действующий гидролизующим образом на целлулозу, чем обусловливает карбонизацию шерсти.

Молочнокислый алюминий приготовляют растворением $Al(OH)_3$ в молочной кислоте, либо обменным разложением молочнокислого кальция и $Al_2(SO_4)_3$. Применяют его в печати хлопка ализарином, особенно по «немаслованному» товару, вместо $Al(CH_3 \cdot COO)_3$, для получения более яркого оттенка.

Щавелевокислый алюминий $Al_2(C_2O_4)_3$ применяют в печати.

Муравьинокислый алюминий получают обменным разложением муравьинокислого кальция и сернокислого алюминия. Применяют: 1) в печати ализарином, 2) в виде раствора основной соли в 6° Bé в качестве вещества, сообщающего хлопчатобумажным тканям водоупорность.

Гидрат окиси алюминия $Al(OH)_3$ встречается в виде кусков и в пасте. Получают осаждением $Al_2(SO_4)_3$ содой, аммиаком, мелом. Применяют: 1) для получения различных А. с., 2) для сообщения шерстяным тканям водоупорности.

Алюминат натрия $Na_2Al_2O_4$ получают растворением $Al(OH)_3$ в NaOH и нейтрализацией избытка последнего. Применяют: 1) при крашении хлопка ализарином по способу Шлиппера и Баума, 2) при резервных расцветках ализарином под черный анилин, 3) для улучшения оттенка паранитранилинового красного прибавлением в нафтольный плюс.

Глинка, или каолин, — силикат алюминия. Применяют ее в аппретуре в качестве отяжеляющего вещества, а также в качестве загустителя в некоторых печатных красках.

Валяльная глина — неочищенный сорт глинки зеленоватого или красноватого цвета. Применяют при промывке и валке шерстяного кускового товара.

Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокн. и красящих веществ, М.—Киев, 1926; Георгиевич Г., Химич. технология волокнистых веществ, пер. с нем., СПБ., 1913; Сиволобов А. В., Красильное искусство, Лодзь, 1903; Loewenthal R., Handbuch der Färberei der Spinnfasern, B., 1921; Heermann P., Technologie der Textilveredlung, B., 1921; Gnehm R., Taschenbuch für die Färberei, B., 1924; Heermann P., Färberei- und textilchemische Untersuchungen, Berlin, 1923.

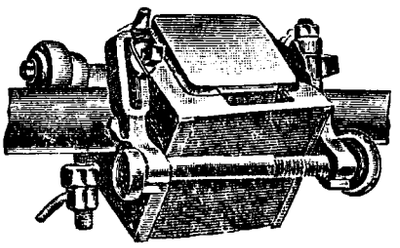
Д. Грибоедов.

АЛЮМИНОТЕРМИЯ, в технике — совокупность производственных процессов, в к-рых применяется изобретенный в 1894 г. герм. проф. Гольдшмидтом способ восстановления металлов из их окислов, основанный на том, что металлич. алюминий при высоких $t°$ способен окисляться за счет кислорода металлич. окислов. Реакция эта м. б. объяснена правилом Бертело, являющимся, однако, только некоторым приближением; согласно правилу, из нескольких возможных хим. реакций имеет место та реакция, при которой выделяется наибольшее количество теплоты. Теплота, выделяющаяся при сгорании алюминия в Al_2O_3, равна 7 140 cal и превосходит теплоту сгорания (окисления) других металлов. На практике для протекания реакции восстановления окислов алюминием требуется наличность некоторых других факторов; так, напр., часто для получения удовлетворительного результата необходимо прибавить вещества, вызывающие усиление реакции, или прибавить флюсы (напр. плавиковый шпат CaF_2), или сплавлять восстановляемые окислы с энергично действующими металлами, или, как при восстановлении хрома, прибавлять хромовокислые соли. Для ускорения реакции прибавляют также бертолетовую соль $KClO_3$ (при получении B, Be, Cr, Se, Ti, Th). Большое значение для правильного протекания реакции имеет выбор соответствующего металлического окисла и его количество: MnO_2, напр., реагирует с алюминием очень энергично, MnO — слишком слабо; наилучшим образом реакция восстановления марганца из его окислов протекает при смеси обоих окислов. Алюминотермич. реакции протекают с выделением большого количества тепла ($t°$ реакций достигает 3 000°), при чем восстановленный

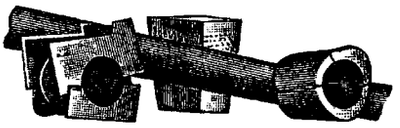
расплавленный металл нагревается до белого каления, расплавленные же глиноземистые шлаки всплывают наверх. Смесь окисла металла с алюминием в пропорции, необходимой для протекания реакции восстановления, называется термитом. В зависимости от наименования окисла металла, входящего в смесь, различают термиты железные, хромовые, марганцевые и др. Чтобы вызвать реакцию, необходимо термитовую смесь предварительно зажечь; довольно высокую $t°$ воспламенения термита получают сжиганием небольшого количества легко воспламеняющейся зажигательной смеси из алюминиевого порошка с перекисью бария. А. дает возможность получить трудновосстанавливаемые металлы и металлоиды, как, напр., хром, марганец, бериллий, бор, в значительных количествах и в исключительно чистом виде. Особое значение А. получила в производстве высококачественных металлич. сплавов различных специальных сталей. Застывшие шлаки по твердости превосходят корунд и в пульверизированном виде представляют очень хороший шлифовальный материал корубин, или искусственный корунд. Из железного термита, т. е. смеси окиси железа с алюминием, получают по способу Гольдшмидта малоуглеродистое ковкое железо — термитовое железо,—обладающее приблизительно следующими механическими свойствами: временное сопротивление на разрыв—38,7 *кг/мм²*, удлинение—19%, при химическом составе в %: C — 0,1, Mn — 0,8, Si — 0,09, S — 0,03, P — 0,04, Cu — 0,09, Al—0,07, остаток—Fe. Реакция термита производится в особых железных тиглях с магнезитовой футеровкой. Расплавленное железо собирается на дне тигля, а сверху плавают состоящие почти из чистого глинозема шлаки, занимающие в тигле в три раза больший объем, чем железо, между тем как вес шлаков составляет половину веса употребленного термита; из 1 *кг* железного термита получают около ½ *кг* железа.

Различают два способа производства литья термитового железа из тиглей: 1) опрокидыванием специальных тиглей вместимостью от 1 до 25 *кг* термита, доведенного уже до состояния реакции; при этом способе литья необходимо предварительно слить верхний плавающий слой шлаков, занимающий около ¾ всего объема массы,—эта работа, во избежание утечки железа, требует некоторой сноровки и м. б. исполнена лишь опытными литейщиками; для загрузки тигля на дно его сперва насыпают небольшое количество термита, который воспламеняют зажигательной смесью; когда реакция сгорания началась, наполняют весь тигель термитом и затем постепенно, по мере опускания реагирующей массы, добавляют остальное количество термита; 2) непосредственным спуском расплавленной массы из т. н. автоматического тигля через отверстие в магнезитовом камне, заделанном в дно такого тигля, при чем сперва вытекает расплавленное железо, а за ним шлак; автоматические тигли делают воронкообразной формы из листового железа с магнезитовой футеровкой вместимостью от одного до нескольких сот *кг* термита; диаметр спускного отверстия, например у тигля на 50 *кг*, колеблется в пределах 10—15 *мм*; загружают эти тигли сразу всей массой термита, которую воспламеняют упомянутой зажигательной смесью.

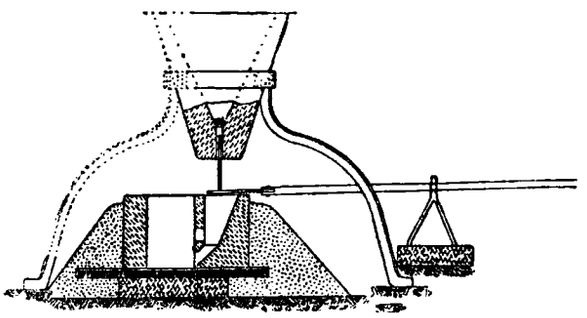
Реакция железного термита, помимо производства ферро-сплавов и специальных сталей, находит также весьма широкое применение в металлообрабатывающей промышленности для сварки железных и стальных изделий. В целом ряде сварочных работ, напр. для сварки железных труб, валов, станин, стержней и пр., используют только высокую $t°$ реакции термита, получающееся же во время этого процесса термитовое железо в самой сварке никакого участия не принимает. В этом случае свариваемые концы очищают, притягивают друг к другу впритык при помощи особого зажимного аппарата (фиг. 1), окружают стык формой из огнеупорного материала, в к-рую затем выливают из специального тигля расплавленную массу термита. Последняя в продолжение точно известного промежутка времени успевает нагреть стык до необходимой для сварки $t°$, после чего достаточно несколько подтянуть гайки зажимного аппарата, чтобы вызвать необходимое для надежной сварки давление свариваемых концов друг на друга. По окончании сварки аппарат разбирают, а наварившуюся вокруг стыка термитовую массу удаляют легкими ударами молотка (фиг. 2). Другой способ сварки при помощи железного термита основан на использовании не одной только высокой $t°$ реакции сгорания Al, но и восстановленного этой реакцией сильно нагретого, мягкого, малоуглеродистого железа, при чем применяемые при этом приемы сварки отличаются от таковых при сварке нагревом с давлением. Расплавленную термитовую массу либо льют из спец. тиглей по удалении шлаков, либо спускают из воронкообразных, т. н. автоматических, тиглей при помощи примитивного спускового приспособления (фиг. 3) в расположенную



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

непосредственно под тиглем форму из огнеупорной массы, при чем сперва вытекает находящееся на дне тигля расплавленное железо, а за ним шлаки, для отвода которых в верхней части формы имеется специальное отверстие. Для литья восходящим током форму обычно снабжают соответствующим литником. Этот способ применяют для сварки ж.-д. рельсов, при чем одновременно со сваркой стыка получаются прочно сваренные с рельсами стыковые накладки из мягкого термитового железа; такая сварка дает спокойный ход подвижного состава, а на ж. д. с электрической тягой, кроме того, уменьшает сопротивление обратному току, проводником которого служат рельсы. Этот способ сварки находит широкое применение во флоте, на верфях, на з-дах и т. д. для сварки гребных и трансмиссионных валов, для исправления поломок этих валов и пороков в стальном фасонном литье и поковках, для наварки изношенных деталей машин и т. д. Даже поломки чугунных изделий при тщательном ведении процесса поддаются исправлению этим способом сварки, при чем термитовая реакция в этих случаях служит гл. обр. для подогрева поверхностей излома, а соединение частей достигается струей расплавленного чугуна; для подогрева достаточно 0,25—0,35 *кг* термита на *см*^{2} поверхности излома. Наконец, термит дает возможность в случае внезапных поломок деталей машин при отсутствии запасных частей быстро получить расплавленную сталь соответствующего состава для новых отливок. Кроме того, алюминотермическими реакциями пользуются в производстве искусственного корунда, ферротитана, феррованадия и ферромолибдена.

Лит.: Fr. Ullmann's Enzykl. d. techn. Chemie, B. 1, p. 326—340, B.—Wien, 1914; Deppeler J. H., Thermit Welding Development, «Journ. Am. Weld. Soc.», 4, p. 58—64, 1925; Goldschmidt H., Ein neues Verfahren zur Darstellung v. Metallen, Legierungen usw., «Ztschr. d. V. D. I.», B. 42, 37, p. 1019—1022, B., 1898.

АЛЮМОСИЛИКАТЫ, группа минералов, известных под названием *цеолитов* (см.); хорошо кристаллизующиеся силикаты *глинозема* (см.) с содержанием Na_2O, CaO и других оснований; имеют обширное распространение в виде глины и ее производных в земной коре. К этой группе относятся минералы апофиллит, натролит, сколецит, анальцит и др.

АМАЗОНСКИЙ КАМЕНЬ, минерал, разновидность *полевого шпата* (см.), зеленого цвета, впервые был найден на Амазонке. Хорошие образцы А. к. встречаются в Ильменских горах на юж. Урале.

АМАЛЬГАМАТОР, см. *Обогащение.*

АМАЛЬГАМАЦИЯ, металлургический процесс извлечения золота и серебра из их самородных руд действием на последние металлической ртутью. А. основана на способности ртути растворять в себе металлические золото и серебро, благодаря чему последние легко отделяются от руды. См. *Золото* и *Серебро.*

АМАЛЬГАМИРНАЯ СОЛЬ, сернортутная соль $HgSO_4$, получается растворением 1 части ртути в 1½ ч. концентрированной серной кислоты; для ускорения реакции прибавляют азотную кислоту. Разбавленная равным количеством воды, А. с. служит для амальгамации цинковых электродов.

АМАЛЬГАМЫ, сплавы ртути с различными металлами. Многие металлы легко растворяются в ртути, образуя, смотря по количеству и по качеству растворенного металла, жидкие, тестообразные или твердые сплавы. А. золота и серебра тестообразны. Свойством А. пользуются для извлечения благородных металлов из их руд. Тонко измельченные руды обрабатываются ртутью; образовавшаяся А. легко отделяется от мути, а затем нагреванием ртуть улетучивают, при чем золото или серебро остаются. Некоторые А., совершенно твердые при обыкновенной $t°$, становятся тестообразными от незначительного нагревания. Этим пользуются для пломбирования зубов. Золотая и серебряная А. служат для золочения и серебрения «через огонь». Для приготовления золотой А. в графитовом тигле накаливают докрасна золотые листочки и заливают нагретой ртутью в восьми- или девятикратном количестве по весу. Перемешивают все графитовым стержнем и, когда золото растворится, выливают в воду. Применять для золочения надо свежеприготовленную А. Для приготовления зеркал применяется оловянная А. из 23% олова и 77% ртути. Раскладывают на горизонтальной плоскости оловянную фольгу, наливают на нее немного ртути и растирают суконкой, затем наливают сверху ртуть слоем в несколько миллиметров; на нее надвигают со стороны стекло и надавливанием выжимают лишнюю ртуть. В таком положении стекло должно оставаться продолжительное время. А. для покрывания подушек электрических машин состоит из 50% ртути, 25% олова и 25% цинка. Ртуть нагревают в фарфоровой ступке, в нее понемногу всыпают стружки цинка и олова и растирают пестиком. Так же приготовляются А. для пломбирования зубов и для анатомических препаратов. А. для пломб состоит из 22—26% кадмия и 78—74% ртути. От прибавления висмута и олова А. становится еще пластичнее при легком нагревании. Прибавление меди и свинца, вследствие ядовитости, недопустимо. Для пломбирования годится также А. из 39% серебра и 61% олова, нагретых со ртутью в фарфоровом тигельке. Избыток ртути выдавливается через кожу. А. для анатомического препарирования имеет состав: 46% висмута, 30% свинца, 16% олова, 8% ртути. При 60% висмута она еще достаточно жидка. Никель и железо в ртути не растворяются. Поэтому ртуть можно хранить в железных или никелевых сосудах. **М. Евангулов.**

АМАРАНТОВОЕ ДЕРЕВО, пурпурное дерево, древесина ю.-америк. дерева Copaifera bracteata Benth. (сем. Caesalpiniaceae), очень твердая и тяжелая (уд. в. 0,9). На свежем разрезе она красновато-серого цвета, затем, постояв на воздухе, принимает фиолетовый или пурпурно-красный цвет. Лучший сорт древесины огненно-красного цвета с желтоватым оттенком, переходящим после обработки в

красно-каштановый; сорта, до обработки более красноватого цвета, меняют его на некрасивый темнобурый. Древесина весьма ценится в качестве материала для столярных художественных изделий.

АМБАР, холодное строение для хранения преимущественно хлебного зерна или для склада и хранения разного рода товаров. А. бывают: деревянные — на деревянных стульях, каменных столбах или на сплошном каменном фундаменте, сырцовые, саманные, каменные, кирпичные, бетонные и железобетонные. Перекрытие обыкновенно устраивается на два ската из досок, соломы или железа. Для небольших крестьянских А. целесообразны легкие, дешевые и нетеплопроводные глиносоломенные крыши. Окна в А. делаются под самым потолком, узкие, продолговатые, для освещения при закрытой двери и для вентилирования. Двери в А. делаются шириною до 2 *м* и высотою до 2,5 *м*. Пол в нижнем этаже может быть набивной, бетонный, плиточный и дощатый, в верхнем же этаже, при деревянных стенах,— только дощатый, очень плотный. Закрома в А. рекомендуется устраивать т. о., чтобы зерно насыпалось в них сверху, а выбиралось снизу, т. к. при этом раньше выходит из закрома зерно, ранее поступившее. Дно закрома д. б. приподнято над полом ок. 0,4 *м*. Между закромами делается средний проход шириною до 2 *м*, а боковые проходы между закромами и наружными стенками делаются около 0,4 *м*. Внутри закрома разделяются перегородками для разного рода и сорта зерен. Толщина слоя зерна, насыпанного в закром, допускается до 3,5 *м*. Общественные сельские А. и А. отдельных хозяев строятся вдали от жилья для уменьшения огнеопасности. Двери и окна А. следует располагать на север. Пол д. б. приподнят над землей на высоту до 1 *м*, и зерно в А. не должно касаться наружных стен, чтобы избегнуть сырости. Для возможности проветривания его всегда устраиваются в закромах особые вытяжки, треугольного сечения, с просверленными стенками и выходом наружу, перекрытые таким образом, чтобы в них не могли попадать дождь и снег. **А. Запорожец.**

АМБАРНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ, см. *Вредители в сельском хозяйстве.*

АМБЕРИТ, иногда называемый также а м б р о и д о м [не смешивать с *амброином* (см.)], — электроизоляционный материал, в известной степени заменяющий янтарь и получаемый горячей прессовкой янтарных обломков и пыли («скрап»). Уд. объемное электрическ. сопротивление А. 5.10^{16} Ω-*см* и равно таковому же природного янтаря; но для высокого поверхностного сопротивления (2.10^{15} Ω-*см*) поверхность А. должна содержаться в тщательной чистоте. Диэлектр. постоян. А. 2,8.

АМБОИНОВАЯ ДРЕВЕСИНА, особые *наплывы* (см.), образующиеся у корней дерева Pterocarpus indicus Willd. (сем. Papilionaceae), произрастающего в Ост-Индии и юж. Китае. Эти наплывы идут на изготовление фанеры для художественных резных работ и на изготовление трубок.

АМБРА, вещество с характерным приятным запахом, находится в кишечнике кашалота, Physeter macrocephalus, как продукт выделения патологического характера; встречается в виде плавающих в море комьев, весом до 90 *кг*, у побережий Африки, Индии, Бразилии и в других местах, совпадающих с районами распространения кашалота. Условия образования А. не вполне выяснены; возможно, что образование А. находится в связи с пищей кашалота и с развитием специфических микроорганизмов в его кишечнике.

Главная характерная составная часть А.— а м б р о и н (50—85%) — вещество, имеющее характер холестерина; кроме того, в А. была найдена бензойная кислота. А. обладает приятным, долго сохраняющимся запахом и поэтому очень ценится в парфюмерии; обладает возбуждающими свойствами. Низкие сорта А. имеют вид темнобурой смолы, запах их значительно слабее. Высший сорт А.—а м б р а с е р а я — представляет собою неправильной формы комья темносерого цвета, иногда покрытые белым налетом извести; в разрезе можно наблюдать концентрические слои. А. размягчается в руке, в горячей воде расплавляется, образуя маслянистую жидкость; почти нерастворима в воде, растворима в спирте, лучше в эфире, жирных и эфирных маслах. Искусственная А. приготовляется путем смешивания душистых веществ, бальзамов и др. соединений с запахом мускуса (амбранол, гризамбрен и т. п.) или путем синтеза (нитрированием метилового эфира бутилдибром-*м*-крезола). Высокая ценность А. вызывает разнообразные фальсификации, определение которых часто представляет большие трудности.

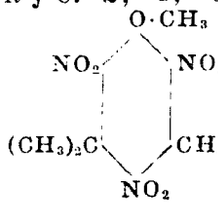
АМБРА ЖЕЛТАЯ, см. *Янтарь.*

АМБРА ЖИДКАЯ, см. *Стиракс.*

АМБРА ЧЕРНАЯ, см. *Гагат.*

АМБРАЗУРА. 1) Бойница, отверстие в каменных, бетонных, броневых и земляных закрытиях для стрельбы из орудий или пулеметов. Линия, проходящая по средине А. по главному направлению выстрелов, называется директрисой. При перпендикулярном к линии огня направлении директрисы А. будет п р я м а я, при наклонном—к о с а я. Направления боковых граней (щек) А. должны быть параллельны направлениям крайних выстрелов. В земляных закрытиях, для лучшей маскировки, А. заменяют иногда ложбиной, к-рая отличается от А. меньшими размерами наружного отверстия и наклонной, повышающейся кнаружи нижней поверхностью. Однако при современных постройках крепостей А. теряет свое назначение, т. к. в нынешних условиях стрельба будет вестись с закрытых позиций, замаскирован. не только от наземного, но и воздушн. наблюдения. 2) В броневых башнях А. делают возможно малых размеров, особенно ее горизонтальные размеры, т. к. соответствующая наводка орудий достигается вращением самой башни. А. на военных судах закрываются броневыми щитами так, чтобы их легко можно было открыть изнутри (отдраить полубортики). 3) В архитектуре А. называется оконная ниша.

АМБРЕТ-МУСКУС, амбретол-мускус: 2, 4, 6-тринитро-3-метил-5-бутиланизол, наиболее ценный по качеству запаха искусственный мускус, применяемый в парфюмерии для приготовления духов; получается из метилового эфира метакрезола конденсацией с хлористым изобутилом и последующей обработкой дымящей азотной кислотой. Кристаллы с $t°_{пл.}$ 85°.

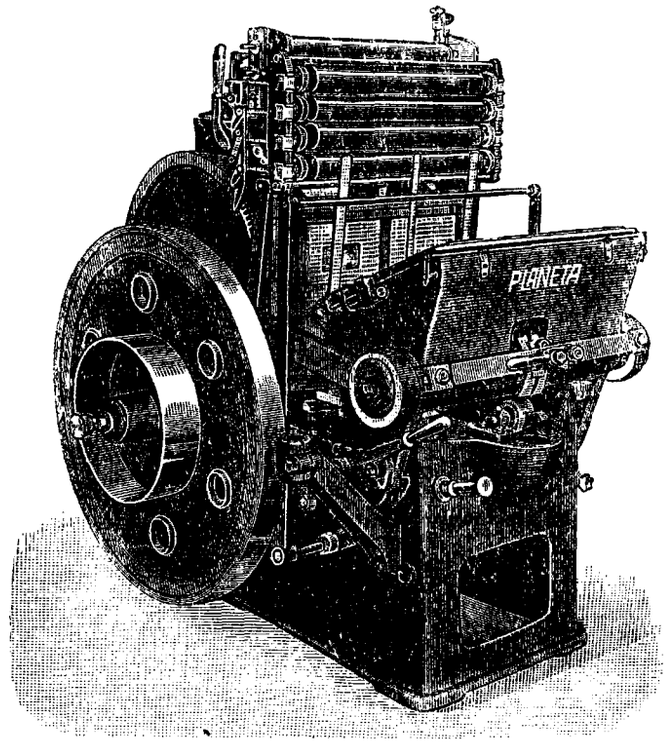


АМБРОИН, пластическая электроизоляционная масса, спрессованная из асбеста при нагревании с пеком или канифолью, уд. в. от 1,4 до 1,8. Продольное разрывающее усилие 150 *кг/см²*, раздавливающее усилие 190 *кг/см²*. Уд. объемное электрич. сопротивление 2.10^{13} Ω-*см*, электрич. крепость 6 kV/*мм* (max.) при толщине 0,8 *мм*. А. называют также электроизоляционные массы, прессуемые при нагреве из копала, слюды и асбеста в разных пропорциях. Тот и другой А. производятся гл. обр. в Германии. См. *Асбестовые электроизоляционные массы*.

АМБРОЛ-ГУММИ, искусственная смола, получаемая нагреванием канифоли в горячей струе воздуха; применяется как суррогат *копалов* (см.), отличается меньшей твердостью и плавится при более низкой *t°*.

АМЕРИКАНКА. 1) В полиграфическом производстве, тигельный печатный пресс, печатный типографский станок малого формата. В середине 19 в. в С.-А. С. Ш. (отсюда и название «американка») Георгом Гордоном был построен станок, к-рый получил широкое распространение. Назначение А.—выполнять всевозможные мелкие работы, т. н. акцидентные работы, в роде бланков. Обычного типа А. построены по принципу плоской формы и плоского давления. Печатная форма А. устанавливается в вертикальном положении. Такого рода расположение формы и тигля у А. дали возможность значительно увеличить производительность при меньшем расходе энергии на движение.

А. состоит из двух рам, соединенных стальными тягами (см. фиг.); с этими рамами соединены все рабочие части машины; задняя часть машины представляет собою вертикально расположенный талер, над которым находится красочный аппарат; передняя часть состоит из тигеля, расположенного приблизительно под углом 45° к талеру. Лист кладут под тигель, к-рый натиском на форму производит печатание; тигель, возвращаясь в свое первоначальное положение, дает возможность снять отпечатанный лист и наложить новый. А. бывают трех систем: а) *бостонки* (см.), б) *либерти-пресс* (см.), в) галли-пресс. Первые А. приводились в движение от руки, затем появились А. с ножными приводами, а в настоящее время—с механическ. приводом от электромотора. Основным требованием, предъявляемым к этим машинам, является большая производительность. Машины с ручным и ножным приводом не давали более 400—600 оттисков в час. Число оттисков у машин с механич. приводом приблизительно в 2 раза больше, но и указанная производительность не являлась достаточной. Для устранения этого недостатка введена в новых конструкциях полная механизация и накладки и



Типографский станок американка.

приемки, либо частичная механизация только приемки. Первого типа машины называются полными автоматами, вторые — полуавтоматами. **Е. Готман.**

2) А. в горном деле — промывочный обогатительный аппарат, состоящий из ряда желобов, непосредственно сопряженных с плоским грохотом, к-рый устанавливается в головной или хвостовой части аппарата (иногда посредине). Промывочный процесс в А. сопровождается попутно грохочением. А. распространены в золотопромышленности для промывки золотоносных песков. Подробнее см. *Золотопромышленность*.

АМЕРИКАНСКИЕ СТРУГИ, см. *Дороги*.

АМЕРИКАНСКИЙ ОРЕШНИК, ювия. бразильский орешник, дерево родом из Ю. Америки (Ориноко), Bertholletia excelsa St. B. (сем. Myrtaceae), культивируется в Бразилии. Крупные орехи этого дерева, трехгранной формы, с твердой скорлупой, известны в продаже под именем американских или бразильских орехов. Из них добывают в Бразилии быстро высыхающее, ценимое художниками масло, содержание которого в орехе доходит до 56%. Мягкая древесина ствола А. о. дает строительный материал.

АМЕТИСТ, минерал, разность кварца, окрашен в фиолетовый или фиолетово-голубой цвет. Темнофиолетовая разновидность А. считается драгоценным камнем и шлифуется под форму бриллианта. См. *Кварц*.

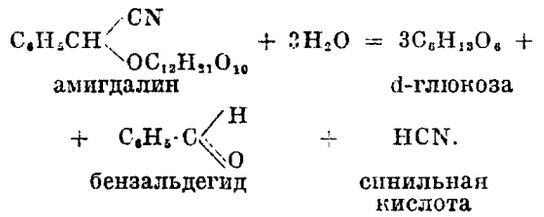
АМИАНТ, см. *Асбест*.

АМИГДАЛИН, глюкозид

$$C_6H_5CH\begin{matrix}CN\\OC_{12}H_{21}O_{10}\end{matrix} + 3H_2O.$$

Бесцветные ромбические кристаллы, горьковатого вкуса, $t°_{пл.}$ 214—216°, растворимы в воде и спирте, в эфире не растворяются. А. содержится в зернах горького

миндаля, абрикоса, персика, вишни и др., а также в листьях лавровишни. Получается из миндальных жмыхов, прессованием их и экстракцией спиртом. При гидролизе разбавленной соляной кислотой или эмульсином распадается на d-глюкозу, бензальдегид и синильную кислоту:



А. относится к сильно ядовитым веществам; применяется для получения т. н. воды горьких миндалей, употребляемой в медицине как болеутоляющее средство при нервных и других расстройствах.

АМИДИРОВАНИЕ, см. *Красителей промежуточные продукты.*

АМИДО-ГРУППА, см. *Амино-группа.*

АМИДОЛ, фотографический проявитель (сернокислый 2,4-диамино-1-фенол), не нуждающийся в прибавлении щелочей и даже поташа, но сравнительно быстро портящийся даже в концентрированном растворе. Рецепт употребления А.: 1 000 *см*³ воды, 50 *г* крист. сульфита натрия (сернистокислого натрия), 5 *г* А. и несколько капель раствора бромистого калия 1 : 10.

АМИДЫ КИСЛОТ, производные кислородных кислот, в которых гидроксил замещен амино-группой NH_2. Наибольшее значение имеют амиды органических кислот, отвечающие общей формуле $R \cdot CO \cdot NH_2$, где R — органический радикал. Их можно также рассматривать как аммиак, в к-ром 1 атом водорода заменен ацильным остатком $R \cdot CO$—. В то время как при замене атома водорода в аммиаке нейтральным радикалом (см. *Амины*) щелочные свойства аммиака полностью сохраняются, в А. к. они, вследствие влияния кислой ацильной группы, значительно ослаблены. Поэтому А. к. с кислотами образуют крайне неустойчивые, легко гидролизующиеся соли. С другой стороны, А. к. обладают свойствами слабых кислот, т. к. один из атомов водорода амино-группы способен замещаться металлами. Так., напр., из амида уксусной кислоты и окиси ртути легко получается солеобразное соединение $(CH_3CONH)_2Hg$. Эти свойства характеризуют А. к. как *амфотерные* (см.) соединения. А. к. чаще всего получаются действием аммиака на хлорангидриды или ангидриды кислот:

$$R \cdot CO \cdot Cl + NH_3 = R \cdot CO \cdot NH_2 + HCl;$$
хлорангидрид

$$(R \cdot CO)_2 \cdot O + 2NH_3 = 2R \cdot CO \cdot NH_2 + H_2O.$$
ангидрид к-ты

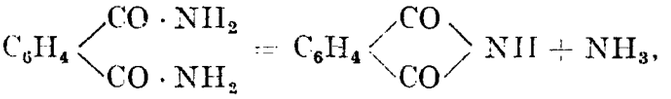
А. к. получаются также нагреванием эфира кислоты с водным или спиртовым раствором аммиака:

$$R \cdot COO.R' + NH_3 = R \cdot CO \cdot NH_2 + R' \cdot OH,$$
сложный эфир — амид к-ты — алкоголь

Низшие А. к. приготовляются нагреванием аммонийных солей соответствующих кислот в запаянной трубке или в автоклавах; этот способ применяется, напр., для получения ацетамида:

$$CH_3 \cdot COO.NH_4 = CH_3 \cdot CO \cdot NH_2 + H_2O.$$

Все А. к., за исключением формамида $HCONH_2$,—твердые кристаллические тела, растворимые в воде и спирте. С возрастанием молекулярного веса растворимость в воде понижается. При действии водоотщепляющих средств, напр. фосфорного ангидрида, А. к. превращаются в *нитрилы* (см.), бромом в щелочном растворе переводятся в *амины* (см.) — реакция, имеющая практическое значение для получения первичных аминов. При замене в А. к. одного или двух атомов водорода алкилами образуются алкилированные А. к., к к-рым, например, относятся *анилиды* (см.). Амиды двуосновных органических к-т легко переходят в *имиды кислот* (см.); так, например, диамид фталевой к-ты при нагревании отщепляет аммиак и дает имид фталевой кислоты:



служащий важным промежуточным продуктом при производстве искусственного индиго. О роли имидной связи —CO · NH— в строении белковых веществ см. *Белковые вещества.*

С. Медведев.

АМИКО-МЕТАЛЛ, содержит 82% меди, 10% алюминия и 8% железа. Весьма стойкий сплав в отношении кислот.

АМИКРОНЫ, см. *Коллоиды.*

АМИЛ, одновалентный радикал C_5H_{11}—, отвечающий насыщенному углеводороду—пентану C_5H_{12}.

АМИЛАЦЕТАТОВАЯ ЛАМПА, см. *Гефнера свеча.*

АМИЛЕНЫ, углеводороды состава C_5H_{10}. Из пяти полученных А. наибольшее технич. значение имеет изоамилен $(CH_3)_2C : CH \cdot CH_3$, к-рый применяется в медицине как анестезирующее средство; он легко присоединяет воду и переходит в амилен гидрат $(CH_3)_2:C(OH) \cdot C_2H_5$—жидкость с камфарным запахом (уд. в. 0,814, $t°_{кип.}$ 102°), к-рая применяется в медицине в качестве снотворного и успокаивающего средства. Амиленгидрат приготовляется из амилового спирта брожения обработкой хлористым цинком; образующийся при этом изоамилен взбалтывают при —20° с концентрированной серной к-той, разбавленной 0,5—1,0 объемом воды, кислый раствор кипятят с водою и после нейтрализации серной кислоты отгоняют амиленгидрат.

АМИЛНИТРИТ, амилоазотистый эфир, изоамиловый эфир азотистой кислоты $C_5H_{11}ONO$, жидкость с сильным запахом; уд. вес 0,880, $t°_{кип.}$ 97—98°. Получается пропусканием азотистого ангидрида N_2O_3 в изоамиловый спирт или прибавлением при 0° к смеси водного раствора азотистокислого натрия и изоамилового спирта концентрированной соляной кислоты и последующей отгонкой. Применяется гл. обр. для получения нитрозо- и изонитрозосоединений, а также в медицине (при астме, ангине, эпилепсии).

АМИЛОВЫЙ СПИРТ (АЛКОГОЛЬ), общий термин, применяющийся для обозначения

группы спиртов, отвечающих общей ф-ле $C_5H_{11}\cdot OH$. Все восемь спиртов, допускаемых теорией строения, были получены и изучены. Технически, однако, имеют значение из них только два, встречающиеся как главные составные части сивушного масла—побочного продукта спиртового брожения углеводов (см. *Брожение*). *Сивушное масло* (см.) выделяется при ректификации спирта-сырца в виде маслянистого погона, кипящего выше 80°. При повторной возгонке бо́льшая его часть (65—80%) перегоняется при 128—132° и представляет собою т. н. амиловый спирт брожения, являющийся смесью двух изомерных спиртов: изоамилового $\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!CH\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot OH$ и оптически деятельного А. с. $\frac{CH_3}{C_2H_5}\!>\!CH\cdot CH_2\cdot OH$. В технике эта смесь спирта не разделяется и поступает в продажу под названием А. с. Последний термин переносится на все продукты, получаемые из технич. А. с. Разделить А. с. брожения на составные части можно, обрабатывая его хлористым водородом, при чем изоамиловый спирт превращается в хлорид скорее, чем его оптически деятельный изомер, или же путем фракционированной кристаллизации эфиров нитрофталевой кислоты.

Свойства А. с. Изоамиловый спирт—бесцветная жидкость с характерным запахом, вызывающим кашель; $t°_{кип.}$ при 765 *мм* 131°, при 14 *мм* 46°,8; плотность $D_4^{20} = 0{,}823$. При 13°,5 растворяется в 50 ч. воды; 1 *л* воды растворяет 32,84 *см*³ изоамилового спирта и, наоборот, 1 *л* изоспирта растворяет 22,1 *см*³ воды. Синтетически получается, по Гриньяру, действием изобутилмагния на триоксиметилен. При окислении превращается в оптически недеятельную изовалериановую кислоту. Оптически деятельный А. с. $\frac{CH_3}{C_2H_5}\!>\!C^*H\cdot CH_2\cdot OH$ прозрачная жидкость с запахом, напоминающим его изомер; $t°_{кип.}$ при 760 *мм* 128°; $D_4^{20} = 0{,}816$. Вращает плоскость поляризованного луча влево, уд. вращение составляет $[\alpha]_D^{20} = -5°{,}90$. Оптическая деятельность вызывается наличием в молекуле асимметрического атома углерода (отмечен *) (см. *Асимметрический углерод*). При нагревании в запаянной трубке выше 200° теряет оптическую активность. Производные и соединения этого спирта также оптически деятельны. Количественные соотношения обоих спиртов в А. с. брожения сильно колеблются в зависимости от происхождения сивушного масла. А. с., полученный из сивушного масла картофеля или ячменя, содержит ок. 14—22% оптически деятельного изомера; содержание же последнего в А. с. из сивушного масла патоки (мелассы) достигает 48—58%. Образование А. с. в процессе дрожжевого брожения обусловливается присутствием в бродильной жидкости аминокислот (лейцина и изолейцина), к-рые дрожжами перерабатываются в соответствующие спирты. Технич. значение А. с. очень велико. Он представляет собою превосходный растворитель, к-рый (а в особенности его уксусный эфир—амилацетат) широко применяется в различных отраслях промышленности: в производстве бездымного пороха (нитроцеллулозы), для приготовления цепных сортов лака (см. *Цапонлаки* и *Аэролаки*) и в кинематографии. Амиловые эфиры уксусной, масляной, валериановой и многих других кислот применяются для приготовления различных фруктовых эссенций, в кондитерском деле и т. п. **С. Медведев.**

АМИЛОДЕКСТРИН получается в качестве промежуточного продукта при диастатическом гидролизе крахмала; ближе других декстринов стоит к крахмалу и подобно ему дает синее окрашивание с J; отличается от крахмала растворимостью в воде и способностью восстанавливать фелингову жидкость (восстановительная способность 0,6—2% от восст. способности мальтозы). Белоснежный аморфный порошок, растворимый в 25% спирте, но осаждающийся 40% спиртом. Уд. вращение от +190° до +196°. При дальнейшем действии амилолитических энзимов превращается в эритродекстрин. Рассматривается в настоящее время как продукт диссоциации и начавшегося гидролиза (с освобождением активных альдегидных групп) молекул крахмала.

АМИЛОЗА $(C_6H_{10}O_5)_x$, содержимое зерен крахмала; удельн. вращение +196°. От другой составной части крахмала, *амилопектина* (см.), отличается отсутствием фосфорной кислоты, синей окраской с иодом (амилопектин окрашивается иодом в бурый цвет), а также тем, что при нагревании с глицерином до 210° дает продукт диссоциации — ангидродисахарид дигексозан $(C_6H_{10}O_5)_2$, а при действии холодной концентрированной соляной кислоты — продукт диссоциации и гидролиза — дисахарид амилобиозу $C_{12}H_{22}O_{11}$ (опыты Прингсгейма, 1924). Диастатические энзимы — амилазы — превращают А. количественно в мальтозу. В таблице приведено содержание А. и амилопектина в различных сортах крахмала (по опытам Линга и Нэнджи, 1925):

Сорт крахмала	% содержания амилозы	% содержания амилопектина
Аррорут	65,8	34,2
Картофельный . . .	67,2	32,8
Пшеничный	66,3	33,7
Ячменный	68,2	31,8
Рисовый	66,2	33,8

Прингсгейм отождествляет с А. изолихенин (лишайный крахмал).

АМИЛОИД, белковое вещество, отлагающееся в растениях как запасный пищевой материал (в семядолях, в клетках растущих органов); у животных А. отлагается в печени и других органах при патологических процессах. Подобно крахмалу, А. окрашивается иодом в синий цвет. Синтетически А. получается (по Флешигу) быстрым разбавлением раствора целлюлозы в серной кислоте водой. Реакцией образования А. при действии серной кислоты на непроклеенную бумагу пользуются на практике для приготовления растительного пергамента. См. *Пергамент растительный.*

АМИЛОПЕКТИН, содержимое оболочек зерен крахмала (процентное содержание А. в различных сортах крахмала см. *Амилоза*);

удельное вращение +187°. В отличие от амилозы, он содержит фосфорную кислоту (ок. 0,2% P_2O_5) и является фосфорнокислым эфиром углеводного комплекса (эритроамилозы) $(C_6H_{10}O_6)_x$. Фосфорная кислота отщепляется при действии амилолитических энзимов, а также при нагревании с водою под давлением. С потерей фосфорной кислоты исчезает вязкость раствора, характерная для А. (от А. зависит вязкость крахмального клейстера). При диссоциации (нагревание с глицерином до 210°) А. превращается в ангидротрисахарид тригексозан $(C_6H_{10}O_5)_3$, а при действии холодной концентрированной соляной к-ты — в трисахарид амилотриозу $C_{18}H_{32}O_{16}$ (Прингсгейм, 1924). Амилолитические энзимы превращают А. на 66% в мальтозу, после чего остается предельный декстрин (Grenzdextrin), к-рый может быть осахарен комплементом амилазы, находящимся в дрожжах. Прингсгейм отождествляет с А. гликоген (крахмал печени).

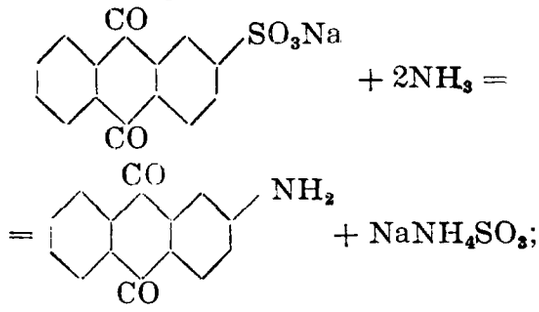
АМИЛО-СПОСОБ, см. *Винокурение*.

АМИЛОУКСУСНЫЙ ЭФИР, амилацетат $C_5H_{11}\cdot O\cdot CO\cdot CH_3$, обычное название уксусного эфира изоамилового спирта. Получается нагреванием изоамилового спирта с ледяной уксусной и серной кислотами. Жидкость с запахом груши, $t°_{кип.}$ 142°, растворяется в 400 ч. воды. Применяется в больших количествах как растворитель для целлулоидных лаков, в чистом виде — как главная составная часть фруктовых эссенций (грушевой и др.). Амиломасляный эфир, или амилбутират $C_5H_{11}\cdot O\cdot CO\cdot C_3H_7$, применяется для ромовой и фруктовых эссенций. Амилоизовалериановый эфир $C_5H_{11}\cdot O\cdot CO\cdot C_4H_9$ обладает запахом яблок, встречается в бананах, служит для приготовления фруктовых эссенций.

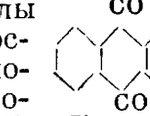
АМИНОАЗОБЕНЗОЛ, $C_6H_5\cdot N{:}N\cdot C_6H_4NH_2$, красящее вещество из ряда *азосоединений* (см.), получается при действии азотистокислого натрия (1 мол.) на смесь солянокислого анилина (1 мол.) и анилина (5 мол.). Твердое вещество коричневато-желтого цвета; $t°_{кип.}$ 127°. С соляной кислотой А. образует соли в виде кристаллов с синеватостальным оттенком. Для окраски волокнистых веществ непригоден, т. к. не обладает достаточной прочностью; совершенно безвреден и поэтому применяется для окраски жиров, сыра и других пищевых веществ, а также лака и политур; кроме того, служит исходным продуктом при получении различных красителей, например *индулинов* (см.).

АМИНОАЗОСОЕДИНЕНИЯ, хим. состава $R\cdot N{:}N\cdot R'\cdot(NR'')_2$, получаются перегруппировкой диазоамидосоединений или комбинацией диазосоединений с третичными аминами и реже — нитрованием азосоединений и восстановлением полученных нитроазотел. А. представляют собою кристаллические вещества желтого, красного или бурого цвета и образуют, в качестве оснований, соли с кислотами. Здесь наблюдаются соли двух типов: при недостатке кислоты образуются соли, окрашенные в светлые желто-оранжевые цвета, к-рые в присутствии избытка кислоты, при нагревании, переходят в изомерные соли, окрашенные гораздо глубже, и представляют собой собственно красители. А. переходят при восстановлении в бесцветные гидразосоединения, расщепляющиеся далее на соответствующие первичные амины. При действии азотистой к-ты на *n*-аминоазосоединения в кислом растворе, получаются диазониевые соли, которые могут комбинироваться с аминами, образуя еще более сложные А.

АМИНОАНТРАХИНОНЫ служат для синтеза антрахиноновых красящих веществ, преимущественно кубовых красителей. Наиболее важными являются: 1) β-аминоантрахинон (оранжево-бурые иглы с $t°_{пл.}$ 302°), получаемый из β-антрахинонсульфокислого натрия нагреванием его с аммиаком в автоклаве, в присутствии солей бария согласно реакции:



β-аминоантрахинон служит для получения индантрена и флавантрена; 2) α-аминоантрахинон (красные иглы с $t°_{пл.}$ 253°), образуемый восстановлением α-нитроантрахинона; служит для получения кубовых альголевых красителей. См. *Красящие вещества синтетические*.



Лит.: Ворожцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей, стр. 216—218, Л., 1926; Beilstein F., Handbuch d. organ. Chemie, B., 1918—1925; Meyer V. und Jacobson P., Lehrbuch d. organ. Chemie, B., 1923; De Barry Barnett E., Anthracene and Anthraquinone, N. Y., 1921; Bucherer H., Lehrbuch d. Farbenchemie, Lpz., 1921.

АМИНО-ГРУППА, амидо-группа, группа $-NH_2$, которою характеризуются первичные *амины* (см.).

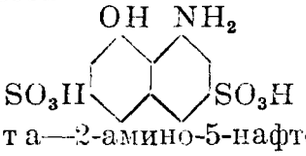
АМИНОКИСЛОТЫ, органические кислоты, в к-рых водород, связанный с углеродом, замещен амино-группой NH_2; в зависимости от положения карбоксила COOH по отношению к амино-группе различают α-, β-, γ- и т. д. аминокислоты. По числу амино-групп (их м. б. одна, две и более) различают моноаминокислоты, диаминокислоты и т. д. Многие А. находятся в животных и растительных организмах в незначительном количестве в свободном виде, напр. в крови, в моче, в молоке, в соках растений: они являются главными конечными продуктами распада белковых веществ. Синтетически А. получаются различными способами: 1) действием аммиака на галоидозамещенные кислоты, 2) непосредственным присоединением аммиака в спиртовом растворе к ненасыщенным кислотам или их эфирам и др. Бо́льшая часть А.—кристаллические тела, легко растворимые в воде. Обладая основной амино-группой и кислотным радикалом—карбоксилом, А. совмещают кислотные и основные свойства: они способны давать соединения как с кислотами,

так и с щелочами, а также давать сложные эфиры. Технического применения А. не имеют, но играют весьма важную роль в химии белков и в физиологии. Важнейшие А. жирного ряда: а) моноаминокислоты одноосновные: гликоколь, или α-аминоуксусная, аланин, или α-аминопропионовая, серин, или α-аминооксипропионовая; А. двуосновные: аспарагиновая, или аминоянтарная, глутаминовая, или α-аминоглутаровая; б) диаминокислоты: аргинин и лизин. А. ароматического ряда: антраниловая, или *o*-аминобензойная, фенилаланин, или α-амино-β-фенилпропионовая, и тирозин, или α-амино-β-*n*-оксифенилпропионовая кислота.

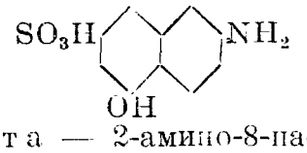
Лит.: Abderhalden E., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Eiweissabbauprodukte, Berlin, 1923.

АМИНОНАФТОЛЫ, промежуточные продукты при получении красящих веществ, получаются восстановлением нитрозо- и нитронафтолов или восстановлением азокрасителей. Наибольшее значение имеют сульфокислоты А., из них большое техническ. применение имеют:

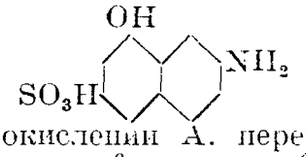
H-кислота — 1-амино-8-нафтол-3,6-дисульфо-кислота



J-кислота — 2-амино-5-нафтол-7-сульфокислота



γ-кислота — 2-амино-8-нафтол-6-сульфокислота



и др. При окислении А. переходят в соответствующие *нафтохиноны* (см.).

Лит.: Ворожцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей, Л., 1926; его же, Основы синтеза красителей, ГИЗ, 1925; Fierz-David H., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, B., 1924; Bucherer H., Lehrbuch d. Farbenchemie, Lpz., 1921.

АМИНОФЕНОЛЫ, фенолы, в к-рых водород бензольного ядра замещен аминогруппой NH_2; А. получаются восстановлением нитро-, нитрозофенолов и оксиазосоединений (кипячением с водой и цинковой пылью); *n*-аминофенол $C_6H_4 \cdot NH_2 \cdot OH$ получается электролитич. восстановлением нитробензола. А.—*амфотерные* (см.) соединения, дающие с кислотами соли, растворяющиеся в щелочах и воде и обладающие сильными восстановительными свойствами, вследствие чего применяются в фотографии как проявители; кроме того, А. и их производные применяются в производстве *азокрасителей* (см.). Из всех трех изомеров наиболее важный — *n*-аминофенол, кристаллич. тело с $t°_{пл.}$ 186°, растворимое в воде и спирте; применяется в производстве голубых и зеленых зернистых красящих веществ, в производстве медикаментов (фенацетин) и служит сам для окраски мехов. Эфиры А. (анизидин и фенетидин) являются промежуточными продуктами при получении азокрасителей.

АМИНЫ, группа органических соединений, из которых многие находят применение в промышленности. В структурном отношении их можно рассматривать как аммиак, в котором 1, 2 или 3 атома водорода замещены углеводородными остатками. Соответственно числу замещенных атомов водорода, различают А.: первичные RNH_2, вторичные R_2NH и третичные R_3N. Все А. обладают свойствами оснований, с кислотами образуют соли, аналогичные солям аммония. В зависимости от характера органического остатка, А. распадаются на две большие группы: алифатические, или жирные, А. (см. *Алкиламины*) и ароматические А.

Жирные А. Низшие члены этой группы (метиламин CH_3NH_2, диметиламин $(CH_3)_2NH$, триметиламин $(CH_3)_3N$ при обыкновенной $t°$ — газы, с запахом аммиака, от которого отличаются горючестью; средние (до нонилламина $C_9H_{19}NH_2$) — жидкости; высшие — твердые тела, нерастворимые в воде. Синтетически они получаются действием аммиака на галоидные алкилы. В этом случае получается смесь из первичных, вторичных, третичных А. и четвертичных аммониевых оснований. Другим способом, имеющим также значение для получения ароматических А., служит реакция Гофмана, заключающаяся в действии хлора и едкого натра на *амиды кислот* (см.). При этом получается А., в котором одним атомом углерода меньше, чем в исходном продукте: напр. CH_3CONH_2 (амид уксусной кислоты) → CH_3NH_2 (метиламин). В технике жирными А. пользуются при изготовлении фармацевтических препаратов и некоторых красителей; однако, по сравнению с ароматическими А., они имеют довольно ограниченное применение.

Ароматические А. — жидкости или твердые тела со своеобразным запахом; отличаются от жирных А. менее резко выраженными основными (щелочными) свойствами и реакцией с азотистой к-той. Тогда как жирные первичные А. при действии азотистой кислоты распадаются на соответствующий спирт, воду и азот, ароматические А. дают вещества, очень ценные в технич. отношении — *диазосоединения* (см.), служащие для приготовления фармацевтических препаратов и многочисленных красителей. В технике ароматические А. обычно получают восстановлением соответствующих *нитросоединений* (см.), напр.:

$$\underset{\text{нитробензол}}{C_6H_5NO_2} + 3H_2 = \underset{\text{анилин}}{C_6H_5NH_2} + 2H_2O.$$

Практическое значение ароматических А. чрезвычайно велико. Приготовление аминопроизводных бензола (анилина), нафталина и их гомологов составляет одну из существенных частей производства органических препаратов, в особенности красок.

АММИАК, NH_3 мол. в. 17,03. При комн. $t°$ бесцветный газ, раздражающий слизистые оболочки. А. легко сгущается в жидкость, к-рая кипит при —33°,4 и закристаллизовывается при —77°,3. Чистый сухой А. является слабой к-той, что ясно из возможности замещения в нем водорода натрием и образования амида натрия NH_2Na

Упругость пара жидкого аммиака.

— 77°,9	44,9 *мм*	+ 10°	6,085 *atm*
— 70°	0,171 *atm*	+ 20°	8,459 »
— 50°	0,403 »	+ 30°	11,512 »
— 30°	1,180 »	+ 40°	15,339 »
— 20°	1,877 »	+ 50°	20,059 »
— 10°	2,870 »	+ 60°	25,797 »
0°	4,238 »	+ 70°	32,687 »

при нагревании Na в струе А. Однако А. чрезвычайно легко присоединяет воду и образует щелочь NH_4OH, едкий аммоний; раствор едкого аммония в воде называется нашатырным спиртом. Наличие А., улетучивающегося из едкого аммония благодаря разложению

$$NH_4OH \rightleftarrows NH_3 + HOH,$$

открывается по посинению лакмусовой бумажки. А. легко присоединяется к к-там, образуя соли NH_4, напр. $NH_3 + HCl = NH_4Cl$, что заметно, если пары А. (из нашатырного спирта) и пары HCl встречаются в воздухе: тотчас образуется белое облачко нашатыря NH_4Cl. А. применяется обычно в виде нашатырного спирта (D=0,91, ок. 25% NH_3) и так наз. «ледяного нашатырного спирта» (D=0,882, с 35% NH_3).

Крепость нашатырного спирта проще всего определять по его плотности, величины которой приведены в следующей таблице:

Плотность растворов аммиака (Лунге и Верник).

D при 15°	NH_3 (в %)	В 1 л NH_3 при 15° (в *г*)	Поправка на = 1°
1,000	0,00	0,0	0,00018
0,998	0,45	4,5	0,00018
0,996	0,91	9,1	0,00019
0,994	1,37	13,6	0,00019
0,992	1,84	18,2	0,00020
0,990	2,31	22,9	0,00020
0,986	3,30	32,5	0,00021
0,982	4,30	42,2	0,00020
0,980	4,80	47,0	0,00023
0,974	6,30	61,3	0,00024
0,970	7,31	70,9	0,00025
0,968	7,82	75,7	0,00026
0,966	8,33	80,5	0,00026
0,964	8,84	85,2	0,00027
0,962	9,35	89,9	0,00028
0,960	9,91	95,1	0,00029
0,958	10,47	100,3	0,00030
0,954	11,60	110,7	0,00032
0,952	12,17	115,9	0,00033
0,950	12,74	121,0	0,00034
0,948	13,31	126,2	0,00035
0,946	13,88	131,3	0,00036
0,944	14,46	136,5	0,00037
0,942	15,04	141,7	0,00038
0,940	15,63	146,9	0,00039
0,938	16,22	152,1	0,00040
0,936	16,82	157,4	0,00041
0,934	17,42	162,7	0,00041
0,932	18,03	168,1	0,00042
0,930	18,64	173,4	0,00042
0,926	19,87	184,2	0,00044
0,922	21,12	194,7	0,00046
0,920	21,75	200,1	0,00047
0,914	23,68	216,3	0,00050
0,910	24,99	227,4	0,00052
0,908	25,65	232,9	0,00053
0,906	26,31	238,3	0,00054
0,904	26,98	243,9	0,00051
0,902	27,65	249,4	0,00056
0,900	28,33	255,0	0,00057
0,898	29,01	260,5	0,00058
0,894	30,37	271,5	0,00060
0,892	31,05	277,0	0,00060
0,890	31,75	282,6	0,00061
0,888	32,50	288,6	0,00062
0,886	33,25	294,6	0,00063
0,884	34,10	301,4	0,00064
0,882	34,95	308,3	0,00065

Упругость пара водных растворов А. слагается из парциальных упругостей А. и воды, приведенных в таблице:

Упругость пара водных растворов.

$t°$	% NH_3 по весу	p NH_3 (в *мм*)	p H_2O (в *мм*)	$t°$	% NH_3 по весу	p NH_3 (в *мм*)	p H_2O (в *мм*)
0°	9,15	24,8	5,3	19°,9	10,15	80,6	15,1
	14,73	51,3	4,1		16,64	166,1	12,9
	22,90	116,6	2,8		23,37	302,4	10,3
10°	12,32	64,2	7,6	50°	11,57	341,7	80,6
	15,88	95,1	7,0		14,94	437,1	75,2
	21,83	169,8	5,5				

Понятно, что упругость пара А. как вещества, кипящего при $t°$, значительно низшей, чем $t°_{кип.}$ воды, ≫ парциальной упругости паров воды над нашатырным спиртом. Растворимость NH_3 в воде очень велика.

Растворимость аммиака в воде.

$t°$	Коэфф. абсорбции. Число объем. газа (0° и 760 *мм*), поглощ. при парц. давл. 760 *мм* 1 объемом растворителя	Число *г* аммиака, поглощаемого 100 *г* воды, если общее давление (газ+вода) 760 *мм*
0°	1176	89,5
8°	947	72,0
12°	857	65,1
13°	837	63,6
16°	775	58,7
20°	702	53,1
24°	639	48,2

Однако при абсорбции NH_3 водой мы имеем дело не только с процессом растворения, но и с образованием гидроокиси А.; эта гидроокись содержится в нашатырном спирте и легко диссоциирует по уравнению $NH_4OH \rightleftarrows NH_3 + H_2O$. В виду этого NH_3 гораздо слабее как щелочь, чем NaOH или KOH, хотя образует весьма прочные аммонийные соли, напр. $NH_3 + HCl = NH_4Cl$; при этом А. непосредственно соединяется с к-тами (об аммонийных солях см. *Аммония соединения*). Нашатырный спирт широко применяется как щелочь в лабораториях, в нек-рых производствах и для получения соды по Сольвею. Соли А. слабых к-т сильно гидролизованы и пахнут поэтому А. (напр. углекислый и борнокислый А.). Кремнекислый А. уже непосредственно после получения обменным разложением выделяет кремневый студень и А. Способность А. образовывать комплексы чрезвычайно велика. К ним относятся очень прочные $[Co(NH_3)_6]Cl_3$, $[Cr(NH_3)_6]Cl_6$, $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$; очень прочными являются аммиачные комплексы меди и никеля в водном растворе; их легко узнать по чрезвычайно интенсивному окрашиванию. При действии на галоидозамещенные углеводороды А. дает последовательно первичные, вторичные, третичные амины и замещенные производные аммония. Из всех хим. соединений А. в чистом виде по целому ряду свойств наиболее сходен с водой. Он имеет очень высокую $t°_{крит.}$ (132°,53) и очень высокое критическое давление (115 *atm*), т. е. в этом отношении столь же отклоняется от обычных норм, как и вода. Теплоемкость жидкого А. даже выше, чем у воды, а именно:

$C_0^{20} = 1{,}152$ и $C = 1{,}172$. Все это указывает на очень высокую величину *ассоциации* (см.) А. Способность последнего образовывать комплексы с неорганич. ионами и высокая величина ассоциации обусловливают растворимость многих солей в нем. Это обстоятельство дало материал для ряда интересных научных исследований, особенно в области электропроводности; в дальнейшем это свойство А. может быть широко использовано в технике.

А. выделяется при вулканических извержениях, содержится в парах фумарол и горячих источников Тосканы. При анаэробном гниении всегда образуется А., равно как и при медленном разложении многих органических веществ. Добыча А. из человеческих отбросов распространена во Франции, но выгодна лишь тогда, когда завод может получить от города в год от 50 000 до 100 000 *м*³ фекалий, при населении в 50 000 жителей. Нормально должно было бы быть 7—8 *кг* А. в 1 *м*³; на деле, благодаря разбавлению промывочными водами и всасыванию воды извне, из 1 *м*³ фекалий получается 3,6—4,4 *кг* А. или 14—17 *кг* сернокислого аммония и 10—15 *кг* фосфорного пудрета. Мочевина, составляющая свыше 90% азотистых веществ мочи, под влиянием бактерий переходит в углекислый аммоний, который легко переработать на А., но из мочевой и гиппуровой к-т, креатина и ксантина можно получить А. лишь кипячением с известью. По старому способу применяли для перегонки лишь воду из открытых отстойников; твердые остатки сушили, прессовали и продавали под названием пудрета. Теперь обработку как жидкости, так и твердых остатков ведут в закрытых сосудах, где сначала все смешивают, отделяют твердые куски, например битое стекло, жестянки и т. п.; затем массу переводят через подогреватель в перегонные аппараты, где отгоняются А. и сероводород, после чего добавляют извести и заканчивают перегонку. А. улавливают в коксовой башне, орошаемой серной к-той. Твердый остаток высушивается и превращается в пудрет с 7—8% фосфорной к-ты и 1—2% связ. азота. В 1905 г. во Франции получили из человеческих отбросов до 9 000 *т* сернокислого аммония, в 1913 г.—свыше 12 000 *т*. Кроме того, во Франции пользуются животными твердыми остатками, напр. обрезками и грязью боен, рынков, костями и т. п. Однако часто А. не выделяют, но ограничиваются очисткой отбросов от механич. примесей, прокаливают их в автоклаве и высушивают в пустоте (прибавив предварительно серной к-ты, чтобы связать А.). Кости, рог, отбросы, в роде волос, кожи и т. п., содержат много азота (в роге до 16%), и при сухой перегонке этого материала для получения животного угля можно получить до 250—300 *кг* сернокислого аммония на *м*³ исход. материала.

Главным источником А. долгое время являлся каменный уголь, содержащий до 1,94% азота. При сухой перегонке каменного угля 10—25% азота переходит в А., при чем наибольшее количество А. получается, если перегонка ведется при 900°. Высшие и низшие $t°$ дают худший результат. Часть азота выделяется в свободном виде, а часть—в виде циана. В виду наличия в газах сухой перегонки каменного угля угольного ангидрида, сероводорода, хлороводорода и роданистого водорода, образуются соответственные соли аммония, при чем соотношения их по весу крайне разнообразны, но больше всего получается углекислого аммония и нашатыря. Поглощение А. на газовых заводах производится или в специальных промывных аппаратах в виде барабана, наполовину наполненного водой, с мешалками, или в специальных промывных колонках. При больших установках весь А. задерживается в промывателях или в колонных аппаратах. При сухой перегонке каменного угля на кокс поглощение ведут серной кислотой, что уменьшает осветительную способность газа, но зато из коксовых печей получают немного больший выход А., чем на газовых заводах. А. возможно улавливать и из газогенераторов, при чем, если $t°$ держать достаточно низкой и впускать пар, перегретый до 250—380°, то можно получить до 4 *кг* А. на *т*. Если во время сухой перегонки каменного угля впускать водяной пар, подогретый до 150° и смешанный с воздухом, то при 1,5 *т* воды на 1 *т* угля выход А. соответствует 60—70% азота в угле. Т. о. в Англии перерабатывают около 1 000 000 *т* в год, при чем на 1 *т* угля получают 40 *кг* сернокислого аммония. При переработке торфа по способу Вольперека влажный воздух пропускается при 450° над свежедобытым торфом; получается 5% сернокислого аммония, до 1,5% уксусной к-ты и 3—8% парафина (на 100 *т* сухого торфа 5 *т* сульфата). Если перед перегонкой к углю прибавить извести, то выходá повышаются на 20—40%. При перегонке барды (мелассы), ее сгущают до 70° Bé и прибавляют 0,5—1% прокаленной глины, а затем подвергают сухой перегонке, при чем, кроме А., получают заметное количество метиламина. Газовая вода, собранная в холодильниках при перегонке каменного угля, содержит в 1 *л* около 16—16,5 *г* А. и около 3 *г* серы, при чем на 100 *г* А. приходится:

около	7,80 *г*	соединенного с	H_2S
»	78,80 »	»	» H_2CO_3
»	12,50 »	»	» HCl
»	0,70 »	»	» HCNS
»	0,24 »	»	» H_2SO_4
»	0,67 »	»	» $H_2S_2O_3$
»	0,12 »	»	» HCN.

Из них А., соединенный с H_2S, HCNS, H_2CO_3 в виде солей, разлагаемых водой при кипячении, называется «летучим»; остальной А. в виде соединений, разлагаемых только известковым молоком,— «нелетучим». Количество А. определяется отгонкою в титрованную серную к-ту. Аммиачная вода коксовальных з-дов содержит, в силу слабого охлаждения и большого содержания влаги в угле, 8—15 *г* А. в *л*; на газовых з-дах получается газовая вода, содержащая 30—50 *г*. А. на *л*, т. к. уголь предварительно подсушивается и выделяет поэтому меньше влаги, а газы сильнее охлаждаются. Обычно газовую воду собирают в подземные резервуары и оттуда

направляют ее в колонные аппараты для отгонки А. В середине колонны к воде добавляют известковое молоко; иногда колонну с известковым молоком ставят рядом с водной колонной. При перегонке в течение 24 ч. 30 $м^3$ газовой воды с содержанием 2,5—3% NH_3 в отходящих водах остается не больше 0,005% NH_3. Выделенный NH_3 поглощают серной кислотой или очищают при помощи $Ca(OH)_2$ от примеси CO_2, затем пропускают через свежепрокаленный древесный уголь, через NaOH и, наконец, пускают для растворения в воду. Примерно 10 $м^3$ газовой воды дают 700 $кг$ нашатырного спирта с 25% NH_3. А. возможно добывать из цианамида кальция $CaCN_2$, получающегося путем присоединения азота к карбиду кальция (см. ниже Получение синтетического А.). Существует несколько способов для перевода азота цианамида в А. По способу Франка и Каро нужно вести нагревание с водяным паром при повышенном давлении: $CaCN_2+3H_2O=CaCO_3+2NH_3$. Эту реакцию проводят в больших стальных автоклавах (6,4 $м$ выс., 1,8 $м$ в диам., 20 atm давл.). Цианамид разлагается либо раствором от прежней реакции, либо водой (5,5 $м^3$), медленно, для удаления ацетилена; затем прибавляют немного соды и извести, автоклавы запирают и нагревают до 133—143°, т. е. до давления в 3—4 atm водяного пара, но выделяющийся А. доводит давление до 15 atm. Один автоклав в 24 ч. дает 2,3 $т$ А.; каждая операция с последовательным подогревом требует около 3—3,5 ч.; выход—ок. 96—98% на содержащийся в цианамиде азот. (Чертежи завода для переработки 75 000 $т$ цианамида кальция в 350 дней приведены у Waeser, Die Luftstickstoff-Industrie.) Цианамид из запасных хранилищ по горизонтальному шнеку передается в ряд силосов, из них—в ряд небольших запасных резервуаров и через автоматич. весы — в 40 автоклавов, при чем один шнек снабжает 5 автоклавов. Вода и щелочь подаются из верхних баков. В автоклавном помещении устраивают очень сильную вентиляцию для удаления цианамидной пыли и ацетилена. Выделяющийся из автоклавов А. охлаждается в 8 холодильниках и спускается в находящиеся под автоклавами испарители; там остаются вода и примеси, а газ снова направляется в конденсаторы и из них—в охладители, где и образует крепкий нашатырный спирт. Его перекачивают в запасные резервуары. Берлин-Ангальтское машиностроительное общество (BAMAG) строит специальные аппараты для очистки А. Сырой А. направляется в испаритель, при чем вода вытекает из последнего через нижнее отверстие. Смесь водяных и аммиачных паров проходит через колонный конденсатор и такой же запасный холодильник, откуда сгущенная вода возвращается в испаритель, а газы проходят через очиститель с едким натром. Из него они поступают в башню, для очистки от увлеченных частиц щелочи, и оттуда, через три колонны с древесным углем, в колонку для поглощения NH_3 водой. В случае дешевизны бисульфата натрия (во время войны Германия имела до 70 000 $т$ в месяц в виде отброса) возможно получить более чистый А. из цианамида по реакции:

$$2CaCN_2+2H_2O=Ca(OH)_2+Ca(HCN_2)_2;$$
$$Ca(OH)_2+Ca(HCN_2)_2+2NaHSO_4=2CaSO_4+2H_2O+2NaHCN_2;$$
$$NaHCN_2+3H_2O=NaHCO_3+2NH_3;$$
$$2NaHCO_3=Na_2CO_3+H_2O+CO_2;$$
$$2NaHCN_2+2Ca(OH)_2+4H_2O=2NaOH+4NH_3+2CaCO_3.$$

Бисульфат $NaHSO_4$ доставляется как отброс от добывания азотной кислоты, при чем описанный способ дает очень чистый NH_3.

Чтобы дать понятие о соврем. производстве А. из цианамида, достаточно указать, что на з-де в Пистерице в 24 ч. добывается 330 $т$ карбида и 430 $т$ цианамида. Восемь карбидных печей поглощают 60 000 kWh, 32 вагона извести, 22 вагона кокса. Азотирование производится в 720 печах, азот подается 6 компрессорами Линде, добывающими из 210 000 $м^3$ воздуха 150 000 $м^3$ чистого азота. Печи дают в среднем 430 $т$ цианамида с 18—20% азота. В 24 ч. потребляется 100 000 $м^3$ воды. 20 автоклавов потребляют 210 $т$ цианамида и дают 50 $т$ NH_3, к-рый в 10 поглотителях дает 200 $т$ сульфата или 200 $т$ 25%-ного А. Нитридный способ Серпека, основанный на поглощении алюминием азота в момент восстановления:

$$Al_2O_3+3C+2N=2AlN+3CO,$$

и разложении AlN водой:

$$2AlN+6H_2O \rightleftarrows 2NH_3+2Al(OH)_3,$$

не получил еще широкого технич. применения, хотя его большим преимуществом является дешевое получение чистой окиси алюминия для алюминиевого производства. Громадные количества А. добываются в наст. время синтетически из азота и водорода по способам Габера—Боша, Казале и Клода (см. *Азот* и ниже Получение синт. А.). Чистый А., безводный, потребляется в больших количествах для холодильных машин и для пересылки вместо нашатырного спирта для удешевления транспорта. А. продается в стальных цилиндрах и должен содержать не больше 0,1% примесей.

Лит.: Ост Г., Химич. технология, Л., 1924—27; Fr. Ullmann's Enzyklopädie d. techn. Chemie, B.—Wien, 1914 u. ff.; Beltzer F., La chimie industrielle moderne, t. 1—2, P., 1909—11; Waeser Br., Die Luftstickstoff-Industrie, Lpz., 1922.

Получение синтетического А. А. получается непосредственно из элементов N и H, при высокой $t°$ и высоком давлении, при участии разных катализаторов. Реакция соединения $N_2+3H_2 \rightleftarrows 3NH_3+22\,000$ cal является процессом экзотермическим и при нормальном давлении и обыкновенной $t°$ должна была бы протекать почти нацело в смысле образования NH_3. Но чрезвычайная инертность азота при нормальной $t°$ обусловливает чрезвычайно малую скорость этой реакции, для ускорения которой необходимо значительно повысить $t°$. При высокой $t°$ (при $t°$ красного каления) реакция, правда, идет очень быстро, но равновесие $N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ устанавливается при совершенно ничтожном содержании NH_3 в газовой смеси. Чтобы ускорить процесс и заставить его пройти

при более низкой $t°$, соответствующей более значительному содержанию NH_3 в смеси, можно было бы воспользоваться действием какого-нибудь катализатора, но ни один из известных катализаторов не оказывает сколько-нибудь заметного действия на реакцию синтеза NH_3 из элементов при сравнительно невысокой $t°$. Поэтому естественно было подумать о том, чтобы высокую $t°$ в процессе синтеза А. при участии катализаторов понизить, а высокой концентрации NH_3 добиться путей увеличения давления. Приводимая ниже таблица, опубликованная Ларсоном (1924 г.), работающим в Правительственной лаборатории по исследованию азота в С.-А. С. Ш., прекрасно иллюстрирует зависимость процентного содержания NH_3 в указанном равновесии от разных условий $t°$ и давления.

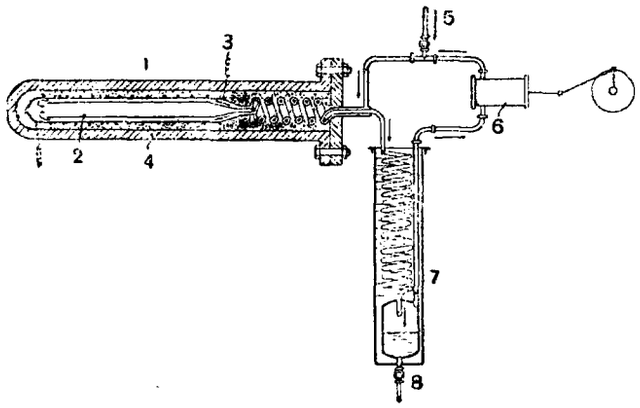
Процентное содержание NH_3 в равновесии $N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$.

$t°$	Давление в *atm*				
	30	100	300	600	1000
200°	67,65	81,65	89,94	95,37	98,29
300°	30,25	52,04	70,96	84,21	92,55
400°	10,75	25,12	47,00	65,20	79,82
500°	3,49	10,61	26,44	42,15	57,47
600°	1,39	4,52	13,77	23,10	31,43
700°	0,68	2,18	7,28	12,60	12,87

Теоретически идея применения высоких давлений для синтеза NH_3 из элементов была подготовлена уже давно целым рядом исследователей, среди которых необходимо особенно выделить немецк. химика Йоста, который в лаборатории В. Нернста установил как теоретически, так и экспериментально решающее значение повышения давления на реакцию синтеза А. из элементов. Однако работы Йоста и самого Нернста не обратили на себя в свое время должного внимания, и только упорные исследования в том же направлении выдающегося немецкого химика Габера и его учеников и вместе с тем живой интерес и поддержка, проявленные к реакции синтеза NH_3 «Баденским анилиновым и содовым производством» (BASF), дали возможность Габеру совместно с Бошем (инж. BASF) довести дело до конца и реализовать в технич. масштабе величайшее достижение химич. технологии всех времен — рентабельный синтез связанного азота в виде NH_3 из элементов, т. е. фиксацию свободного азота атмосферы. На пути к осуществлению этого синтеза в заводском масштабе встали исключительные трудности технич. характера, в преодолении которых главная роль принадлежит инж. Бошу, Митташу и др. Эти трудности заключались, прежде всего, в необычной для хим. заводских установок необходимости конструировать аппаратуру для проведения химич. процесса при столь значительном давлении (до 200 *atm* и более); а между тем именно такое давление требовалось для получения достаточного выхода при реакции синтеза NH_3 из элементов. Опасность взрывов и разрушения аппаратуры усугублялась еще тем, что реакция должна была проводиться все же при достаточно высокой $t°$ (550°). При этом выгодная сторона реакции, ее экзотермичность, в данном отношении также создавала трудности в смысле необходимости тщательного регулирования термической стороны процесса. Значительные трудности возникли также вследствие того, что уже небольшая примесь кислорода к содержащей водород газовой смеси, в условиях столь высокого давления и $t°$, обусловливала сильные взрывы гремучего газа, вследствие чего необходимо было установить автоматический контроль над пускаемой в реакцию смесью газов и тщательно оберегать ее от проникновения в нее кислорода. Реагирующая смесь газов должна была предварительно очищаться не только от присутствия кислорода, но и от присутствия хотя бы следов целого ряда других веществ — сернистых, мышьяковистых соединений и в особенности от присутствия окиси углерода, к-рая к тому же, как увидим далее, входя в исходный продукт для получения водорода из водяного и коксогенераторного газов, почти неизбежно содержалась в добываемом водороде. Все эти примеси, даже в ничтожных количествах, «отравляли» контактную массу, хранимую в сокровеннейшей тайне. Весьма нелегкую задачу представило подыскание состава этой контактной массы, при чем пришлось исследовать огромное число различных катализаторов и их комбинаций, прежде чем был установлен дешевый достаточно активный катализатор и изучены условия его действия и «отравления» разными ядами.

Но особенные, совершенно исключительные трудности при осуществлении синтеза NH_3 из элементов возникли в связи с тем, что водород при столь высоких давлениях и температурах, во-первых, диффундировал через лучшие сорта стали, из которых изготовлялись печи высокого давления, необходимые для процесса, и, во-вторых, взаимодействовал с углеродом стали, обезуглерод сталь и делал ее хрупкой и чрезвычайно подверженной разрывам. Только упорство и исключительное искусство Боша и его сотрудников позволили им подыскать соответствующий металлич. материал для изготовления бомбовых печей («облагороженная» примесью 18% W и 3% Cr сталь с незначительным содержанием C, или даже свободная от последнего, и другие сорта стали). Аппаратура для проведения синтеза NH_3 была сконструирована Бошем и его сотрудниками так. обр., чтобы давление газов внутри контактного сосуда уравновешивалось снаружи равным ему противоположным давлением охлаждаемого газа, нагнетаемого в толстостенный защитный металлический футляр, в котором помещался собственно реакционный контактный трубчатый сосуд. В качестве исходных материалов метод Габера—Боша применяет смесь N_2+3H_2 в стехиометрическом количественном отношении (1 : 3 по объему), получаемую из *водяного газа* (см.) и генераторного газа. Образовавшийся в количестве 5% NH_3 поглощается водой под давлением в 200 *atm*. Непрореагировавшая смесь азота и водорода циркуляционным

насосом нагнетается обратно в контактный сосуд с добавлением нового количества смеси исходных газов взамен образовавшегося и поглощенного NH_3. На фиг. 1 изображена схема установки метода Габера—Боша в первонача́льной конструкции, при



Фиг. 1. Схема установки Габера—Боша: *1*—печь, *2*—контактная камера, *3*—электрический нагреватель, *4* — защитный толстостенный железный кожух, *5*—приток нового газа (N+3H), *6*—циркуляционный насос, *7* — холодильник. *8* — спуск конденсированного аммиака.

которой NH_3 не поглощался водой, а сгущался в жидкий NH_3 путем охлаждения. Этот путь изъятия готового NH_3 практикуется и ныне в несколько видоизмененном методе Казале, по к-рому синтез осуществляется при давлении 750 *atm*. При таком давлении достаточно охлаждения до 20—25°, чтобы NH_3 сгустился в жидкость. Описанный метод Габера—Боша реализован в Германии в двух крупнейших в мире предприятиях Берлинского азотного синдиката, а именно: в Оппау—BASF, с производством в 1924 г. до 100 000 *m* связанного азота, и в Мерзебурге (Leunawerk «Аммиачных заводов»), с производством в 25 000 *m* связанного азота. Оба предприятия вырабатывают не только NH_3, но и сернокислый аммоний, мочевину и другие азотные удобрительные продукты.

Кроме метода Габера — Боша, для синтеза NH_3 из элементов заявлено еще несколько патентов, представляющих собой, в сущности, видоизменения того же самого метода. 1) Метод Казале характеризуется применением давления до 750 *atm* и меньшими аппаратурными «единицами» установок, большим выходом NH_3 и выделением его в жидком виде путем охлаждения до 20°. В качестве исходного продукта применяется электролитический водород. По этому методу уже работают и, кроме того, еще организуются небольшие установки во Франции, Италии, Бельгии, Швейцарии, Испании, С.-А. С. Штатах и Японии, — всего с производительной способностью в 521,5 *m* связанного азота в день (главным образом во Франции и Японии). 2) Метод Клода применяет давление в 900 *atm*, при чем продукт получается с содержанием 25% NH_3. При методе Клода исходный материал, коксогенераторный газ, последовательно попадает в различные камеры высокого давления, в которых сжимается; пять таких камер образуют производственную «единицу». Азот в установках Клода получается из жидкого воздуха. Смесь исходных газов предварительно очищается, проходя через нагретую до 400° камеру с катализатором, в к-рой CO переходит в H_2O+CH_4 (пары воды и метан). Последний используют далее в качестве топлива. 80—85% исходной газовой смеси переходит в NH_3. В настоящее время по методу Клода строятся или уже построены в разных странах 14 предприятий с общей выработкой 97 *m* в день. 3) Английский метод, очень близкий к методу Габера—Боша, применяется на большом предприятии об-ва Brunner Mond, в Англии, которое вырабатывает пока 800 *m* связанного азота в год, а когда оно будет достроено, оно сможет вырабатывать до 50 000 *m* связанного азота в год. 4) Американский метод и 5) метод Фаузера имеют лишь второстепенное значение. Когда все строящиеся з-ды будут закончены, то ежегодное мировое производство синтетического А. по методу Габера — Боша и другим будет выражаться следующими цифрами:

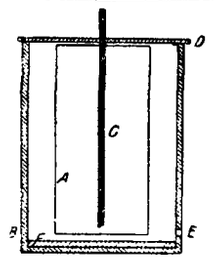
Метод	Габера-Боша	300 000 *m*
»	английский	50 000 »
»	Клода	30 000 »
»	Казале	160 000 »
»	Фаузера	10 000 »
»	американский . . .	10 000 »
	Всего . . .	560 000 *m*

Чрезвычайно важное значение в производстве синтетического А. имеет вопрос об исходных продуктах: водороде и азоте. Стоимость, непрерывность процесса и рентабельность метода находятся в большой зависимости от дешевизны, чистоты и доступности обоих газов, образующих синтетический А. Конечно, лучше всего было бы применять чистый электролитический водород (на 1 *кг* NH_3 идет 2—2,2 *м*³ H_2), но получение электролитического водорода, во-первых, связано с значительными затратами основного капитала (по американ. вычислениям—до 400 000 долл. для постройки завода с производительной способностью в 28000 *м*³ H_2 в день), а во-вторых, и стоимость самой электриче. энергии для электролиза, при отсутствии дешевых гидроэлектрич. ресурсов, довольно значительно отразится на цене синтетич. А. Поэтому электролитич. H_2 м. б. применен с выгодой лишь там, где он оказывается побочным продуктом при каком-нибудь другом электролитическом производстве, либо там, где он крайне дешев в виду мощности ресурсов «белого угля». На получение 1 *м*³ H_2 (по методу Фаузера, Пехкранца, BAMAG и друг.) расходуется 5—6 kWh. Что касается азота, то его производство представляет лишь незначит. долю стоимости синтетического А. Его обычно добывают путем фракционировки жидкого воздуха (см. *Воздух*). При дешевом водороде чистый азот получается весьма оригинальным методом Китцингера. Дымовые газы, бедные содержанием кислорода и очищенные от пыли, смешивают и нагревают с генераторным газом в реторте, в присутствии катализаторов. При этом водород генераторного газа сжигается за счет кислорода, оставшегося еще в дымовых газах; после этого из

образовавшейся от сжигания газовой смеси поглощаются пары воды, углекислота и другие газы, а азот в смеси с водородом в требуемой пропорции (1 : 3) поступает после очистки в контактную камеру габеровской установки. Сравнительно дешевый H_2 выделяется из *водяного газа* (см.), добываемого при участии катализаторов при нормальном давлении и при $t°$ в 500° согласно реакции: $CO+H_2O=H_2+CO_2$ (способ Боша). Процесс этот экзотермический и проходит без затраты топлива. Продукт, содержащий 30% CO_2 и ок. 2% CO, промывается под давлением в 25 *atm* водой, для удаления CO_2, и под давлением 200—225 *atm*—аммиачным раствором хлористой меди, для удаления CO. Водород добывается также по методу Казале из газа коксовальных печей (ок. 50% H_2, ок. 30% CH_4, ок. 20% C_2H_4, кроме того следы CO и N_2) путем конденсации посторонних газов при помощи охлаждения (по методу Клода и Линде). На 1 $м^3$ H_2 требуется около 2Р. Следует еще упомянуть о способе BAMAG и Пинса в Германии. Этот способ заключается в образовании водяного газа при действии паров воды на железо: $2Fe+3H_2O=3H_2+Fe_2O_3$. Обратная регенерация Fe производится генераторным газом. На получение 1 $м^3$ H_2 расходуется около 3 *кг* пара и 1,3 *кг* кокса.

Наиболее выгодным методом получения сразу обоих исходных газов для синтеза А. является комбинированное применение водяного газа (2 объема) в смеси с генераторным газом (1 объем). В водяном газе, путем введения в него избытка паров воды и предварительного пропускания его при 500° через железную контактную массу, равновесие $CO+H_2O \rightleftarrows CO_2+H_2$ сдвигается в сторону образования максимального количества CO_2 и H_2 (остается не более 1—2% CO). Коксогенераторный газ состоит из 30% CO и 70% N. Таким путем, после соответствующей очистки и обработки, можно сразу получить смесь азота и водорода в требуемой для синтеза NH_3 пропорции (1 : 3); для этого к смеси нужно прибавлять лишь небольшое дополнительное количество чистого азота, добывая его по способу Линде из жидкого воздуха.

Цианамидный метод получения А. Хотя исторически метод фиксации атмосферного азота путем присоединения его к карбиду кальция с образованием цианамида кальция предшествует синтезу А. по методу Габера—Боша, все же цианамидный метод весьма скоро уступил пальму первенства габеровскому методу; перспективы дальнейшего развития цианамидного метода ныне не обещают каких-либо значительных сокращений стоимости производства, которые могли бы вернуть ему преимущественную роль по сравнению с габеровским методом. Цианамидный способ фиксации азота (по идее Франка и Каро) основан на способности карбида кальция присоединять к себе атмосферный азот при $t°$ около 1 000—1100° с образованием цианамида кальция по реакции: $CaC_2+N_2=CaCN_2+C+$ +98 430 cal. Т. о. реакция образования этого препарата связанного азота является экзотермической и сопровождается выделением значительного количества тепла. Достаточно нагреть перемолотый в порошок карбид лишь для начала реакции до 1 000°, и дальнейший процесс присоединения N_2 идет самостоятельно, не только без затрат, но даже с выигрышем энергии. Зато получение исходного продукта карбида кальция связано с значительной затратой энергии на обжиг известняка ($CaCO_3=CaO+$ $+CO_2$ — 42 900 cal) и на образование самого карбида ($CaO+3C=CaC_2+CO$ — 121 000 cal). При образовании своем из карбида цианамид кальция сплавляется в массивные, весьма твердые барабаны. Имеются попытки сделать производство цианамида кальция непрерывным; например, этажные печи Карлсона (на шведских заводах Льюнга) или каналовые печи Польцениуса с перфорированными металлич. коробами, наполненными мелким карбидом и поступающими последовательно в длинную нагретую азотирующую печь (схему установки для азотирования карбида см. на фиг. 2).



Фиг. 2. Схема азотирования карбида по Франку и Каро: *A* — перфорированный короб с молотым карбидом, *B* — шамотовая азотирующая печь, *C* — угольный электрод, 1 *см*, *D* — плотная крышка, *E* — приток азота, *F* — другой электрод.

Присоединению азота к карбиду способствует прибавление к последнему хлористого кальция или, в особенности, плавикового шпата (фтористого кальция). В печах Карлсона перемолотый карбид, перемешиваемый автоматическими мешалками, подвергается действию встречной струи азота. Нагревание ведется при помощи зедеберговских угольных электродов. На 1 *т* 12—20%-ного цианамида тратится 3,75—5,50 *кг* электродного угля, при чем цианамид получается уже не в виде массивных блоков, а в виде пористого материала, легко поддающегося перемалыванию.

Для получения А. из цианамида кальция последний обрабатывается в автоклавах под давлением в 11—12 *atm* парами воды. Предварительно в автоклавы вводится 3%-ный раствор NaOH. В течение $1^1/_2$ часов разложение заканчивается, и NH_3 м. б. либо конденсирован либо пущен в производство для получения тех или иных азотистых соединений (азотной кислоты, сернокислого аммония и т. д.). В связи с громадным успехом габеровского метода фиксации атмосферного азота, цианамидный метод вряд ли сможет в будущем успешно конкурировать с ним, но развитие цианамидной промышленности находится в тесной связи с производством *карбида* (см.) и с перспективами, стоящими перед утилизацией этого важного фабриката и получаемого из последнего *ацетилена* (см.).

В последнее время в германских установках пытаются использовать теплоту сгорания побочного продукта реакции, т. е. газа CO (30% всей энергии карбидной печи), в качестве экономии энергии при фиксации азота

по цианамидному способу; общая затрата энергии при связывании азота по цианамидному методу исчисляется в 13 000 kWh на 1 *m* связанного азота, т. е. в $^1/_5$ часть той энергии, к-рая тратится на связывание азота и при дуговом методе. Этим и объясняется большее развитие цианамидной азотной промышленности по сравнению с дуговым методом связывания атмосферного азота. Цианамид кальция может непосредственно применяться в качестве удобрения, но он служит также и для получения синтетической мочевины, гуанидина и др. концентрированных удобрительных туков, а также для получения цианистых соединений. При непосредственном применении в качестве удобрений цианамида кальция к нему приходится прибавлять немного воды (для разложения остатков непрореагировавшего карбида) и масла (иначе он очень сильно распыляется). Для получения А. из цианамида кальция последний обрабатывается при повышенном давлении водой. До синтеза Габера развитие цианамидной промышленности шло чрезвычайно бурно, в особенности во время войны, когда значительная часть А., полученного из цианамида должна была быть окисляема контактным методом в HNO_3. После войны развитие цианамидной промышленности заметно замедляется, уступая первое место габеровскому методу (см. *Азот*). В настоящее время состояние цианамидной промышленности характеризуется следующими цифрами:

Страна	Число предприятий	Годов. произв. способн. в *m* связ. азота	Продукция в 1926 г. в *m* связ. азота
Германия	4	90 000	86 000
Франция	8	44 000	36 000
Италия	4	18 000	18 000
Норвегия	2	21 000	10 000
Швеция	2	6 000	6 000
Швейцария	1	3 000	3 000
Польша	1	30 000	28 000
Чехо-Словакия	1	5 000	3 000
Юго-Славия	2	10 000	6 000
Канада	1	18 000	18 000
Япония	4	25 000	20 000
С.-А. С. Ш.	1	40 000	Не работ.

Следует отметить еще один метод получения синтетического аммиака, т. н. нитридный процесс (см. *Нитриды*). Так, напр., при действии на окись алюминия азота в присутствии угля образуется нитрид алюминия, который водой разлагается с образованием NH_3 по реакции: $Al_2O_3 + 3C + N_2 = 2AlN + 3CO$; $2AlN + 6H_2O = 2NH_3 + 2Al(OH)_3$. Но в виду целого ряда затруднений, с которыми связано производство NH_3 по этому методу, предложенному Серпеком (Société générale de nitrures, D.R.P. 357 899), в смысле конструкции аппаратуры, этот метод не обещает в будущем больших успехов.

Статистические и промышленно-экономические данные о производстве синтетического А. — см. *Азот*.

Лит.: Кайзер К. и Мозер А., Азот воздуха и его использование, М., 1922; Ост Г., Хим. технология, Л., 1924—27; Waeser B., Die Luftstickstoff-Industrie, Lpz., 1922; Partington J. R. and Parker L. H., The Nitrogen Industry, L., 1922; Grossmann H., Stickstoffindustrie u. Weltwirtschaft, Stuttgart, 1926; Ammoniak u. Stickstoff, Fr. Ullmann s Enzyklopädie der techn. Chemie, B.—Wien, 1914 u. ff.; Rideal and Taylor, The Catalysis in Theory and Practice, L., 1926; Pascal P., Synthèses et catalyses industrielles, P., 1925.

АММИАЧНАЯ РЕСПИРАТОРНАЯ КОРОБКА, см. *Противогазы.*

АММИАЧНАЯ СМОЛА, застывший млечный сок растения Dorema ammoniacum, из сем. зонтичных, растущего в пустынях Персии, желто-бурое вещество, горького вкуса и с характерным запахом. Состоит из камеди, эфирного масла, пектиновых веществ и загрязнений в различных пропорциях. Употребляется в медицине для приготовления пластырей и как внутреннее (слабительное и возбуждающее).

АММИАЧНЫЕ ВОДЫ, см. *Газовое производство.*

АММИАЧНЫЕ КВАСЦЫ, см. *Квасцы.*

АММИАЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, см. *Аммония соединения.*

АММИАЧНЫЙ АППАРАТ, *зрельник* (см.), в к-ром помещен сосуд с раствором аммиака. При запарке печатного товара в таком зрельнике газообразный аммиак, примешивающийся к пару, нейтрализует к-ту, к-рая может находиться в печатной краске и ослабить хлопчатобумажное волокно. А. а. применяется, напр., для пропуска перед длительной запаркой ализаринового товара, набитого с азотнокислым глиноземом.

АММИАЧНЫЙ СУПЕРФОСФАТ, смешанное фосфорно-аммонийное удобрение, добываемое пропусканием аммиака или газов сухой перегонки каменного угля через обычный суперфосфат. Хотя аммиак и поглощается в значительной степени, однако 1) часть фосфорных солей делается нерастворимой за счет уменьшения кислотности, 2) при поглощении аммиака из коксовых газов образуется $(NH_4)CNS$, ядовитый для растений. Все сказанное обусловливает некоторые недостатки указанного удобрительного тука. См. *Аммония соединения.*

АММОНАЛ, см. *Взрывчатые вещества.*

АММОНИТ, см. *Взрывчатые вещества.*

АММОНИЯ ПИКРАТ, см. *Взрывчатые вещества.*

АММОНИЯ СОЕДИНЕНИЯ, соединения, в которых встречается одновалентный радикал аммоний NH_4, отличающийся свойствами, весьма сближающими его с щелочными металлами первой группы периодической системы. Существование NH_4 в свободном виде доказано Шульбахом и Баллауфом, к-рым удалось обесцветить синий раствор Na в жидком аммиаке, смешивая его с раствором иодистого аммония в жидком аммиаке при $t°$ —70°; это можно объяснить реакцией $NH_4J + Na = NH_4 + NaJ$, т. е. образованием свободного NH_4. Присутствие свободного NH_4 вероятно также и в амальгаме аммония, получаемой при электролизе аммонийных солей при помощи ртутного катода или при взаимодействии амальгамы натрия с раствором NH_4Cl (см. возражения против такой точки зрения Moissan, CR, *133*, p. 715, 1901). В растворе А. с. обнаруживается присутствие одновалентного положительного иона $NH_4^{\cdot}$. Окись

аммония $(NH_4)_2O$ неизвестна, зато известны перекиси аммония $NH_4O \cdot OH$ ($t°_{пл.}$ 14°) и $NH_4 \cdot O \cdot O \cdot NH_4$ ($t°_{разл.}$ 10°). Хорошо известен раствор гидрата окиси аммония—нашатырный спирт (см. *Аммиак*). А. с. получаются путем непосредственного присоединения воды или кислоты к аммиаку: $NH_3 + H_2O = NH_4OH$, $NH_3 + HCl = NH_4Cl$. Строение А. с и теория химическ. сил, их образующих, более подробно выясняются теорией Вернера (см. *Комплексные соединения*). Согласно этой теории, NH_3 как нейтральная часть вторгается в комплекс, вытесняя электроотрицательную составную часть комплекса и этим повышая его электроположительный характер; например $HCl + NH_3 = [H(NH_3)]Cl$ или $H_2SO_4 + 2NH_3 = [H(NH_3)]_2SO_4$ (наоборот, можно и азот принимать за центральный атом с координационным числом 4; тогда водородный ион к-ты, поляризуясь отрицательными зарядами азота, образует с NH_3 комплексный ион NH_4). Присоединение нейтральной части комплекса NH_3, по теории Вернера, не изменяет валентности центрального атома: водородный атом, а равно и весь радикал аммоний, остается одновалентным. В радикале $H(NH_3)$ после внедрения атома водорода, вероятно, происходит перегруппировка: $\begin{matrix} H \cdot & & \cdot H \\ H \cdot & N & \cdot H \end{matrix}$, и т. о. получается группа NH_4. Молекула к-ты может присоединять к себе не только одну молекулу NH_3, но при низкой $t°$ и несколько (полиаммиакаты кислот, напр. $H[NH_3]_4Cl$, $H[NH_3]_4NO_3$, — соединения весьма нестойкие). Но даже продукты присоединения к к-там одной только молекулы аммиака— т. н. аммонийные соединения— являются весьма нестойкими соединениями и диссоциируют при нагревании. Весьма слабые к-ты (борная, кремневая и вода) не могут удерживать при себе NH_3 уже при комнатной $t°$. Более прочными при обыкновенной $t°$ являются аммонийные соли угольной к-ты, сероводорода и других слабых кислот; они легко диссоциируют при нагревании до сравнительно невысокой $t°$ (следует отметить тот факт, что эта диссоциация солей аммония идет особенно легко в присутствии хотя бы следов влаги; как $(NH_4)_2CO_3$, так и первичный продукт его разложения NH_4HCO_3 разлагаются гораздо труднее в совершенно сухом состоянии). Значительно более устойчивыми А. с. являются соли аммония с сильными к-тами: NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$, но и они при нагревании диссоциируют с образованием свободного аммиака и к-ты. И здесь приходится отметить тот факт, что в отсутствии влаги совершенно сухая соль, напр. NH_4Cl, может возгоняться без разложения, и, наоборот, встреча совершенно сухих NH_3 и HCl не приводит к образованию NH_4Cl. Это обстоятельство свидетельствует о значении гидролиза в процессах соединения и разложения А. с. При взаимодействии NH_3 и CO_2 в отсутствии H_2O вместо углекислых солей образуются соли карбаминовой кислоты по ур-ию

$$C\begin{matrix} O \\ O \end{matrix} + \begin{matrix} NH_2 \\ H \end{matrix} = C\begin{matrix} NH_2 \\ =O \\ OH \end{matrix}$$

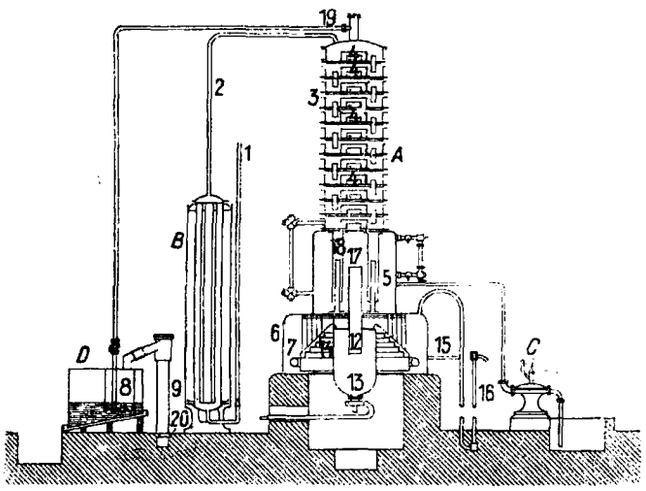
По растворимости, кристаллической форме и электропроводности А. с. сильно приближаются к соединениям тяжелых щелочных металлов. Повидимому, радикал NH_4 имеет объем, близкий к объему рубидия. Аналитически А. с. обнаруживаются по реакциям на *аммиак* (см.), выделяющийся при их диссоциации (посинение лакмусовой бумажки, реактив Несслера, и т. д.). Но А. с. можно обнаружить и осадить количественно реактивами на К и тяжелые щелочи: винной к-той, H_2PtCl_6, $Na_3Co(NO_2)_6$ и т. д. (Об аммиакатах см. *Комплексные соединения*.)

Получение А. с. в технике. Технически большинство А. с. получаются в качестве побочных продуктов при газификации и коксовании каменного угля и битуминозных сланцев после нейтрализации или «сатурации» газообразными продуктами, выделяющимися при этих процессах кислых поглотителей. (В последнее время А. с. получаются при нейтрализации разных кислот синтетическим аммиаком, полученным по методу Габера — Боша или по цианамидному методу из азота воздуха).

Обычно при указанных процессах получается жидкость, имеющая цвет от желтого до темнокоричневого и представляющая собою раствор многих А. с. и аммиака различной крепости. Все эти соединения можно распределить на две группы: летучие и нелетучие с парами воды. К первым принадлежат свободный, или, вернее, водный аммиак NH_4OH, углекислый аммоний, сернистый аммоний, гидросернистый аммоний и цианистый аммоний; ко вторым — сернокислый аммоний, сернистокислый аммоний, хлористый аммоний, тиосульфат аммония, тиокарбонат аммония, сульфоцианид аммония и ферроцианид аммония.

После вытеснения аммиака из газовой воды кипячением и после разложения известковым молоком содержащихся в ней аммиачных солей весь аммиак освобождается и пропускается для поглощения в раствор серной к-ты. При этом известь прибавляют уже после того, как растворенный аммиак и летучие с паром соединения вытеснены из газовой воды и когда в ней остались лишь нелетучие соли аммония. Образование $(NH_4)_2SO_4$ при этом протекает в водном растворе, после чего для получения твердой соли необходимо выпаривание этого раствора, связанное с расходом топлива. Нек-рые методы дают возможность получения твердого $(NH_4)_2SO_4$, при чем отделение воды от твердой соли протекает за счет самой теплоты нейтрализации аммиака серной к-той. При производстве в большом масштабе А. с. встретились неожиданные трудности, с к-рыми не приходится иметь дела в незначительных по размерам установках. Улавливание аммиака из коксовальных печей с небольшой продукцией аммиачных солей шло почти нацело и без особых затруднений. Когда же пришлось конструировать установки для сатурации к-ты синтетическим аммиаком с производством 100—120 *т* в сутки, то оказалось, что свинец, из которого были построены колокола сатураторов, разъедался избыточ.

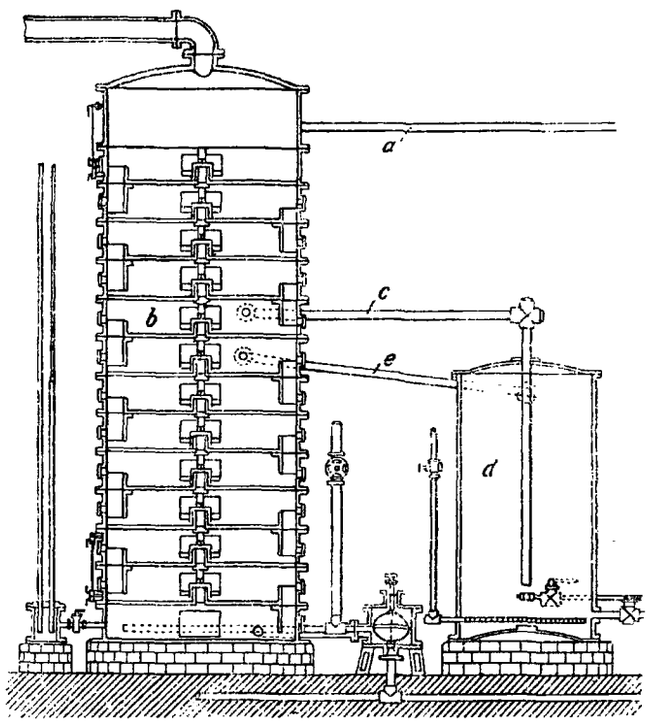
аммиаком, не успевавшим равномерно распределяться по всему раствору. Пришлось устанавливать сильные механические перемешиватели. Кроме того, благодаря высокой $t°$ раствора, металл, из которого изготовляются насосы (фосфористая бронза), также подвергался изменению; пришлось позаботиться о регулировании $t°$.



Фиг. 1. Установка Грюнберга и Блюма.

В качестве примера современной установки производства сернокислого аммония приведем установку Грюнберга и Блюма для отгонки из газовой воды NH_3 и для получения $(NH_4)_2SO_4$, изображенную на фиг. 1 (Partington and Parker, The Nitrogen Industry).

B — экономайзер, в к-ром газовая вода нагревается горячими отработанными газами или парами из котла. В колонне *A* газовая жидкость нагревается паром, в результате чего летучие А. с. диссоциируют и отгоняются. Кроме того, здесь же при действии извести разлагаются с выделением NH_3 также и стойкие А. с., растворенные в газовой воде. Весь NH_3 поступает затем в сатуратор *D*, в к-ром нейтрализуется серной к-той и образует $(NH_4)_2SO_4$. Для нагревания газовой воды отходящими из сатуратора нагретыми теплотой нейтрализации газами применяется особый перегреватель. Аммиачная вода поступает в его нижнюю камеру, затем идет по трубам в среднюю камеру, далее она проходит через систему труб в верхнюю камеру, откуда вытекает при $t°$ 93°. Отходящие газы от сатуратора сначала проходят через особый сепаратор, в к-ром, ударяясь о перфорированные свинцовые диски, газы освобождаются от брызг кислой жидкости, механически увлеченных из сатуратора. После этого они направляются в перегреватель. В нем они поступают сначала в одну камеру, затем через боковую трубу в другую камеру, из которой, наконец, они выходят в конденсационный аппарат. В колонном аппарате, состоящем из сообщающихся при помощи коротких переливных труб этажей, жидкость переходит последовательно через все эти этажи снизу вверх, при чем все летучие А. с. разлагаются и отгоняются от нее, а именно: NH_3, CO_2, H_2S и HCN. После этого жидкость стекает наконец во второй отдел (фиг. 1, 5), в к-рый через каждые 10 мин. накачивается известковое молоко. Здесь также имеется паровой котел с внутренним паровым соплом *14*, благодаря к-рому жидкость в небольших слоях доводится до кипения при помощи пара. При этом окончательно разлагаются все А. с., и продукты их разложения вместе с парами воды через трубу *19* из колонного аппарата поступают в сатуратор (фиг. 1, *D*), наполненный серной к-той. Отходящие от сатуратора газы служат для нагревания аммиачной жидкости в экономайзере. Существенным недостатком описанного колонного аппарата является частое засаривание низших камер продуктами взаимодействия извести с H_2S, CO_2 и т. д., требующее разборки аппарата для его очистки. Значительным усовершенствованием поэтому является англ. установка Вильтона (фиг. 2). В этой установке аммиачная жидкость поступает через трубу *a* в колонный аппарат, спускается в нем лишь до камеры *b*, откуда, уже лишенная А. с., стекает через *c* в известковальную камеру *d*, после чего через трубу *e* вновь попадает в колонный аппарат и движется обычным порядком вниз до выпускного крана. Сатуратор (фиг. 1, *D*) построен из листового железа и внутри облицован свинцом. Первоначально NH_3 попадает через трубу *19* в свинцовый колокол *8*, из к-рого газ распределяется в сатураторе на большое расстояние. Непоглощенная часть газов поступает через трубу *9* в конденсатор *20*, где конденсируется и задерживается увлеченная газами жидкость. В сатураторе все время возобновляется 77%-ная H_2SO_4. Образующиеся кристаллы $(NH_4)_2SO_4$ от времени до времени извлекаются. Отходящая через *16* жидкость не должна содержать более 5 частей NH_3 на 100 000. В зависимости от способа выборки $(NH_4)_2SO_4$ из сатураторов, последние можно разделить на: а) сатураторы с ручным выгребанием готовой соли $(NH_4)_2SO_4$; б) сатураторы



Фиг. 2. Установка Вильтона.

с выбрасыванием $(NH_4)_2SO_4$ помощью пара; в этом случае, вместо выстланного свинцом чана для ручного выгребания соли, под сатуратором имеется колодец, куда поступает $(NH_4)_2SO_4$ для дальнейшего выбрасывания паром; так. обр. разгрузка происходит автоматически, и весь процесс сатурации изолирован от внешнего воздуха. Такой закрытый тип сатуратора с паровым эжектором весьма совершенен с точки зрения экономии труда; кроме того, при такой конструкции зловонные отходящие газы совсем не проникают в помещение. Извлеченные из сатуратора кристаллы $(NH_4)_2SO_4$ раскладываются на 4—5 дней для стекания с них маточного раствора и для сушки на покрытых свинцом дренажных столах. Маточный раствор стекает по желобам в особые чаны, откуда перекачивается обратно в сатуратор. Сушка кристаллов м. б. значительно ускорена центрифугированием, к-рое в несколько минут дает продукт уже почти годный для упаковки. Готовый продукт обычно имеет сероватый цвет и содержит от 24,25 до 24,75% NH_3, от 2 до 4% влаги, от 0,15 до 0,40% свободной H_2SO_4. При большем обезвоживании можно получить белый продукт с содержанием до 25,25% NH_3, но он уже обойдется несколько дороже.

В Германии во время войны, в виду связанного с последней недостатка серного колчедана, значительно развилось применение гипса для производства $(NH_4)_2SO_4$. 200 *кг* мелко перемолотого гипса (77% $CaSO_4$) смешивают с 201 *л* газовой воды (19,2% NH_3) и с 200 *л* воды в автоклаве и пропускают при избыточном давлении до 2 *atm* углекислый газ при *t°* 50°. Через пять часов выпускают образовавшийся H_2S, фильтруют и выкристаллизовывают $(NH_4)_2SO_4$. Реакция, к-рая протекает по ур-ию $(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 \cdot 2H_2O = CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$, ускоряется, если прибавить некоторое количество $CaCl_2$ (Margueritte). При производстве $(NH_4)_2SO_4$ из газовой воды и гипса целесообразно используются также и дымовые газы. При взаимодействии NH_3 и дымовых газов с суспензированным гипсом последний переходит в раствор, к-рый остается только отфильтровать от $CaCO_3$ и выпарить, чтобы получить кристаллы $(NH_4)_2SO_4$. Этим путем используются дымовые газы и устраняется их вред для сел. хозяйства окружающей местности. Предложено также использовать весь H_2S газов, переводя его в SO_3 и H_2O путем пропускания через трубы с прокаленной железной рудой или путем пропускания над $FeSO_4$. Реакция идет по уравнениям:

$$FeSO_4 + 2NH_3 + H_2S = FeS + (NH_4)_2SO_4,$$
$$2FeS + 3SO_2 = 2FeS_2O_3 + S,$$
$$FeS + 3SO_2 = FeS_4O_6.$$

При пропускании SO_2 над полученными серноватистокислой и тетратионовой солями все сернистые соединения переходят в $(NH_4)_2SO_4$:

$$2(NH_4)_2S_2O_3 + 3SO_2 = (NH_4)_2S_3O_6 + (NH_4)_2S_4O_6,$$
$$(NH_4)_2S_3O_6 + (NH_4)_2S_4O_6 = 2(NH_4)_2SO_4 + 2SO_2 + 3S.$$

По другому методу аммиак заставляют взаимодействовать с SO_2, и образующийся бисульфит аммония превращается в сернокислый аммоний. Последняя реакция связана с возможностью взрывов. Путем прибавления в качестве катализатора серы или селена эту реакцию можно проводить спокойно. Продукт, применяемый для сел.-хоз. целей, получается при взаимодействии NH_3 с суперфосфатом, связывающим аммоний с образованием аммонийно-кальциевой соли фосфорной кислоты. BASF запатентовала метод использования $MgSO_4$ для получения $(NH_4)_2SO_4$. Смесь измельченного кокса с гидратом $MgSO_4$ постепенно обезвоживается, после чего нагревается до 600—700°. При этом выделяется SO_2, идущий в дальнейшую переработку. Полученный $(NH_4)_2SO_4$ м. б. далее переработан с выходом 80—90% в бисульфат аммония, путем нагревания его во вращающейся трубчатой печи, через которую пропускают отходящие газы от пламени светильного или генераторного газа. Кислый сернокислый аммоний, в свою очередь, м. б. далее применен для переработки фосфоритов с образованием растворимого комбинированного азотно-фосфорного удобрительного тука. В С.-А. С. Ш. фирма «Аммофос» вырабатывает большое количество комбинированного азотно-фосфорного удобрения действием H_2SO_4 на фосфориты и последующим насыщением раствора аммиаком.

Вырабатывая из гипса сернокислые соли и даже серную кислоту, Германия эмансипировала себя во время войны от импорта колчедана для серной к-ты, столь необходимой для выработки суперфосфатов и для многих других целей. Однако производство $(NH_4)_2SO_4$ из гипса связано с необходимостью отфильтровывания растворов сульфата от илистого осадка $CaCO_3$. Это отфильтровывание создает значительные затруднения вследствие засорения аппаратуры и больших потерь $(NH_4)_2SO_4$, остающегося в жидкости ила. Для отфильтровывания раствора $(NH_4)_2SO_4$ пришлось воспользоваться отсасывающими фильтрами, погружаемыми в суспензию $CaCO_3$ в растворе $(NH_4)_2SO_4$, наподобие тех, к-рые применяются для извлечения растворов золота. При этом $CaCO_3$ обволакивает фильтры тонким и вполне проницаемым слоем, не препятствующим дальнейшему отсасывательному фильтрованию. Гипс предварительно д. б. подвергнут обжигу во вращающейся барабанной печи. Такой обжиг вдвое и даже больше уменьшает в дальнейшем продолжительность фильтрования. Англ. заводы стремятся получить абсолютно нейтральный $(NH_4)_2SO_4$, ибо содержание к-ты оказывает значительное влияние на разложение соли при ее хранении. Соль приходится высушивать горячим воздухом, ибо при содержании менее 0,25% влаги она в течение долгого времени сохраняет консистенцию, удобную для рассеивания в качестве удобрения. Небольшие примеси сернокислого пиридина также вызывают спекание, комковатость и гигроскопичность соли. Интересный метод получения сульфата аммония состоит в окислении сульфита аммония. Этот метод, с одной стороны, дает возможность утилизировать SO_2 дымовых газов,

а с другой стороны — в качестве побочного продукта дает азот, к-рый можно применить для синтетического аммиака.

Аммонийная селитра NH_4NO_3 представляет собой весьма ценный удобрительный тук, в к-ром нитратный азот усваивается немедленно, а аммонийный — постепенно. Существенным недостатком является то, что она легко расплывается на воздухе и потому неудобна для хранения. Поэтому ее выпускают на рынок в смеси с костяной мукой, гипсом и известковой селитрой, уменьшающими ее гигроскопичность. Уменьшения гигроскопичности аммонийной селитры можно добиться также прибавлением к маточному раствору селитры белков, желатина, декстрина и т. д. Смешанные калиево-аммонийная селитра и аммонийно-сульфатная селитра не отличаются такой гигроскопичностью. Поэтому аммонийную селитру смешивают также (в Оппау) с хлористым калием и сернокислым аммонием. Образующуюся от смешения пасту высушивают во вращающихся сушильных печах. Технич. аммонийно-сульфатная селитра содержит $(NH_4)_2SO_4$ несколько больше того количества, к-рое соответствовало бы ф-ле $2NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$. В калиево-аммонийной селитре на 60 ч. $(NH_4)_2SO_4$ приходится 40 ч. хлорида. При содержании в аммонийно-сульфатной селитре менее 60% NH_4NO_3 смесь уже не является взрывчатой. Однако в 1921 г. на ф-ке в Оппау произошел громадный взрыв около 4 500 *т* аммонийно-сульфатной селитры, сопровождавшийся гибелью 600 чел. и разрушением имущества на много *км* в окружности. Причина взрыва осталась невыясненной.—Чистая аммонийная селитра идет на изготовление взрывчатых веществ. Английские снаряды (T.N.T.) выполнены смесью из 80% NH_4NO_3 и 20% тринитротолуола. Получение чистого NH_4NO_3 связано с нейтрализацией HNO_3 (разбавленной) водным аммиаком, к-рый во избежание взрывов д. б. хорошо очищен от пиридиновых оснований и серы. Процесс весьма прост, но наталкивается на затруднение, заключающееся в том, что выпариваемый для кристаллизации раствор NH_4NO_3 действует разрушительным образом на большинство металлов и делает, напр., железо резервуаров и выпаривательных котлов весьма хрупким. Поэтому приходится действовать газообразным аммиаком на концентрированную HNO_3. При этом выделяется при реакции нейтрализации так много тепла, что его достаточно для удаления всей воды из раствора и для плавления образовавшейся твердой аммонийной селитры. Существуют еще методы получения чистого NH_4NO_3 из кальциевой селитры и углекислого аммония по уравнению

$$Ca(NO_3)_2+(NH_4)_2CO_3=CaCO_3+2NH_4NO_3.$$

Аммоний хлористый, нашатырь, NH_4Cl. Уд. в. 1,522; кристаллизуется в октаэдрах или кубах; без запаха, остросоленого вкуса; теплота растворения 3,88 cal. При внесении 3 ч. NH_4Cl в 10 ч. воды (13°,3) смесь охлаждается до —5°,1. Растворимость HN_4Cl дана в следующей табл., показывающей %-ное содержание NH_4Cl.

Процентное содержание насыщенных водных растворов.

t°	NH_4Cl в %	*t*°	NH_4Cl в %	*t*°	NH_4Cl в %
—1,6	19,4	40	31,4	80	39,6
0	23,0	50	33,5	90	41,6
20	27,1	60	35,6	100	43,6
30	29,3	70	37,6	110	45,6

При кипячении растворы NH_4Cl выделяют NH_3 и становятся кислыми. Они действуют разрушающим образом на железные и свинцовые сосуды.

NH_4Cl имеет применение в качестве удобрения, для пайки металлов, полуды и оцинкования меди, для гальванических элементов, при производстве красок, при крашении, ситцепечатании и т. д.

NH_4Cl получается при насыщении HCl газовой концентрированной водой. Полученный раствор соли выпаривают при помощи парового змеевика при *t*° 100° до насыщения. После охлаждения в течение 4—5 дней на деревянных шестах выкристаллизовывается NH_4Cl. После центрифугирования и сушки соль готова для упаковки. В других случаях NH_4Cl получается при непосредственном насыщении HCl аммиаком, отогнанным из газовой воды. NH_4Cl получается также при нагревании цианамида кальция с раствором NaCl или KCl до 100°, при одновременном действии постоянного электрич. тока через реакционную смесь. Образующийся при этом NH_4Cl возгоняется. NH_4Cl получается также в качестве побочного продукта при несколько измененном сольвеевском содовом процессе, если вводимый NH_3 не используется для кругового процесса, а выделяется в виде нашатыря.

Интересный метод получения NH_4Cl (Salzwerke Heilbronn, A. G.) заключается в действии NH_3 в присутствии паров воды на нагретые до 150° или на сплавленные хлориды (в качестве катализаторов в этом процессе служат: Co, мелко раздробленное железо, окислы железа, глинозем и т. д.). BASF запатентовала метод получения NH_4Cl путем насыщения аммиаком при помешивании смеси из 843 ч. H_2SO_4 (36,2%-ной) и 368 ч. NaCl. В настоящее время имеет большое применение метод, являющийся модификацией сольвеевского процесса, а именно:

$$NaCl+NH_3+CO_2+H_2O=NH_4Cl+NaHCO_3.$$

Аммоний углекислый, карбонат аммония $(NH_4)_2CO_3$, получается при постепенном нагревании 1 ч. $(NH_4)_2SO_4$ с 2 ч. свежеосажденного мела с прибавкой угольного порошка ($^1/_8$ по общему весу) в чугунных ретортах. Отгоняющиеся при этом пары конденсируются в свинцовых камерах в виде $(NH_4)_2CO_3$, к-рый еще сублимируется из железных котлов со свинцовым шлемом.—Кислый углекислый аммоний (бикарбонат аммония) NH_4HCO_3 получается при взаимодействии CO_2 и NH_3 в определенном соотношении и в присутствии паров воды. Из раствора трудно растворимый бикарбонат осаждается углекислым газом. Другой метод состоит в пропускании смеси CO_2, NH_3 и паров H_2O

через трубу, нагреваемую снаружи до 200°, после чего пары сгущаются в камере, охлаждаемой до 60°. Готовый, еще влажный продукт обрабатывают под давлением углекислым газом. Обычно продажный карбонат аммония представляет собою смесь карбоната с карбаминовокислым аммонием: $2NH_4HCO_3 \cdot CO(NH_2) \cdot (ONH_4)$ (с 28,81% NH_3) и $NH_4HCO_3 \cdot CO(NH_2) \cdot (ONH_4)$ (с 32,48% NH_3). Углекислые аммонийные соли легко разлагаются при нагревании, а при кипячении водного раствора разлагаются нацело. Применяется углекислый аммоний в качестве твердых дрожжей (пекарного порошка), при производстве красок, при отмывке шерсти, для очистки жиров, в горном деле. Бикарбонат аммония, в виду меньшего содержания NH_3 и низкой $t°$ полного разложения (60°), имеет широкое применение в качестве пекарного порошка.

Аммоний молибденовокислый имеет состав $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$. Получается при действии NH_3 на молибденовую к-ту и выпаривании раствора при низкой $t°$. При нагревании выделяет NH_3 и H_2O и переходит в $(NH_4)_2MoO_4$. Применяется в качестве чрезвычайно распространенного реактива на фосфорную к-ту при анализах железа, почв и фосфоритов, а также для расцветки керамических изделий и металлов.

Аммоний сернистый, сульфид аммония $(NH_4)_2S$, получается при насыщении растворов NH_4OH сероводородом на холоду; на воздухе выделяет NH_3 и переходит в гидросульфид, или в сульфогидрат, аммония NH_4HS. В водных растворах сернистый аммоний, окисляясь на воздухе, переходит в полисульфиды, окрашенные в желтый цвет; одновременно выделяется сера и образуется тиосульфат, аммония. NH_4HS получается перегонкой NH_4CO_3 с K_2S или нагреванием при помощи пара сернокислого аммония с остатками содового процесса или с насыщенной отходящими газами (при получении сернокислого аммония) известью. Пентасульфид аммония $(NH_4)_2S_5$ получается в виде оранжево-красных игол при обработке спиртом насыщенного серой раствора сернистого аммония. Сульфиды аммония применяются для денитрации нитроцеллулозного искусственного шелка, для аналитических работ, для растворения свинцовых руд, для получения на электрич. проводах налета, устойчивого против щелочей.

Аммоний роданистый, NH_4CNS, получается из отбросов газового производства при очистке светильного газа, к-рый содержит роданистоводородную кислоту. Свойства и методы получения щавелевокислого, фосфорнокислого, сернистокислого, виннокислого, серноватистокислого аммония приведены в Blücher's Auskunftbuch f. d. chem. Industrie, B., 1926.

Лит.: см. *Азот*, *Аммиак*, *Азотная кислота*, *Азотные удобрения*. **Б. Б.**

АМОРТИЗАЦИЯ, погашение медленно и постепенно происходящего снашивания основного капитала в течение всего времени его существования—путем образования специальных капиталов. Амортизационные накопления не являются дополнительным обогащением хозяйства, а лишь показывают переход части основного капитала в денежные или другие оборотные средства. Амортизационные отчисления являются обязательным составным элементом себестоимости продукта и входят в калькуляцию его, независимо от конечных коммерческих результатов хозяйства. Этот принцип устанавливается нашим законодательством и проводится на практике, в капиталистических же предприятиях амортизационные отчисления иногда производятся из прибылей, в зависимости от размеров последних. По нашему законодательству А. подлежит всякий предмет основного капитала, кроме мелких, малоценных, а также служащих менее года, убыль или расход которых сносится единовременно на производство, расходы или убыток. Не подлежат А. по нашему законодательству бездействующее имущество и (в отличие от капиталистических государств) земли, недра, воды и леса, затраты на к-рые (мелиорационные и т. п. работы), рассчитанные на ряд лет, погашаются в общем порядке погашения расходов. А. производят в течение всего времени эксплоатации имущества, исходя из оценки, произведенной при включении данного имущества в инвентарь. Имущество в балансе остается в неизменной оценке, а износ показывается амортизационным капиталом; в коммун. предпр. по пост. СНК РСФСР от 6/X 1926 г. стоимость имущества ежегодно снижается на сумму А. Размер отчислений на А. устанавливается по специальным нормам, сообразно со средней нормальной продолжительностью службы и обычным темпом технического и конструктивного устарения (т. н. «морального износа») соответствующих категорий и типов имущества. «Моральный износ», по данным технич. литературы, составляет около 0,3 нормальной А. оборудования, но различен для разных категорий и типов: для зданий и сооружений — ок. 0,05—0,1, а для физически и экономически незаменимых объектов (как крупные шахты, мосты и т. п.) может считаться равным нулю. Существует мнение, что для возмещения «морального износа» д. б. образован капитал сверх амортизационного. Нашим законодательством и практикой установлены указанные ниже в таблице (см. ст. 557—558) нормы А.

Способы А. показаны на диаграмме. Линия *1*— А. ежегодными равномерными долями по единообразному % с первоначальной стоимости имущества; этот способ, наиболее простой и распространенный, применяется в нашей практике. Линия *2*— равномерно возрастающая и линия *4* — неравномерно возрастающая А.; последний способ мотивируется тем, что темп износа и капитального ремонта возрастает с возрастом имущества («болезни возраста»). Линии *3*, *5* и *6* показывают и равномерно и неравномерно (по линиям *5* и *6* в разных размерах) убывающую А.; эти способы обосновываются тем, что стоимость амортизируемого имущества ежегодно убывает и амортизационные нормы относятся к уменьшаемой

Нормы амортизации в СССР.

Объекты амортизации \ Нормы	I	II	III	IV	V
	В % со стоимости имущества.				
I. Здания производствен.					
а) Каменные, бетонные и железобетонные. . .	3—5	1	3	2—3[1]	2
б) Смешанные.		—	4	3—5	3
в) Глинобитные, саманные и из сырц. кирпича. . . .		7	9	—	—
г) Деревянн. .	5—10	5	5	4—6	4
II. Жилые строен.	⅔ указанных выше норм				
III. Сооружения.	3— 5	8[2]	8[2]	2—3	2—4
IV. Технич. оборуд. .	5—10			5—9,5[3]	
V. Суда.					
а) Железные .	—	3	4,8	8—12	Не свыше 10%
б) Деревянн. .	—	10	9,6		
VI. Автотранспорт. . .	10—15	—	18	—	
VII. Жив. инвентарь.		8	9,6	7,5—10	
VIII. Инстр. и инвентарь. . .				10—15	

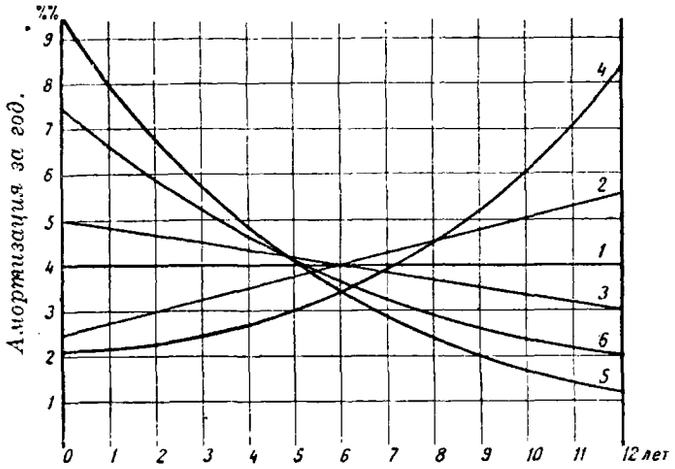
I. Действ. в госпром. (приказ ВСНХ СССР от 31/V 1923 г.) с имущества, оцененного с учетом износа [1]). II. Положение о подох. налоге от 24/IX 1926 г. (нормы максим. предельные) [5]). III. Пол. о подох. налоге от 15/X 1926 г. (нормы максим. предельные) [2]). IV. Проект ВСНХ СССР новых норм с имущества в полн. стоимости (без учета износа) [4—5]). V. Действовавшие до революции—Мин. фин., 1916 г. (нормы максим. предельные).

Примечания: [1]) Амортизационные отчисления по нормам, не выше указанных в Положении о подох. нал. от 24/IX 1926 г., не причисляются при обложении к валовому доходу частных лиц, а по Полож. 15/X 1926 г. к доходу кооперативных организаций, акционерных об-в и паевых т-в с участием, но без преобладания в них государственного капитала. [2]) Эти нормы относятся к машинам, прочим орудиям, доменным и коксовальным печам, шахтам, штольням, основным штрекам и другим сооружениям. [3]) Проект детализирует нормы в этих пределах по отдельным производствам. [4]) Нормы А. с имущества в оценке без учета износа в отношении старого имущества, значащегося в балансах с учетом износа, по проекту ВСНХ СССР применяются к восстановительной стоимости. В этом случае нормы покроют в конечный срок службы этого имущества его остаточную стоимость, но отнюдь не тот «провал» в амортизационных капиталах, к-рый образовался за время, когда А. не начислялась, а старые амортизационные накопления оказались обезличенными в общей массе средств. [5]) Максимальные нормы ВСНХ СССР относятся к нагрузке от 80% и выше, минимальные—к нагрузке в 50% и ниже; при нагрузке от 50 до 80% применяются средние между максимальными и минимальными нормы, пропорционально проценту нагрузки. Нагрузка определяется из соотношения количества или стоимости фактически произведенной продукции с максимальным возможным выпуском при современном технич. состоянии имущества, полном его использовании в нормальных условиях и при обычном для данного производства количестве рабочих часов в сутки.

ежегодно стоимости имущества. Крив. линии могут еще иметь вид различных ломаных, в зависимости от интенсивности, по к-рой предполагается погашение в разные годы.

Так, напр., в течение 12 лет можно достигнуть одинакового погашения в 48% стоимости имущества при всех указанных способах, применяя след. нормы А.: по способу 1-му — единообразно по 4% каждый год; по способу 2-му — в первом году 2,5% и в последнем 5,5% при ежегодном равномерном увеличении нормы А.; по способу 3-му — 5% в первом году и 3% в последнем году при ежегодном равномерном понижении нормы А., и т. д., при чем подсчет ведется по ф-ле для суммы членов арифметической прогрессии.

При всех этих способах и технич. приемах и расчетах А. преследуется одна и та же цель — обеспечить к концу существования имущества накопление вложенного в него капитала, за вычетом возможной выручки



Способы амортизации.

за лом, а на каждый отдельный период существования имущества — сумму, равную износу его на это время. Амортизационные отчисления должны покрыть как капитальные ремонты, возмещающие частично износ во время функционирования имущества, так и убыль имущества (кроме потерь от стихийных бедствий в неамортизованной части имущества, которые относятся на убытки). Поэтому между нормами А. и сроком службы нет прямой пропорциональности. Убыль имущества возмещается в эквивалентном размере, но не обязательно теми же или подобными объектами. Стоимость произведенных капитальных ремонтов полностью списывается с амортизационного капитала. Размеры А. в капиталистич. предприятиях колеблются в зависимости от конъюнктуры рынка: застой заставляет для выплаты высоких дивидендов зачислять в амортизационный фонд суммы, меньшие действительной снашиваемости зданий и оборудования, расцвет же деятельности предприятия дает возможность превышать амортизационные отчисления, образуя т. о. скрытые резервные фонды на случай ухудшения дел. При таком подходе задача установления норм амортизации затрудняется. Амортизационный капитал в трестах, синдикатах и т. п. объединениях находится в распоряжении правления объединения и может расходоваться лишь по планам и сметам, утверждаемым вышестоящим учреждением (ВСНХ, ГСНХ и т. д.). По распоряжению последнего (согласованно с соответствующими финорганами—НКФ, ГФО и т. д.) амортизационный капитал полностью или в указываемой части подлежит

обязательному помещению в учреждения долгосрочного кредита. В нашей практике амортизационный капитал в предприятиях не процентируется, а проценты по нему, получаемые из кредитных учреждений, поступают и распределяются в общей прибыли. В тех же случаях, когда проценты присоединяются к капиталу, можно пользоваться формулой простых или сложных процентов и соответственно уменьшать нормы А. Однако в подобном случае будет правильно и первоначально авансированный на имущество капитал также процентировать на все время его неподвижного пребывания в имуществе, что повысит нормы А.

В зависимости от величины А. машины, по сравнению с величиной заработной платы рабочих, этой машиной заменяемых, оказывается экономически выгодным заменять машиной известное число рабочих именно тогда, когда А. этой машины (плюс средняя прибыль на сумму стоимости машины) меньше суммы заработной платы (вместе со средней прибылью на нее). Поэтому в странах с высокой заработной платой (напр. в Америке) часто возможно введение таких машин, которые невыгодны в странах с низкой заработной платой.

А. применяется также для обознач. постепенного частичного погашения и др. сумм, как акционерный капитал, займы, долги и т. д.

Лит.: Маркс К., Капитал, т. 1, гл. VI и XIII, т. 2, ГИЗ, 1923—26; Чарновский Н. Ф., Организация пром. предприятий по обработке металлов, гл. X, изд. 3, Моск. научн. изд., 1919; его же, Техно-экономич. принципы в металлопромышленности, гл. V, Орга-металл, М., 1927; Сб. «Амортизация в народном хозяйстве», МКХ, 1925; Сб. «Финанс. проблемы промышл.», статьи Гинзбурга и Локшина, ЦУП ВСНХ, М., 1925; Пятаков Г. Л., К вопросу о капитале госпромышл., ЦУП ВСНХ, М., 1925; Дзержинский Ф. Э., Очередные задачи промышленной политики, ЦУП ВСНХ, 1925; Войтехов П. Г., Нормы амортизации и оценки имущества, Промиздат, М., 1926; Гинзбург А., Техника инвентаризации, Промиздат, М., 1927; Сб. «Промышленность и финансы», статьи Штерна и Чериковера, изд. «Фин. газета», М., 1924; «Плановое хозяйство», М., 1926; Струмилин С. Г., Проблема пром. капитала в СССР, изд. «Эконом. жизнь», М., 1925; «Вестник конъюнкт. ин-та», т. 1, в. 1, М., 1926; Смит М. Н., Экономич. основы калькуляции, 1926; Законодательство по бухгалт. отчетности в госпромышл., под ред. А. Я. Локшина, Введение, гл. I, VII, VIII и XII, изд. 2, Промиздат, М., 1926; Гинзбург А. М., Проблема капитала в сов. промышл., изд. «Экон. жизнь», М., 1925; его же, Экономия промышлен., ч. II, ГИЗ, 1927; Декреты—о трестах 27/VI 1927, о подоходном налоге 24/IX и 15/X 1926, об амортизации в коммун. предприятиях 6/X 1926; Б. С. Э., т. 2; Герстнер П., Анализ баланса, изд. «Экон. жизнь», 1926; Шер И., Бухгалтерия, изд. «Экон. жизнь», 1926. **А. Локшин.**

АМОРФНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА характеризуется беспорядочным взаимоположением молекул в твердом веществе. В настоящее время считают, что твердая *фаза* (см.) вещества обладает обязательно *кристаллич. структурой* (см.). С этой точки зрения А. с. в. свойственно, в сущности, веществу не в твердом состоянии, а в состоянии переохлажденной жидкости с значительным коэфф. внутреннего трения. Однако метод рентгеноскопического исследования (см. *Рентгеноскопия*) твердых и жидких тел позволил обнаружить кристаллич. структуру отдельных частиц (см. *Коллоиды*) даже и в тех твердых телах, которые вследствие своей изотропности, т. е. одинакового значения своих физич. свойств в разных направлениях, были отнесены к аморфным телам. Некоторые естественные минералы также встречаются в аморфном состоянии, напр.: опал, вулканические стекла, смолы и т. п.

АМОТАЛ, см. *Взрывчатые вещества*.

АМПЕР, международная единица измерения силы электрич. тока. Один А. представляет ток постоянной силы, который, проходя через водный раствор азотнокислого серебра $AgNO_3$, выделяет в 1 ск. 0,001118 *г* Ag. Сокращенное обозначение: А (напр. 5 А). См. *Практическая система мер* и *Справочник важн. физич., химич. и технолог. величин*.

АМПЕРА ПРАВИЛО устанавливает зависимость между направлением тока и направлением силовых линий магнитного поля, окружающих проводник, по к-рому проходит ток. А. п. гласит: наблюдатель, поместившийся вдоль линии тока так, чтобы ток имел направление от ног наблюдателя к его голове, видит линии сил идущими справа налево. См. *Магнетизм*.

АМПЕРА ТЕОРИЯ МАГНЕТИЗМА, см. *Магнетизм*.

АМПЕР-ВЕСЫ, приборы, у которых электродинамическое притяжение между двумя катушками, находящимися под током, уравновешивается при помощи грузов. А.-в. не имеют практического значения как измерительный прибор и применяются для измерения силы тока в абсолютных единицах. Французский физик Пелла (Pellat) построил А.-в., или абсолютный электродинамометр, позволяющий измерять силу тока с точностью до 0,01%. Эталоны силы тока, построенные на этом принципе, потеряли свое значение, т. к. в настоящее время ампер определяется электрохимически. См. *Измерительные приборы* и *Абсолютная система мер*.

АМПЕР-ВИТКИ, произведение числа витков обмотки w на силу тока I, протекающего по этой обмотке.

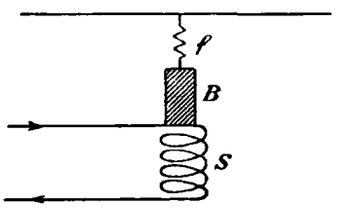
АМПЕРМЕТР, прибор для измерения силы тока в электрич. цепи. А. включается последовательно с источником тока. По конструкции и принципу действия различают:

1. А. с неподвижным постоянным магнитом, основанные на действии поля, создаваемого постоянным магнитом, на подвижную катушку, по которой проходит ток. Угол отклонения α рамки пропорционален силе протекающего тока I. А. этого типа принадлежат к числу апериодических приборов (см. *Измерительные приборы*), устанавливающихся в конечном положении почти без колебаний, что объясняется индуктированием токов Фуко (торможение) в рамке прибора. Применяются при измерениях постоянного тока. Достоинства: точность показаний до 0,1%, равномерность шкалы, апериодичность, независимость показаний от влияния внешних магнитных полей. Недостатки: постепенное ослабление магнитных свойств постоянного магнита и дороговизна прибора.

2. А. электродинамические. Измеряемый ток проходит последовательно через две катушки, взаимное притяжение

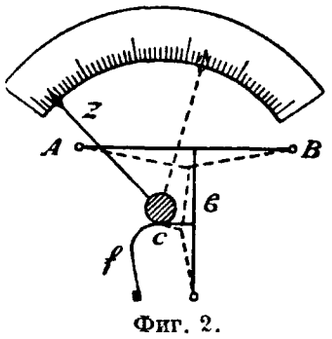
к-рых пропорционально квадрату силы тока. Обыкновенно одна катушка бывает неподвижной, а другая вращается. А. этого типа дают одинаковые показания при постоянном и при переменном токе и потому м. б. градуированы постоянным током. Электродинамические А. выполняются в трех видах: без железа, с железной защитой и с железным ярмом (ферродинамические А.). А. без железа применяются преимущественно для лабораторных измерений. Ферродинамические А. применяются в качестве прочных технических приборов достаточной точности (погрешность $< 1\%$).

3. А. с подвижным железом. Сердечник B из мягкого железа втягивается соленоидом S (фиг. 1) при прохождении через него тока. Втягивающая сила f сердечника пропорциональна квадрату силы тока I в подвижной катушке: $f = CI^2$ (C—постоянный коэфф., зависящий от размеров соленоида и сердечника). Т. о. по продольному перемещению сердечника можно судить о силе тока, протекающего по соленоиду. Т. к. всегда $f \geqslant 0$, то А. с подвижным железом пригодны для измерений как постоянного, так и переменного токов; но для переменного тока кажущееся сопротивление прибора $Z = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2}$ больше его омического сопротивления r при постоянном токе; поэтому А. специально градуируются на каждый род тока. А. этого типа находят весьма широкое применение в грубых промышленных измерениях вследствие своей простоты в конструктивном отношении и дешевизны по сравнению с более точными лабораторными приборами.



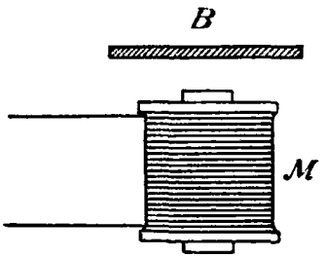
Фиг. 1.

4. А. тепловые. Принцип действия тепловых А. основан на увеличении длины или на прогибе проводника от нагрева под действием проходящего по нему электрического тока. Зависимость между силой тока I, протекающего по проводнику, и его удлинением λ выражается ф-лой $I^2 = C\lambda$, где C — коэфф., зависящий от сопротивления проводника, его длины и коэфф-та линейного расширения. Наиболее распространенным А. этого типа является А. фирмы Гартман и Браун, состоящий из платино-серебряной или платино-иридиевой проволоки AB (фиг. 2), по к-рой проходит измеряемый ток. К середине проволоки AB припаяна другая проволока b, к-рая оттягивается посредством кокона c пружиной f влево. Кокон c перекинут через блок, соединенный со стрелкой z. От нагревания проходящим током проволока AB удлиняется, b оттягивается пружиною f (пунктирные линии) влево, а кокон вращает блок со стрелкою вправо. Апериодичность прибора достигается токами Фуко,



Фиг. 2.

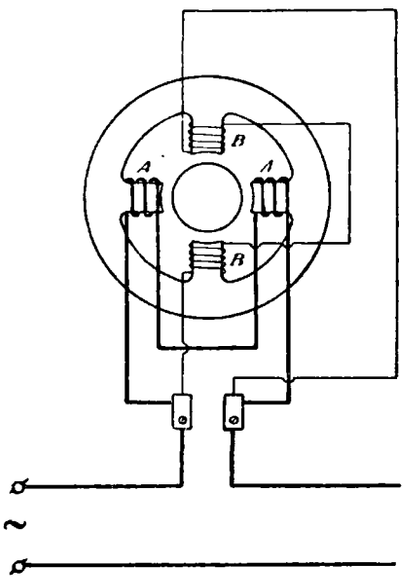
индуктируемыми в соединенном со стрелкой алюминиевом диске, помещенном для этой цели в прибор. Достоинства: пригодность для измерений как постоянного, так и переменного токов, независимость показаний от влияния внешних магнитных полей и от частоты тока и апериодичность. Недостатки: небольшая точность показаний, чувствительность к перегрузкам, наконец, зависимость показаний от $t°$ окружающей среды и дороговизна прибора.



Фиг. 3.

5. А. индукционные. Служат исключительно для измерений переменного тока. По принципу действия разделяются на две группы:

а) А. с электромагнитным экраном. Если перед электромагнитом M (фиг. 3), питаемым током, расположить медный диск B, то в этом диске будут индуцироваться замыкаемые на себя токи Фуко, сдвинутые по фазе на 180° относительно тока в обмотке электромагнита. Эти токи, притягиваясь один к другому, создадут вращающий момент для диска. Если на оси диска поместить пружину, то диск вращаться не будет, а лишь повернется на угол, соответствующий величине тока, проходящего по обмотке электромагнита. Достоинства: точность показаний, простота и надежность конструкции, нечувствительность к перегрузкам. Недостатки: зависимость показаний от частоты тока и от $t°$ окружающей среды.

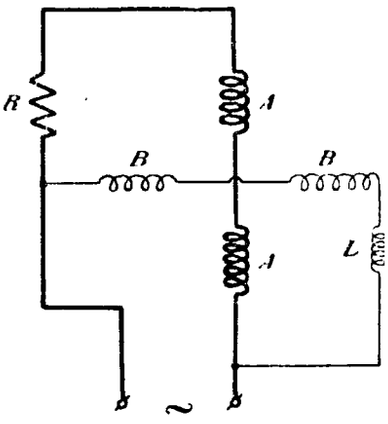


Фиг. 4.

б) А. с вращающимся магнитным полем (Феррариса). Имеют одну обмотку AA (фиг. 4), состоящую из небольшого числа витков толстой проволоки, включенную в цепь последовательно, и вторую BB — из большого числа оборотов тонкой проволоки, включенную параллельно. Сдвиг фаз в 90° между токами в толстой и тонкой обмотках достигается соответствующим подбором значений безиндукционного сопротивления R, включенного для этой цели последовательно с толстой обмоткой, и индукционной катушки L, включенной последовательно с тонкой обмоткой (фиг. 5).

Шунтирование А. Во избежание употребления очень толстой, а следовательно, и более жесткой проволоки для

свивки обмотки А. при измерениях больших токов, применяются косвенные измерения, основанные на том, что часть измеряемого тока проходит через параллельно включенное небольшое сопротивление — шунт, изготовляемый обычно из металлическ., константановой ленты. Зная сопротивление обмотки А. и сопротивление шунта, можно определить силу измеряемого тока. Шунтированный А. может быть употребляем лишь с соответствующим ему шунтом, поэтому во избежание неправильных включений шунт снабжается тем же номером, что и номер А.



Фиг. 5.

В цепях высокочастотного тока (радиотехнич. установки) шунтирование применить затруднительно, т. к. сопротивление шунта возрастает с увеличением частоты и при больших частотах значительное изменение кажущегося сопротивления шунта делает невозможным правильное измерение тока. В таких цепях обычно применяют следующие методы:

а) обходятся без шунта, ослабляя ток в приборе разветвлением его на ряд параллельных ветвей, или (в А. до 1 А) используют только одну проволоку;

б) применяют индуктивный или емкостный шунт, выбирая такие соотношения R, L и C, чтобы:

α) при $\frac{i_1}{i_2}=\sqrt{\frac{R_2^2+\omega^2L_2^2}{R_1^2+\omega^2L_1^2}}$ (индуктивный шунт) R было $\ll\omega L$, тогда $i_1 : i_2 = L_2 : L_1$, и

β) при $\frac{i_1}{i_2}=\sqrt{\frac{R_2^2+\frac{1}{\omega^2C_2^2}}{R_1^2+\frac{1}{\omega^2C_1^2}}}$ (емкостный шунт) R было $\ll\frac{1}{\omega C}$, тогда $i_1 : i_2 = C_1 : C_2$; в обоих случаях зависимость от частоты исключается;

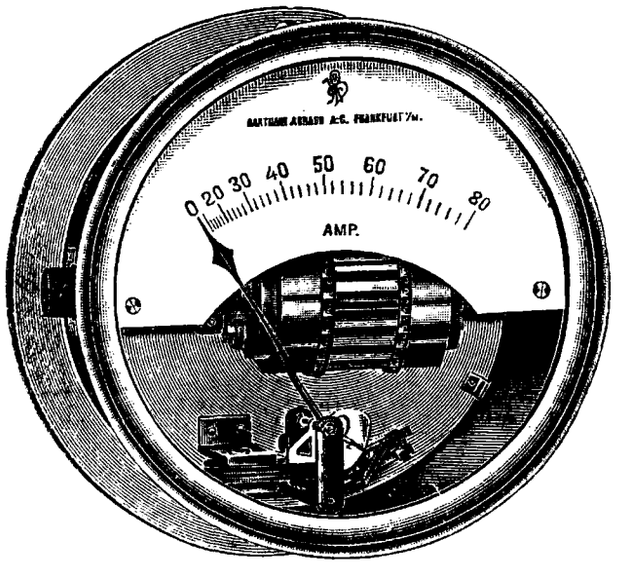
в) устраивают А. барабанного типа (фиг. 6), при котором ток проходит по всем ленточкам равномерно, а в приведении в движение стрелки амперметра участвует лишь одна ленточка;

г) для измерения слабых радиочастотных токов применяют термопарные А. и миллиамперметры; это приборы, показания к-рых зависят от изменения в термодвижущей силе, возникающей в *термоэлементе* (см.), нагреваемом измеряемым током;

д) для измерения слабых токов употребляют также термоэлементы в сочетании с гальванометрами и термогальванометры.

При измерениях с приборами групп (г) и (д) особое внимание следует обращать на сохранение постоянства тепловых условий в окружающем А. пространстве.

А. для измерений в цепи переменного тока с нагрузкой больше 500 А включаются в цепь при помощи т. н. измерительных *трансформаторов* (см.), или трансформаторов тока, играющих роль шунта. Трансформатор тока может заметным образом влиять на точность показаний включаемого через него А. Во избежание этого, к трансформатору предъявляют требования постоянства коэфф-та трансформации и приближения к нулю сдвига фаз между токами в первичной и вторичной обмотках; это достигается применением хорошо расслоенного железа с высокими магнитными свойствами и устройством сердечника трансформатора с минимальным рассеянием магнитного потока. Поэтому при включении А. переключатель снабжается добавочным приспособлением, замыкающим вторичную обмотку трансформатора на короткое, когда он отключается от А., для того чтобы трансформатор не работал с ненагруженной вторичной обмоткой.



Фиг. 6.

Лит.: Ермаков В. Д., Электрические измерения, вып. 3, М., 1925; Закржевский В., Электрич. измерения, СПБ., 1901; Карпов В. А., Электрич. измерит. приборы, М., 1927. **А. Романов.**

АМПЕР-ЧАС, единица измерения количества электричества, применяемая гл. обр. в электрохимии. Один А.-ч. равен количеству электричества, проходящему через проводник за один час при силе тока в один ампер, т. е. равен 3 600 кулонам (3 600 ампер-секундам). В А.-ч. измеряется «емкость» аккумуляторов, а также электрическая энергия при постоянном напряжении. См. *Счетчик ампер-часов.*

АМПЛИТУДА (размах колебания), наибольшее отклонение системы от положения равновесия. Если колебание выражено аналитически: $y=a\sin wt$, то А. периодической функции y называется положительное число a.—Кроме того, в теории эллиптических функций А. называют верхний предел φ интеграла вида $u=\int_0^{\varphi}\frac{dx}{\sqrt{1-k^2\sin^2x}}$, соответствующий данному значению u и параметру k; соответственно этому А. обозначают символом $\varphi=\mathrm{am}\,(u,k)$.

АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ, размах *колебательного движения* (см.).

АМСЛЕРА МАШИНА, см. *Испытание материалов.*

АМФИБОЛИТЫ, кристаллические породы гл. обр. габброидной или диоритовой магмы; структура массивная или слоисто-сланцеватая; цвет светло- или темнозеленый; мелкозернистые породы, реже крупнозернистые или плотные, трудно выветривающиеся; сопротивление на раздавливание 1 036 *кг/см*^{2}, тонкослоистые разности значительно слабее. Образовались перекристаллизацией изверженных пород—пара-амфиболиты—или из известняков, путем гидрохимич. метаморфизма, — мета-амфиболиты. Различают: 1) собственно А. (роговообманковые или актинолитовые породы), 2) А. полевошпатовые (плагиоклазовые или ортоклазовые), 3) А. полевошпатово-кварцевые и 4) А. гранатовые. Присутствуют: полевые шпаты, кварц, титанит, пироксены, биотит и хлорит. Хим. состав в %: SiO_2 — 48,30—56,73; TiO_2 — 0,61—1,25; Al_2O_3 — 16,55—25,53; Fe_2O_3 — 0,13—7,21; FeO — 4,15—7,67; MgO — следы—0,18; MnO — 1,78—7,32; CaO — 4,81—12,1; Na_2O — 2,24—4,69; K_2O — 0,76—1,51. Потери при прокаливании 0,21—1,70 %. А. распространены в областях кристаллических сланцев (Украина, Урал, вост. Сибирь). Употребляются в виде щебенки или строительного камня.

АМФИБОЛЫ кристаллизуются в ромбич. и моноклинич. системах; представляют по составу бисиликаты, в к-рых находятся в изоморфном смешении два основных соединения, выражающихся ф-лой $RSiO_3$, где R гл. обр. Ca и Mg, при чем оба элемента б. ч. встречаются вместе. См. *Роговая обманка*.

АМФОТЕРНЫЙ, двойственный, двоякий—название, применяемое в химии к некоторым элементам и электролитам. 1) А. элементами называются элементы, образующие как положительные, так и отрицательные ионы, т. е. способные, в зависимости от характера другого элемента, с к-рым они вступают в соединение, проявлять химическое сродство то в одном, то в другом направлении. Типичным А. элементом является теллур, к-рый, с одной стороны, образует такое соединение, как теллурид калия (K_2Te), где теллур играет роль аниона, с другой—такое соединение, как четыреххлористый теллур ($TeCl_4$), где он играет роль катиона. Недавно к А. элементам был присоединен также и водород. Опыт показал, что при электролизе расплавленного гидрида лития (водородистого лития, LiH) водород выделяется, подобно галоидам, на аноде. Т. о. в гидриде лития водород заряжен отрицательно, а литий положительно (H' и $Li^{\cdot}$), в то время как в хлористом водороде мы имеем $H^{\cdot}$ и Cl'. По современным взглядам, амфотерность принципиально является возможной у всех элементов (за исключением, м. б., цезия и фтора), т. к. каждый атом способен, в зависимости от природы реагирующего с ним атома, то отщеплять электроны (образуя положительный ион), то присоединять электроны (образуя отрицательный ион). 2) А. электролиты. Наряду с ясно выраженными основаниями и кислотами существуют также и промежуточные типы—А. электролиты, или амфолиты, являющиеся одновременно и слабыми кислотами и слабыми основаниями. Такие А. электролиты дают соли как с щелочами, так и с кислотами. В растворе они отщепляют одновременно ионы $H^{\cdot}$ и OH'. Так, напр., гидрат окиси цинка диссоциирует на ионы двояко:

$Zn(OH)_2 \rightleftarrows Zn^{\cdot\cdot} + 2OH'$ (как основание) (1)

$Zn(OH)_2 \rightleftarrows ZnO_2'' + 2H^{\cdot}$ (как кислота) (2)

Водный раствор А. электролитов показывает слабокислую или слабощелочную реакцию, в зависимости от того, преобладает ли диссоциация по схеме (1) или (2). Если прибавить сильную к-ту, то равновесие (1) передвигается вправо, а равновесие (2) — влево; прибавление щелочи действует в обратном смысле (см. *Химическое равновесие*). Этим объясняется тот факт, что по отношению к сильным к-там А. электролиты проявляют основные свойства, а по отношению к сильным щелочам — кислотные. А. электролиты можно разделить на два класса, в зависимости от того, содержат ли они отдельную кислотную и отдельную основную группу или нет. К последним относятся гидраты окислов нек-рых металлов: $Al(OH)_3$, $Pb(OH)_2$, $Zn(OH)_2$ и другие; к амфолитам первого типа относятся, например, *аминокислоты* (см.). Аминоуксусная кислота $NH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$ благодаря группе NH_2 носит характер основания, благодаря же группе COOH она является к-той. А. характер показывают также и белковые вещества, что играет важную роль в биологических процессах.

Лит.: об А. элементах — Walden P., Leitvermögen d. Lösungen, Lpz., 1924; об А. электролитах — Michaelis L., Die Wasserstoffionenkonzentration, B. 1, B., 1923. **И. Казарновский.**

АМФОТРОПИН, солеобразное соединение гексаметилентетрамина и камфарной к-ты $C_8H_{14}(COOH)_2[(CH_2)_6N_4]_2$; белый кристаллический порошок, плохо растворяющийся в холодной воде, эфире и бензоле, хорошо растворяется в горячей воде и спирте. А. применяется в медицине как антисептическое средство.

АНАЛИЗ ГАЗОВ, определение качественного и количественного состава газовой смеси. А. г. выделен в отдельную главу аналитич. химии в виду значительного отличия применяемых в нем методов сравнительно с общей методикой хим. анализа. А. г. применяется: при изучении физиологич. газообмена в организме животных и растений; при контроле отходящих газов заводских топок, а также генераторного газа и *водяного газа* (см.); при производстве серной к-ты, азотной к-ты, синтетич. аммиака, хлора; при исследовании газов *минеральных источников* (см.); при изучении боевых отравляющих газов; при определении гелия (содержащегося в некоторых минералах, в нефти), могущего быть использованным для наполнения аэростатов и т. д.

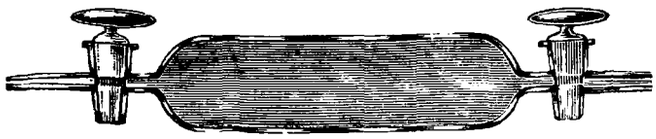
А. г. осуществляется: а) путем сжижения газов при помощи их охлаждения и последующей фракционировки; б) путем последовательного хим. поглощения отдельных составных частей смеси газов и измерения общего объема смеси в результате такого поглощения; в) путем сожжения со взрывом ингредиентов смеси газов после прибавления к смеси определенных объемов кислорода (или водорода); г) путем

измерения показателя преломления смеси газов и сравнения его с показателем преломления газовой смеси заранее известного состава; д) путем измерения электрич. сопротивления платиновой проволоки, протянутой в камере с тем или иным газом или со смесью газов, в зависимости от большей или меньшей отдачи проволокой теплоты Джоуля окружающему ее газу.



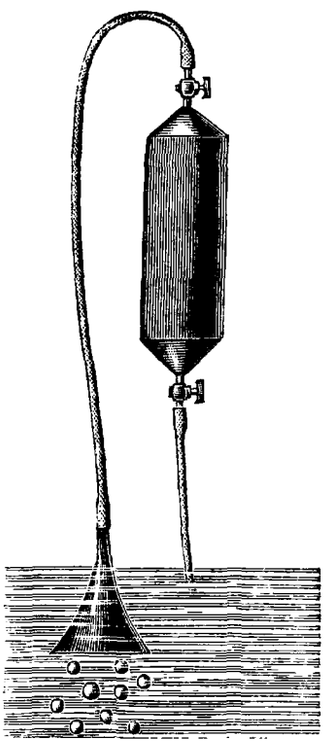
Фиг. 1. Запаивающийся сосуд для отобрания пробы.

Чрезвычайно важное значение в А. г. имеет правильный отбор пробы. Для газа,



Фиг. 2. Сосуд с притертыми пробками.

протекающего по трубам и каналам, правильнее всего отбирать пробу в том месте трубы, к-рое имеет наиболее узкое поперечное сечение. При анализе отходящих газов в топках целесообразнее всего отбирать пробу в том месте, где кончается видимая часть пламени, ибо далее, вследствие пористости каменной кладки дымоходов, газы в значительной степени разбавляются воздухом. В это место дымохода для изъятия пробы газа вводится короткая железная труба, к концу которой припаяна тонкая свинцовая трубка. При А. г. минеральных источников или шахт исследуемые газы пропускаются через особые сосулы, которые либо запаиваются, либо могут быть закрыты кранами с притертыми пробками (фиг. 1, 2 и 3). Обычно при массовых технических А. г. качественный состав смеси газов бывает известен, и задача сводится к выработке методики быстрого и по возможности точного количественного определения содержания всех или некоторых входящих в газовую смесь ингредиентов.



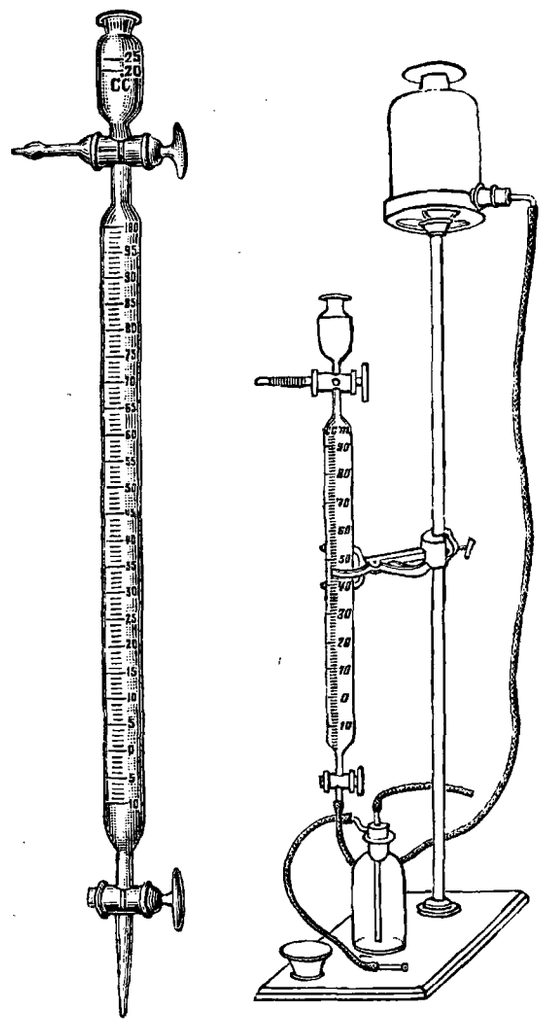
Фиг. 3. Сосуд для отобрания пробы в минеральных источниках.

При А. г. приходится чаще иметь дело с измерениями о б ъ е м а, реже — с измерениями веса (напр. при определении CO_2). Измерения о б ъ е м а газов производятся с учетом условий $t°$, давления и упругости паров воды (если сосуды, содержащие газы, замкнуты водой), и результаты этих измерений приводятся по известным ф-лам к нормальным условиям $t°$ и давления (т. е. к 0° и 760 *мм*). Если v — наблюдаемый объем газа, B — показание барометра и f — давл. упругости паров воды при $t°$ наблюдения, то объем газа V, приведенный к нормальным условиям, будет равен: $V=\frac{v(B-f)273}{760(273+t)}$. При точных определениях пользуются в качестве замыкающей жидкости ртутью.



Фиг. 4. Эвдиометрическая трубка.

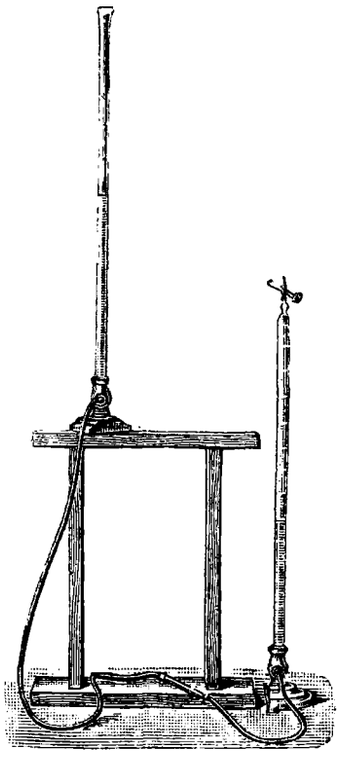
Из методов и приборов следует назвать: 1) метод Бунзена—с измерением объема исследуемых и поглощаемых газов в точно калиброванных путем наполнения ртутью, разделенных на *мм* э в д и о м е т р и ч е с к и х т р у б к а х (фиг. 4); 2) г а з о в ы е б ю р е т к и Б у н т е и Г е м п е л я, в которые можно ввести раствор реактива, поглощающего определенный газ из смеси, после чего можно произвести отсчет, показывающий уменьшение объема газовой смеси (фиг. 5 и 6); 3) а п п а р а т О р с а, состоящий из газовой бюретки в 100 *см*³, находящейся в цилиндре с водой, и из нескольких абсорбционных сосудов, заполненных отрезками стеклянных трубочек, смоченных в каждом сосуде раствором реактива, связывающего хими-



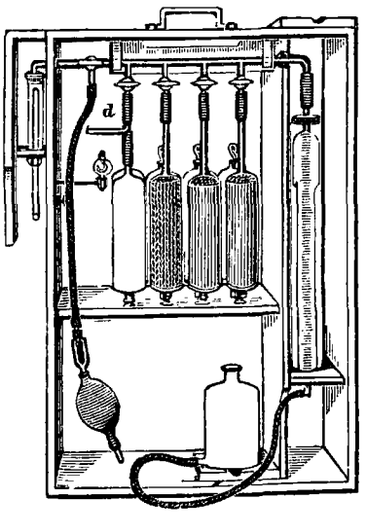
Фиг. 5. Газовая бюретка Бунте.

чески тот или иной газ; бюретка и все сосуды укреплены в общем переносном ящике-штативе; при помощи стеклянных кранов газовая смесь из бюретки м. б. пропущена последовательно через сосуды, в которых из смеси поглощаются те или иные ингредиенты, в зависимости от характера поглотителя. В видоизмененном аппарате

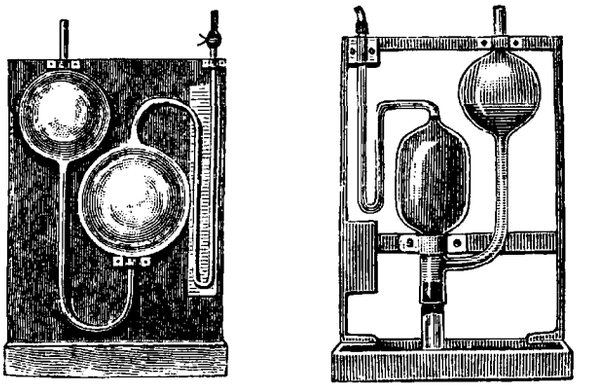
Орса-Лунге имеется капиллярная трубка *d* (фиг. 7), выполненная платинированным асбестом для фракционированного сжигания водорода. Для более полного поглощения газа при действии на него поглощающего раствора пользуются газовыми пипетками (фиг. 8), в к-рых можно удобно взбалтывать газ с раствором поглотителя. В тех случаях, когда содержание определяемого газа в исследуемой смеси очень незначительно (например содержание CO_2 в воздухе), приходится продувать через поглощающий прибор значительный объем испытуемой газовой смеси и измерять прошедший через поглотитель объем при помощи газовых часов, реометров и других приборов, измеряющих объем протекшего газа. В качестве методов поглощения различных газов можно указать: а) для кислорода O_2: взрыв с H_2, поглощение металлической медью при накаливании, поглощение закисным хлористым хромом, поглощение влажным фосфором, поглощение щелочным раствором пирогалловой к-ты (в последнем случае приготовляются два раствора: 180 *г* KOH в 300 *см*³ H_2O и 12 *г* пирогалловой к-ты в 50 *см*³ H_2O; сначала всасывают 5 *см*³ пирогаллового раствора, затем 30 *см*³ раствора KOH); б) для озона O_3: пропускание газа через раствор KJ и оттитровывание иода гипосульфитом; в) для азота N_2: за азот обыкновенно принимается остаток от поглощения всех прочих газов; если нужно отделить от азота аргон, то смесь пропускают через трубку с раскаленным Mg или Ca: оба эти металла соединяются химически с азотом, но не действуют на аргон; г) для водорода H_2: водород определяется путем сожжения при действии палладиевого асбеста. При 100° H_2 прекрасно поглощается металлич. палладием. По Паалю, коллоидальный раствор Pd с примесью пикрата натрия превосходно поглощает H_2. Закись азота N_2O сжигается с примесью H_2. Окись азота NO поглощается солями закиси железа. Углекислый газ CO_2 поглощается конц. раствором едкого кали или в трубках, наполненных пористыми кусками натронной извести. Раствор едкого кали содержит 100 *г* KOH в 200 *см*³ воды. Окись углерода CO поглощается аммиачным или кислым раствором хлористой меди. В небольших количествах CO поглощается кровью и обнаруживается по спектру поглощения крови после прибавления восстанавливающих



Фиг. 6. Газовая бюретка Гемпеля.

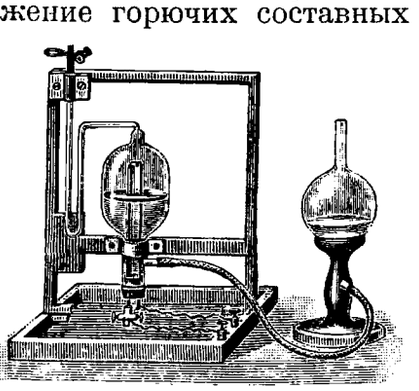


Фиг. 7. Аппарат Орса-Лунге.



Фиг. 8. Газовые пипетки.

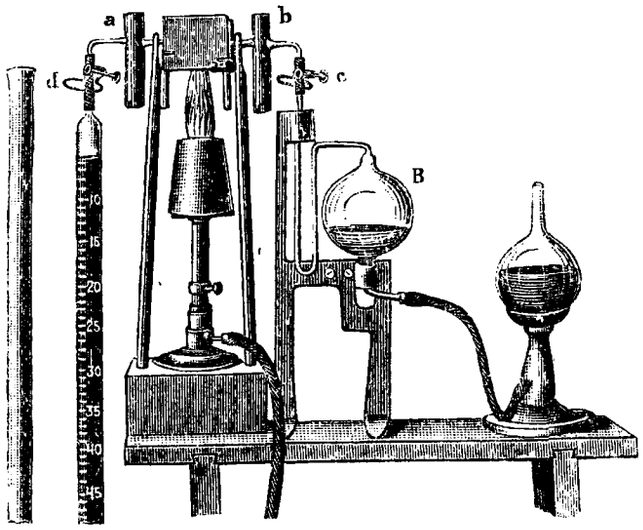
веществ. Болотный газ CH_4 сжигается в кислороде; дает 1 объем CO_2, для чего требует двух объемов O_2 по ур-ию: $CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O$. Этилен C_2H_4 поглощается H_2SO_4 или Br. Ацетилен C_2H_2 поглощается аммиачным раствором закисной хлористой меди или аммиачным раствором серебра. Сероводород H_2S поглощается солями Pb или оттитровывается иодом. Сернистый газ SO_2 поглощается Br или окисляется перекисью марганца, а затем осаждается солями Ba в виде $BaSO_4$. Хлор Cl вытесняет J из KJ, после чего J оттитровывается гипосульфитом. При необходимости сожжения со взрывом или медленного сожжения нек-рых ингредиентов газовой смеси применяются особые взрывные толстостенные пипетки, чтобы затем по уменьшению объема сделать заключение о %-ном содержании сгоревшего газа, либо пипетки с накаливаемой электрич. спиральной проволокой (фиг. 9). Еще проще и быстрее это сожжение горючих составных частей газовой смеси можно осуществить при помощи пропускания газа через нагреваем. платиновый капилляр Дрешмидта. Газ из пипетки *B* (фиг. 10) в присутствии необходимого количества воздуха или кислорода, заполняющего бюретку *d*, прогоняется через платиновый капилляр *ab*, нагреваемый газовой горелкой. При этом все горючие составные части газовой смеси сгорают. Возможность взрыва предотвращена тем, что в припаянных к платиновому капилляру медных



Фиг. 9. Сожигательная пипетка Кокильона.

трубках *a* и *b* находятся отрезки платиновой проволоки, задерживающей распространение взрыва в пипетку и бюретку. Окисление таким образом происходит медленно и без взрыва.

Весьма точная и быстрая методика А. г. основана на использовании для аналитич. целей физич. констант различных газов и их смесей. Зная константы тех или иных физич. свойств для отдельных газов и определив значение того же свойства для смеси этих газов, можно косвенным путем вычислить %-ное соотношение составных частей смеси газов. Для этого необходимо: 1) чтобы закон изменения данного физич. свойства смеси газов находился в простой и хорошо изученной зависимости от того же



Фиг. 10. Платиновый капилляр Дрешмидта-Виклера.

физич. свойства отдельных ингредиентов этой смеси и 2) чтобы изменение (ΔA) данного свойства смеси в зависимости от изменения содержания в этой смеси определяемого ингредиента (напр. при увеличении концентрации этого ингредиента от C до $C+\Delta C$) давало достаточный эффект и могло служить чувствительной количественной реакцией, сравнительно с обычными количественными аналитич. определениями.

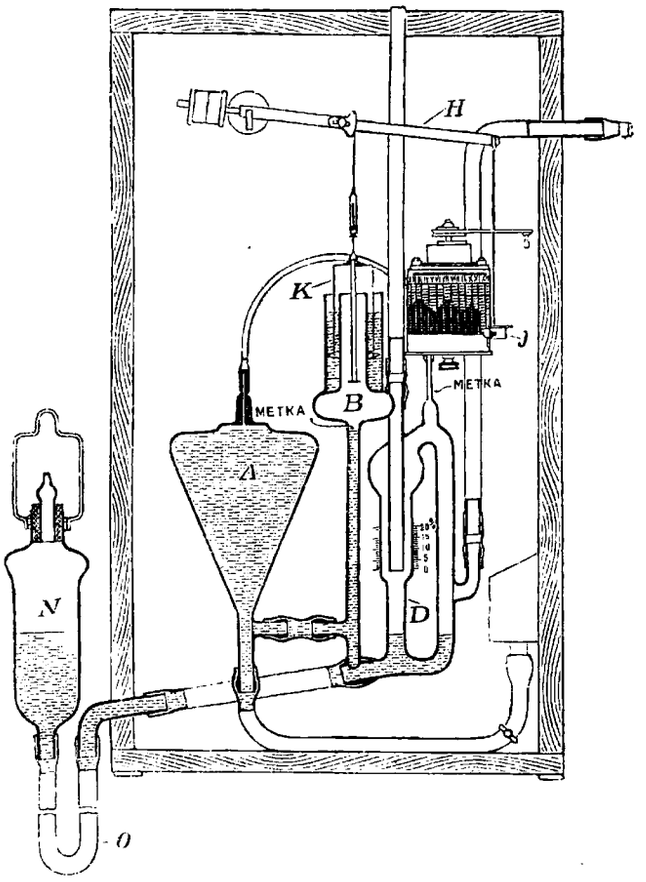
В качестве примера приведем метод определения содержания углекислоты в газовой смеси на основании изменения ее теплопроводности в зависимости от содержания CO_2. Нагревая в замкнутой камере металлич. проволоку при помощи электрич. тока, мы по величине сопротивления проволоки, нагретой в б. или м. степени в зависимости от теплопроводности наполняющей камеру газовой смеси, можем точно вычислить %-ное содержание CO_2 в смеси, имея предварительно цифровые данные для опытов с газами определенного состава и с определенным содержанием CO_2. (Прибор для испытания топочных газов фирмы Сименс и Гальске в Берлине. В виду того, что в этом приборе теплопроводность газов, а следовательно и содержание CO_2, определяется чисто электрич. путем, он имеет много преимуществ перед другими приборами — не требует затрат на химич. реактивы, отсчет м. б. производим через проволочную проводку вдали от самой топки, в которой установлен анализирующий прибор). Этот метод применяется также в физиологии, напр. для определения содержания CO_2 в выдыхаемом из легких воздухе.

Равным образом можно воспользоваться для количественных аналитич. определений при исследовании газовой смеси показателем преломления отдельных газов. На этом принципе основан метод «интерферометрии». Два параллельных пучка света от одного и того же источника пропускаются через две трубки, из к-рых одна наполнена испытуемой смесью газов, а другая—газом заранее известного состава; затем эти пучки сводятся под очень острым углом в одно место; в этом месте образуются, благодаря разным показателям преломления газов в обеих трубках, интерференционные полосы. Изменяя давление газа в одной из трубок (с газовой смесью заранее известного состава), можно компенсировать смещение интерференционных полос. Того же результата можно достигнуть при помощи зеркальца также и прямым смещением направления одного из сходящихся пучков. Это смещение м. б. измерено в предварительно градуированном приборе; на основании этих данных можем сделать заключение о показателях преломления обеих газовых смесей, которые, в свою очередь, дают возможность вычислить %-ный состав испытуемой газовой смеси (при помощи интерферометра Габера и Лёве).

Иногда количественный газовый анализ производится по дифференциальному методу, например анализ крови по методу Баркрофта. Из двух совершенно одинаковых замкнутых сосудиков, соединенных между собой капиллярной трубкой, в один наливается определенный объем крови, а в другой — такой же объем раствора углекислой соды. Сосудики устроены т. о., что в оба м. б. одновременно введено равное количество к-ты. На середине капиллярной трубки имеется подвижная капелька ртути или какой-либо окрашенной жидкости. При действии к-ты на кровь и на соду из обеих трубок выделяется CO_2, так что с обеих сторон на капельку в капилляре направлено газовое давление. По отсчету того места в капилляре, на к-ром остановится капелька, можно вычислить давление, а следовательно, и количество выделившегося углекислого газа из крови и из соды. Т. о. можно микрохимически произвести довольно точно газовый анализ CO_2 в крови.

Для постоянного контролирования полноты сгорания топлива в фабрично-заводских топках сконструирован целый ряд саморегистрирующих аппаратов, отмечающих в виде кривой содержание CO_2 в отходящих газах. Конструкция одного из таких приборов (Адос) показана на фиг. 11. Благодаря тяге в трубе приводится в движение колокол, к-рый через каждые 3—5 мин. автоматически набирает в бюретку D определенный объем отходящих газов и перекачивает их через раствор щелочи в сосуде A. CO_2 поглощается щелочью, а остаток газов попадает в сосуд B, замкнут. водяным колоколом K. Движение колокола передается рычагу H, к-рый, в свою очередь, передает это движение самопишущ.

острию пера *J*, вычерчивающему кривую на бумаге вращающегося барабана. Сосуд *N*, соединенный с бюреткой *D* длинной каучуковой трубкой *O*, непрерывно поднимается



Фиг. 11. Схема установки саморегистрирующего газоанализатора Адос.

и опускается благодаря действию газового насоса. Если в сосуде *A* щелочь заменить палочками фосфора, то тот же прибор Адос может быть применен для определения кислорода в отходящих газах. Общий вид аппарата Адос изображен на фиг. 12.

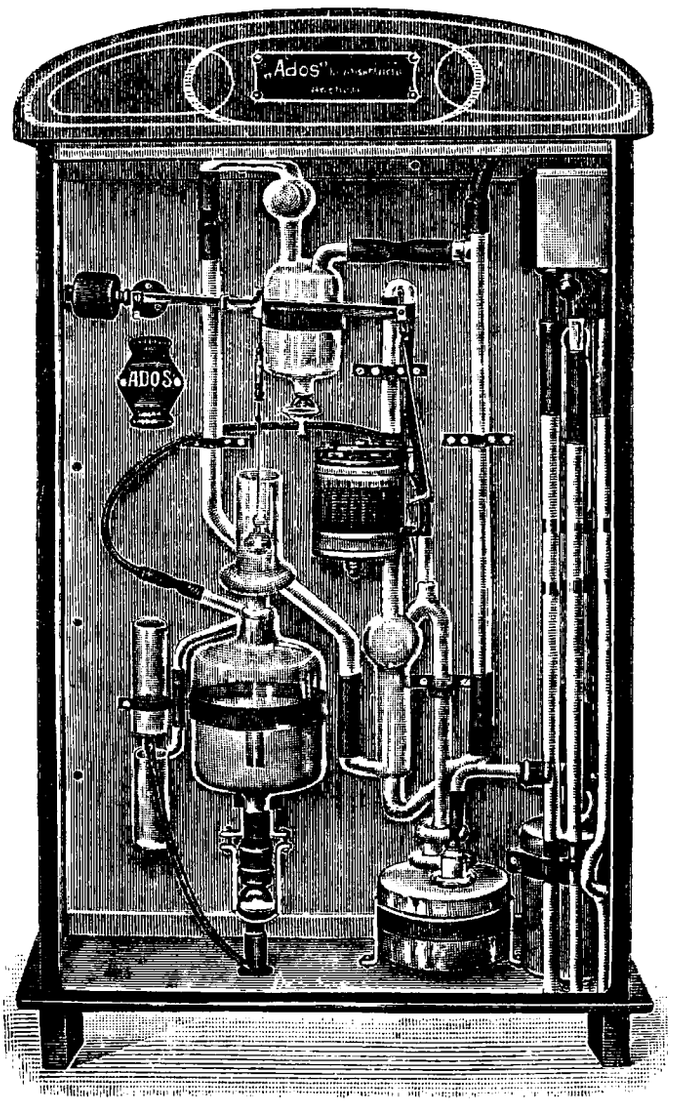
В других приборах содержание CO_2 устанавливается по уд. весу отходящих газов, легко обнаруживаемому при помощи «газовых весов» Люкса или же «эконометра» Арндта. В СССР акц. об-во «Тепло и сила» выпустило в продажу автоматический саморегистрирующий газоанализатор Ранарекс. Действие этого прибора понятно из схемы фиг. 13.

Лопасти *1* вентилятора, посаженного на оси *3* и приводимого в движение электромотором постоянной силы, засасывают в камеру *8* дымовые газы через трубу *4*. Затем газы через щель *9* попадают в измерительную часть камеры. Здесь, благодаря отбрасывающему действию лопастей *2*, газы устремляются на лопасти вертушки *6* и приводят т. о. в движение ось *7*, после чего через трубку *5* газы выходят наружу. Скорость вращения оси *7* при определенной силе мотора, приводящего в движение ось *3*, зависит от уд. в. газов. При этом, благодаря значительной скорости вращения оси, все динамические явления, пропорциональные, как известно из аэродинамики, квадрату этой скорости, приобретают весьма значительные выражения. При движущей силе мотора в 25 W момент вращения вертушки *6* приобретает благодаря такой мультипликации следующие значения:

350 *г*×*см* для чистого воздуха,
365 » » воздуха с 10% CO_2,
380 » » » » 20% CO_2.

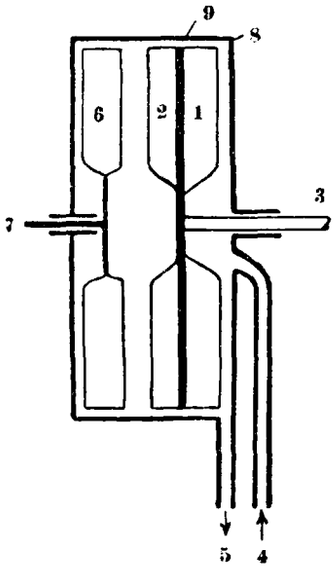
Прибор Ранарекс (фиг. 14), построенный на изложенном принципе, калиброван так, что он непосредственно показывает %-ное содержание CO_2. Кроме того, он снабжен автоматически регистрирующим приспособлением, облегчающим производство контроля топки.

То же акц. об-во «Тепло и сила» изготовляет автоматический газоанализатор системы Сименс и Гальске, действие к-рого основано на неодинаковой теплопроводности различных газов. «Если пропускать ток через два одинаковых провода, помещенных в разные газы, то вследствие различной теплопроводности этих газов один провод окажется более, а другой менее нагретым. Т. к. благодаря этому сопротивление первого будет больше сопротивления второго, то, соединив оба провода через мостик Уитстона, можно легко определить эту разность сопротивлений помощью гальванометра. Приемник газоанализатора Сименс-Гальске сконструирован соответственно вышесказанному. Два платиновых провода, представляющих собою две ветви мостика Уитстона, помещены: один—в струю воздуха, а другой—дымового газа. Т. к. теплопроводность

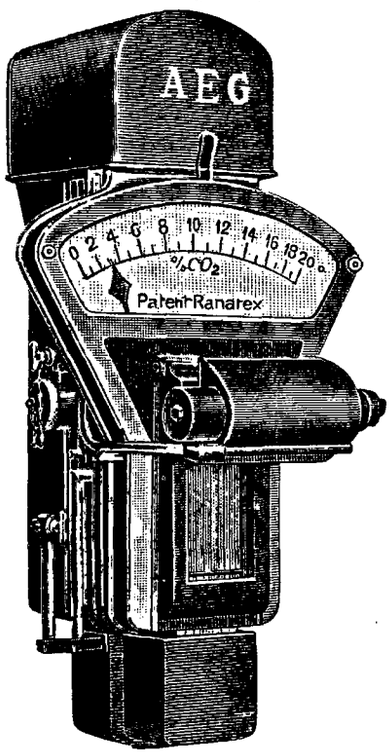


Фиг. 12. Автоматический прибор для контроли содержания CO_2 в отходящих газах.

воздуха почти вдвое больше теплопроводности CO_2, а остальные составные части дымового газа по своей теплопроводности очень близки к воздуху, то с достаточной степенью точности можно принять, что разность сопротивлений, полученная в ветвях мостика Уитстона, пропорциональна содержанию CO_2 в газе. При соответствующей градуировке гальванометра получим указание %-ного содержания CO_2 в газе. Определение содержания $CO+H_2$ в дымовых газах основано на сходном принципе: два платиновых провода, представляющих ветви мостика Уитстона, помещены: один — в воздушную струю, а другой — в газовую струю, при чем через них пропускается электрический ток, достаточный для такого нагревания провода, чтобы $CO+H_2$, находящиеся в дымовых газах, воспламенились и сгорели в CO_2+H_2O. При этом $t°$ провода в соответствующей ветви мостика сильно повысится, и получится разность сопротивления, к-рую учитывают гальванометром, градуированным в % содержания $CO+H_2$. Анализаторы Сименса снабжаются самопишущим электромагнитным прибором, соединенным проводами с ветвями обоих приемников анализатора и записывающим в виде диаграммной кривой все изменения сопротивлений в ветвях обоих мостиков Уитстона. Запись прибора производится кажд. 37 ск., точность его показаний равна ± ½%. Приборы Сименс и Гальске следует применять в тех случаях, когда желают знать не только содержание CO_2 в дымовых газах, но и $CO+H_2$, и когда регистрацию показаний желают централизовать» (см. проспект акц. об-ва «Тепло и сила» № 1, 1926 г.).



Фиг. 13. Схематич. разрез через камеру прибора Ранарекс.



Фиг. 14. Газоанализатор Ранарекс.

Из других приборов, сконструированных для быстрого и непрерывного анализа отходящих топочных газов и автоматического контроля топок, можно указать на следующие: дымовой анализатор Крель-Шульце (G. A. Schultze, Berlin — Scharlottenburg); автоматический анализатор Адос (см. выше) фирмы Ados, G. m. b. H., Aachen; аппарат для контроля топок Аци (Aci), Gesell. für Kohlenersparniss, Köln; аппарат Эккарда (J. C. Ekkard, Stuttgart—Cannstadt); монодуплекс—аппарат для одновременного определения CO_2 и CO (Gebr. Maybach, A. G., Hamburg). См. *Отходящие газы*.

Лит.: Францен Г., Газовый анализ, М.—П., 1923 (методика газового анализа; приборы описаны весьма подробно, даются указания относительно источников ошибок; описания новых приборов, имеющих технич. значение, не приведено); Bunsen R., Gasometrische Methoden, Braunschweig, 1877; Berthélot M., Traité pratique de l'analyse des gaz, P., 1906; Zsigmondy und Jander, Kurzer Leitfaden d. technischen Gasanalyse, Braunschweig, 1920; Winkler Cl., Anleitung z. chem. Untersuchung d. Industriegase, Freiburg, 1877; Winkler Cl. und Brunck, Lehrbuch der technischen Gasanalyse, Lpz., 1919; Hempel W., Gasanalytische Methoden, Braunschweig, 1900; Travers M., Experimentale Untersuchung von Gasen, Braunschweig, 1905; Litinsky, L., Messung grosser Gasmengen, Lpz., 1922; Hempel W., Gasanalyse, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, B. 2, 1912. **Б. Берхенгейм.**

АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЕЙ м. б. качественный или количественный; красители могут подвергаться исследованию в субстанции (в порошке, растворе, пасте) или в виде готовых выкрасок на животных и растительных волокнистых материалах.

I. Качественный А. к. 1. Качественный анализ в субстанции заключается в определении однородности, примесей, а также и в колористическом, химическом, спектроскопическом и капиллярно-химическом исследовании красителей.

а) Для определения однородности красителей берут небольшое количество порошка красителя на кончик ножа и сдувают на смоченную водой фильтровальную бумагу или же на смоченную серной кислотой фарфоровую чашку: в случае смеси красителей образуются разноокрашенные растеки. Этот метод непригоден, если красители были смешаны в растворе, а затем выпарены; в этом случае применяют капиллярный метод Гопельсредера (F. Goppelsroeder), заключающийся в том, что в разбавленный раствор испытуемого красителя погружают подвешенные полоски фильтровальной бумаги на глубину в 5—10 *мм*; тогда в случае смеси красителей, вследствие разных капиллярных свойств их, они поднимаются на разную высоту, образуя разноокрашенные зоны.

б) При установлении красителей на «тип» определенной концентрации к нему прибавляют (с целью разбавления) Na_2SO_4, NaCl, декстрин и др. Декстрин узнается при растворении красителей по запаху или же под микроскопом. Na_2SO_4 и NaCl м. б. определены из разбавленного раствора красителей осаждением $BaCl_2$ и $AgNO_3$ (при условии, если сам краситель с ними не дает осадка). Можно также краситель растворить в каком-либо растворителе (спирте, анилине, пиридине и др.), а нерастворимую часть, состоящую из декстрина, Na_2SO_4, NaCl и др., исследовать отдельно.

в) Колористический анализ имеет целью определить сильные

свойства испытуемого красителя, производя ряд выкрасок и испытаний. Предварительно краситель растворяют в воде; по отношению к последней красители разделяются на растворимые (основные, кислотные, хромировочные, субстантивные) и нерастворимые (сернистые, кубовые, протравные, спиртовые лаковые). Сернистые красители легко обнаруживаются по растворимости их в Na_2S и окрашиванию хлопка в присутствии NaCl. Характерным для них является также выделение H_2S от действия HCl или смеси $SnCl_2$ и HCl. Протравные красители растворяются в 5%-ном NaOH. Кубовые красители образуют растворимый «куб» в присутствии $Na_2S_2O_4$ и NaOH и окрашивают хлопок. Спиртовые лаковые красители в большинстве нерастворимы в разбавленных щелочах и кислотах, зато растворимы в 70%-ном спирте. Для распознавания растворимых в воде красителей Гансвинд (Ganswindt) предлагает производить испытуемым красителем 5 выкрасок: 1) по хромированной шерсти, 2) по непротравленной шерсти в кислой ванне, 3) по непротравленной шерсти в нейтральной ванне, 4) по хлопку в нейтральной ванне в присутствии 30—50% NaCl и 5) по таннированному хлопку. В зависимости от результатов окрашивания можно довольно точно установить, к какому классу по технической классификации принадлежит испытуемый краситель.

г) Химический А. к. дополняет колористический и заключается в определении состава красителя. Здесь м. б. применены обычные методы органического анализа. Однако более важным в технич. отношении является выяснение класса, к к-рому принадлежит испытуемый краситель; для этой цели пользуются его отношением к различным хим. реагентам (воде, таннину, восстановителям, окислителям и др.). Большим распространением пользуется химич. метод анализа, предложенный Вейнгертнером (Weingärtner) и Грином (Green). Они также классифицируют красители на растворимые и нерастворимые в воде; первые отличаются друг от друга различным отношением к раствору таннина (основные дают осадок, а кислотные, хромировочные, субстантивные осадка не дают); вторые— прежде всего исследуют на присутствие сернистых красителей (растворимость в Na_2S, отделение H_2S от $SnCl_2$+HCl). При отсутствии их испытуемый краситель обрабатывают 5%-ным NaOH; при этом протравные растворяются, а кубовые и спиртовые лаковые не растворяются. Их отличают друг от друга тем, что спиртовые лаковые растворяются в 70%-ном спирте, а кубовые не растворяются. Дальнейшее испытание красителей по этому методу заключается в восстановлении раствора испытуемого красителя цинковой пылью в присутствии уксусной кислоты (или HCl) либо NH_3 (или NaOH). Восстановленный раствор выливают на фильтровальную бумагу, при чем: 1) у гидразиновых, азо-, нитро- и нитрозокрасителей после наступившего обесцвечивания раствора не происходит возвращения первоначального его цвета; 2) у азиновых, оксазиновых, тиазиновых, акридиновых и стильбеновых цвет обесцвеченного раствора на воздухе восстанавливается; 3) у трифенилметановых, эозинов и родаминов первоначальный цвет появляется лишь после окисления 1%-ным CrO_3; 4) у ализариновых, сернистых, кубовых цвет изменяется, но не обесцвечивается, и на воздухе восстанавливается; 5) у хинолиновых и тиазоловых раствор не восстанавливается. Выяснив т. о. класс и группу красителя, производят им количественную выкраску и сравнивают ее с готовыми выкрасками, имеющимися в таблицах A. Lehne или же в проспектах красочных фабрик. Заключение об идентичности красителей подкрепляют производством сравнительных реакций испытуемого и предполагаемого красителя из коллекции, пользуясь указаниями таблиц Шульца-Юлиуса и Colour-Index Rowe. Однако идентифицирование красителей является трудным в виду очень большого их числа (~ 2 000); в большинстве случаев этого и не требуется, а ограничиваются лишь установлением принадлежности красителя к определенной группе и выяснением его красильных свойств.

д) Спектроскопический анализ заключается в определении красителя на основании спектров поглощения его растворов, при помощи методов, разработанных Форманеком (Formanek) и Гранмужеком (Grandmougin): через раствор испытуемого красителя в воде, этиловом, амиловом спиртах и др. пропускают луч белого света, исследуют его в спектроскопе и определяют спектры поглощения, к-рые являются весьма характерными для каждого красителя. Форманек составил таблицы, указав максимумы и минимумы в спектрах поглощения для многих красителей. Сравнивая спектры поглощения испытуемого красителя с данными таблиц, можно найти краситель, соответствующий испытуемому. Метод этот непригоден для желтых, коричневых и черных красителей.

2. Качественный А. к. на волокнах растительного и животного происхождения представляет еще большие трудности, чем в субстанции; объясняется это тем, что большинство окрасок получается из смесей красителей. Идентификация красителей возможна здесь лишь в редких случаях; чаще удовлетворяются установлением технич. класса и химич. группы красителя.

а) А. Грин для анализа пользуется групповыми реагентами (растворами NH_3, NaOH, NaOH + NaCl, уксусной, муравьиной кислот, HCl, персульфата, спирта. гидросульфита, таннина и др.). Красители сгруппированы им в таблицы по цветам. При помощи этих реактивов, а также на основании анализа золы можно установить принадлежность красителей к определенному классу по технич. классификации, а изучая реакции их восстановления и последующего окисления, можно определить хим. группу и т. о. более точно охарактеризовать их.

б) Ценкер (Zänker) предлагает производить анализ следующим образом: испытуемый образец окрашенного волокнистого

материала переплетают в косичку с белой шерстяной и бумажной пряжей и затем кипятят в течение 1 ч. в растворе 5 *г* мыла и 3 *г* кальцинированной соды в 1 *л*. При этом непрочные к этой обработке красители (основные, субстантивные, кислотные) сбегают с волокна и окрашивают белый хлопок (субстантивные, кислотные) и белую шерсть (основные, кислотные), а прочные красители (протравные, сернистые, кубовые, ледяные, черный анилин, минеральные) не сбегают с волокна. Дальнейшее различие их основано на ряде реакций с парафином, гидросульфитом, а также на анализе золы, на сублимировании и т. д. Этот упрощенный метод позволяет довольно точно установить характер красителя (по технич. классификации).

I. Количественный А. к. 1. Количественный анализ в субстанции.

а) Наибольшее значение имеет метод сравнительных выкрасок, заключающийся в том, что испытуемый краситель сравнивают с концентрацией «типового» красителя, т. е. такого, в котором содержание чистого красителя является вполне определенным. Для производства этого анализа растворяют 1 *г* красителя в 1 *л* и производят сравнительные выкраски (0,5—3% по весу волокнистого материала) как испытуемым, так и «типовым» красителем в совершенно одинаковых условиях. При этом нужно иметь в виду, что наш глаз лучше различает разницу в малых концентрациях, чем в больших; кроме того при больших концентрациях в ванне может остаться некоторое количество красителя, так что необходимо произвести дополнительную выкраску со свежим волокнистым материалом в остаточной ванне, чтобы быть уверенным в идентичности условий крашения испытуемым и «типовым» красителем. Концентрацию испытуемого красителя на основании результатов выкрасок выражают в % от концентрации «типового» красителя.

б) Колориметрический А. к. осуществляют следующим образом: концентрацию испытуемого красителя сравнивают с концентрацией «типового» красителя в колориметре по интенсивности окрасок растворов (обыкновенно берут для испытания 100 *см*³ раствора, содержащего 2—5 *мг* красителя в 1 *л*); в случае разной интенсивности окрасок отливают часть более концентрированного раствора до тех пор, пока интенсивность не станет одинаковой; в таком случае концентрации красителей будут обратно пропорциональны высотам столбов растворов в колориметре. Наиболее часто применяют колориметры Коллардо, Милльса, Дюбоска, Вольфа, Мюллера и др. Колориметрический метод не всегда дает надежные результаты, вследствие того, что имеющиеся в красителе примеси затрудняют испытание и могут быть причиной ошибок. Во всяком случае этот метод следует рассматривать как ориентировочный.

в) Спектрофотометрический метод определения красителей на волокнах позволяет установить идентичность красителей на двух различных образцах волокнистого материала. Он основан на сравнении спектров поглощения света, проходящего или отраженного от каждого из сравниваемых образцов. Методика определений разработана А. Е. Порай-Кошицем, Ю. И. Аушканом, Н. Е. Успенским и Г. П. Воронковым, но систематических таблиц, пригодных для практического пользования, еще не имеется.

г) Химический метод количественного А. к. заключается по Кнехту в титровании красителя $TiCl_3$, а по Гранмужену — в титровании $Na_2S_2O_4$. Для азокрасителей реакция восстановления идет по уравнению:

$$RN{\cdot}NR' + 2Na_2S_2O_4 + 4H_2O = \\ = RNH_2 + R'NH_2 + 4NaHSO_3.$$

Титрование производят, во избежание окисления, в атмосфере индифферентного газа (светильного, азота, CO_2). Методы эти применимы не для всех красителей.

2. Количественный А. к. на волокне возможен лишь для нек-рых красителей: Кнехт применяет $TiCl_3$, избыток к-рого оттитровывает железными квасцами. В. Зигмунд, Гранмужен и Гавас заменяют $TiCl_3$ гидросульфитом, увеличивая стойкость последнего прибавлением ацетона и NH_3. Изменение оттенка при титровании азокрасителей довольно отчетливое, у трифенилметановых — неотчетливое.

Лит.: Порай-Кошиц А. Е. и Аушкан Ю. И., «Изв. об-ва для сод. улучш. и разв. мануф. промышл.», стр. 25, М., 1912; Успенский Н. Е. и Воронков Г. П., «Журн. Р. Ф.-Х. О.», ч. физ., стр. 197, СПБ., 1918; Löwenthal R., Handbuch d. Färberei u. Spinnfasern, p. 1541, B., 1921; Ruggli P., Praktikum d. Färberei u. Farbstoffanalyse f. Studierende, p. 160, München, 1925; Ristenpart E., Chemische Technologie d. organ. Farbstoffe, p. 263, Lpz., 1925; Hermann P., Färberei- und textilchemische Untersuchungen, p. 270, Berlin, 1923; Schultz G., Farbstoff-Tabellen, B. 1—2, B., 1923; Lehne A., Tabellarische Übersicht üb. d. künstl. organ. Farbstoffe, B., 1905—1906; Formanek J. u. Grandmougin E., Untersuchung u. Nachweis organischer Farbstoffe auf spektroskop. Wege, T. I—II, B., 1908—12; Colour-Index, Soc. of Dyers and Colourists, L., 1924; «Ztschr. f. Physik», B. 17, p. 112, B., 1923. **Д. Грибоедов.**

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ, см. *Исчисление бесконечно малых*.

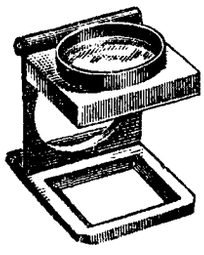
АНАЛИЗ РАБОТЫ, см. *Работа*.

АНАЛИЗ ТКАНЕЙ определяет в образцах элементы, необходимые для точного воспроизведения или фабрикации тканей. В каждом анализируемом образце ткани, по к-рому нужно изготовить точно такую же ткань, необходимо определить следующие данные: 1) лицо и изнанку образца ткани; 2) направление основных и уточных ниток; 3) плотность ткани, т. е. число ниток основы и прокидок утка, приходящееся на квадратную единицу (на 1 *дм*² или 1 *см*² ткани); 4) природу волокнистого материала в ткани; 5) № основы и № утка, сорт пряжи; 6) наименование ткани и ширину ее; 7) строение ткани, т. е. систему переплетения основных ниток с уточными, и раппорт ткани (переплетения); 8) способ проборки в ремиз и бердо: а) наименьшее число ремизок, необходимых для образования переплетения основы с утком в гладких и мелкоузорчатых тканях, б) систему проборки в лица аркатных шнуров и бердо—в узорчатых тканях; 9) зевообразовательный прибор и рисунок картона; 10) вес 1 *м*² ткани;

11) учет материалов в ткани—пряжи (основы и утка). Кроме указанных элементов, для фабрикации ткани необходимо установить еще целый ряд расчетно-калькуляционных данных чисто технологического характера.

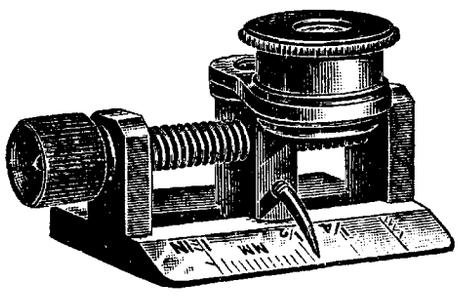
1. Определение лица и изнанки ткани. Лицевая сторона ткани (в особенности мелкоузорчатой и фасонной) отличается от изнанки по выявлению переплетения (рисунка ткани) и материала, по цвету и чаще всего по отделке; лицевая сторона отделанной ткани всегда имеет лучший, более рельефный и красивый вид, нежели изнанка.

2. Определение направления основных и уточных ниток. Определение на данном образце направления его долевых (основных) и поперечных (уточных) ниток не представляет трудности, когда образец ткани имеет кромку. Основными нитями будут нити параллельные кромке, а уточными — перпендикулярные к ним. При отсутствии кромки у образца следует руководствоваться следующими положениями: 1) при рассматривании образца на просвет основные нити ткани бывают расположены более равномерно, чем нити утка, в расположении которых всегда меньше правильности; 2) в случае, если ткань не гладкая, а с узором, эффект рисунка ткани обычно выполняется утком; 3) если поверхность ткани представляет полосатый рисунок, то основные нити идут почти всегда по направлению полос; 4) если исследуется образец суровой ткани, то основные нити узнают по присутствию в них шлихты; 5) если основа и уток в образце крученые, то нити с большей круткой и крепостью — основа, а с меньшей—уток; 6) если образец ткани состоит из смешанных материалов, напр. хлопка и шерсти, то в большинстве случаев хлопчатобумажные нити составляют основу, а шерстяные — уток.



Фиг. 1. Ткацкая лупа (глазок).

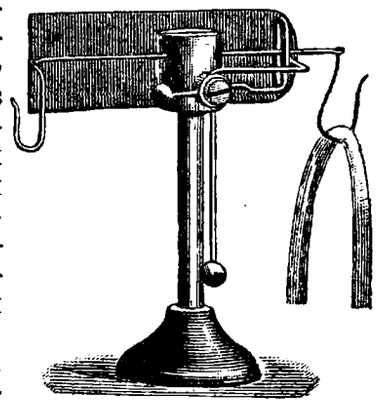
3. Определение плотности ткани. Определение плотности ткани,



Фиг. 2. Универсальная счетная лупа.

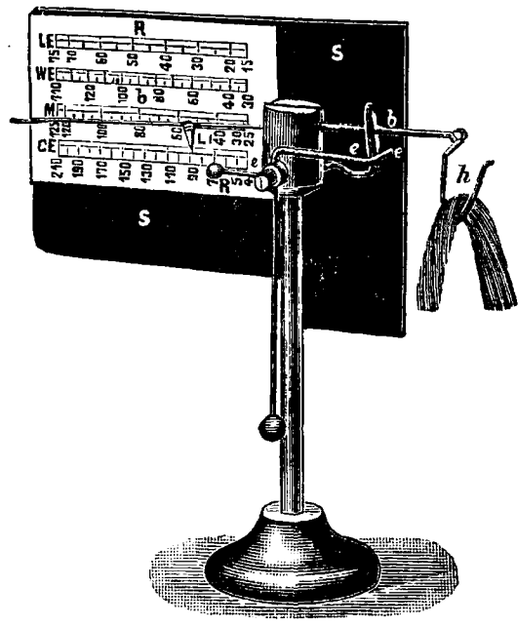
т. е. числа ниток основы и утка на единице площади ткани, производится при помощи ткацких луп (глазков) или универсальной счетной лупы (фиг. 1 и 2) счетом отдельных нитей основы и утка. Для определения плотности валеных тканей (сукон) или тканей с начесом (фланель, байка и пр.) необходимо предварительно удалить с поверхности ткани ее ворс. Это достигается спаливанием ткани сильно нагретым утюгом или спаливанием ее на пламени огня. Плотность тканей находится в зависимости от материала, номера пряжи, сорта и назначения ткани и пр.

4. Определение природы волокнистого материала в ткани. Ткани вырабатываются из одного волокнистого материала или из нескольких. Первые называются чистыми тканями (хлопчатобумажные, льняные, шелковые и пр.), вторые — смешанными (полульняные, полушелковые и пр.). При анализе природы волокна аппретированных тканей шлихта, аппретура и краски должны быть предварительно удалены. Определение природы волокнистого материала в ткани основано на признаках морфологического строения волокна и его физических и химических свойств и производится на основании: 1) испытания на горение, 2) микроскопического исследования, 3) действия химических реактивов (см. *Волокна прядильные*).



Фиг. 3. Баланс Штауба.

5. Определение № основы и утка. При определении №№ пряжи пользуются: 1) балансом Штауба (фиг. 3), 2) универсальным балансом Штауба (фиг. 4). Указанные приборы допускают определение



Фиг. 4. Универсальный баланс Штауба.

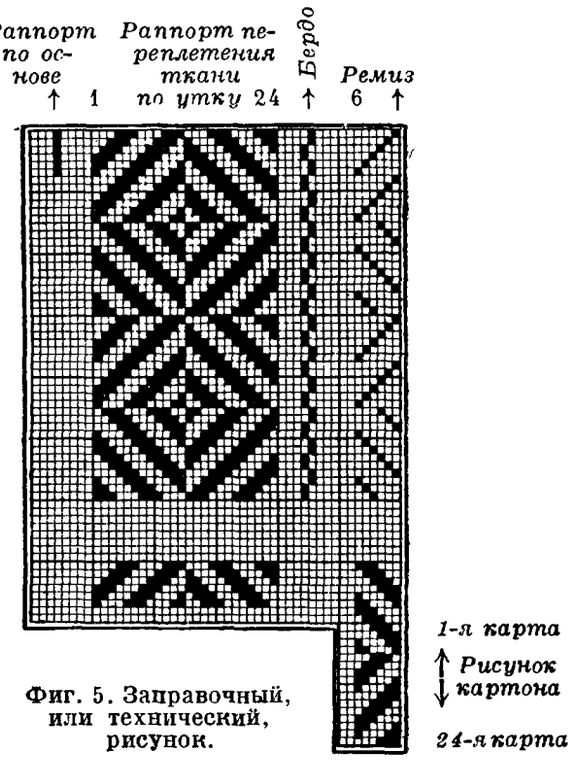
№ пряжи по малой длине нити, вытянутой из образчика. Для определения № пряжи вырезают из образца квадрат ткани, равный соответствующему шаблону, прилагаемому к аппарату. Затем отбирают с одной стороны этого квадрата нити основы, а с другой — нити утка и подвешивают на крючок до тех пор, пока коромысло не примет горизонтального положения. Число нитей, необходимых для установления коромысла в горизонтальное положение, определяет № пряжи. В универсальном балансе Штауба (фиг. 4)

номер отсчитывается на шкале прибора при помощи тонкой пластинки, передвигаемой по коромыслу до уравновешивания крючка *h* с подвешенной пряжей. Универсальный баланс применим для определения номера пряжи по различным системам. При определении № пряжи следует иметь в виду, что результаты относятся не к суровой пряже, а к аппретированной, а потому в них необходимо ввести некоторые поправки: 1) для шлихтованных нитей основы полученный № уменьшается на 4—8%; 2) для беленых нитей № уменьшается от 5 до 10%; 3) для крашеных нитей, от светлых до темных тонов, № уменьшается от 2 до 15%. Чувствительность этих приборов довольно большая, и ошибки в отношении колебания №, при надлежащей аккуратности обращения с приборами, незначительны. Как и во всех других исследованиях по анализу, для получения более точных результатов необходимо производить несколько отдельных определений для их среднего вывода (см. *Пряжа*).

6. Определение наименования ткани и ее ширины. Наименование ткани определяется в зависимости от характера строения (переплетения) исследуемого образца и м. б. строго принятым для данного рода ткани или произвольным. Что же касается определения ширины ткани, то последняя устанавливается в зависимости: 1) от родственного отношения исследуемого образца к известным сортам тканей и 2) от характера и назначения предполагаемой к выработке ткани, согласно исследуемому образцу.

7. Определение строения ткани. Строение, т. е. переплетение всякой ткани, состоит из основных и уточных перекрытий, к-рые выполняются с определенной закономерностью. Возможные комбинации этих перекрытий дают бесконечное множество эффектов или рисунков ткани, к-рые во всей своей массе подразделяются на три главные класса: гладкие переплетения, армюрные и фасонные. Каждый из этих возглавляющих переплетения классов имеет в свою очередь целый ряд производных видоизменений этих переплетений, к-рые по своему характеру делятся на простые и сложные (см. *Переплетение ткани*). Процесс определения строения ткани состоит в графическом изображении переплетения ткани на канвовой или числительной бумаге. Канвовая бумага, применяемая для выявления строения ткани, разграфлена по двум направлениям, соответственно направлениям основы и утка. Для определения строения ткани берут образец ткани и исследуют в лупу (глазок) положение его основных нитей относительно одной уточины, при чем одни перекрытия (чаще основные) на канвовой бумаге покрываются краской, а места, соответствующие уточным перекрытиям, остаются незакрашенными. Когда определится основной раппорт, т. е. известный порядок смены перекрытий, рассматривают положение тех же основных нитей относительно второй уточины и т. д., пока не определится раппорт по утку (см. *Переплетение ткани*). Совокупность основного и уточного раппортов дает раппорт переплетения в данной ткани. Если ткань состоит из нескольких сортов пряжи, различающихся по №, цвету, то переплетение каждого сорта нужно изображать особой краской.

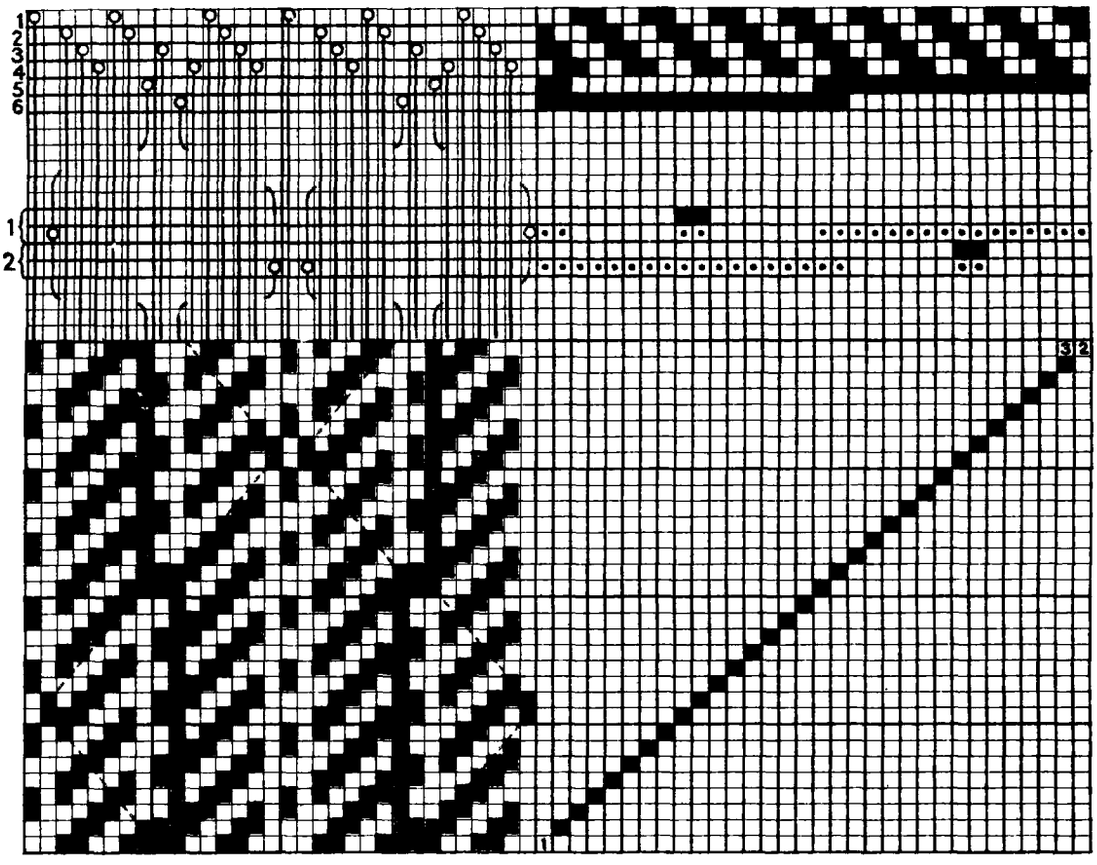
8. Определение способа (рисунка) проборки в ремиз и бердо. Продевание основных нитей в колышки ремизок называется проборкой. Проборки разделяются на несколько видов: рядовая, амальгамная, обратная, сводная, перерывная, комбинационная и перевивочная (см. *Ткацкое производство*). Способ проборки в ремиз и бердо определяется на основании рисунка заправки ткани, составленного на построении ткацкого рисунка, имея в виду возможно меньшее число ремизок. Сокращение числа ремизок сильно упрощает и удешевляет заправку требуемой ткани. Сущность составления рисунка заправки (проборки в ремиз и бердо) состоит в том, что все одинаково переплетающиеся в раппорте нити основы пробираются в колышки одной ремизки. Этим определяется необходимое число ремизок. Определение порядка проборки основных нитей в зубья берда не представляет трудностей. Обычно пробираются в зуб 2 нити, но имеются ткани, которые работаются



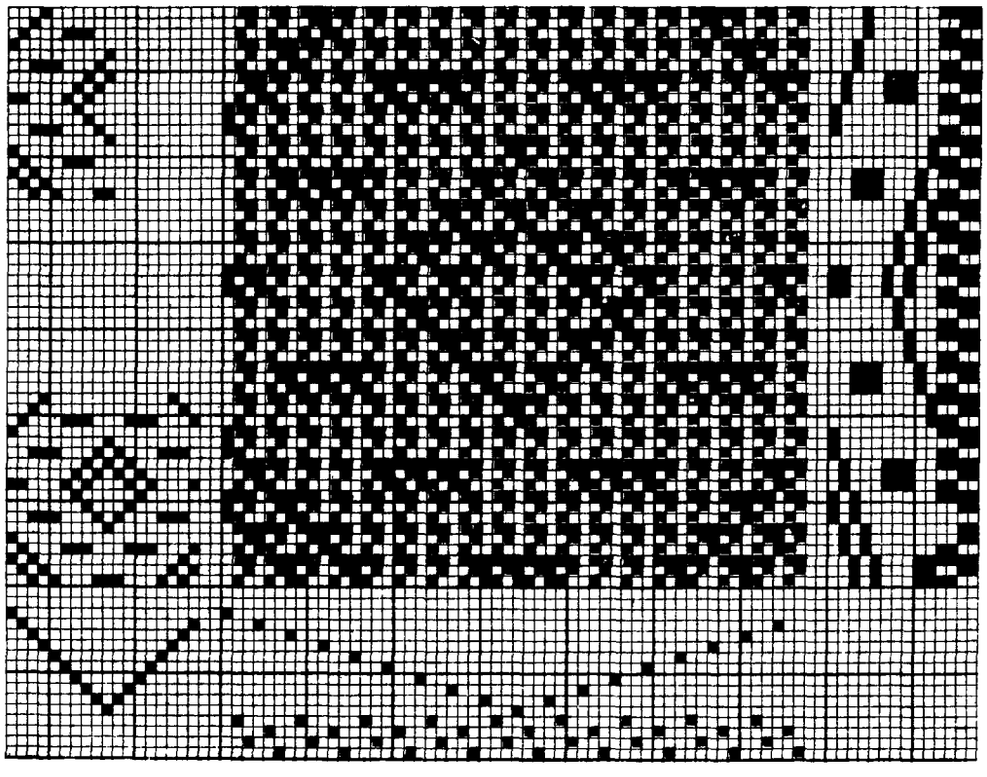
Фиг. 5. Заправочный, или технический, рисунок.

с проборкой в бердо по 3 и более нитей (фиг. 5). Проборку нитей основы в лица— см. *Жакардова машина*.

9. Определение зевообразовательного прибора и рисунка картона. Зевообразовательные механизмы или приборы определяются по основному раппорту графического рисунка строения ткани и количеству ремизок. Простые гладкие ткани с малым числом ремизок воспроизводятся с помощью эксцентриков, армюрные — каретками Добби (см. *Каретки Добби*) и фасонные — жакардовыми машинами. В зависимости от сложности переплетения определяется и

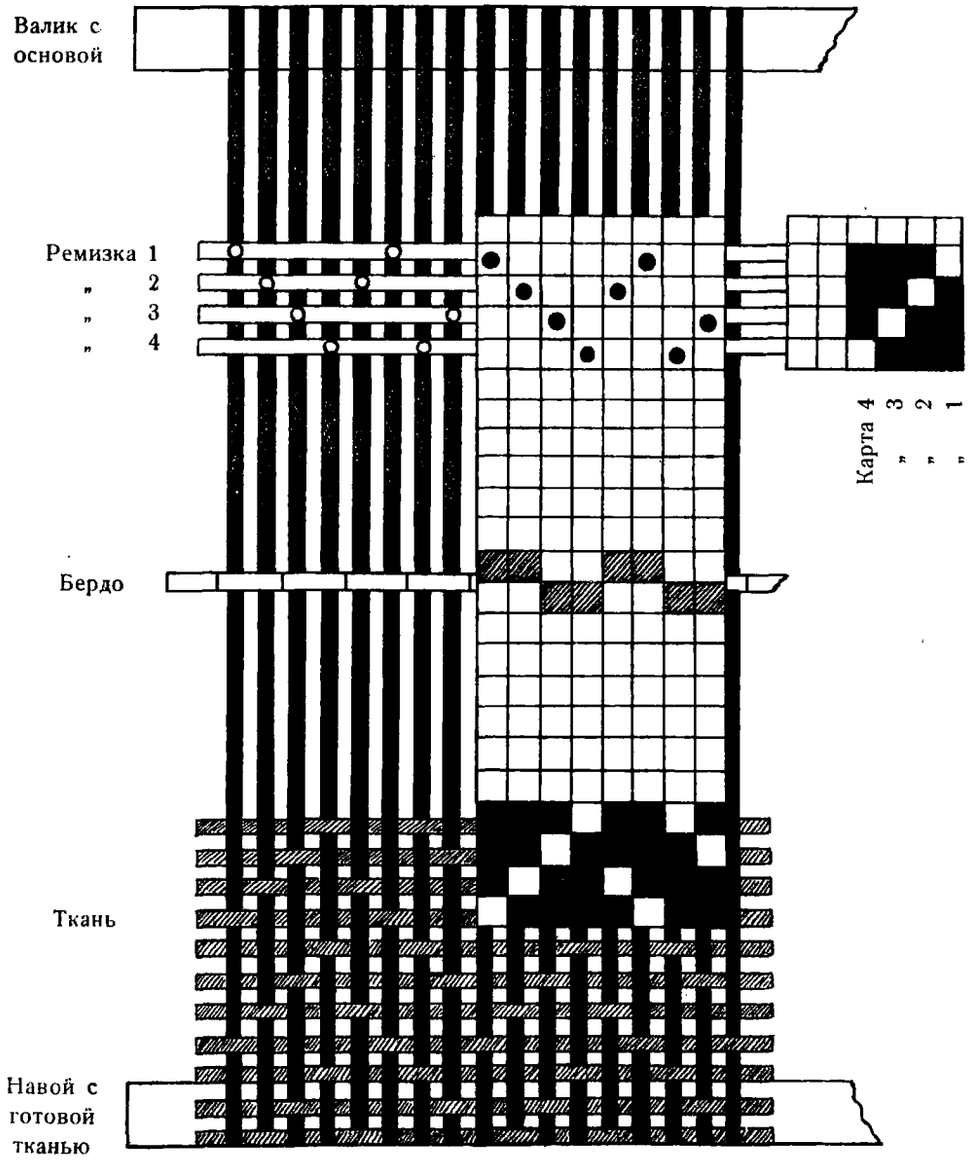


Определение ажурного переплетения.

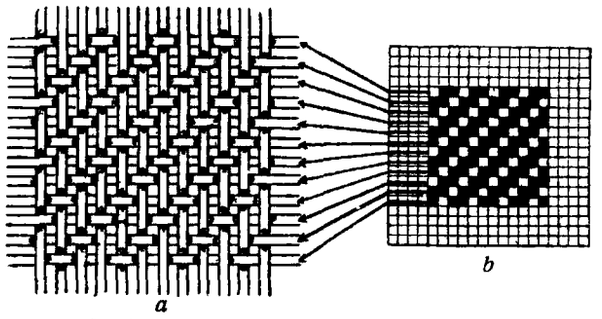


Определение переплетения пикэ.

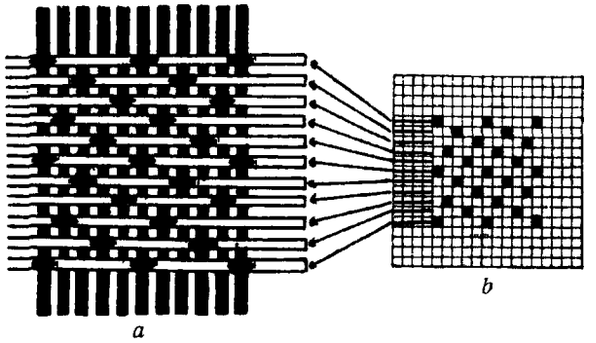
Типо-Лит. В. Ч. Уни. тов Дучаева Москва



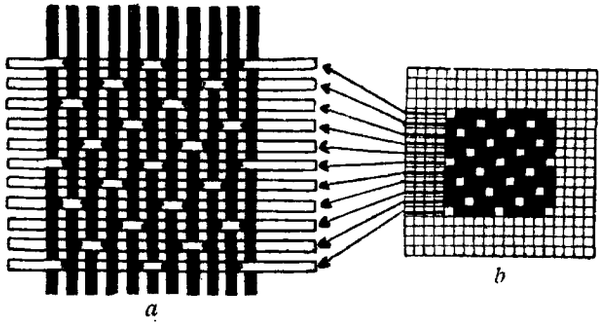
Фиг. 1. Заправка ткани на основании результатов анализа.



Фиг. 2. Определение саржевого переплетения: *a* — строение ткани, *b* — графическое ее изображение.



Фиг. 3. Определение атласного переплетения (уточного): *a* — строение ткани, *b* — графическое изображение переплетения.

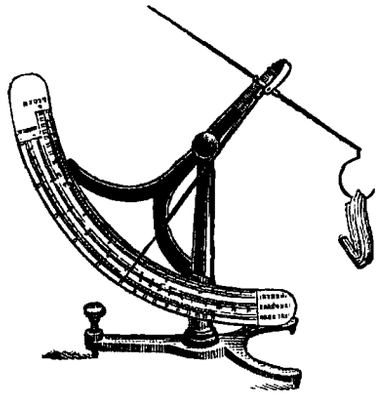


Фиг. 4. Определение атласного переплетения (основного): *a* — строение ткани, *b* — графическое изображение переплетения.

Типо-Лит. В ГУ им. тов. Дунаева Москва

зевообразовательный механизм, а по системе зевообразовательного прибора приготовляется рисунок картона.

10. Определение веса ткани. Вес ткани зависит от рода материала (пряжи), ее №, плотности и структуры ткани. Для определения веса квадратного ярда или метра ткани служат: 1) квадрант Ланкастера (фиг. 6), который по образцу ткани в $^1/_{100}$ квад. ярда определяет вес 100 кв. ярдов ткани в lbs. (англ. фунт), 2) универсальный баланс Штауба и другие приборы. Определение веса единицы площади ткани заключается в следующем: по шаблону, прилагаемому к приборам, вырезают прямоугольник ткани, который и взвешивают на приборе; показания получаются по шкале.



Фиг. 6. Квадрант Ланкастера.

11. Учет материалов в ткани. Под учетом материалов в ткани подразумевается определение количества основной и уточной пряжи. Вес пряжи в куске определяется по следующим формулам:

$$\text{вес основы } G_o = \frac{L.n}{N_m . 1000} \cdot k \text{ в } кг,$$

$$\text{вес утка } G_y = \frac{l.a.100.L}{N_m . 1000} \text{ в } кг,$$

где L—длина куска, n—число ниток в основе, k—коэффициент уработки основы, l—ширина основы в берде в $м$, a—число уточных прокидок на 1 $см$, N_m—метрический № пряжи. Эти ф-лы справедливы для метрической нумерации пряжи.

Лит.: Тихомиров М. С., Строение и анализ хлопчатобумажных тканей в связи со способами их изготовления, Ив.-Вознесенск, 1926; Архангельский А. Г., Волокна, пряжа, ткани, М., 1914; Лаписов А. Г., Руководство по анализу и заправке тканей, Варшава, 1903; Lecointre Ach., Traité de l'analyse des étoffes, Lille, 1905; Barker A. and Midgley E., Analysis of Woven Fabrics, 2 ed., L., 1922; Taylor J. T., Cotton Weaving a. Designing, 5 ed., L., 1905; Beaumont Rob., Standard Cloths, Structure and Manufacture, L., 1916; Bittner Em., Katechismus d. Bindungslehre, Verl. d. «Brünner Monatsschrift f. Textilindustrie», Brünn, 1909—1914.

С. Молчанов.

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИЙ, определение состава смеси веществ на основании хим. взаимодействий или физ.-хим. свойств. Разделяется на: 1) анализ качественный, ограничивающийся установлением наличия данного атома, иона, группы атомов или вещества, и 2) анализ количественный, устанавливающий относительное содержание данного атома, иона и т. п. в смеси веществ.

Качественный анализ неорганич. веществ разделяется на анализ катионов и анионов.

Анализ катионов проводится систематически, благодаря возможности разделения катионов и атомов по группам: V—As, Sb, Sn—осаждаемые из кислых растворов сероводородом, но растворимые в многосернистом аммонии; IV—Hg, Pb, Bi, Cu, Cd—нерастворимые ни в кислых ни в щелочных растворах сероводорода и его солей; III—Mn, Fe, Ni, Co, Zn, Al, Cr—растворимые в кислых растворах сероводорода, но не растворимые в растворе сернистого аммония; II—Ba, Sr, Ca—растворимые в присутствии $(NH_4)SH$ и осаждаемые аммиаком в присутствии углекислого аммония; I—Mg, K, Na—растворимые в присутствии аммиака и углекислого аммония. Особо стоят: а) группа серебра, свинца и закиси ртути, осаждаемая соляной к-той в виде AgCl, HgCl и $PbCl_2$ (последний—неполностью), и б) аммиак, к-рый благодаря летучести открывается легко. Разделение металлов в каждой группе требует специальных приемов. В V группе пользуются: а) различием растворимости As_2S_5, с одной стороны, и Sb_2S_5, SnS_2, с другой, в крепкой соляной к-те или в крепком растворе углекислого аммония и б) различием растворимости Sb и Sn в соляной к-те. В IV группе пользуются нерастворимостью HgS в азотной (20%-ной) к-те, $PbSO_4$ в крепкой серной к-те, нерастворимостью $Bi(OH)_3$ в аммиаке и интенсивно синим окрашиванием Cu-аммиачных комплексов. В III группе возможно использовать нерастворимость CoS и NiS в нормальной HCl; остальные катионы этой группы, т. е. Fe, Cr, Al, Mn, Zn, можно разделить друг от друга, пользуясь нерастворимостью Fe, Al, Cr, в виде основных уксуснокислых солей; или же соединения Fe, Co, Ni можно осадить путем взбалтывания их со свежеприготовленным $BaCO_3$. И в том и другом случае соединения Zn и Mn остаются в растворе. Кроме того пользуются различием растворимости гидратов окислов $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ при действии на них щелочей в присутствии перекиси водорода; при этом переходят в раствор $Al(OH)_3$ и $Cr(OH)_3$, из которых $Al(OH)_3$ далее осаждается кипячением с NH_4Cl. Для II и I групп пользуются тем, что Mg, K, Na (I группа) растворяются в присутствии NH_3 и NH_4HCO_3, а Ba, Sr, Ca (II группа) от действия этих реактивов осаждаются в виде углекислых солей. Последние отделяют друг от друга благодаря различию растворимости их хромовокислых, сернокислых и щавелевокислых солей. В I группе Mg отделяют от Na и K, пользуясь различием растворимости гидратов окисей и нерастворимостью аммониевомагниевой двойной соли фосфорной к-ты.

Ход анализа приходится избирать в зависимости от той или иной комбинации солей, присутствующих в анализируемой смеси. Весьма важными оказываются специальные реакции для обнаружения некоторых ионов; напр.: 1) для обнаружения в виде осадка иона K^+ используется ничтожная растворимость комплексной соли $K_3[Co(NO_2)_6]$ (соль Фишера); 2) для определения ионов натрия пользуются очень малой растворимостью соли $Na_2H_2Sb_2O_7$; 3) ионы Cd распознаются по характерному желтому цвету осадка CdS; 4) для меди характерна интенсивная, густая окраска комплексного иона окисной аммиачной меди; 5) для хрома характерным является красивый синий цвет раствора

надхромовой к-ты в серном эфире; 6) железо характеризуется очень интенсивно окрашенными комплексными солями: а) берлинской лазурью $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$, б) турнбулловой синью $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ и кровавокрасным цветом растворов роданового железа $Fe(CNS)_3$ (или, вероятно, $H_3[Fe(CNS)_6]$; 7) для Ni характерна нерастворимость комплексной соли дициандиамидина и никеля и нерастворимая и интенсивно окрашенная комплексная соль диметилглиоксима и никеля, который с $C_2H_5N_4O_2$ дает осадок или красное окрашивание в аммиачном растворе (то же и на закись железа); наоборот, соответствующая соль кобальта легко растворима; 8) для констатирования Co пользуются тем, что кобальтовая соль β-нафтохиноксима трудно растворима, а никелевая хорошо растворима; 9) для разделения железа и меди от Zn, Ni, Mn, Co можно использовать то обстоятельство, что соли нитрофенилгидроксиламина (купферрона) — железная (красная) и медная (серая) почти полностью выпадают из уксуснокислого раствора, тогда как соли Zn, Co, Ni, Mn при этих условиях легко растворимы. Можно ожидать, что дальнейшее развитие химии комплексных соединений позволит нам использовать целый ряд комплексных солей для определения того или иного иона без предварительного отделения его от остальных.

Вспомогательными действиями в ходе анализа являются: 1) нагревание в пробирке (заметны возгоны солей NH_4 и Hg, красно-бурые пары из солей азотной к-ты); 2) нагревание при помощи паяльной трубки на угле с содой (корольки металла или налеты); 3) исследование окраски пламени, особенно характерной для солей Li, Sr, Cu и др.; 4) окраска сплавленных со следами испытуемого вещества фосфорных стекол и стекол буры (т. н. «перлов»), из которых особенно характерны зеленый цвет для хромовых соединений и синий цвет для кобальтовых соединений.

Нагревание с крепкой или слабой серной кислотой позволяет подметить различие в а н и о н а х. Разделение последних на группы основано на взаимодействии с азотнокислым серебром и азотнокислым барием, но оно не м. б. проведено столь систематично, как для катионов. Характерны окраски бруцина и особенно нитрона (дифенилэнданилодигидротриазола), получающиеся в присутствии ничтожных количеств азотной к-ты, к-рую трудно определить методом осаждения в виду растворимости всех ее солей.

Ход самого анализа зависит от того, в каком виде дано вещество. Прежде всего, если вещество дано в твердом состоянии, стараются его перевести в раствор действием соляной или азотной к-т, смеси обеих к-т (царская водка), или сплавлением со смесью сернокислых калия и натрия, или действием фтористоводородной к-ты (в случае силикатов). Прежде всего определяют наличие аммиака (аммония) нагреванием вещества с едкой щелочью и действием выделяющихся газов на влажную лакмусовую бумажку или бумажку, смоченную солью закиси ртути. Еще до переведения вещества в раствор делают предварительные испытания при помощи паяльной трубки, нагревают небольшую пробу вещества в запаянной трубке и т. п. Систематический ход анализа ведут, строго соблюдая условия: 1) полноты осаждения, для чего иногда необходимо прибавлять раствор электролитов, чтобы нек-рые из нерастворимых составных частей вещества не прошли сквозь фильтр в состоянии т. н. коллоидного раствора (см. *Коллоиды*); 2) полноты промывания, чтобы быть уверенным в том, что в осадке не остались примешанными или адсорбированными вещества, к-рым надлежит быть в фильтрате. В виду этого необходимо: а) анализ производить с возможно меньшим количеством веществ; б) промывание на фильтре или путем декантации вести возможно многими порциями растворителя, но каждый раз удаляя его, так чтобы в осадке оставалось возможно меньше растворителя; в) проверять особо чувствительными реактивами отсутствие в фильтрате растворенных веществ, что укажет на полноту промывания; г) строго соблюдать выработанные практикой условия работы, т. к. несоблюдение их может совершенно исказить результаты; это наблюдается, напр., если в отсутствии электролитов при промывании осадка III группы часть железа перейдет во II группу.

Систематический ход анализа катионов является важным не только сам по себе, но и как школа химической мысли, в к-рой начинающий химик учится пользоваться для отделения друг от друга индивидуальными, и притом часто незначительными, отличительными признаками отдельных атомов или ионов и вместе с тем знакомится с многосторонней характеристикой каждого из атомов и ионов.

К о л и ч е с т в е н н ы й а н а л и з в нек-рых отношениях ведется по тем же принципам, что и качественный, однако не все приемы последнего одинаково удобны для количественных определений; напр., иногда мы можем качественно установить присутствие того или иного элемента, пренебрегая при этом малой, но все-таки заметной, растворимостью соли данного элемента, количественное же определение его в таких случаях повлечет за собой значительную ошибку. Поэтому при количественных определениях приходится комбинировать ход анализа несколько иначе, чем при качественных. Кроме того практически при количественных определениях редко приходится встречаться с необходимостью методических разделений сложных смесей. Обычно задача количественного определения значительно проще, в виду того, что предварительно делается качественный анализ. Основой количественного анализа является в е с о в о й анализ, пользующийся методом точного взвешивания исходного вещества и получаемых соединений того элемента, содержание к-рого мы хотим определить. При этом необходимо, чтобы полученное в виде осадка соединение выделялось в хорошо образованных и не слишком мелких кристаллах и чтобы кристаллы были устойчивыми или же чтобы они могли быть доведены путем продолжительного прокаливания до постоянного веса. Напр. серную

к-ту (вернее, ион SO_4'') определяют в виде кристаллического осадка $BaSO_4$, к-рый хотя и отличается практически почти полной нерастворимостью и хорошо поддается отмыванию и просушиванию, но осаждение к-рого требует особой предосторожности, вследствие того, что на холоду $BaSO_4$ выпадает в виде чрезвычайно мелкокристаллического, т. н. коллоидного, осадка, проходящего через поры бумажного фильтра любой плотности. Поэтому $BaSO_4$ обыкновенно осаждают путем взаимодействия горячих растворов, но и в этом случае необходимо пользоваться при отфильтровывании $BaSO_4$ фильтрами из специальной плотной бумаги. Водную окись алюминия осаждают аммиаком в виде студенистого осадка, фильтрующегося крайне медленно.

Количественный анализ часто применяется в заводских условиях, где быстрота определений особенно важна. Поэтому существует ряд приспособлений для ускорения фильтрования, например фильтрование через асбест, через пористое стекло, через порошок платины и т. д.

Наиболее важным и удобным методом количественного анализа является о б ъ е м н ы й анализ, т. к. он производится чрезвычайно быстро приливанием из бюреток (трубок с делениями) определенного по объему количества т и т р о в а н н о г о раствора, т. е. такого, в котором содержание к-ты, щелочи, иода или иных реактивов точно определено. Установление титра, т. е. содержания растворенного вещества в 1 *см*^{3} раствора, требует особых предосторожностей. За основу берется такой раствор, где в 1 *л* растворителя содержится точно взвешенное количество вещества, состав к-рого не вызывает никаких сомнений в смысле чистоты и отсутствия примесей. Поэтому, напр., я н т а р н а я и щ а в е л е в а я к и с л о т ы, с о д а, и о д, которые могут легко быть получены в чрезвычайно чистом виде, часто применяются для изготовления основных титрованных растворов. При а ц и д и м е т р и и (определении количества к-ты нейтрализацией титрованной щелочью) и при а л к а л и м е т р и и (определении количества щелочи) пользуются и н д и к а т о р а м и, т. е. веществами, резко изменяющими свой цвет при переходе через нейтральную точку. Индикаторами обычно являются красители, изменяющие свой цвет в силу таутомерного превращения при переходе через изоэлектрическое состояние. Напр. лакмус имеет красный цвет в кислой, синий—в щелочной среде; метил-оранж окрашен в розовый цвет в кислой и в оранжевый — в щелочной среде; фенолфталеин бесцветен в кислой и имеет красный цвет в щелочной среде. Изменение окраски различных индикаторов, связанное, как сказано, с изоэлектрической точкой, происходит при неодинаковой концентрации водородных ионов (при различной и с т и н н о й кислотности). Только лакмус и *n*-нитрофенол превращаются почти точно при $P_H = 7$, т. е. в состоянии, соответствующем чистой воде. Изменение окраски метил-оранжа происходит в 0,0007 *N* растворе сильной к-ты (напр. HCl); метил-виолет изменяет свою окраску из желтой в фиолетовую при 0,1 *N* кислоте; превращение фенолфталеина происходит в 0,001 *N* щелочи, нитрамина — в 0,01 *N* щелочи. Путем соответственного подбора индикаторов можно титровать различные кислоты (щелочи) в общей смеси или определять по изменению данного индикатора различную степень нейтрализации кислоты, напр. фосфорной в NaH_2PO_4 и в Na_2HPO_4. Особым способом определения легко окисляющихся или легко восстановляющихся веществ является и о д о м е т р и я, основанная на легкости выделения иода из иодистого калия всеми окисляющими веществами, в частности галоидами. Иод с крахмалом дает интенсивное синее окрашивание. Обратное титрование ведется раствором гипосульфита, обесцвечивающего вновь окраску свободного иода с крахмалом. Т. о. этим путем, напр., можно быстро определять деятельный хлор в белильной извести. Удобство иодометрии заключается и в том, что получение иода в химически чистом виде достигается очень легко.

Особым типом качественного анализа является «к а п е л ь н ы й» анализ. Он основан преимущественно на цветных реакциях при взаимодействии исследуемого элемента с тем или иным специальным реактивом. Эти окраски легко заметны на капле вещества, нанесенной на фильтровальную бумагу, смоченную таким реактивом.

Отдельной главой количественного анализа является г а з о в ы й анализ. Его методика в большинстве случаев основана на пропускании больших объемов исследуемых газов из специальных газовых бюреток через вещества, поглощающие отдельные газы (см. *Анализ газов*).

В последнее время широко развивается применение э л е к т р о х и м и ч е с к о г о анализа, основанного на возможности, регулируя разность потенциалов, выделять из солей смеси нескольких металлов, находящихся в растворе, отдельные металлы. Особенно широко применяется электрохимическое определение меди в латуни, т. к. выделение меди идет в данном случае очень легко. Условия электрохимического выделения разных катионов неодинаковы в зависимости от того, в каких именно соединениях они присутствуют в растворе; так, напр., Zn и Cu в виде сернокислых и цианистых соединений значительно отличаются друг от друга по своей способности выделяться электрохимически; это позволяет разделять трудно разделимые в обычных условиях смеси металлов. Особенные трудности представляет анализ редких элементов палладиевой и платиновой группы, анализ аналогов ванадия и титана, а в особенности анализ элементов группы редких земель, т. к. последние приходится разделять по методу дробной кристаллизации, требующей значительных количеств исходного вещества и длительной работы.

С п е к т р а л ь н ы й качественный анализ распадается на приемы: 1) окрашивания пламени, 2) изучения спектров в подлинном смысле слова. Окрашивание пламени может служить лишь дополнением к качественному анализу, т. к. в случае смешанной окраски

определение оттенка цвета представляет очень большие затруднения; напр. на-глаз немыслимо отличить красную окраску лития от окраски стронция; трудно отличить окраску пламени смеси натрия (желтый цвет) и стронция (красный цвет) от окраски пламени кальция (оранжевый цвет). Особенно мешает в таких случаях присутствие натрия, к-рый придает пламени чрезвычайно интенсивную желтую окраску, маскирующую все остальные окраски. Поэтому для открытия калия в присутствии натрия приходится пропускать свет окрашенного пламени горелки сквозь стеклянную призму, наполненную раствором синей краски индиго, поглощающей желтые лучи натрия. Когда разделение групп произведено, то открытие Ba на основании зеленой окраски пламени и Sr или Li на основании красной окраски пламени может значит. облегчить предварительное выполнение качествен. анализа.

Гораздо важнее спектральный анализ в собственном смысле слова, особенно если он производится при помощи достаточно чувствительного прибора. При этом важно произвести точное измерение длины волны линий. Это достигается обычно при помощи сравнения исследуемых спектральных линий с основными линиями. Главной, или основной, первичной, линией принята красная кадмиевая ($\lambda = 6\,438$, $4\,696$ Å при 15° водородного термометра в сухом воздухе, при 760 *мм* и $g = 980{,}67$, т. е. на широте в 45°). Вторичными и третичными основными линиями являются линии железа и неона (приняты международными съездами 1910, 1913 и 1922 гг.). Для ориентировки пользуются спектрами Zn, Cd, Pb, линии к-рых менее многочисленны и очень интенсивны. Обычно спектральные линии изучаются на фотографическом их снимке. Если на одну и ту же пластинку сняты рядом как эталонные спектры (Fe+Zn+ +Cd+Pb), так и изучаемый спектр, то легко установить длину волны определяемой линии. При наличии значительного количества определяемого элемента, последний легко обнаружить по характерным для него линиям. Если же определяемый элемент присутствует лишь в незначительном количестве, необходимо искать т. н. предельные или самые чувствительные линии. Таблицы их составлены Хартлеем, Поллоком, Леонардом и де-Граммоном; ими установлены также пределы концентраций, при к-рых исчезает данная линия, что позволяет вести даже количественные определения. Повидимому, для определения некоторых относительно редких элементов, напр. In, Ga, La, Ce, спектральный анализ является наиболее пригодным. Спектроскопический анализ долгое время применялся в лабораториях лишь при качественных и сравнительно грубых определениях. Лишь благодаря Хартлею и де-Граммону он настолько усовершенствован и соотношение между условиями исчезновения линий и концентрацией элемента настолько установлено, что его возможно применять для количественных определений. Сущность метода сводится к тому, что приготовляется ряд растворов исследуемого вещества убывающей концентрации и устанавливается, при каком именно разбавлении еще заметны те линии, к-рые по данным упомянутых исследователей исчезают при определенной степени разбавления. При работах с редкоземельными элементами, в к-рых приходится гл. обр. пользоваться методом дробной кристаллизации, отдельные фракции этой дробной кристаллизации контролируются при помощи спектров вольтовой дуги и искровых (к-рые различны на различных полюсах), или при помощи спектров лучеиспускания под влиянием катодных лучей, или при помощи спектров поглощения растворов.

В последнее время приобретает большое значение анализ при помощи спектров *X*-лучей, не требующий предварительного разделения исходной смеси. Смесь в измельченном состоянии наносят на поверхность антикатода, к-рый вставляют в катодную трубку, и из последней выкачивают воздух. Сильный пучок электронов, направленный на антикатод, дает *X*-лучи, разделяемые по длине волны отражением от кристалла. Полученные спектры фотографируют, измеряют и сравнивают с установленными спектрами, что и дает возможность установить наличие определенных элементов. Метод может давать даже количественные результаты путем сравнения интенсивности линий при различном содержании испытуемого в смеси элемента, но обязательно при одинаковой выдержке и интенсивности *X*-лучей.

При работе с радиоактивными веществами анализ производится: 1) по длине пробега α-лучей, 2) по величине периода полураспада. Отклонение последнего от показательной ф-лы $J_t = J_0\, e^{-\lambda t}$ указывает на наличие еще незамеченного радиоактивного вещества. Невозможность хим. разделения изотопов позволяет использовать последние как индикаторы для нерадиоактивных изотопов (напр. RaD для Pb, RaC для Te и т.п.); таким путем, напр., возможно наблюдать распространение ничтожных следов интересующих нас элементов в организме или в сплаве. Обнаружение ничтожных следов того или иного элемента представляет собой отдельную задачу аналитической методики, особенно важную для выяснения распространения и роли нек-рых элементов в живых организмах и в нек-рых технич. продуктах. Для этого пользуются обычно крайне чувствительными реакциями, например иода с крахмалом (синее окрашивание), а иногда применяют реакции нек-рых живых организмов, особо чувствительных к присутствию некоторых ионов, например Aspergillus niger, споры которого не прорастают, если вода содержит более 0,000000001 части ионов серебра («олигодинамическое» действие ионов).

Трудность ацидиметрического или алкалиметрического титрования нек-рых интенсивно окрашенных растворов заставляет в последнее время перейти от применения индикаторов к кондуктометрическому или электрометрическому способам титрования. Первый особенно часто применяется в алкали- и ацидиметрии и основан на понижении электропроводности кислого или щелочного раствора по мере его нейтрализации и на

повышении электропроводности при переходе нейтральной точки; последнее обстоятельство обусловлено большими величинами электропроводности ионов H· (315) и OH′ (174) по сравнению с остальными ионами (порядка 60—30). Титрование ведут в сосуде, в к-ром находятся мешалка и два электрода; электропроводность раствора между последними измеряют после каждого нового приливания раствора. Результаты выражаются в виде кривой, абсцисса к-рой характеризует число *см*³ или капель прилитого раствора, ордината — электропроводность или сопротивление подвижной ветви уитстонова мостика, при помощи к-рого производится определение сопротивления. Точке нейтрализации отвечает минимум электропроводности, выраженной тем резче, чем кислота и щелочь сильнее.

Электрометрический анализ основан: 1) на определенной, могущей быть заранее вычисленной величине потенциала для данного обратимого электрода (напр. медного в медном купоросе) по отношению к другому подобному же электроду с совершенно определенной концентрацией ионов; 2) на резких изменениях потенциала в момент коренного изменения состава раствора, напр. в момент нейтрализации, окончания осаждения, раскисления и т. п. В качестве одного из электродов обычно берется нормальный электрод (напр. каломельный); другой электрод в первом случае, т. е. если нужно узнать точно концентрацию данного иона, должен быть обратимым по отношению к определяемому иону (напр. в случае необходимости определения концентрации водородных ионов, берут платину, насыщенную водородом); во втором случае, т. е. при определении переломной точки, можно применять как обратимый, так и необратимый электроды. Для выполнения опыта нужны: источник тока (обычно аккумулятор), замкнутый на большое сопротивление, и элемент, составленный из нормального электрода ($Hg/HgCl/\frac{1}{1}N$ раствор KCl) и изучаемого раствора с соответственным (см. выше) электродом. Цепь замыкается через насыщенный раствор KCl (для исключения поправки на диффузию). Этот элемент, равно как и нормальный, служащий для установления силы аккумулятора, замыкается на часть сопротивления (главного), на к-рое замкнут аккумулятор. Из отношения сопротивлений, на к-рые замкнуты элементы, узнаем отношение соответствующих разностей потенциалов. В случае надобности вводим поправку, учитывая разность потенциалов между обратимым электродом, образованным в нормальном растворе данного иона, и примененным нормальным электродом (каломельным). Тогда по ф-ле $E=0{,}058 \lg \frac{c_1}{c_2}$ (где c_1 для нормального раствора $= 1$, а $\lg c_1 = 0$) определяем концентрацию данного иона в данном растворе. В тех случаях, когда происходит осаждение (выпадение данного иона из раствора), окисление, восстановление или нейтрализация, по оси абсцисс откладывают число прибавленных *см*³ к-ты или щелочи, а по оси ординат—измеренные потенциалы (при этом, как и при кондуктометрическом анализе, откладываются не значения потенциалов, но величины одной из ветвей сопротивлений, которыми пользуемся в электрометрическом анализе, измеряя компенсационным методом потенциалы, а в кондуктометрическом анализе — измеряя сопротивления мостиком Уитстона). В момент нейтрализации происходит очень резкое изменение потенциала в виду того, что в нейтральной точке концентрации ионов H· и OH′ равны друг другу; при переходе к 0,00001 *N* кислоте получается увеличение концентрации ионов водорода в 100 раз, а при переходе к 0,00001 *N* щелочи — уменьшение концентрации ионов водорода в 100 раз. Иначе говоря, разность потенциалов одного и того же постоянного водородного электрода относительно 0,00001 *N* раствора к-ты и относительно 0,00001 *N* раствора щелочи равна разности потенциалов между последними, что дает электровозбудительную силу, равную 0,058 V, умноженную на разность логарифмов концентраций, или в данном случае $0{,}058\ V\ [\lg 100—(—\lg 100)] = 0{,}058\ V \cdot 4 = 0{,}232\ V$. Ясно, что на кривой это изменение в 0,232 V должно сказаться очень резким скачком потенциала или сопротивления, если его откладываем на ординатах. Весьма важно заметить, что E в ф-ле $E=0{,}058(\lg c_1 — \lg c_2)$ выражает электровозбудительную силу концентрационного элемента, т. е. такого, к-рый имеет одинаковые электроды, но неодинаковые концентрации растворов у обоих электродов, что при этом оба раствора имеют те же ионы, из которых состоят и сами электроды, и что $\lg c_1$ представляет собой десятичный логарифм концентрации известного раствора, а $\lg c_2$ — десятичный логарифм концентрации раствора у второго электрода. Сделав c_1 равным единице (в случае нормального раствора), имеем $\lg c_1 = 0$. Тогда $E = 0{,}058(—\lg c_2)$ или $\lg c_2 = —\frac{E}{0{,}058}$, что позволяет очень легко определить концентрацию ионов неизвестного раствора. В частности это применяется широко для определения величины концентрации водородных ионов (символ $C_{H\cdot}$ или $[H\cdot]$) или показателя водородных ионов (символ P_H или ph) (P_H есть логарифм концентрации водородных ионов, взятый с отрицательным знаком, т. е. величина, получаемая из вышеприведенной формулы для концентрационных элементов). Для целого ряда процессов коллоидной химии (дубление, крашение, скисание опары, очистка сточных вод) основное значение имеет отклонение P_H от того P_H, к-рый отвечает изоэлектрическому состоянию вещества. Поэтому в последнее время разработаны переносные приборы, позволяющие на месте, например в дубильных чанах, определять величину P_H (потенциометры, ионометры и т. д.).

Для определения точки перелома в составе раствора (осаждение до конца данного иона, окисление и т. п.) применяют: 1) титрование раствора, в котором находится водородный электрод и который соединен жидкостью (через раствор KCl) с нормальным электродом; 2) титрование на осаждение

в присутствии металлич. электрода, одноименного с осаждаемым ионом, напр. серебряного электрода в растворе $AgNO_3$; 3) титрование в присутствии необратимого электрода, погруженного в раствор. Эти способы уже разработаны для осаждений, окислений, восстановлений и нейтрализации (к 1924 г. не менее 60 различных примеров потенциометрического титрования). Во всех этих случаях каждый прибавленный *см*³ или каждая капля отмечаются на оси абсцисс, а измеренные при этом потенциалы — на оси ординат. В момент переходной точки происходит резкое изменение потенциала.

Анализ органических соединений отличается от неорганич. анализа тем, что определение содержания элементов производится сравнительно легко; но большие затруднения встречаются, когда нужно разобраться в смеси органич. соединений. Определение углерода делается путем сжигания вещества в токе кислорода или воздуха с улавливанием продуктов горения; при этом присутствие водорода обнаруживается благодаря образованию воды; азот определяют прокаливанием вещества с металлич. натрием: при этом за счет азота образуются цианистые соединения натрия. Гораздо труднее выяснить детальный состав органич. смеси. Для отделения друг от друга ингредиентов такой смеси прежде всего применяется действие растворителей, т. к. вода (как вещество сильно ассоциированное) растворяет вещества в свою очередь сильно ассоциированные (напр. спирты, к-ты) и не переводит в раствор слабо ассоциированные вещества (напр. эфиры, углеводороды и т. п.); зато последние хорошо растворимы в гексане и в бензоле. После достаточного очищения органич. вещества возможно приступить к количественному анализу его, что производят сжиганием до CO_2, H_2O, N_2, SO_2 и т. д. Наиболее удобно это производить в калориметрических бомбах, т. е. в кислороде под большим давлением. В последнее время все чаще и чаще применяются также и короткие сожигательные трубки, и при этом газы пропускают для сожжения через трубки с накаленным платинированным асбестом (способ Денштедта), но обычно применяют длинные трубки, наполненные прокаленной окисью меди, и сожжение ведется в струе кислорода. Выходящие из прибора газы пропускают: 1) через хлоркальциевую трубку или змеевичок с H_2SO_4— для поглощения воды, 2) через прибор с крепкой щелочью (калиаппарат)—для поглощения CO_2. Азот, если его можно выделить в виде аммиака при нагревании с натронной известью, определяют осаждением в виде хлороплатината аммония; в противном случае азот может быть определен после сожжения в виде непоглощенного остатка газа измерением объема последнего; или же нагреванием с серной к-той переводят азотистое соединение предварительно в сернокислый аммоний, а затем уже, обработав избытком едкого натра, отгоняют аммиак. Хлор определяют нагреванием с азотной кислотой и $AgNO_3$ в виде AgCl.

Анализ физиологических веществ еще труднее, чем органический, и основан на ряде практических наблюдений. Очень широко распространен микрохимический анализ, к-рый часто производят над ничтожными долями вещества, руководствуясь формой кристаллов или некоторыми характерными реакциями. Микрохимический анализ приходится особенно часто применять при судебных экспертизах, когда необходимо разрешить задание на основании ничтожных следов или остатков вещества, попадающих в распоряжение следственных властей.

В техническом анализе обычно преследуется не столько точность, для достижения к-рой требуется очень много времени, сколько скорость выполнения анализа. При этом оказывается возможным использовать результаты хотя и с допущением ошибок, лишь бы эти ошибки при одинаковых условиях имели ту же самую величину и тот же самый смысл. Вот почему при технич. анализе методы обычного количественного анализа, построенного на взаимодействиях, идущих до конца и в основе своей соответствующих качественному анализу, заменяются иногда методами, к-рые не дают точного выполнения теоретической реакции, но зато быстро и всегда одинаково выполнимы. Сейчас широко разрабатываются стандартные способы технич. анализа. При этом устанавливается самый прием взятия пробы, к-рую часто приходится брать от больших партий и уменьшать до необходимых для лабораторной работы размеров. В последнее время стараются в технич. анализе заменить весовые приемы объемными и колориметрическими; последние основаны на сравнении интенсивности окраски определенного слоя исследуемого раствора с интенсивностью окраски такого же слоя раствора с известным содержанием растворенного вещества (стандартный раствор). Понятно, что иногда такое исследование можно вести непосредственно для окрашенного вещества, иногда (напр. для солей меди или железа) нужно перевести исследуемые соединения в окрашенные соединения. Обычно сравнивают изучаемый раствор с определенным слоем основного раствора и изменяют высоту слоя раствора, пока не получится при рассматривании сверху обоих растворов одинаковый оттенок; или же ищут ту толщину слоя, при к-рой цвет раствора уничтожается наложением определенной, окрашенной в дополнительный цвет пластинки. Специальным примером колориметрического анализа является также метод определения серы по окрашиванию фильтра сернистым кадмием, выделенным из определенного объема раствора. Иногда возможно определять содержание какого-нибудь вещества в растворе (но, конечно, если отсутствуют другие посторонние примеси) по плотности, напр. ареометром (см. *Денсиметрия*); так же определяется число градусов спиртового раствора спиртометром (см. *Алкоголеметрия*). Для растворов двух чистых веществ пользуются рефрактометрией, т. е., составив заранее таблицу изменений показателя преломления в зависимости от состава двух составных частей раствора, по показателю преломления

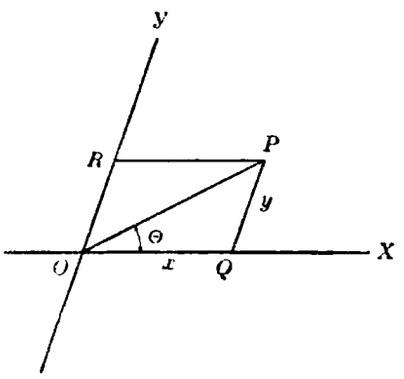
определяют состав данной смеси. Этим пользуются и в технич. анализе для определения масел. Для растворов сахаров и некоторых белковых веществ можно использовать полярим етрию, т. е. измерение величины вращения поляризованного света в данном растворе. При исследовании органич. веществ широко пользуются наблюдениями над температурами кипения, над изменениями их во время перегонки и температурами плавления, которые для каждого вещества являются вполне определенными константами. Это, в сущности, наилучший способ анализа смеси летучих веществ, если в нашем распоряжении имеется большое количество исследуемой смеси и если можно вести фракционировку, пользуясь хорошим дефлегматором.

Очень широко распространены металлографический и микроминералогический анализы, т. е. наблюдение тонких шлифованных пластинок исследуемого вещества под микроскопом. В микроминералогическом анализе широко применяется наблюдение в поляризованном свете при помощи т. н. поляризационного микроскопа, что облегчает определение отдельных минералов в исследуемой горной породе. На основании кристаллографических и оптических свойств возможен кристаллохимический анализ. Анализ металлографический в не очень сложных случаях, напр. для углеродистой стали, содержащей мало примесей, позволяет определять состав материала с большой точностью по соотношению площадей на шлифе, занятых ферритом и перлитом в сполна отпущенной стали. При изучении сплавов металлографический анализ соединяют с термическим анализом, т. е. определением хода охлаждения сплава при помощи термоэлемента или термометра. Эти данные на основании правила фаз позволяют судить об изменениях, происходящих в сплаве, преимущественно об образовании химических и кристаллических соединений определенного (дальтонидов) и неопределенного (бертоллидов) состава. К термическому и металлографическому анализам обычно присоединяют: 1) магнитометрический, т. е. измерение магнитных свойств, преимущественно железных, кобальтовых и никелевых сплавов; 2) термоэлектрический, т. е. определение электровозбудительной силы данного сплава относительно чистого вещества; 3) кондуктометрический — определение электропроводности сплавов; 4) определение температурного коэффициента электропроводности; 5) определение твердости; 6) определение текучести и т. д. Все эти методы позволяют определять наличие или отсутствие т. н. «особых точек», характеризующих то или иное строение сплава: кристаллические растворы, эвтектики, кристаллические соединения.

Совершенно так же для определения особых точек в жидких растворах применяют аналитические методы, основанные на зависимости от состава исследуемой смеси: 1) плотности, 2) первой производной плотности, 3) упругости пара, 4) темп-р кристаллизации, 5) темп-р кипения, 6) вязкости, 7) коэфф-тов расширения и т. д. Для определения состава кристаллогидратов и кристаллоаммиакатов наблюдают упругость пара в зависимости от состава при постоянной $t°$, имея в виду, что для достаточно прочных кристаллов упругость пара постоянна, пока состав совокупности постоянен.

Лит.: Тредвелл Ф. П., Качественный анализ, ГИЗ, 1923; Меншуткин Н. А., Аналитич. химия, ГИЗ, 1922; Тредвелл Ф. П., Таблицы качеств. хим. анализа, Л., 1924; Дёринг Т., Обзор работ по аналит. химии, вып. 1 — 1914—19 гг., 1922; Тананаев Н. А., Капельный метод качественного химического анализа, Л., 1926; Штаудингер Г., Органический качественный анализ, Л., 1926; Федотьев П. П., Технич. анализ минеральных веществ, вып. 1—5, 1922—1926; Эмих Ф., Микрохим. анализ, Л., 1926; «Ztschr. f. analyt. Chemie», München; Kolthoff I. M., Der Gebrauch v. Farbenindikatoren, B., 1923; Kolthoff I. M., Die Massenanalyse, B., 1927. **В. Курбатов.**

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ, отрасль математики, занимающаяся геометрическими исследованиями при помощи методов алгебры и анализа. А. г. основана на определении положения точек в пространстве при помощи чисел, называемых координатами. На плоскости выбирают неподвижную точку O и две пересекающиеся прямые OX и OY (координатные оси) (фиг. 1). Положение любой точки P на плоскости определится, если разложить отрезок OP на два составляющих отрезка OQ и QP, параллельных координатным осям, или OR и RP. Число x, выражающее длину отрезка OQ, называется абсциссой точки P, а число y, выражающее длину отрезка QP, называется ординатой той же точки. Числа x и y считаются положительными, если отрезки OQ и QP направлены в те же стороны, что и соответствующие оси OX и OY, и отрицательными, если они обращены соответственно в противоположную сторону. При этих соглашениях каждой точке на плоскости отвечают вполне определенные значения абсциссы x и ординаты y и обратно, каждой паре значений x и y отвечает одна точка на плоскости. Абсциссы и ординаты носят общее название координат точки P.

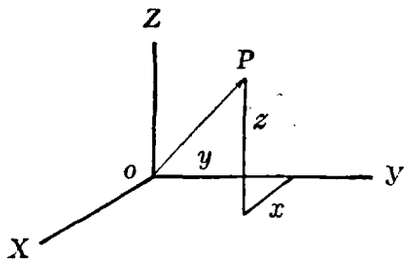


Фиг. 1.

Обычно угол между координатными осями берется прямой, тогда составляющие OQ и QP вектора OP являются его прямоугольными проекциями (ортогональные координаты). Этот способ координации (определения положения точки) был указан Декартом (1637 г.), и поэтому самые координаты носят название декартовых.

Можно определять положение точки P на плоскости также и при помощи полярных координат, указывая длину отрезка $OP=r$ и угол Θ между осью OX и вектором OP.

Положение точки P в пространстве определяется при помощи трех чисел. Через точку O проводят три непараллельных одной плоскости прямых OX, OY, OZ и разлагают OP на составляющие, параллельные этим прямым (фиг. 2). Здесь каждой координате также присваивается знак в зависимости от того, совпадает ли составляющий отрезок с направлением соответствующей координатной оси или же имеет противоположное направление. Положительные или отрицательные числа, равные этим составляющим, обозначаются обыкновенно буквами x, y, z и называются координатами точки P в пространстве. Чаще всего берут три взаимно перпендикулярные оси OX, OY и OZ. Тогда составляющие радиуса-вектора OP становятся равными прямоугольным проекциям его на координатные оси, а соответствующие числа x, y, z называются прямоугольными координатами точки P или радиуса-вектора OP.



Фиг. 2.

Положение точки P в пространстве м. б. определено и другими координатами. Можно, напр., построить сферу с центром в O, проходящую через точку P, и выбрать на этой сфере экватор и начальный меридиан. Тогда сферическими координатами точки P называют три числа: радиус сферы, широту и долготу точки P. Число координат, необходимых для полного определения положения точки P, равно числу измерений рассматриваемого пространства. Для исследования геометрич. свойств различных фигур в пространстве и их взаимного расположения надо выразить эти свойства при помощи ур-ий, связывающих между собой координаты точек, принадлежащих этим фигурам. Например координаты всех точек сферы с центром в O удовлетворяют ур-ию $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ (где R — радиус сферы), ибо квадрат радиуса-вектора равен сумме квадратов его проекций. В общем виде ур-ие $f(x, y, z) = 0$ выражает нек-рую поверхность. На плоскости можно предположить $z = 0$; тогда ур-ие $f(x, y) = 0$ выражает нек-рую линию, т. к. это ур-ие м. б. решено относительно одной из координат: $y = \varphi(x)$, при чем каждому значению x соответствует одно или несколько значений y, а следовательно,—определенные точки на плоскости. Обратно, каждая кривая может быть выражена ур-ием между координатами ее точек.

Целый ряд геометрич. задач м. б. разрешен при помощи алгебраич. вычислений. Напр., если даны две кривые в ур-иях

$$f(x, y)=0 \text{ и } F(x, y)=0,$$

то для нахождения точек пересечения этих кривых достаточно решить совместно эти два уравнения. Полученные значения координат x и y будут координатами точек пересечения. Во многих задачах целесообразно не определять радиусы-векторы различных точек при помощи координат, а вести вычисления непосредственно над радиусами-векторами этих точек при помощи методов векторной алгебры. Этот метод имеет большие преимущества для исследования линейных фигур, прямых линий, плоскостей и их взаимного расположения.

Методы А. г. имеют громадное значение для разрешения задач механики и физики.

Лит.: Млодзеевский Б. К., Основы аналитич. геом. на плоскости, ГИЗ, 1923; его же, Основы аналитич. геом. в пространстве, М., 1924; Соколовский И. И., Аналитич. геометрия в векторном изложении, Москва, 1926; Поляков А. П., Аналитич. геом., 1926; Цубербиллер О. Н., Сборник задач и упражнений по аналитич. геом., ГИЗ, М., 1927.

Я. Шпильрейн.

АНАЛОГИЧЕСКИЙ ПОЛЮС, конец кристалла, электризующийся положительно при повышении температуры (температура и потенциал увеличиваются или уменьшаются одновременно). Противоположный конец кристалла, электризующийся отрицательно, называется анталогическим полюсом.

АНАМОРФИЗМ, явления изменения горных пород, связанные с эндотермическими реакциями и реакциями диссоциации, происходящие под влиянием высоких давлений и $t°$, существующих в глубинных зонах земной коры. Явления А. тесно связаны с явлениями *динамометаморфизма* (см.). В результате А. происходит образование силикатов, безводных соединений и ряд восстановительных процессов. Английский геолог Ван-Хайз (Van Hise) противополагает зоне А. зону катаморфизма, объединяющую пояса разрыхления и цементации.

АНАНАСНАЯ ПЕНЬКА, волокно, из листьев различных видов ананаса и родственных ему растений; разводится на Вест-Индских о-вах, в Ц. Америке, на Филиппинах, на о-ве Формоза. Волокно А. п. отличается тониной, блеском, шелковистостью. Длина технического волокна доходит до 3 *м*, поперечник сечения элементарного волокна 10—26 μ, в среднем 18 μ. Употребляется в ограниченных количествах для производства тонких тканей, сетей. См. *Волокна.*

АНАНАСНАЯ ЭССЕНЦИЯ, смесь этиломасляного (30 ч.) и изоамило-изовалерианового (130 ч.) эфиров в спиртовом (840 ч.) растворе или смесь этиломасляного (50 ч.), изоамиломасляного (100 ч.), изоамилоуксусного (10 ч.) эфиров, лимонного (1 ч.) и померанцевого (2 ч.) масел с глицерином (30 ч.) и спиртом (1 000 ч.). Применяется для приготовления напитков и кондитерских изделий.

АНАСТАТИЧЕСКОЕ ПЕЧАТАНИЕ, в типографском деле — печатание с форм, полученных путем хим. перевода на литографский камень или цинк ранее отпечатанных листов, во избежание расходов и потери времени, связанных с новым набором. А. п. применяется в случаях переиздания словарей, книг по математике, нот и других книг, набор к-рых сложен и дорог. Есть ряд способов А. п.; наиболее распространено печатание при помощи смачивания листов ранее отпечатанного издания слабым (5—10%) раствором азотной к-ты, после чего листы сильно притискиваются прессом к гладко отполированной поверхности литографского камня или цинковой пластинки. Азотная

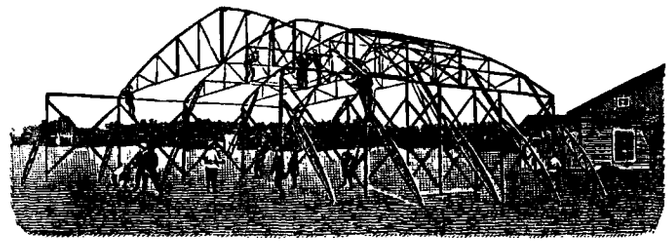
к-та разъедает камень, но содержащая олифу типографская краска, к-рой отпечатаны текст или рисунок, защищает в соответствующих местах камень или цинк от разъедания азотной к-той, и, следовательно, эти места становятся более выпуклыми и при накатывании краской дают оттиск. При этом буквы, подлежащие печатанию, нужно предварительно защитить, напр. канифолью, покрывающей краску. Возможно также, после предварительной хим. обработки ранее отпечатанного листа и прокатки затем валиком с краской, «оживление» текста и иллюстрации, при чем белые места бумаги краски не принимают. А. п. не всегда возможно, т. к. издания, с к-рых делается перевод, обычно приходят в негодность; кроме того, безукоризненного перевода добиться трудно, и изготовляемый т. о. материал на камне или цинке, часто несколько расплывчатый, приходится подправлять от руки. С расширением применения фотографии в печатном деле, А. п. заменяется или получением обычных авто- и фототипических клише или другими способами, например офсет (см. *Фотомеханические способы печатания*), при которых возможно увеличение или уменьшение получаемой формы против оригинала.

АНАСТИГМАТЫ, наиболее совершенные фотографические объективы, исправленные на сферическую и хроматическую аберрацию и *астигматизм* (см.) и обладающие большой светосилой. А. дают резкие изображения не только в центре поля, но и при больших углах зрения, чем отличаются от *апланатов* (см.). Различают А. симметрично и несимметрично построенные. Примером первых может служить наиболее употребительный двойной анастигмат Герца (дагор) со светосилой $f : 6{,}8$. Наибольшая светосила у А. $= f : 1{,}8$. Наиболее известные: А.: немецкий—протар, унар, планар, триотар и особенно тессар Цейса; дагор, целор и догмар Герца; ортостигмат и унофокал Штейнгейля; коллинеар и гелиар Фохтлендера; аристостигмат и плазмат Мейера; омнар Буша; английский—гомосентрик и экспресс Росса, А. Кука, Тэйлора и Гобсона; американский—Бауша и Ломба; французский—Бертио и мн. др.

Лит.: Сольский Д., Иванов И., Хомяков А., Чибисов К. и Тарасенков Д., Фотография и аэрофотография, гл. II, М., 1926; E. Энглиш, Основы фотографии, ГИЗ, М., 1927.

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ, гистология, или внутренняя морфология, наука о внутреннем строении растительных организмов. Анатомич. изучение клеток, тканей и органов растительных организмов ведется, во-первых, с точки зрения истории их развития, способа происхождения; во-вторых, с точки зрения физиологич. функции, или основной работы, выполняемой отдельными тканями и органами. Исходя из физиологич. принципа, Габерландт выделяет следующие группы, или системы, растительных тканей: 1) кроющая система, 2) механическая, 3) всасывающая, 4) ассимиляционная, 5) проводящая, 6) накопляющая, 7) система газового обмена, 8) выделительная система. А. р. выясняет также связь между внутренним строением растений и их положением в систематике растений (анатомия типов растительных организмов). Из А. р. выделяют цитологию, изучающую особенности строения составных частей растительной клетки. Анатомич. работы ведутся при помощи микроскопа и различных технич. приемов микроскопирования (изготовление препаратов, их обработка специальными реактивами, окрашивание и пр.). Анатомический анализ имеет большое практич. значение, напр. при установлении фальсификации пищевых и кормовых средств, при определении технич. ценности древесины, текстильных растительных материалов, определении ботанического состава торфов, сапропелитов и т. д. **И. Т.**

АНГАР, помещение для хранения и обслуживания самолетов во время эксплоатации, ремонта и сборки. Просторное, прямоугольное, крытое помещение с одним или двумя выходами во всю его ширину. А. возводятся временные (переносные и стационарные) и капитальные. Переносные, или разборные, А. широко применяются в военной авиации в условиях боевой работы и в мирных условиях на маневрах, а также в гражданской авиации во время работы самолетов в экспедициях. При маневренной войне этот тип А. является единственным пригодным для эксплоатации. Во время империалистической войны на снабжение русской армии были приняты А.— палатки шатрового типа системы Ульянина, изготовлявшиеся из пропитанной водонепроницаемым составом парусины. Временные А. обычно выпускались трех размеров: одиночный, сдвоенный и строенный. Конструкция шатровых палаток состоит из поддерживающего покрытие палатки каркаса из стальных тросов, растянутых между вершинами вертикально поставленных шестов, расчаленных пеньковыми веревками. В сложенном виде одиночная палатка со всеми принадлежностями и установочным инструментом укладывается на обычный армейский пароконный фургон. Другой тип переносных А. (фиг. 1), более вместительных и более прочных, с жестким деревянным каркасом, состоит из отдельных плоских разборных ферм, образующих по контуру попереч. сечения А. боковые колонки и дугообразные арки; ряд таких ферм, отстоящих одна от другой на небольшом расстоянии и связанных между собой жесткими крестами, обтягивается сшитыми парусиновыми полотнищами. Этот тип переносных А. не получил широкого применения вследствие своей высокой стоимости, сложности сборки, разборки и перевозки и, главное, из-за



Фиг. 1. Переносный ангар Бессоно.

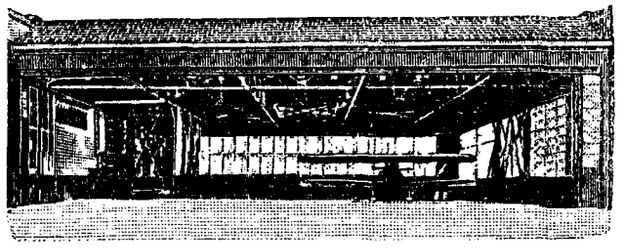
трудности маскировки. Наиболее распространенным типом А., применяемым повсеместно с самого начала авиации до настоящего времени, является временный А. стационарного типа из дерева. Он состоит из врытых в землю по периметру занимаемой А. прямоугольной площади столбов, обшитых с трех сторон досками. Четвертая сторона, служащая выходом, заставляется узкими дощатыми щитами, легко переносимыми одним человеком. Здание покрывается двускатной щипцовой крышей со скатами в сторону боковых стен. В зависимости от предполагаемого срока службы, кровля делается железной или дощатой. Свет устраивается боковой, при чем окна располагаются на высоте от 1,5 *м* над землей и выше. Пол земляной или глинобитный и редко выстилается досками. Никакого оборудования, кроме верстака с тисками и набора инструмента для разборки самолетов и моторов, временные А. не имеют.

По ширине (соответственно ширине выхода) временные А. делают не более 22 *м*. Т. о. многие современные самолеты не м. б. укрыты во временных А., не имеющих специального приспособления для заводки самолета боком. Приспособление это заключается в 4-колесной тележке с возможно низко от пола сидящей платформой, передвигаемой вручную по деревянному настилу, выходящему из глубины А. наружу в виде дорожки, параллельно боковым стенам. Недостатком такого приспособления является трудность ввода тяжелого самолета на платформу даже при посредстве трамплина, устраиваемого у наружного конца дорожки в виде наклонной плоскости, возвышающейся до уровня платформы. Обслуживание самолета во временном А. имеет целый ряд неустранимых неудобств. Подсобные мастерские, в к-рых производится мелкий ремонт, в целях пожарной безопасности должны возводиться обособленно от А., на таком расстоянии, чтобы искры из отопительных печей и печей для подогревания воды и масла не могли долетать до помещения А.

В отличие от временных А., назначение к-рых в отношении обслуживания самолетов ограничивается почти исключительно задачей защиты их от бурь и непогоды, капитальные А. должны быть достаточно просторны и вполне обеспечены как дневным светом, при закрытых дверях, так и электрическим, при работе в сумерках или ночью. При них д. б. подсобные мастерские, склад мелких запасных частей, ходовых материалов, инструмента и приборов и камера для подогревания в зимнее время воды и смазочных масел. Открывание и закрывание дверей должно производиться механически, при помощи лебедки или электромотора. Необходимо оборудовать А. подъемным устройством в виде хотя бы одного подвесного крана для снятия и установки моторов в случае их замены или чистки. Условия хранения самолетов в отношении влажности воздуха внутри А. и $t°$ д. б. наиболее благоприятными для тех материалов, из к-рых выполнены самые ответственные части хранящихся машин. Хорошая естественная вентиляция, установка механических вентиляторов и отопление должны обеспечивать производство работ в любое время года и дня. Вопрос об отапливании самого А. не получил еще окончательного разрешения, так как не выяснена степень вредного влияния на самолеты резкой перемены $t°$ от холода к теплу, вызывающей нежелательное явление отпотевания, к-рое наступает тотчас после заводки машины в теплый А. Хорошая вентиляция, правда, способствует быстрому улетучиванию влаги, но лишь с поверхности самолета, в то время как внутри обшивки, гл. обр. крыльев и рулевых поверхностей, роса, вследствие отсутствия тока воздуха, способна задерживаться долгое время, сохраняясь в виде капель, вплоть до новой выводки самолета в поле, что вредно отражается как на материалах, так и на покрывающих их лаках, красках и эмалитах. Кроме того, снабжение А. отопительными устройствами чрезвычайно удорожает как начальную стоимость, так и эксплоатацию А. (вследствие большой кубатуры отапливаемого помещения и трудности отепления его крыши и, главное, выходных дверей). Принимая, однако, во внимание чрезвычайную трудность работы в холодных А. во время сильных морозов, совершенно отказываться от обогревания А. не следует. Во всяком случае, можно без вреда для машин повышать в А. $t°$, в зависимости от влажности наружного воздуха, не доводя ее до точки росы и не поднимая ее выше нуля, для того, чтобы снег, подсыпаемый на пол при выводке и заводке поставленных на лыжи машин, не таял и мог быть легко удален метлой перед закрытием дверей А. Конструкция всего здания А. должна быть хорошо продумана в отношении пожарной безопасности, а помещения достаточно оборудованы противопожарными средствами в виде водяных кранов с рукавами и брандспойтами, огнетушителей и ящиков с песком. Все подсобные помещения, сообщающиеся с А., отделяются от него огнестойкими дверями или металлическими жалюзи, должны иметь второй выход непосредственно наружу, чтобы в случае возникновения в них пожара огонь не мог проникнуть внутрь А. и в то же время имелась возможность тушить его без предварительного взлома окон. В случае же появления огня в самом помещении А., конструкция дверных устройств должна позволять быстрое освобождение выходов для выводки самолетов. Полы во всех помещениях А. должны быть бетонные.

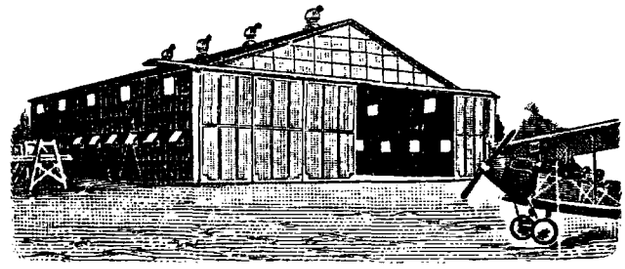
Основываясь на обычных для большинства самолетов отношениях габаритных размеров высоты конструкции машин к размаху крыльев, близких к значениям 1:4 — 1:3,5, практика ангаростроения придерживается этих же значений в отношениях исполнительных размеров выходов. В новейших железобетонных А. воздушного порта Ле Бурже, под Парижем, выходные отверстия имеют в свету 50×15 *м*, а на аэродроме Виллакубле — 45×10 *м*, при чем глубина как тех, так и других А. составляет всего около 0,7 ширины.

В конструктивном отношении капитальные А. от обычных гражданских сооружений и заводских зданий отличаются целым рядом особенностей, требующих для них со стороны строительной техники специальных решений. Так, напр., здание А. почти или вовсе не имеет поперечных капитальных связей; поэтому требуется самостоятельное укрепление боковых стен, в отдельности каждой, пристройками или контрфорсами. В А. с одним выходом, имеющих тыловую поперечную стену, укрепление боковых стен обязательно только вблизи выходов; однако вследствие небольшой глубины их служебные пристройки, крепящие боковые стены, располагаются обычно во всю длину этих стен. А. необходимо строить на таком расстоянии друг от друга, чтобы между ними оставалось достаточно свободного места для прохода больших самолетов. В интересах экономии площади аэродрома, а также строительных материалов, выгодно сдваивать А., примыкая их друг к другу боковыми или тыловыми стенками. В последнем случае выходы устраиваются с противоположных концов. Поперечных стен такой А. уже не имеет, представляя собою одно целое вытянутое по длине помещение, при чем, для одинакового удобства пользования обоими выходами, А. располагается боковыми стенками вдоль границы аэродрома. После целого ряда опытов с применением распахивающихся, поднимающихся, опускающихся и складывающихся гармоникой дверных устройств, техника ангаростроения в последнее время остановилась на конструкции раздвижных дверей в виде отдельных щитов, движущихся в своей плоскости по рельсам (фиг. 2). Размеры щитов по длине выбираются с таким расчетом, чтобы щит, во-первых, не был слишком тяжел для отодвигания его силой людей и, во-вторых, чтобы сдвинутые в сторону во время открывания выходов щиты не слишком загромождали проходы между отдельными А. С этой целью, для каждой пары встречных щитов, раздвигаемых в противоположные стороны, делается отдельная колея; т. о. при открывании А. щиты как бы накладываются один на другой. В некоторых случаях колеи с боков А. загибаются в виде дуг, позволяя загонять щиты за углы боковых стен небольшим веером. Перекрытия капитальных А. в большинстве случаев имеют вид цилиндрической поверхности с образующими, параллельными глубине здания. Форма дуги по большей части параболическая или круговая.



Фиг. 2. Капитальный американский ангар. Раздвижные двери при раскрытии остаются внутри помещения.

Конструкции применяемых перекрытий чрезвычайно многообразны, а во многих случаях весьма интересны и оригинальны. В ангарах Виллакубле вся несущая часть крыши, состоящая из железобетонных параболических ферм, остается, с целью уменьшения ветровой нагрузки, открытой. Кровля из бетонных плит перекрывает расстояние между соседними фермами в виде узких щипцовых крыш, опирающихся своими скатами на нижние горизонтальные пояса ферм. В условиях нашего климата, с большим количеством снеговых осадков, такая крыша, конечно, неприменима, т. к. снег, улавливаемый открытыми частями ферм и не имеющий возможности ссыпаться, будет быстро накапливаться и нагружать перекрытие, очистка же крыш от снега при данной их форме и размерах чрезвычайно затруднительна. Большой интерес представляет применяющаяся у нас система цилиндрич. перекрытий с жесткой обшивкой. Жесткий свод образован двумя слоями досок, сшитых в каждом слое рядами, идущими по цилиндрической поверхности обшивки в виде винтовых линий (в одном слое с правым шагом, в другом — с левым) под углом в 60° к оси цилиндра. Сохранение желаемой круговой формы изгиба свода достигается натяжением растяжек, расположенных в перпендикулярных к поверхности свода плоскостях, в нескольких сечениях по длине перекрытия. В каждом сечении растяжка образует как бы два пересекающихся пучка хорд, выходящих из противоположных концов дуг. Этот тип конструкции дает чрезвычайно легкую, прочную и красивую крышу. Существует целый ряд других перекрытий, с успехом применяющихся в ангаростроении. Каркас их в большинстве случаев состоит из стропильных ферм различных форм (помимо описанных дуговых, часто встречается мансардная многоугольная ферма) из разнообразных материалов. Кровля обычно делается железная, иногда частично застекленная. В капитальном ангаростроении находит себе применение почти полный ассортимент строительных материалов (фиг. 3).



Фиг. 3. Капитальный американский огнестойкий металлический ангар. Стальной каркас, обшивка из листов нержавеющего сплава.

Стены А. возводятся: каменные (кирпичная кладка), железобетонные, железные и деревянные (бревенчатые срубы). В то время как применение дерева для перекрытий и выходных дверей не может встретить особых возражений, устройство бревенчатых стен, несмотря на относительную дешевизну их, по целому ряду условий, которым должен удовлетворять капитальный А., нужно считать нерациональным. Для

гидросамолетов А. бывают трех типов: береговые, пловучие и свайные. Первые, с целью облегчения спуска самолетов на воду, строятся, насколько позволяют изменения высоты уровня поверхности гидродрома, по возможности ближе к воде. Мало отличаясь в наземной части сооружения от А. для сухопутных аппаратов, береговые А., в виду трудности перетаскивания гидросамолетов волоком по грунту, имеют дополнительные устройства и приспособления, облегчающие движение машин у А. и к воде (см. *Гидродром*). Плавающими убежищами для гидросамолетов являются большие морские суда, приспособл. для перевозки, хранения и возможности производства взлетов и посадок самолетов с палубы корабля во время хода или стоянки на якорях. См. *Авианосец*.

Лит.: «Вестник Воздушного Флота», М., 1924, *4—5*, 1926, *6*; «С. П.», М., 1924, 1925; «Воздушный справочник», т. 4, Авиаизд., М., 1927; Хрипин В. Л., Андреев Е. С. и Тулупов Н. М., Аэродромы сухопут. и морской авиации, М., 1925; «Le Génie Civil», t. 85, *10*, P., 1923; «Beton u. Eisen», B., 1923. **В. Гольцшмидт.**

АНГЕЛИКОВОЕ МАСЛО, эфирное масло, получаемое из плодов или корней растений Angelica и Archangelica L., культивируемых в З. Европе. Бо́льшее распространение имеет первое, т. е. масло из корней Angelica, получаемое с выходом 0,7—1,5%; сухие корни дают 0,35—1,0%. А. м. находит ограниченное применение, по преимуществу—в ликерном производстве.

АНГИДРИДЫ, группа химических веществ, содержащих кислород и дающих при соединении с водой кислоты. Неорганические А. кислот образуются при сгорании некоторых элементов (см. *Металлоиды*) в атмосфере кислорода или воздуха. Так, наприм., уголь и сера сгорают в CO_2 и SO_2, которые являются А. угольной и сернистой кислот, неустойчивых в свободном состоянии и известных только в форме солей. Другие А., наоборот, гигроскопичны — связывают воду в очень прочные кислоты; к ним относятся: А. серной кислоты SO_3, А. фосфорной кислоты P_2O_5 и др. На этом свойстве основано их применение в лабораторной практике в качестве водоотщепляющих средств. Органич. А. одноосновных к-т получаются при отщеплении частицы воды из двух молекул к-ты; напр. А. уксусной к-ты:

$$2CH_3COOH = (CH_3CO)_2O + H_2O.$$

А. многоосновных кислот образуются в результате интрамолекулярного отщепления воды и представляют собой соединения циклического типа:



А. янтарной к-ты А. фталевой к-ты

А. органических кислот получаются зачастую действием хлорангидрида кислоты на ее натриевую соль:

$$CH_3COCl + NaOCOCH_3 = (CH_3CO)_2O + NaCl.$$

Со спиртами (алкоголями) А. кислот образуют сложные эфиры, с аммиаком — амиды кислот, с аминами — замещенные амиды кислот. В технике А. применяются для введения кислотных остатков в различные соединения. См. *Ацилирование*.

АНГИДРИТ, безводный сернокислый кальций $CaSO_4$ (CaO—41,2%, SO_3—58,8%), тв. 2,5—3,0; уд. в. 2,42—3,10. В природе встречается вместе с каменной солью и гипсом; на поверхности земли переходит в гипс; кристаллизуется в ромбической системе; большей частью бесцветен, но бывает и окрашен в разные цвета; голубые и красноватые разности идут на мелкие поделки и украшения; серо-коричневый А., встречающийся в Италии (Ломбардия), идет на скульптурные работы (бергамский мрамор). В СССР А. встречается в Пермском округе (г. Кунгур). Кроме природного А. получают и искусственный, обжигом гипса. Из А. приготовляют т. н. ангидритовый цемент (смесь тонко измолотого А. с окисью кальция и гипса), отличающийся большой прочностью. В СССР Иваново-Вознесенским гос. текстильным трестом в 1925 г. построен первый опытный завод производства ангидритового цемента с производительностью около 3 000 *т* в год.

Лит.: Будников П. и Левин М., Ангидритовый и гипсовый цемент, «Труды Гос. эксп. ин-та силикатов», вып. 14, М., 1924.

АНГИДРИТОВЫЙ ЦЕМЕНТ, получается из *гипса* (см.), а также из сернокислых солей бария и магния, при чем в качестве побочного продукта получается SO_2. Обезвоженный гипс смешивается с половиной количества углерода (кокса), теоретически необходимого для полного восстановления $CaSO_4$, во избежание восстановления $CaSO_4$ до CaS, по ф-ле $CaSO_4 + 2C = CaS + 2CO_2$; смесь нагревают во вращающейся печи, в к-рую добавляют глинистый сланец. После выделения газов, содержащих 6—7% сернистого газа, идущих на изготовление *серной кислоты* (см.), в печи получается *клинкер* (см.), удовлетворяющий нормам, предъявляемым к портланд-цементу. См. *Цементы*.

АНГЛЕЗИТ, минерал, система ромбическая, бесцветен, химический состав $PbSO_4$ (73,5% PbO и 26,4% SO_3); представляет собой продукт разложения свинцового блеска. См. *Купорос свинцовый*.

АНГЛИЙСКИЕ КОТЛЫ, паровые котлы с жаровыми трубами. Котлы, имеющие одну трубу, называются корнваллийскими, имеющие две трубы—ланкаширскими. Топку почти всегда располагают внутри жаровой трубы, иногда приделывают перед трубой. Движение горячих газов должно происходить по жаровой трубе. Для хорошего действия котлов необходимо, чтобы размеры жаровой трубы и ее расположение давали возможность удобно производить очистку и осмотр внутренней части котлов, а также необходим их равномерный нагрев. Обычно диам. жаровой трубы для корнваллийского котла берут равным ½, а для ланкаширского — $^1/_3$ диам. котла. Поверхность нагрева корнваллийских котлов не превышает 100 *м*², а ланкаширских—140 *м*². Существуют котлы с тремя жаровыми трубами, дающие большую поверхность нагрева (до 220 *м*²) и равномерный нагрев, но такие котлы, вследствие дороговизны и затруднительной чистки, мало употребительны. См. *Жаротрубные котлы* и *Паровые котлы*.

АНГЛИЙСКИЙ КРУГЛЫЙ ВЯЗАЛЬНЫЙ СТАНОК, кулирный станок, с неподвижными и подвижными крючковыми (пружинистыми) иглами, а также и с язычковыми, расположенными на фонтуре вертикально (параллельно друг другу). В американских круглых станках вращение происходит против часовой стрелки. Строят станки с одной, двумя и несколькими системами — до 22 класса файн, диаметром от 57 *мм* до 1 000 *мм*, а для специальных целей — в два раза больше. На таких станках размещают от 80 до 100 систем; они вырабатывают редкосвязанной ткани до 1 000 *кг* в 48 ч. Ткань идет в Америке на мешки для перевозки мороженого мяса. Кроме ткани гладкого вязания, станки с особыми приспособлениями вырабатывают кружевное вязание с прессованным платированным узором. Современный станок-автомат «Утопия», диаметром 16 дм., 560×560 иголок, 36-G, 4 системы, приблизительно 11 рядов на 1 дм. — стоит 2 475 долл. франко-порт Англия. С приспособлением жакарда ткань идет на выработку дамских костюмов, жакетов, пальто.

Лит.: см. *Вязально-трикотажное производство.*

АНГЛИЙСКИЙ ФАРФОР, мягкий «костяной» фарфор, в массу которого входит составной частью жженая кость. Примерный состав массы А. ф.: 45 ч. каолина, 8 ч. полевого шпата, 9 ч. кварца и 44 ч. жженой кости. Обжиг фарфора производится два раза: первый раз без глазури, при высокой $t°$, примерно такой же, как и для фаянса, затем с глазурью, при низкой $t°$. Глазури употребляются свинцовые и борнокислые, применяемые при фаянсовом производстве. Обжиг производится в капселях. Вместо жженой кости в массу можно вводить фосфорнокислую известь (фосфорит).

АНГЛИЙСКИЙ ФАЯНС, тонкий фаянс, полевошпатовый фаянс. По-английски носит название flint ware, white granite, ironstone china. Обладает белым или слегка желтоватым твердым черепком. А. ф., применяемый для изготовления санитарных изделий, имеет весьма плотный и непроницаемый черепок и по структуре приближается к твердому фарфору. Масса А. ф. составляется из жирной глины, каолина, кварца и полевого шпата или пегматита. Состав А. ф. колеблется в следующих пределах (в весовых частях):

жирной глины (blue clay)	18—43
каолина (china clay)	22—43
кварца прокал. (flint)	21—38
пегматита (cornish stone)	10—17

Обжиг изделий производится два раза. Первый обжиг, без глазури, проходит при температуре, соответствующей SK 5 — 10. После первого обжига изделия покрываются легкоплавкой глазурью, в состав к-рой входят каолин, кварц, мел, сода, борная кислота, окись свинца. Глазурные материалы предварительно частично сплавляются (фриттуются), чтобы растворимые составные части перевести в нерастворимые соединения. Изделия, покрытые глазурью, обжигаются второй раз при более низкой температуре SK 0,10—1 или несколько высшей для санитарных изделий. При обжиге как в первый, так и во второй раз изделия ставятся в капсели.

АНГЛИЙСКОЕ ПРЯДЕНИЕ, система гребенной обработки шерсти в пряжу, представляющая совокупность процессов сложения, вытягивания, гребнечесания и прядения. Англ. система камвольного прядения допускает обработку более упругой и длинной шерсти (*кроссбредная шерсть*, см.), а франц. система допускает обработку более эластичной, мягкой, тонкой и короткой шерсти (мериносовая шерсть). Подробнее см. *Шерстопрядение.*

Лит.: Priestman H., Principles of Wool Combing, L., 1921; Priestman H., Principles of Worsted Spinning, L., 1921. **И. Канарский.**

АНГЛИЙСКОЕ СНОВАНИЕ, способ, при к-ром пряжа навивается на сновальном валике с плотностью, в несколько раз меньшей плотности основы на ткацком навое. Для полной основы приготовляется несколько валиков, совокупность которых называется партией. Число нитей на валике обыкновенно бывает от 400 до 500, длина валика делается чаще всего около 56 дм.

Лит.: см. *Ткацкое производство.*

АНГОБ, залицовочный тонкий слой глины, частично или сплошь закрывающий поверхность керамического изделия и маскирующий цвет или грубую структуру его черепка. А. — более ценная масса, чем сам черепок. Он кладется чаще всего в виде белой пластичной глины на простую красную или на искусственно окрашенную белую или красную глину. А. в русском кустарном гончарном производстве носит название побела. Процесс нанесения А. на черепок называется ангобированием или ангобажем и выполняется на сырых глиняных изделиях или на обожженных. Часто ангобированные изделия покрываются сверху *глазурью* (см.). При составлении А. необходимо: 1) подогнать его коэфф. расширения к коэфф. расширения черепка; 2) получить цветные А.; 3) придать А. такие свойства, которые были бы наиболее благоприятными для последующей подглазурной окраски или окраски цветными глазурями. Для подгонки коэфф-тов расширения определяется усушка и усадка основного глиняного теста и ангобной массы и, в случае большей усадки последней, к ней добавляют просеянный через тонкое сито песок до уравнения коэфф. расширения. Состав А. (по Зегеру), согласующийся почти со всяким фаянсовым черепком: белой пластичной глины — 30%, кварца — 55%, обыкновенной фаянсовой глазури — 15%; состав может быть окрашен. Для прочной подгонки А. к черепку имеет значение толщина слоя А., которая на высушенном черепке не должна превосходить 0,5 *мм*. Цветные ангобы получаются прибавлением окислов металлов: меди или хрома (зеленые цвета), кобальта (синие), железа (желтые, красные), марганца (коричневые). На тонком фаянсе или фарфоре окрашенным А. может служить основная масса изделий с добавкой указанных красителей, при чем для высокой температуры, при к-рой обжигается фарфор, из указанных окислов пригодны лишь кобальтовые и хромовые.

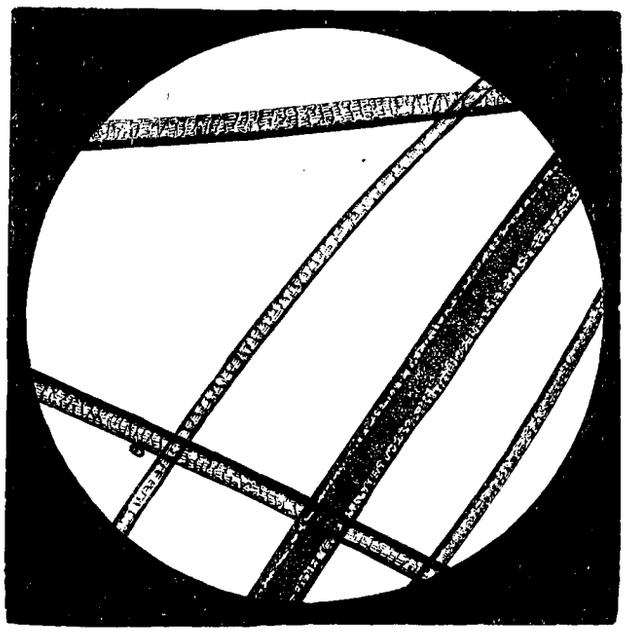
А. иногда служит грунтом для нанесения на них подглазурной окраски или покрытия их цветными глазурями. В этом случае, для получения более интенсивных тонов, к составу А. прибавляют щелочи. Изделия Ср. Азии, с богатейшей глазурной или подглазурной окраской по А., с интенсивными зелеными, синими и лиловыми тонами имели А. из 50% тонкого кварца и 50% поташа. Старые итал. майолики и голландск. фаянсы (по Arnaud) покрывались белым А. — эмалью такого состава: фритты—120, белого песка—120, кальцины—из 65 ч. свинца и 35 ч. олова—100. Состав фритты: белого песка—120, вин. осадка—100, поваренной соли — 30. Терракотовые изделия окунали в этот А., расписывали по необожженному грунту красками из окислов меди, сурьмы, марганца или цафры, стертых с одним суриком (20—25%), и покрывали глазурью: фритты — 36, сурика — 42, поташа — 4, морской соли — 7. Такие А. со щелочами назывались ф л ю с н ы м и. К последним относятся также черные и красные блестящие А. древнегреческой вазовой керамики, неправильно называемые л а к о м или л ю с т р о м и представляющие переход от А. к глазури. В керамике существует ряд способов декоративного использования или обработки А.: 1) покрытие сплошным слоем А.—п о л и в к о й или п о г р у ж е н и е м изделия; 2) с г р а ф ф и т о — на необожженном черепке, покрытом А. другого цвета, производится линейная гравировка или счистка А. целыми плоскостями, согласно рисунку, до полного снятия залицовочного слоя, в результате чего получается двухцветный рисунок; 3) р е з е р в а ж — нанесение рисунка кистью или через трафарет растопленным салом и последующая поливка А., при чем на жирных местах А. не пристает; 4) п а с т и л а ж — нанесение рисунков А. из рожка или пипеток — способ, применяемый в кустарном производстве; 5) м о л е т а ж — нанесение линейных рисунков А. по углублениям, вдавлен. в глиняное тесто изделия колесиком; 6) э с т а м п а ж — на плоские изделия из крутого или полукрутого теста наносится пласт рисунка другого цвета с последующим прессованием; при сухом тесте производится насыпка порошкообразного А. слоями в форму, к-рая снабжается перегородками, вынимающимися перед прессованием; так изготовляются *метлахские плитки* (см.); 7) б а р б о т и н — цветные А. для живописи кистью, с применением более сложных живописных приемов; 8) p â t e s u r p â t e (п а т - с ю р - п а т) — декоративная обработка искусственно или естественно окрашенного тонкого каменного черепка, на к-рый рельефно нанесены изображения А. светлых цветов; этот наносимый слой А. должен быть слегка флюсующимся при обжиге, т. к. такие изделия выпускаются в виде *бисквитов* (см.) не покрытые глазурью; полученные барельефные изображения в тонких слоях полупросвечивают, дают впечатление легкости и воздушности и напоминают античные камеи из двуслойных каменных пород.

А. Филиппов.

АНГОЛА-КАУЧУКИ, африканские сорта средней доброкачественности; темные небольшие комья, в разрезе красновато-бурые; 18—26% потери при промывании; мытый сушеный каучук содержит 9% смол и 0,5% золы (по Веберу).

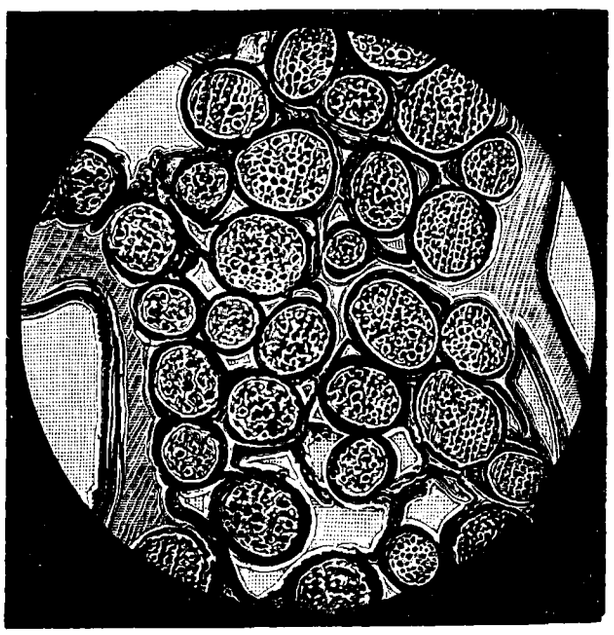
АНГОЛЬСКОЕ ДЕРЕВО, африканское сандальное дерево, габан, гамбаль, Camwood, древесина Baphia nitida Afzel. (сем. Caesalpiniaceae) — дерева, произрастающего в западной Африке, на холмах Сиерра-Леоне. Древесина тяжелая, белого цвета, после нахождения на воздухе приобретает красный цвет; употребляется для столярных изделий, из нее добывают также красную краску.

АНГОРСКАЯ ШЕРСТЬ, шерсть ангорских коз (Hircus angorensis), имеющих рас-



Фиг. 1. Продольный вид волоса, ув. 65.

пространение в Малой Азии, Испании, Франции, Австралии, Америке и Капской колонии. А. ш. отличается блеском, тониной волокна, красивой извитостью и в промышленности носит название м о-



Фиг. 2. Поперечный разрез волокна, ув. 305.

г е р а. А. ш. имеет среднюю длину от 120 до 150 *мм*, в отдельных случаях достигает

длины 300 *мм*. С ангорской козы в год получается от 2 до 6 *кг*. Могер идет на трикотажные изделия, костюмные, люстровые ткани. Чешуйчатость могерской шерсти овальная (фиг. 1) и кольцевая; зависит она от тонины волокна. По мере огрубения волокон чешуйчатость переходит из кольцевой в овально-кольцевую. На фиг. 2 изображен поперечный разрез шерстяного волокна, полученного склеиванием пучка отдельных волос.

Лит.: Канарский Н. А., Шерсть и ее обработка, т. 1, ч. I—II, Москва, 1923; Beaumont K., Wool Substitutes, New York, 1922; Bowman F. H., The Structure of the Wool Fibre and its Relation to the Use of Wool for Technical Purposes, New York, 1908. **Н. Канарский.**

АНГОСТУРА-БАЛЬЗАМ, см. *Копайский бальзам*.

АНГОСТУРА-КАУЧУК, местное название каучука сорта «пара́» из местности Ciudad Bolivar, раньше Angostura, в Ю. Америке; попадает на рынок через Манаос.

АНГСТРЕМ, единица длины, равная 10^{-8} *см* = одной десятитысячной микрона. Применяется в физической оптике и рентгенотехнике. Обозначение: Å., в честь шведского физика Ангстрема (Ångstrem). Интернациональный А. определяется, как такая единица длины, при выборе к-рой длина волны красной линии кадмия в воздухе при 15° выразится числом 6 438,4696 A_{int}. В пределах ошибок измерений A_{int} = абсолютному А (10^{-8} *см*).

АНДАЛУЗИТ, силикат алюминия Al_2SiO_5 (63% глинозема Al_2O_3 и 37% кремнекислоты SiO_2); кристаллизуется в ромбических призмах, спайность по призме, излом неровный, со стеклянным блеском; цвет зеленовато-серый, серый, красный, почти всегда тусклый; тв. 7—7½, уд. в. 3,1—3,2. При *t*° 1 390° переходит в кремнекислое стекло. Кислотами не разлагается. Встречается в гранитах, гнейсах, слюдяных сланцах, кварцевых жилах и в контактной зоне гранитов. Крупные месторождения А. находятся в Калифорнии, а в СССР — на Урале (дер. Южакова). Прозрачные разности А. употребляются как поделочные драгоценные камни. В С.-А. С. Ш. А. применяется при производстве автомобильных свечей.

АНДЕЗИТЫ, современные или сравнительно недавно излившиеся породы лавы диоритовой магмы, серого, темно-серого, коричневого или почти черного цвета. А. древние — порфириты (гл. обр. пермокарбонового возраста) — в различной степени изменены и приобрели зеленый оттенок. Структура порфировая. Вкрапления образованы гл. обр. кислым плагиоклазом, зонарной структуры; из цветных минералов—биотит, роговая обманка и пироксен. Выделения последних трех минералов обусловливают название А. (А. биотитовый, роговообманковый, авгитовый, гиперстеновый, энстатитовый). Основная масса в типичных А. состоит из микролитов А. и стекла, но бывает мелко- и скрыто-кристаллическая. Кроме А., в основной массе встречаются кварц, ортоклаз, авгит и магнетит. А. с повышенным содержанием кварца (андезито-дациты) играют большую роль в строении центрального Кавказа и являются переходными к более кислым лавам. Более основные А. (андезито-базальты) являются переходными к типичным базальтам и иногда содержат оливин. Форма выделения: лакколиты и типичные для основных лав потоки и покровы, сопровождаемые туфами и пеплом. Встречаются андезитовые *обсидианы* (см.) и *пемзы* (см.). Уд. в. варьирует от 2,56 до 2,86; сопротивление на раздавливание—от 1 200 до 2 400 *кг/см*^{2}; разности А. более темные, значительно прочнее и более стойки в отношении выветривания. Применяются как стрсительный материал. Хим. состав в %: SiO_2 — 51,88—66,18; Al_2O_3 — 12,92—19,26; Fe_2O_3 — 1,75 — 8,00; FeO — 2,00 — 6,65; MgO — 0,87 — 5,97; CaO — 3,28 — 7,24; Na_2O — 2,36 — 6,78; K_2O — 1,14 — 3,26; H_2O — 0,54 — 3,59. Собственно андезиты содержат в среднем 60% SiO_2. Широко распространены (вместе с базальтами) в современных или недавно потухших вулканических областях (Кавказ и Закавказье, Урал, Алтай, вост. Сибирь).

АНДРАДИТ употребляется как материал для шлифования. См. *Гранат*.

АНДРОПОГОНОВЫЕ МАСЛА, эфирные масла, получаемые из тропических видов растений рода Andropogon (Cymbopogon), к к-рым относятся лемонграссовое, пальмарозовое, цитронелловое, джинджеграссовое и др. масла. А. м. имеют большое значение в парфюмерно-мыловаренном производстве и как исходные продукты для синтетических душистых веществ.

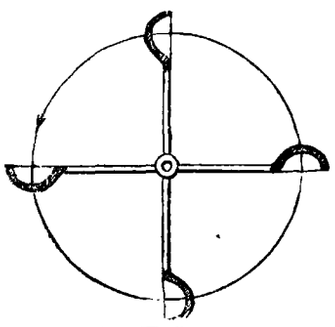
АНЕМОГРАФ, см. *Анемометр*.

АНЕМОКЛИНОГРАФ, самопишущий прибор для определения наклонения ветра к горизонтали; если дана горизонтальная составляющая направления ветра, то по данным А. можно вычислить его вертикальную составляющую. Различают А: механические, состоящие из уравновешенного флюгера, вращающегося около горизонтальной оси (отмечают угол наклонения ветра); гидравлические, основанные на всасывающем или нагнетающем действии ветра на жидкость в сообщающихся сосудах в виде отвесных трубок, которые изолированы от действия на них горизонтальной составляющей давления ветра (отмечают вертикальные составляющие давления ветра); электрические, основанные на изменении сопротивления нагретой электрическим током проволоки, которая изолирована от действия на нее горизонтальной составляющей ветра (отмечают вертикальные составляющие движения ветра).

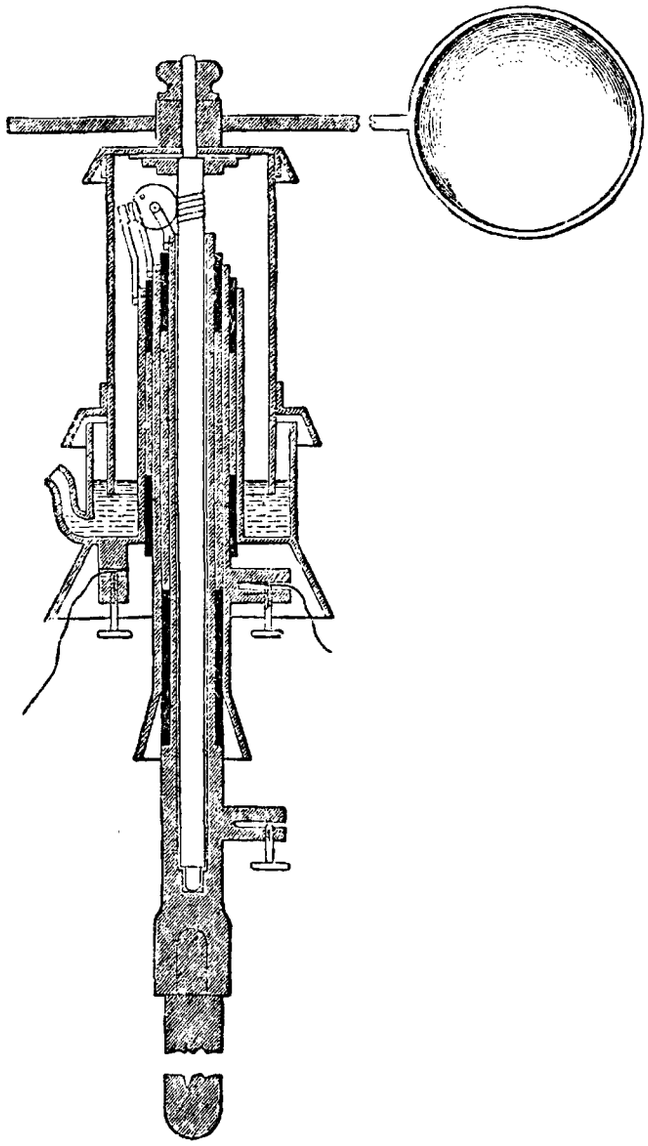
АНЕМОМЕТР, прибор для измерения скорости ветра, служит также для измерения скорости движения газов в трубопроводах. Скорость ветра м. б. рассматриваема как вектор в пространстве. Обычно вместо географически ориентированных координат (x, y, z) вектора принято определять горизонтальные составляющие (направление) скорости или давления (силы) ветра и вертикальные составляющие их, или наклонение (см. *Анемоклинограф*) ветра к горизонтали. Для большинства целей практики достаточно определить скорость и силу ветра.

1. Определение скорости посредством измерения проходимого ветром пути производят: а) По числу оборотов или

окружной скорости ветряного колеса, в роде ветряной мельницы или пропеллера; приборы такого устройства дают верные результаты только для воздушных потоков, направленных параллельно оси ветряного колеса. б) По числу оборотов или окружной скорости в шаровых А. Робинсона (фиг. 1 и 2): 4 легких полушара укреплены на концах горизонтального креста, средина которого вращается около вертикальной оси, вследствие того, что давление ветра на вогнутую сторону полушара больше, чем давление на выпуклую. В приборах названных двух типов определяют пройденный путь в *м* или скорость в *м/ск* независимо от плотности воздуха. в) По горизонтальной составляющей пути, проходимого шаром-пилотом во



Фиг. 1. Действие ветра на шаровой анемометр Робинсона.

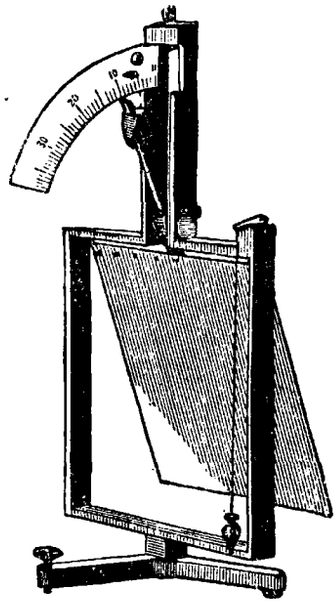


Фиг. 2. Шаровой анемометр Робинсона.

время свободного полета (на аэродромах повсеместно принят этот способ измерения скорости ветра на разных высотах).

Скорость подъема аэростата—величина постоянная и заранее известна для шаров-пилотов различных объемов и определенных степеней наполнения. Для определения азимутов и высот полета шара вполне достаточно визировать его при помощи теодолита через каждую минуту. Вычисление направления и скорости ветра по результатам наблюдений производят при помощи таблиц ctg, часто графически, при помощи упрощающего вычисления специального прибора Лудольфа. Этот способ определения скорости ветра дает также данные для грубого определения величины наклонения ветра к горизонтали, к-рая на земле, где имеют место только горизонтальные воздушные течения, равна 0, а по мере поднятия на высоту значительно растет по величине, часто меняя знак.

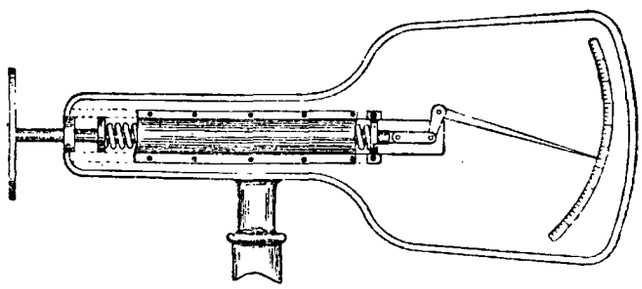
г) По изменению сопротивления короткой тонкой проволоки, нагретой электрич. током и подверженной действию ветра (прибор Сименса и Гальске). Быстрые колебания темп-ры, к-рые свойственны такому проводнику, делают этот способ особенно пригодным для измерения порывистого ветра с быстро меняющимися значениями величин.



Фиг. 3. Анемометр Вильда.

Вращательное движение главного валика в приборах с ветряным колесом передается при помощи зубчатой передачи счетчику. Вычитая показания счетчика анемометра в начале наблюдения из показания в конце наблюдения, получают пройденный ветром путь за определенный промежуток времени, а деля путь на время, получают среднюю скорость ветра. Газовые и т. п. счетчики построены по такому же принципу измерения пройденного пути.

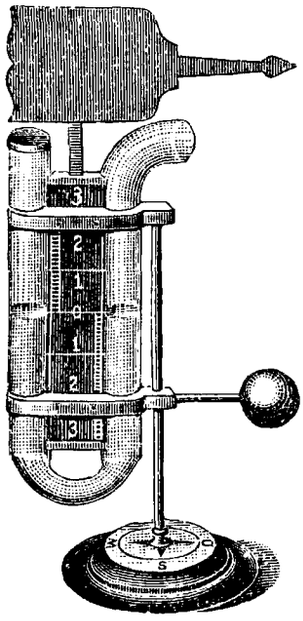
2. Определение давления (силы) ветра (в *кг/м²* или в баллах по шкале ветров Бофорта) производят приборами, в которых: а) ветряному колесу или кресту Робинсона не дает вращаться прикрепленная к их главному валику пружина; растяжения ее пропорциональны давлению ветра, к-рое указывается стрелкой, соединенной с валиком непосредственно или через зубчатки;



Фиг. 4. Анемометр Ослера.

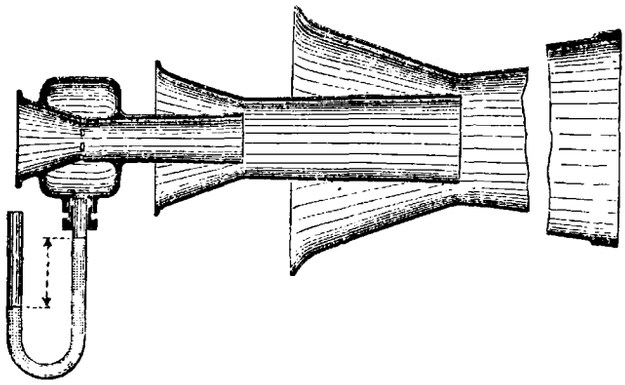
б) подверженные действию ветра шар или пластина качаются в нек-рой вертикальной плоскости, к-рая должна совпадать с направлением ветра (фиг. 3, прибор Вильда); или установленная перпендикулярно к направлению ветра пластинка определенных размеров воспринимает давление ветра и сжимает имеющуюся позади нее спиральную пружину (фиг. 4, прибор Ослера); в) ветер, действуя на обращенный к нему открытый конец

изогнут. под прямым углом трубки, повышает в ней давление [прибор Линда (фиг. 5), трубки Pitot и др.]; в трубке, направление к-рой перпендикулярно к направлению ветра, им вызывается уменьшение давления (разрежение) [Вентуриевы трубки; фиг. 6, мультипликатор Бурдона и др.]. Во всех приборах для определения силы ветра измеряется давление ветра в $кг/м^2$; оно равно zM_1FV^2, где V— скорость ветра, F— поперечное сечение тела, подверженного действию ветра, M_1— плотность воздуха и z—коэфф. пропорциональности, зависящий от формы тела. Произведение zM_1F есть не что иное как $M/2$ в выражении живой силы $MV^2/2$. Т. о. давление ветра пропорционально плотности воздуха, то есть, массе единицы объема его, что для высоких и низких местностей дает заметные отклонения по сравнению с давлениями ветра при так наз. нормальных условиях атмосферы (760 *мм*, 0°). Многие приборы, построенные по принципу измерения давления ветра, тарированы на скорость ветра, при чем в большинстве из них отсутствуют поправки на плотность воздуха, что для грубых измерений вполне допустимо.



Фиг. 5. Прибор Линда.

Для эмпирического определения значений коэфф. пропорциональности, т. н. постоянных величин приборов, пользуются весьма разнообразными способами, напр.: наблюдением над истечениями определенного объема газа (воздуха), сравнением в условиях равномерного движения известной скорости (моторная лодка или автомобиль при отсутствии ветра), сравнением на достаточной высоте при равномерном ветре при помощи привязных аэростатов, сравнением с приборами-эталонами на ветру, и т. п. Самый распространенный, простой и надежный способ—сравнение в условиях *аэродинамической трубы* (см.).



Фиг. 6. Мультипликатор Бурдона.

3. Определение направления ветра производят при помощи флюгера (фиг. 7). Флюгер применяют также и для правильной установки А. по ветру. К числу недостатков флюгеров устаревшей системы следует отнести образование порывистых вихрей, влияющих на точность измерений; этот недостаток устранен в флюгерах новейшей конструкции.

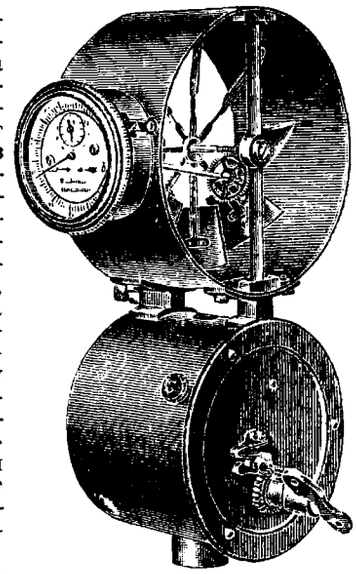
Приспособления для отсчета наблюдений: в приборах с пропеллером и шаровых А. устроены счетчики в виде часового механизма с десятичной шкалой, показывающие пройден. путь. Для наблюдения скорости ветра: в *м/сек*—в метеорологии, в *км/ч*—в авиации или, для большего удобства, в общеизвестных баллах по шкале Beaufort'a (в Германии—в «domis» = 2 *м/сек*)—использована центробежная сила вращения в механизме, подобном центробежному регулятору в паровых машинах, к-рый автоматически отмечает изменения скорости во вращательном движении соответствующими перемещениями стрелки вдоль шкалы линейных скоростей. Масса грузиков центробежного прибора усиливает и без того значительную нечувствительность таких приборов к быстрым колебаниям скорости ветра. Вместо простой стрелки часто применяют зубчатую передачу с циферблатом. Из приборов для определения давления ветра первые два типа снабжены простыми стрелками, а в третьем типе таких приборов берут отсчет по высоте столба жидкости в сообщающихся сосудах;



Фиг. 7. Схематич. изображение флюгера устаревшей (слева) и современной (справа) конструкции.

в приборе для определения направления ветра роль стрелки исполняет сам флюгер, положение к-рого определяется относительно располож. под ним ориентированного по странам света неподвиж. креста.

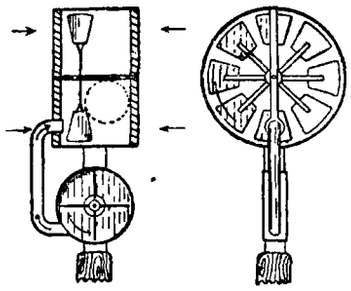
Самопишущие приборы (анемографы) в большинстве приборов с пропеллером и шаровых А. состоят из зубчатки на главном валике в зацеплении с червячным колесом, один оборот к-рого равен определенной длине (в *м*) проходимого ветром пути. На валике червячного колеса закреплен центробежный механизм, к поступательно движущемуся звену к-рого прикреплено пишущее перо; часовой механизм тянет бумажную ленту мимо пишущего пера и дает абсциссы времени, а перо чертит непрерывную кривую скоростей ветра. В приборах со сверхдавлением или разрежением воздуха для анемографа использованы либо деформации объема тонкостенного пустотелого сосуда, как в анероиде, либо вертикальные перемещения поплавка на поверхности столба жидкости в сообщающихся сосудах. Направление ветра регистрируют обычно повторными через равные промежутки времени наколами на протягиваемой часовым механизмом бумажной ленте острием стрелки, закрепленной на флюгере, при чем в момент накола специальная система рычагов от часового механизма прижимает ленту к острию. Иногда направление ветра регистрируют при помощи червячной передачи с пишущим прибором. Существуют также приборы, регистрирующие на расстоянии электрич. током.



Фиг. 8. Анемометр фирмы Р. Фюс.

Недостатки приборов. Приборы с пропеллером и шаровые обладают заметной инерцией масс вращающихся частей, т. е. не могут достаточно гибко следовать за быстрыми изменениями скорости ветра, их счетчики не отмечают быстрых колебаний проходимого ветром пути; масса вращающихся частей этих приборов поэтому д. б. как можно меньше. Слабые воздушные течения не в состоянии преодолеть силы трения в зубчатых передачах этих приборов. Фирма Р. Фюс сконструировала для измерения ветра весьма незначительной скорости ветряное колесо (фиг. 8 и 9), приводимое в движение тонкой струей воздуха, действующей

в направлении, противоположном направлению ветра. Вращающееся ветряное колесо реагирует на вызываемый ветром вращающий момент противоположн. знака тем, что теряет часть скорости вращения; т. о. этот прибор дает возможность производить измерения, совершенно избегая влияния сил трения в зубчатых передачах. Метод определения скорости ветра шаром-пилотом дает значения определяемых величин только для тех высот, к-рые были им достигнуты через промежутки в 1 минуту. Приборы, основанные на изменении сопротивлений проводника электрич. тока, для удовлетворительной работы требуют ток постоянной силы. В приборах для определения давления ветра собственные колебания системы (вибрации) могут дать ошибочные результаты. Флюгера прежних конструкций страдают неудовлетворительной обтекаемостью форм.



Фиг. 9. Анемометр фирмы Р. Фюс.

Существует множество разнообразных конструкций А., изготовленных и представленных в научных обсерваториях лишь в одном экземпляре. Литература об А. (обычно об этих единственных экземплярах не упоминающая) весьма обширна. Об измерениях скорости движения газов в трубопроводах см. также *Газометр*.

Лит.: Немчинов В. Г., Авиацион. приборы, М., 1926; Виткевич В. И., Курс аэронавигации, ч. 1, М., 1924; Сабинин Г. Х., Вращающиеся анемометры и измерение ими действительной скорости ветра, М., 1922; Rosenmüller M., Anemometer f. geschloss. Kanäle, «Gesundheits-Ingenieur», *25*, München, 1911; Schmidt W., Beschreib. d. Pressure-Tube-Anemometers, «Meteor. Ztschr.», B. 29, p. 201, Braunschweig, 1912; Robitzsch M., Beobachtungsmethoden d. modernen Meteorologen, B., 1925; Bennewitz K., Flugzeuginstrumente, B., 1922; Eaton H. N. and others, Aircraft Instruments, N. Y., 1926; Pannell I. R., The measurement of Fluid Velocity and Pressure, L., 1924; Lueger's Lexikon der gesamten Technik, B. 1, B., 1926.

АНЕМОМЕТРИЯ, измерение величин, характеризующих ветер, как то: его силу, скорость, направление, наклонение к горизонтали (см. *Анемометр*). В горном деле А.— измерение скорости и количества проходящего по рудникам воздуха.

АНЕТОЛ, *п*-метоксипропенилбензол, главная составная часть анисового, бадьянового и фенхелевого эфирных масел, из которых и получается систематическим вымораживанием и последующим отпрессовыванием; постепенно повышая при этом $t°$ операции, достигают необходимой чистоты. А.—кристаллическое вещество с $t°_{пл.}$ 22—23° и $t°_{кип.}$ 233—234°, с характерным анис. запахом, уд. в. 0,984—0,986. При продолжительном действии света и воздуха А. постепенно переходит в фотоанетол (ди-*п*-метоксистильбен) и частично окисляется в *анисовый альдегид* (см.) и анисовую к-ту, теряя при этом способность кристаллизоваться и приобретая горький вкус и желтую окраску. А. служит исходным продуктом для производства анисового альдегида. Помимо этого А. применяется в значительных количествах, наряду с анисовым маслом, в медицине, в ликерном и кондитерском производствах. В довоенные годы вывоз А. и анисового масла из России достигал 138 000 *кг* в 1905 г. и 26 400 *кг* в 1912 г.

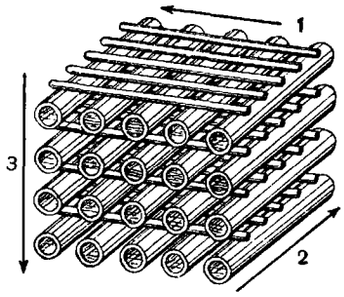


АНИЗИДИН $C_6H_4 \cdot NH_2 \cdot OCH_3$, метиловый эфир аминофенола (см. *Аминофенолы*). Известны два изомера: *о*- и *п*-анизидины; *о*-анизидин — жидкость с $t°_{кип.}$ 216°, применяется в качестве диазосоставляющей при получении *азокрасителей* (см.).

АНИЗОЛ, метил. эфир фенола $C_6H_5OCH_3$, получается как промежуточный продукт в процессе добывания материалов для красителей из каменноугольной смолы; синтетически получается действием диметилсульфата $(CH_3)_2SO_4$ на водный раствор фенола: $2C_6H_5 \cdot OH + (CH_3)_2SO_4 = 2C_6H_5OCH_3 + H_2SO_4$ (см. *Алкилирование*). А.— приятно пахнущая жидкость, $t°_{кип.}$ 154°, уд. в. при 15° 0,998; применяется в парфюмерии. Во время империалистической войны в огромном количестве применялся на фронте как средство от паразитов.

АНИЗОТРОПИЯ, различие свойств среды (упругих, оптическ., электрическ.) по разным направлениям. Тела, обладающие А., называются анизотропными, в противоположность изотропным, в к-рых физич. свойства по всем направлениям одинаковы. Тела м. б. анизотропны относительно одних свойств (напр. оптических) и изотропны относительно других (например упругих). Кристаллы всех систем, кроме кубической, анизотропны оптически; они расщепляют проходящий через них световой луч на два луча, поляризующихся во взаимно перпендикулярных плоскостях (двойное лучепреломление); кристаллы квадратной и гексагональной системы анизатропны оптически по всем направлениям за исключением направления их главных оптических осей.

АНИЗОТРОПНЫЙ ПРОВОДНИК, однородная среда, уд. электропроводность которой в данной точке зависит от направления. Изменение электропроводности с направлением м. б. либо только количественным, либо также и качественным, когда в разных направлениях прохождение электрическ. масс чрез среду обусловлено процессами разной физич. природы. Примеры А. п. первого типа — однокристальный металл, многие кристаллические минералы и т. д.; второй тип А. п. представлен многими слоистыми и волокнистыми системами. Модель П. А. Флоренского (см. фиг.) показывает, как может среда обладать по трем направлениям тремя различными видами проводимости. А. п. может, далее, осложняться



Модель среды, обладающей по трем взаимно перпендикулярным направлениям проводимостями различного характера: *1*—металлического, *2* — электролитического (или электроосмотического) и *3*—газового.

униполярным эффектом (см.), когда проводимость меняется и при изменении смысла одного и того же направления. Модели такого рода спроектированы П. А. Флоренским (см. кн. «Диэлектрики», стр. 112—114). Анизотропная проводимость связана с анизотропией строения, будет ли это кристаллическая атомная сетка или молекулярные комплексы того или другого порядка, включительно до листов, слоев или волокон. Однородность анизотропных сред должно понимать статистически как дисперсность, достаточно мелкую сравнительно с величиной самого тела и токопроводящих электродов. Понятие об А. п. весьма важно в современной изоляционной промышленности, где большинство искусственных диэлектриков (картон, фибра, бакелит, миканит, дерево и пр.) анизотропны.

Лит.: Флоренский П. А., Диэлектрики и их технич. применение, РИО Главэлектро, Москва, 1924; Sommerfeld A., Atombau, 3 Aufl., Braunschweig, 1922. **П. Флоренский.**

АНИЛИДЫ, замещенные анилина, в к-ром амидный водород замещен кислотным радикалом. А. получаются нагреванием соответствующей кислоты с анилином. Наибольшее техническое значение имеет А. уксусной кислоты — ацетанилид $C_6H_5NHCOCH_3$ — бесцветные листочки, трудно растворимые в холодной воде, легко—в горячей, с $t°_{пл.}$ 115°; под названием антифебрина ацетанилид применяется в медицине как жаропонижающее.

АНИЛИН, фениламин, аминобензол — простейший амин ароматического ряда, строения $C_6H_5NH_2$. Впервые А. был получен при сухой перегонке индиго в 1826 г., а в 1834 г. был найден Рунге в каменноугольной смоле и назван им «кианоль» благодаря свойству давать синее окрашивание с раствором белильной извести. В том же году Митчерлих нитрацией бензола получил нитробензол, из которого Н. Н. Зинин в 1842 г. в Казани при действии сернистого аммония получил А., которому дал название «бензидам». Истинное строение А. было установлено в 1843 г. А. В. Гофманом. Открытие Зинина и работы Гофмана позволили от лабораторного приготовления анилина сухой перегонкой индиго перейти к заводскому производству из бензола через нитробензол.

А.—маслянистая жидкость, бесцветная в чистом состоянии, но быстро буреющая при наличии незначительных примесей при стоянии; уд. вес при 15° 1,0268, $t°_{кип.}$ 184,3 — 184°,4, $t°_{заст.}$ —6°,24, показатель преломления 1,585 при 20°. А. смешивается во всех отношениях с алкоголем, эфиром, бензолом и т. п. 100 ч. воды растворяют при 15° 3,611 ч. А. При этой же $t°$ 100 ч. А. растворяют 5,12 ч. воды. С повышением $t°$ взаимная растворимость А. и воды растет и достигает критической точки при 168°. А. значительно растворим в растворе солянокислого А.; перегоняется с водяными парами, и паровая фаза имеет $t°$ 99—99°,5 при содержании 20—21% А. и 79—80% воды. Более подробные сведения о физич. свойствах А. см. [2] и [3]. По своим хим. свойствам А.— органическое основание и дает с к-тами соли, из к-рых наиболее важной является солянокислый А.—анилиновая соль. А. является весьма реакциеспособным веществом. При действии на А., даже в разбавленных растворах, белильной извести получается интенсивное синее окрашивание. При действии двухромовокалиевой соли на холоду получается *хинон* (см.). При действии азотистой к-ты или ее солей в кислой среде получается *диазосоединение* (см.). Водородные атомы в молекуле А. могут замещаться различными остатками, при чем в реакцию могут вступать как водородные атомы бензольного ядра, так и водородные атомы амидной группы. Наиболее важными реакциями является введение в ядро остатков сульфо-группы, галоидов и нитро-группы. Замещение водородн. атомов амидной группой может наступить за счет кислых (ацильных), жирных (алкильных) и ароматических (арильных) остатков и ведет к получению весьма важных продуктов, как: ацетанилид, диметиланилин и диэтиланилин, дифениламин и др. Более подробно о хим. свойствах А. и его производных см. [3], [4] и [5]. А. и его производные весьма важны в техническом отношении, т. к. служат исходными продуктами для получения *красящих веществ* (см.), фармацевтических продуктов, как, например, сальварсан и др., взрывчатых веществ, как тетрил и т. п. О техническом применении А. см. [6] и [7]. А. в весьма широких размерах находит применение на текстильных фабриках для непосредственного получения прочных черных окрасок на хлопчатобумажной ткани (см. *Черный анилин*). Продажный А. бывает различных технич. качеств и в зависимости от примесей имеет следующие продажные термины: А. для синего содержит 99—99,9% чистого А., кипит в пределах 182—184°, служит для получения синих красителей, как, например, спиртовый синий, щелочной голубой, *индиго* (см.) и др.; А. для красного содержит почти эквимолекулярное соотношение А., *о*-толуидина и *п*-толуидина, кипит в пределах 190 — 198°, служит для получения красных красителей типа *фуксина* (см.); А. для сафранина содержит 35 — 50% А. и 65 — 50% *о*-толуидина и служит для получения *сафранина* (см.). Обыкновенно А. для сафранина является отгоном при получении фуксина и имеет название «Fuchsin échappé». Впрочем, в настоящее время на рынок поступает в большинстве случаев только А. для синего, из которого готовят на самих красочных заводах другие сорта простым смешением его с соответствующими количествами *о*- и *п*-толуидинов, тоже имеющихся в продаже в чистом виде.

Производство А. основано на опыте Зинина (см. выше), но в качестве восстановителя употребляется не сернистый аммоний, а более дешевый материал—железные или чугунные стружки в присутствии уксусной или соляной к-ты. Было замечено, что реакция восстановления нитробензола железом идет вполне гладко при наличии $^1/_{60}$ от потребного теоретически количества кислоты. Объяснение этого найдено в каталитическом

действии $FeCl_2$, благодаря к-рому взятое в качестве восстановителя железо превращается в Fe_3O_4, а нитробензол восстанавливается в А. Еще О. Витт в 1887 г. предложил следующее подтверждающееся и в наше время химическое объяснение:

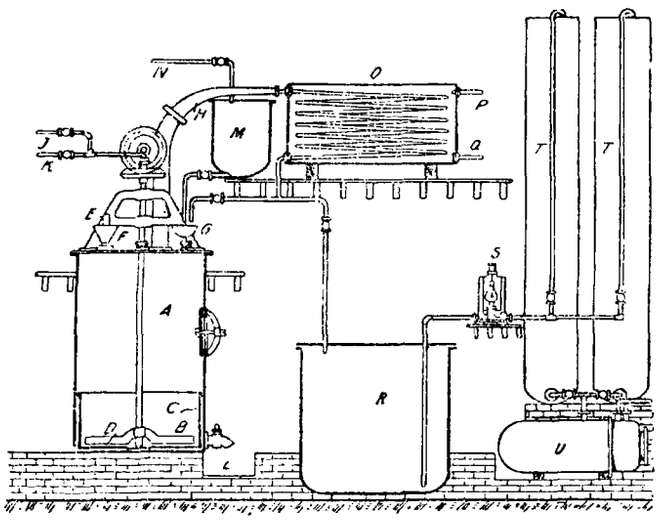
$$4C_6H_5NO_2 + 4H_2O + 24FeCl_2 \rightarrow \rightarrow 4C_6N_5NH_2 + 12Fe_2Cl_4O;$$
$$9\,Fe + 12\,Fe_2Cl_4O \rightarrow 24\,FeCl_2 + 3\,Fe_3O_4.$$

Нет необходимости вводить в реакционную смесь свободную соляную кислоту, а можно ее заменить соответствующим количеством раствора солянокислого А. или готового $FeCl_2$. Реакция восстановления нитробензола идет с сильным выделением тепла и выразится суммарно следующим ур-ием:

$$4C_6H_5NO_2 + 4H_2O + 9Fe \rightarrow \rightarrow 4C_6H_5NH_2 + 3Fe_3O_4 + \sim 563\,Cal.$$

На з-дах, производящих А., восстановление нитробензола ведется в соответствующих котлах-редукторах вертикального или горизонтального типа, снабженных мощной мешалкой, арматурой для пропускания острого пара, воды и для загрузки железных стружек. Мешалка редуктора должна приводить в движение всю массу железных стружек в смеси с Fe_3O_4, к концу реакции лежащих на дне редуктора, чтобы не дать им слеживаться. Редуктор соединен с обратным холодильником в виду того, что реакция восстановления идет при кипении всей смеси. Редукторы снабжены спускным краном для удаления Fe_3O_4 в смеси с непрореагировавшим железом и для промывки аппаратов. Обычным материалом для редукторов служит чугун, при чем иногда он снабжается внутренней кислотоупорной футеровкой, что увеличивает продолжительность службы аппарата. Процесс получения А. может быть разбит на 3 стадии: 1) восстановление нитробензола, 2) извлечение А. из редукционной смеси и 3) очистка А. Восстановление нитробензола в заводском масштабе ведется следующим образом. В редуктор загружается нитробензол, часть железа и вся соляная к-та. Туда же заливается вода, и смесь подогревается острым паром, при движущейся мешалке, до кипения, после чего пуск пара, вследствие экзотермичности реакции восстановления, прекращается. Интенсивность кипения смеси регулируется притоком нитробензола и загрузкой железа. Идеальными условиями ведения процесса является равномерная загрузка нитробензола и железа в течение всего процесса восстановления; но в техническом выполнении это представляет определенные трудности, и поэтому обыкновенно весь нитробензол заливают в редуктор при начале процесса, а железо загружают небольшими порциями, от времени до времени, через загрузочную воронку специального устройства. Для восстановления берется обычно до 30% избытка железа. Кипящая смесь А. с водой и нитробензолом, охлаждаясь в обратном холодильнике, стекает в редуктор; по количеству и цвету дистиллата наблюдают за ходом реакции. Т. к. ничтожные следы нитробензола окрашивают дистиллат в желтый цвет, появление бесцветного дистиллата служит признаком конца реакции. Обычно последние остатки нитребонзола медленно восстанавливаются, и для доведения реакции до конца необходимо поддержать кипение смеси дополнительным пропусканием острого пара. В зависимости от качества взятых продуктов и от количества восстанавливаемого нитробензола, время реакции бывает различно. В редукторах обычных размеров для восстановления 1 000—1 500 *кг* нитробензола процесс восстановления длится 9—12 ч. Примесь бензола в нитробензоле значительно замедляет скорость восстановления. На скорость процесса влияет также и степень измельчения и свойства взятого железа. Опилки вступают в реакцию быстрее стружек, но т. к. в опилках возможно присутствие землистых и иных примесей, предпочитают им мелкие стружки. Чугунные стружки являются более реакциеспособными, чем железные; наименее пригодными для восстановления являются стальные стружки и опилки. Когда процесс восстановления окончен, в редуктор загружается щелочь для нейтрализации взятой соляной к-ты, при чем наиболее употребительной является известь. После этого в редукторе находится смесь из А., воды, хлористого кальция, непрореагировавших железных стружек и Fe_3O_4, и начинается вторая стадия процесса—извлечение А. из редукционной смеси. Извлечение А. из редукционной смеси м. б. достигнуто след. методами: 1) перегонкой А. из редуктора с водяными парами, 2) отфильтровыванием А. вместе с водой от железных стружек и Fe_3O_4 и 3) высаливанием и сифонированием А. Самым старым, но еще не вполне устарелым, является метод перегонки А. с водяными парами. Для этого, немедленно после нейтрализации содержимого редуктора, последнее приводится пропусканием острого пара в кипение. Пары А. и воды, проходя через холодильник, конденсируются и поступают в приемник. Для извлечения 1 000 *кг* из редуктора требуется затрата около 6 000 *кг* пара с соответствующим количеством воды для охлаждения холодильников. В редукторе остается ок. 0,5% А. Собранные в приемник 7 000 *кг* жидкости, содержащей 1 000 *кг* А., при охлаждении расслаиваются на два слоя, из коих в верхнем находится раствор 40—50 *кг* воды в 800 *кг* А., в нижнем же 6 000 *кг* воды и около 200 *кг* А. В делительной воронке анилиновый слой отделяется и поступает на очистку, водный же слой поступает на регенерацию из него А. Метод фильтрования является более дешевым, т. к. не требует большого расхода пара для перегонки и воды для охлаждения, но существенным его недостатком является трудность фильтрования и необходимость значит. промывки и продувки на фильтр-прессах полученных осадков железа и Fe_3O_4. И при этом методе А. в приемнике получается в присутствии значительных колич. воды, растворяющей 10—20% полученного А., и потому нуждается в регенерации. Метод сифонирования состоит в высаливании А. в редукторе поварен. солью и в отделении

сифонированием всплывающего наверх А. Для этого в редуктор засыпают поваренную соль для получения 10—15% раствора ее. При $t°$ 80 — 90° большая часть А. всплывает наверх, а в нижнем водном слое, над отстоявшимся железом и Fe_3O_4 остается при этих условиях 0,3—0,5% А; вакуум-сифоном верхний анилиновый слой передается в приемник, откуда поступает на очистку. Недостатком этого метода яв-



Установка анилинового производства: *A*—котел редуктор, *B*—мешалка, *C*—чугунная обкладка стен, *D*—чугунное днище, *E*—деревянная пробка, *F*—наполнительная воронка, *G*—подвод нитробензола, *H*—трубопровод к холодильнику, *J*—трубопровод для чистого пара, *K*—трубопровод для паров, содержащих анилин, *L*—кран для выпуска железного шлама, *M*—сосуд с нитробензолом, *N*—трубопровод, подводящий нитробензол, *O*—холодильник, *P*—отвод нагретой воды, *Q*—впуск холодной воды, *R*—приемник, *S*—паровой насос, *T*—колонки для разгонки анилина, *U*—прибор для нагнетания анилинсодержащей воды в паровой котел.

ляется неполное отстаивание А., в силу чего, для возможно более полного извлечения А., приходится оставшийся после сифонирования в редукторе А. извлекать одним из вышеуказанных приемов, лучше всего перегонкой с водяными парами. Регенерация А. из водного его раствора, носящего название а н и л и н о в о й в о д ы, играет весьма существенную роль, т. к. в нем содержится 3—4% по весу А., или 10—20% всего полученного А. Для извлечения А. прибегают к следующим приемам: 1) разгонке анилиновой воды в колонках, 2) высаливанию А. из анилиновой воды и 3) извлечению А. из водного раствора органич. растворителем, в частности—нитробензолом. Разгонка анилиновой воды становится возможной в силу того, что паровая фаза смеси А. с водой содержит 20—21% А., в то время как жидкая фаза содержит 3—4% А. и производится на мощных колонках тарелочного или насадочного типа. Для извлечения 100 *кг* А. из 3 000 *кг* анилиновой воды требуется, в зависимости от системы колонки, от 5 000 до 6 000 *кг* пара, что тяжело сказывается на калькуляции А. Более дешевым является высаливание А. поваренной солью из анилиновой воды, в растворе к-рой после высаливания остается 0,3—0,5% А. Изящным является метод извлечения А. из воды нитробензолом. По [8] анилиновая вода перемешивается с равным по весу количеством нитробензола, и отстоявшийся нижний слой нитробензола с извлеченным анилином вновь поступает в редуктор для восстановления. В верхнем водном слое остаются в растворе 0,25% нитробензола и 0,35% А. Получившаяся во всех случаях вода всегда содержит нек-рое количество А., и, для возможно более полного использования его, служит для питания редукторов и паровых котлов, снабжающих редукторы острым паром. В зависимости от местных экономических условий, для достижения наиболее полного и наиболее дешевого получения А. приходится сочетать один из методов извлечения А. из редуктора с одним из методов регенерации А. из анилиновой воды. В качестве иллюстрации приведем таблицу хода процесса в редукторе при сочетании метода сифонирования с дополнительной отгонкой оставшегося в редукторе А. водяными парами по [3]. Загружено 1 125 *кг* нитробензола, 180 *кг* железных стружек, 80 *кг* технической соляной к-ты и 800 *кг* воды. В течение процесса восстановления было дополнительно загружено небольшими порциями еще 1 170 *кг* железных стружек.

Загрузка	$^3/_4$ часа
Подогрев острым паром до кипения	$^1/_2$ »
Восстановление	$5^1/_2$ »
Подогрев острым паром для конца реакции	$1^1/_4$ »
Нейтрализация	$^1/_2$ »
Высаливание 250 *кг* поваренной соли	$^1/_2$ »
Отстаивание и сифонирование	$^1/_2$ »
Отгонка оставшегося А. 2 000 *кг* пара	4 »
Разгрузка и промывка редуктора	$^1/_2$ »
Всего	14 часов.

Полученный по любому методу А. содержит в растворе до 5% воды и нуждается для получения чистого продукта в очистке. Последняя достигается вакуум-перегонкой из перегонных кубов. Перегоняющаяся вначале вода с А. поступает на регенерацию по любому из вышеуказанных способов; технически же чистый 99—99,9%-ный А. собирается отдельно в приемном резервуаре, откуда после исследования разливается в железные бочки и идет для продажи или для производства любых производных А. Восстановление нитробензола железными стружками является громоздким и сложным процессом и заставило искать иных путей получения А. Нитробензол может быть восстановлен электролитически в А. по [9], [10], [11] и [12] в электролизерах с диафрагмой в алкогольно-водной среде в присутствии соляной и 30%-ной серной к-ты, при оловянных, медных, платиновых катодах или при катодах из индифферентного материала, при наличии в ванне солей олова, меди или медного порошка. Каталитическое восстановление нитробензола в А. водородом основано на работах Сабатье и Сандерена [13], показавших, что нитробензол и водород при пропуске над активированным никелем при 250° дают А. Дальнейшее повышение $t°$ ведет к более глубокому расщеплению—до бензола, аммиака и даже метана. По [14] через нитробензол, нагретый до 120°, пропускается водяной пар, увлекающий с собой пары

нитробензола. Их смесь вместе с водородом проходит через нагретую до 120° трубку с никелем с такой скоростью, чтобы из другого конца трубки уходили пары А. и воды без примеси нитробензола. Никелевый катализатор м. б. заменен платиной или палладием. Существенным недостатком этого приема является получение А. в смеси с значительным количеством воды, что вызывает необходимость регенерации его из раствора и тем самым увеличивает стоимость его. По [15], [16], [17] и [18] пары нитробензола в смеси с избытком водорода или водяного газа пропускаются через нагретые до 200—220° трубки с катализатором при скорости, соответствующей выходу из другого конца трубки паров А. без примеси нитробензола, чем достигается теоретический выход. Пары А. конденсируются, а избыточный водород вновь идет на восстановление. В качестве катализатора м. б. взяты специально приготовленные смеси меди и цинка, меди и железа, меди и магния, меди и серебра, а также и кислородные соединения железа. Этот метод каталитического восстановления дает возможность осуществить непрерывный ход процесса и делает ненужной регенерацию А. Техническ. применение этого метода зависит от получения недорогой каталитически стойкой массы катализатора. Иные методы каталитического восстановления по [19] и [20] не представляют существенного интереса, т. к. ведутся при давлении от 15 до 200 *atm* и требуют периодической загрузки и разгрузки автоклавов. Не лишен интереса путь восстановления нитробензола двусернистым натрием Na_2S_2, т. к. при пользовании им в качестве отброса процесса получается легко кристаллизующаяся серноватистонатриевая соль. При наличии дешевого хлоробензола, А. м. б. получен из последнего по [22] действием водного раствора аммиака в автоклаве при 180° в течение 24 ч. Производство А. по любому из методов требует сугубой осторожности в силу ядовитых свойств А. При вдыхании паров последнего, даже в слабых концентрациях, наступают симптомы отравления, заключающиеся в посинении губ и слизистых оболочек, головокружении, потере аппетита, чувстве усталости и слабости. В более серьезных случаях наступает явление затрудненного дыхания, похолодение всего тела и обморочное состояние. Непрерывное пребывание в течение долгого времени в атмосфере, содержащей анилиновые пары, ведет к частым головокружениям, анемии и острой неврастении. В виду этого необходимы: герметичность аппаратов, хорошо действующая вентиляция, снабжение рабочих специальной одеждой, достаточное количество умывальников и подробное инструктирование рабочих о мерах предосторожности. В СССР А. производится на з-дах Анилтреста в Кинешме и Дорогомиловском в Москве; на з-де красочного треста «Красный химик» в Ленинграде производство А. ведется по методу восстановления нитробензола железными стружками. По [23] потребность России в А. и его солях до войны выражалась в 166 000 п., из коих 61 000 п. ввозилась из-за границы. В настоящее время вся потребность м. б. удовлетворена производством внутри страны. Цена А. в довоенное время колебалась от 10 до 12 р. за п.; наиболее дешевым источником А. была Германия, где в 1912 г. А. стоил 1,2 мар. *кг*, или ниже 9 р. п. Цены на А. в настоящее время приближаются к довоенным. В Америке А. стоит 15 центов англ. фунт, или около 70 коп. *кг*.

Лит.: [1]) «Lieb. Ann.», B. 447, § 31, Lpz., 1926; 2) Beilstein F., Handbuch d. organischen Chemie, 3 Aufl., B. 2, p. 308, Hamburg, 1896; [3]) Groggins P. H., Aniline and its Derivatives, L., 1924; [4]) Meyer V. u. Jakobson P., Lehrbuch d. organ. Chemie, B. 2, T. I, p. 164, Lpz., 1902; [5]) Воронцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей (Химия циклич. промежут. продуктов), Л., 1926; [6]) Burnbary H. M. a. Davidson A., The Industrial Applications of Coal Tar Products, L., 1925; [7]) Schotz S. P., Synthetic Organic Compounds, p. 212, L., 1924; [8]) Г. П. 282 531; [9]) Г. П. 118 942; [10]) Г. П. 117 007; [11]) Г. П. 130 742; [12]) Г. П. 131 404; [13]) «CR», 135, p. 226; [14]) Г. П. 282 492; [15]) Г. П. 283 449; [16]) Г. П. 282 568; [17]) Г. П. 273 322; [18]) Г. П. 331 303; [19]) Г. П. 281 110; [20]) Г. П. 486 064; [21]) Г. П. 144 809; [22]) Г. П. 204 951; [23]) Фокин Л. Ф., Обзор хим. промышл. в России, Научн. хим.-техн. изд., 1922. **И. Иоффе.**

АНИЛИН ЧЕРНЫЙ, см. *Черный анилин*.

АНИЛИНОВАЯ СИНЬ, трифенилрозанилин $HO{\cdot}C\begin{matrix}/C_6H_3(CH_3)\cdot NHC_6H_5\\ \backslash\!\!=(C_6H_4\cdot NHC_6H_5)_2\end{matrix}$. Получается нагреванием фуксина (розанилина) с анилином (катализатор — бензойная кислота); кристаллы с красным отливом, в воде нерастворимы, растворяются в спирте. Действием крепкой серной кислоты получаются соли синего цвета, растворимые в воде и служащие красками для шелка.

АНИЛИНОВАЯ СОЛЬ, солянокислый анилин $C_6H_5{\cdot}NH_2{\cdot}HCl$, получается обработкой анилина (100 ч.) конц. соляной к-той (135 ч.) при 100°; после долгого стояния из раствора выпадают кристаллы анилиновой соли. А. с. легко растворима в воде и спирте, $t°_{пл.}$ 198°, $t°_{кип.}$ 245°, служит исходным материалом для получения черного анилина и других красителей.

АНИЛИНОВЫЕ КРАСКИ, устарелый, но еще употребляющийся в обыденной жизни термин для обозначения искусственных органич. красящих веществ. В первое время по возникновении красочной промышленности термин этот соответствовал действительности, т. к. почти все синтетические красители готовились из анилина разной степени чистоты. В настоящее время для подавляющего большинства красителей анилин совсем не является исходным материалом или же входит как один из материалов наряду с другими, напр. производными нафталина, антрацена и пр. (см. *Красящие вещества синтетические*). За А. к. первых времен установилась репутация большой яркости и интенсивности, но малой прочности, особенно к свету и стирке. Эта репутация широкой публикой переносится, вместе с термином, и на все синтетические красители, что является уже совершенно неверным, так как среди последних есть много продуктов, значительно превосходящих по прочности натуральные растительные красители.

АНИМАЛИЗАЦИЯ, обработка, сообщающая растительным волокнам физ. или хим. свойства животного, гл. обр. шерстяного, волокна. Сюда относятся: 1) *филанирование* (см.), т. е. придание волокну шерстоподобных свойств как по внешнему виду, так и на-ощупь и в смысле уменьшения теплопроводности; 2) способ А., патентованный и применяющийся в Америке, состоящий в том, что через ванну, содержащую соду, NaCl и немытую шерсть, пропускают электрич. ток; при этом шерсть очищается от пота и грязи; в отстоявшейся отработанной ванне таким же образом обрабатывается хлопок, воспринимающий при этом нек-рое количество шерстяного пота и других веществ; после этой обработки анимализированный хлопок можно смешивать и прясть с шерстью; 3) различные способы осаждения на бумажном волокне продуктов осторожного гидролиза белковых веществ, как альбумина, казеина и др.; растительное волокно обрабатывается раствором продуктов гидролиза, а в случае пропитывания раствором казеина подвергается дальнейшей обработке парами формальдегида; 4) амидирование эфиров целлулозы, в особенности иммунизированного хлопка, действием NH_3 в растворе или в газообразном состоянии, напр. по схеме:

$$(C_nH_{2n+1}O)_2SO_2 + 4NH_3 \rightarrow$$
$$\rightarrow 2C_nH_{2n+1}NH_2 + (NH_4)_2SO_4.$$

Амидированный хлопок полностью выбирает кислотные красители; выкраски прочны к мыловке. Сродство иммунизированного хлопка к основным красителям при амидировании постепенно уменьшается.

Лит.: Г. П. 347 128, 412 333; Herzinger E., Die Veredelung d. Baumwollfasern durch Merzerisation u. Animalisierung, Wittenberg, 1926; Karrer P. u. Wehrli W., Über amidierte Baumwolle, «Ztschr. f. ang. Ch.», Jg. 39, p. 1509—14, Lpz., 1926. **Л. Мирлас.**

АНИМЕ, торговое название растительных смол неопределенного происхождения. Различают А. вест-индское — в продаже в виде желтоватых хрупких кусочков, пахнущих ладаном, растворяющихся в спирте при кипении, и А. ост-индское — в виде маленьких, округлого вида зерен желтого цвета, пахнущих укропом. Аниме употребляется в парфюмерии и производстве лаков.

АНИОН, атом (или группа атомов) в растворе хим. соединения (к-ты, щелочи, соли), несущий один или несколько отрицательных электрич. зарядов; при пропускании электрич. тока через такой раствор А. стремится к положительному полюсу—аноду. См. *Диссоциация электролитическая.*

АНИС, Pimpinella anisum L., однолетнее растение из сем. зонтичных, родина — Средиземноморское побережье. Разводится ради богатых эфирными маслами (от 2,4 до 3,2%) плодов, назыв. в общежитии семенами. До войны вывоз семян А. за границу достигал 4 000 *т* на сумму ½ млн. р. Культура А. распространена главным образом в Воронежской губ., где площадь под этим растением достигала 4 400 *га*. В меньшем объеме культура А. имела место в губерниях Харьковской, Курской, Таврической, Подольской, Херсонской и в Донбассе. Обилие тепла, света, плодородие почвы, с одной стороны, и избыток свободных рабочих рук — с другой, представляют главные причины сосредоточения этого растения в указанном районе. Из биологических особенностей А. надо указать на малые размеры семян (в 1 *кг* содержится 476 190—496 000 шт. двойных семянок), долгий период прорастания (2—3, а иногда до 5 недель) и слабую усвояющую способность корневой системы. Эти свойства семян требуют хорошей осенней и весенней обработки почвы, очистки ее от сорных трав, раннего посева, своевременной полки. Последняя совершается нередко до трех раз. Для облегчения полки применяется рядовой посев, на 25—30 *см* ряд от ряда. Наиболее рациональным является ленточный двустрочный посев ручным планетом, при расстоянии 20 *см* между строчками и 35 *см* между лентами. В целях своевременной борьбы с сорняками можно рекомендовать примесь 5% по весу семян скоровсхожего салата, который, служа указателем рядов, дает возможность вести рыхление планетом до появления всходов. После появления всходов А. салат удаляется. На 1 *га* требуется 12 *кг* семян при разбросном посеве и 6—8 *кг* при рядовом (предполагается всхожесть 75—80%). А. поспевает в конце августа, сбор совершается путем выдергивания или косьбы. Хороший товар имеет зеленую окраску (не белую и темную, что бывает вследствие захвата дождями), лишен примесей сорняков и земли, обладает известной твердостью (не д. б. «волглым»). Урожай с 1 *га* — от ½ до 1 *т*. Средний урожай ½ *т*. Средняя цена за 1 п. товара в довоен. период ок. 2 р. Стоимость культуры определялась в довоенный период в 40 р. на 1 десятину, при валовом доходе в 60—120 р. Одним из условий, способствующих развитию этой культуры, надо признать кооперативную организацию сбыта. В довоенный период сбыт товара шел через скупщиков, устанавливавших невыгодные для производителей цены. Русские сорта А. пользуются большим спросом на заграничн. рынке благодаря высокому содержанию эфирных масел. Кроме того, существуют сорта: испанский (крупнее русского), румынский, болгарский, аргентинский и эрфуртский. **В. Здельштейн.**

АНИСОВОЕ МАСЛО, получается отгонкой водяным паром из плодов аниса, Pimpinella anisum L.; выход 1—6%, наибольший выход—из сирийского аниса. В довоенные годы в России, гл. обр. в Воронежской губ., собирали 1 600—3 500 *т* аниса, частью для переработки на А. м., частью для экспорта. Русский анис дает 2,5—3% А. м. и считается одним из лучших сортов. А. м. — жидкость, застывающая в белую кристаллическую массу при + 15°, с характерным запахом и сладковатым вкусом; содержит 85 — 90% анетола, метилхавикол, анисовый альдегид и анискетон. При хранении на свету загустевает и теряет способность кристаллизоваться вследствие образования продуктов полимеризации анетола. По составу и свойствам почти не отличается от *бадьянового масла* (см.), которым очень часто заменяется. Применяется в

медицине (отхаркивающее), в производстве ликеров и водок и для получения анетола.

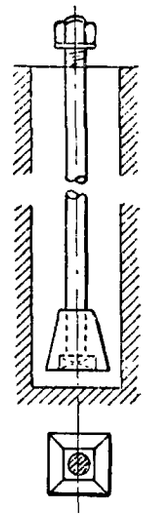
Лит.: Карпов М. С., Анис, его культура, экспорт, произв. масла и т. д., СПБ., 1905; Церевитинов Ф., О производстве эфирных масел в России, «Научно-технич. вестник», *2*, М., 1920.

АНИСОВЫЙ АЛЬДЕГИД, *n*-метокси-бензальдегид $CH_3OC_6H_4C\begin{matrix}H\\ \diagdown\!\!\!\diagup O\end{matrix}$, получается при окислении *анетола* (см.) хромовой или азотной кислотами, воздухом, озоном и т. п., при метилировании *n*-оксибензальдегида, при окислении метилового эфира *n*-крезола. Под названием обепина применяется широко в парфюмерно-мыловаренном производстве. Обладает запахом цветов боярышника. При окислении дает анисовую кислоту; смесь последней с А. а. поступает в продажу как «кристаллический обепин» — жидкость с $t°_{кип.}$ 248°.

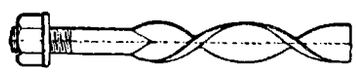
АНКЕРНЫЕ БОЛТЫ. 1) В машиностроении конструктивные варианты фундаментных болтов, служат для прикрепления к фундаментам машин или их станин, работающих с ударами, сотрясениями или не обладающих достаточной устойчивостью. А. б. делаются длинными, доходящими до подошвы фундамента; они т. о. скрепляют с машиной почти весь массив фундамента. А. б. употребляются также в качестве стенных соединений, для прикрепления тяжелых машинных частей (кронштейнов и др.) к отвесным частям сооружений. Верхняя часть А. б. снабжена нарезкой для гайки, а нижняя, опускаемая в специальное отверстие в кладке фундамента, делается или в виде якорной (Т-образной) головки, или же с гнездом для чеки. Чека опирается на анкерную плиту, а якорная головка пропускается через отверстие в плите, затем поворачивается на 90° и приподнимается (см. *Анкерные плиты*). Гнездо для чеки пробивается в стержне болта, что не ослабляет его сечения. Стенные А. б. закладываются снаружи в пробитые для них отверстия и опираются своими квадратными головками на анкерные шайбы. Вследствие сильного затягивания А. б. трение между станиной машины и кладкой фундамента уравновешивает все действующие на машину горизонтальные усилия, поэтому рассчитывать А. б. на срез нет оснований. Силы, действующие на А. б., редко поддаются точному определению; так, напр., в случае установки поворотных кранов болты подвергаются также растяжению. При диам. А. б. D *см* сечение его стержня принимают $=0{,}5\ D^2$ *см*^{2}, а при допускаемом напряжении на растяжение $\sigma = 600$—800 *кг/см*^{2} величина допускаемой нагрузки $P = \frac{1}{2}\ D^2\sigma$ *кг*; т. о. для болта $\varnothing$ 50 *мм*, напр., получаем нагрузку ок. 10 000 *кг*. Чека делается из стали, подвергается действию изгибающего момента, равного $\sim\frac{1}{2}\ PD$ *кгсм*, при чем безопасное напряжение на изгиб принимают в 1 000 *кг/см*^{2}; она м. б. рассчитана также на срез, для к-рого безопасное напряжение принимают равным 350 *кг/см*^{2}. 2) В паровозных котлах А. б. служат для укрепления потолка топки, скрепляя его с верх. листом кожуха (см. *Паровозы* и *Паровые котлы*); во избежание появления трещин в перед. углу топки от расширения топочной решетки ближ. к нему один или два ряда А. б. делают составными. 3) В строительном деле А. б. применяют для крепления установок к каменным основаниям или кладкам, если воспринимаемые болтом усилия невелики и действуют без ударов. Такие болты отличаются длинной клиновидной (уклон около 1 : 15) головкой квадратного сечения с заершенными ребрами (фиг. 1); сторона квадрата в самом широком сечении головки равна двойному диаметру стержня болта; удерживается головка в соответствующем ее формам углублении в камне при помощи цемента, свинца, гипса или серы, заполняющих промежутки между камнем и головкой; длина головки зависит от твердости каменного основания и колеблется между 100 и 400 *мм*. Встречаются разновидности А. б.: со съемной клиновидной деталью в виде отдельной отливки, надеваемой на квадратную головку обыкновенного болта (фиг. 2), и с плоской спирально завитой головкой (фиг. 3).



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Лит.: «Ztschr. d. Vereins Deutsch. Ing.», p. 937, B., 1890; Бах К., Детали машин, пер. с немецкого, изд. 2, стр. 146, Харьков, 1903; Сидоров А., Курс деталей машин, ч. 1, стр. 113, Москва, 1925; Bach K., Maschinenelemente, 13 Aufl., B. 1, p. 178, Leipzig, 1922.

П. Холмогоров.

АНКЕРНЫЕ КАМНИ, особым образом притесанные камни, к-рые связывают между собой камни кладки; употребляются в сооружениях, подвергающихся действию значительных внешних усилий — при напоре волн, при ледоходах (маяки и мостовые быки) — и в тех сооружениях, где приходится отказываться от железных скреплений из-за их усиленного окисления (ржавления). Под действием внешних сил передвижение скрепленных таким способом камней возможно лишь по разрушении притески или при удалении самих А. к.

АНКЕРНЫЕ ПЛИТЫ. В тех случаях, когда какие-либо машины, станки или орудия устанавливают на каменных или бетонных фундаментах, обычно эти установки усиливают специальными железными связями (болтами), закрепляемыми одним концом в станины устанавливаемой машины, а другим—в кладку фундамента. Значение прочности укрепления этих болтов в фундаменте особенно усиливается при наличии в устанавливаемой машине или станке неуравновешенных движущихся масс. В этих случаях головки запускаемых в фундамент болтов (см. *Анкерные болты*) обычно удерживаются массивными чугунными плитами, прочно заделанными в кладку. Назначение

этих плит не только удерживать болты, но и распределять передаваемое ими давление на бо́льшую поверхность кладки и тем предохранять последнюю от местных разрушений. См. *Фундаменты машин.*

АНКЕРНЫЕ СВЯЗИ, или распорные болты, в паровых котлах служат для скрепления плоских стенок (огневых коробок, водяных камер), находящихся на небольшом расстоянии одна от другой, для чего завинчиваются в предварительно нарезанные отверстия в скрепляемых стенках. Выступающие концы связей расклепываются. А. с., подверженные действию пламени (огневые коробки), располагаются на расстоянии не больше 200 *мм* друг от друга. Соединение стенок, находящихся на большом расстоянии одна от другой, производится анкерными трубками, к-рые в трубчатых котлах служат одновременно дымогарными трубками и отличаются от прочих трубок того же назначения большею толщиною стенок. Анкерные трубки ввинчиваются в предварительно нарезанные отверстия стенок, после чего развальцовываются.

АНКЕРНЫЕ ТРУБЫ, см. *Анкерные связи.*

АННАБЕРГИТ, мин. состава $Ni_3(AsO_4)_2+8H_2O$, применяется для получения никеля. См. *Никелевые цветы.*

АННАЛЛАКТИЧЕСКАЯ ТОЧКА, аналлактическая точка, такая точка, расстояния которой до рейки дальномера пропорциональны отрезкам рейки, видимым в трубе дальномера между нитями. При объективе трубы, состоящем из простого двояковыпуклого стекла, А. т. будет находиться в главном фокусе стекла, лежащем со стороны предмета. При объективе, состоящем из комбинации стекол, положение А. т. есть функция стекол и расстояния между ними. На основании этого соотношения Порро построил анналлактическую трубу, в которой, благодаря соответственной комбинации стекол (прибавке собирательного стекла), А. т. приведена на горизонтальную ось, около которой вращается труба (т. н. труба Порро), так что расстояния, отсчитанные от оси прибора, пропорциональны отрезкам рейки, видимым между нитями, и, следовательно, «прибавочная постоянная» отпадает. См. *Дальномер.*

АННАЛИН, гипс, применяемый при производстве бумаги в качестве наполнителя. А. получается в результате размалывания волокнистого гипса; под микроскопом имеет вид палочек и игол, приблизительно одинаковой длины. См. *Наполнение бумаги.*

АННАЛИТ, состав из сильнообожженного гипса, зернистого с острыми гранями песка, гравия, каменного или кирпичного щебня; смесь, налитая в формы, затвердевает, приобретает прочность и устойчивость против выветривания. Искусственные камни часто приготовляются из А. Сооружения из А. недороги и красивы. Значительное количество домов Берлина и Варшавы выполнено с применением А.

АННУНЦИАТОР, прибор, применяющийся на ж. д. Америки для сигнализирования о приближении поезда. А. сигнализирует либо электрическим звонком, либо электромагнитом с клапаном, отпадающим при появлении или прекращении в нем тока, либо небольшой электрической лампочкой. А. устанавливается на дорогах, оборудованных автоматической блокировкой: 1) на станционных постах и в переездных будках; 2) у стрелок на перегоне (разъезды, ответвления), не находящихся под постоянной охраной; стрелки эти переводятся персоналом поезда, к-рому А. сигнализирует, что он может совершить такой перевод, не подвергая опасности другой движущийся по главному пути поезд.

АНОД, металлич. пластинка (электрод), с положительным зарядом электричества (+) при *электролизе* (см.).

АНОД ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАМПЫ, иначе цилиндр или пластина (англ. «plate», франц. «plaque») — электрод, через к-рый входит в лампу питающий ток (анодный ток). А. э. л. бывает плоский, цилиндрический (окружающий сетку и нить), иногда в динатронах, с отверстиями, или даже в виде спирали. Подвергаясь *электронной бомбардировке* (см.), А. э. л. при работе лампы разогревается или даже раскаляется; поэтому А. э. л. делается из тугоплавких металлов: молибдена ($t°_{пл.}$ 2 500°), тантала ($t°_{пл.}$ 2 850°), гораздо хуже — из никеля ($t°_{пл.}$ 1 450°). А. э. л. должен быть тщательно обезгажен (см. *Откачка*), иначе электроны выбивают из него окклюдированные газы, «засоряющие» лампу. Количество выделяющегося на А. э. л. тепла в малых калориях будет $0{,}24\ I_{a.} \cdot V_{a.}$, где $I_{a.}$ — анодный ток и $V_{a.}$ — анодное напряжение. $T°$ А. э. л. можно вычислить по ф-ле: $T°=1\,000 \cdot \left(\frac{I_{a.} \cdot V_{a.}}{S}\right)^{0{,}211}$, где S — поверхность А. э. л. в $см^2$; наибольшая допустимая $T°$ определяет при данных $I_{a.}$ и $V_{a.}$ необходимую поверхность S, которая должна быть не меньше $0{,}1\ I_{a.} \cdot V_{a.}$. У мощных ламп А. э. л. приходится специально охлаждать водой, для чего служат особые приспособления.

АНОДНАЯ БАТАРЕЯ, см. *Батарея.*

АНОДНАЯ ПЛОТНОСТЬ ТОКА, сила анодного тока, приходящаяся на каждый $см^2$ поверхности анода электронной лампы. А. п. т. $i_{a.}$ определяет вместе с *анодным напряжением* (см.) $V_{a.}$ *температуру анода* (см.) ф-лой: $T°=1\,000\ (i_{a.} \cdot V_{a.})^{0{,}211}$.

АНОДНАЯ ЦЕПЬ, комбинация из омических сопротивлений, самоиндукций и емкостей, включенная между *анодом электронной лампы* (см.) и *катодом электронной лампы* (см.) в усилительных, детекторных и генераторных схемах.

АНОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ *электронной лампы* (см.), разность потенциалов между ее анодом и нитью. А. н. в общем смысле слова составляется из напряжения источника питания и напряжения (всегда переменного) на сопротивлении (вообще комплексном) анодной цепи (см. *Ламповые генераторы* и *Усилители*). В узком смысле под А. н. понимается только напряжение источника питания: анодной батареи у усилительных и вообще маломощных ламп (от *нескольких вольт* до сотен вольт), машины постоян. или переменного

тока, или трансформатора, повышающего у мощных ламп А. н. до тысяч вольт. При питании переменным током последний обычно выпрямляется *выпрямителями* (см.) различного типа и сглаживается *фильтрами* (см.).

АНОДНЫЕ ЛУЧИ, каналовые лучи, поток положительно заряженных частиц, получающийся при электрич. разряде; открыты Гольдштейном в 1886 г.; скорость их — порядка 10^7 *см/сек*.

АНОДНЫЙ ТОК, ток проводимости, идущий от анода электронной лампы сквозь разреженный газ. В лампах с совершенным *вакуумом* (см.) носителями А. т. являются почти исключительно *электроны* (см.); *ионы* (см.) начинают играть заметную роль только при плохом вакууме. Сила А. т. зависит от накала нити, от *анодного напряжения* (см.) и от *сеточного напряжения* (см.), изменяясь от немногих mA у усилительных ламп до А и десятков А у мощных.

АНОДНЫЙ ШЛАМ, нерастворимые примеси, оседающие в виде ила на дно ванны при рафинировке металлов электролизом. Вследствие содержания благородных металлов, висмута, селена и т. д., А. ш. представляет собой значительную ценность.

АНОМАЛЬНАЯ ДИСПЕРСИЯ, см. *Дисперсия*.

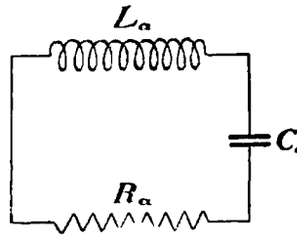
АНРЕП-КОППЕЛЯ ТОРФЯНОЙ ПРЕСС, см. *Торфяной пресс*.

АНТАЛОГИЧЕСКИЙ ПОЛЮС, конец кристалла, электризующийся отрицательно при повышении $t°$.

АНТВЕРПЕНСКАЯ ЛАЗУРЬ, синяя минеральная краска с зеленым оттенком; по характеру это — *берлинская лазурь* (см.), в которой часть железных солей заменена железо-синеродистым цинком.

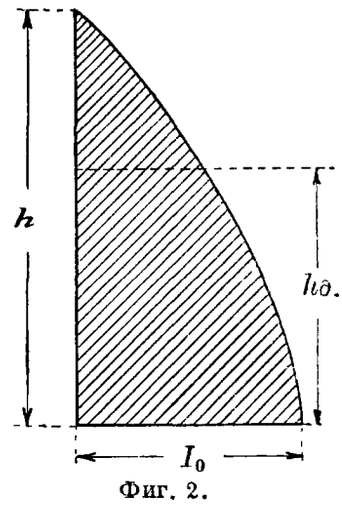
АНТЕННА, устройство для излучения или же для улавливания энергии электромагнитных волн. Соответственно назначению различают отправительные и приемные А.; основное различие в устройстве их заключается в придании отправительной А. большей емкости, для вмещения бо́льших запасов колебательной энергии, и большей высоты, обеспечивающей наивыгоднейшее внешнее действие.

Отправительные антенны. Процесс излучения отправительной А. (колебательный процесс) не представляет принципиальной разницы с колебательным процессом в *вибраторе Герца* (см.). Вибратор Герца впервые удалось преобразовать в технический излучатель, т. е. в отправительную А., расположив вибратор вертикально и заменив одну из его половин заземлением. В настоящее время А. представляет обычно односторонний вибратор, вторая половина которого заменена *противовесом* (см.) или же *заземлением* (см.). Применяются также, хотя и весьма редко, А. в виде двустороннего симметричного вибратора. С электрической точки зрения А. эквивалентна замкнутому колебательному контуру, образованному самоиндукцией А. L_a., емкостью относительно земли C_a. и сопротивлением R_a. (фиг. 1). Такой контур способен колебаться с частотой $f_a \cong \frac{1}{2\pi\sqrt{L_a.C_a.}}$, т. е. А. имеет собственную длину волны $\lambda_a \cong 2\pi\sqrt{L_a.C_a.}$ (формула Томсона), где λ_a., L_a. и C_a.—все в *см*. При вычислении по этой ф-ле пользуются динамич. значениями L_a. и C_a., определяемыми следующим образом: 1) динамич. емкость А.— емкость, которая при равномерном распределении вдоль А. наибольшего существующего в ней потенциала восприняла бы тот же заряд, к-рый имеет данная А.; 2) динамич. самоиндукция А. — самоиндукция, при к-рой с равномерным распределением вдоль А. наибольшей существующей в ней силы тока получается тот же магнитный поток, что и в действительности. Статические емкость и самоиндукция соответствуют случаю равномерного (стационарного) распределения напряжения и силы тока; при собственной длине волны для вертикального заземленного провода $C_{дин.}=\frac{2}{\pi}C_{стат.}$ и $L_{дин.}=\frac{2}{\pi}L_{стат.}$



Фиг. 1.

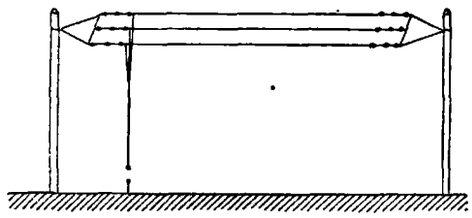
Зависимость собственной длины волны А. от ее геометрич. размеров (длины проводов сети А.) выражается т. н. волновым коэффициентом, величина к-рого зависит от типа и конструкции А. Для А., состоящей из одного вертикального заземленного провода, волновой коэфф. $k=4$, и т. о. собственная длина волны А. равняется ее учетверенной геометрич. длине: $\lambda=kl=4l$. Наивыгоднейшее внешнее действие А. зависит от ее действующей высоты, зависящей от типа и конструкции А. Площадь, ограниченная осью одностороннего вибратора и кривой тока, имеющей узел у конца вибратора и пучность в середине его, заштрихованная на фиг. 2, носит название площади тока. В этом случае высота $h_д.$ прямоугольника, основание которого равно пучности тока I_0, а площадь равна площади тока, и называется действующей высотой А. Для прямолинейной вертикальной А. действующая высота $h_д.=\frac{2}{\pi}h$; вообще для любого типа А. $h_д.=\alpha h$, где α —коэффициент формы А.



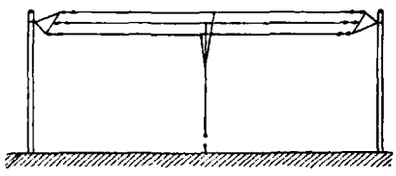
Фиг. 2.

Конструкции А. отличаются большим разнообразием, но в общем сводятся к следующим основным типам. Вертикальная А.,—состоящая из прямолинейного вертикального провода, подвешенного к одной опорной точке (мачте). Волновой коэфф. $k=4$. Коэфф. формы А. при собственной длине волны $\alpha=\frac{2}{\pi}=0{,}63$; тот же коэффициент при включении в провод

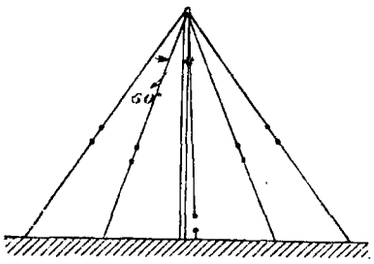
удлинительной катушки равен $\alpha=0{,}5$. Г-образная А. (фиг. 3), состоящая из вертикального провода (снижение) и горизонтальной части, подвешенной на двух или более мачтах. Снижение—от одного из концов горизонтальной части; $k\cong 4{,}5$—5; при широких А. $k\cong 5$—7; $\alpha\cong 0{,}8$. Т-образная А. (фиг. 4), состоящая из горизонтальной части и снижения, взятого от середины горизонтальной части; $k\cong 5$—6; $\alpha\cong 1$. Зонтичная А. (фиг. 5), состоящая из вертикального провода и наклонных лучей, спускающихся с верхнего его конца под углом (обычно $\cong 60°$); k — около 6—10; α — около 0,75. Перечисленные выше типы далеко не исчерпывают всех конструктивных возможностей; существуют также: земные, подземные, подводные, конденсаторные, замкнутые, многократные, волновые и целый ряд направленных, а также суррогатные А., применяемые наравне с приведенными типами как для целей передачи, так и для приема (см. ниже—Приемные А.). Коротковолновые приемные и отправительные А. устраиваются или направленного типа, или в виде Г- и Т-образной А., или в виде наклонного одиночного провода (см. *Волны короткие*).



Фиг. 3.



Фиг. 4.



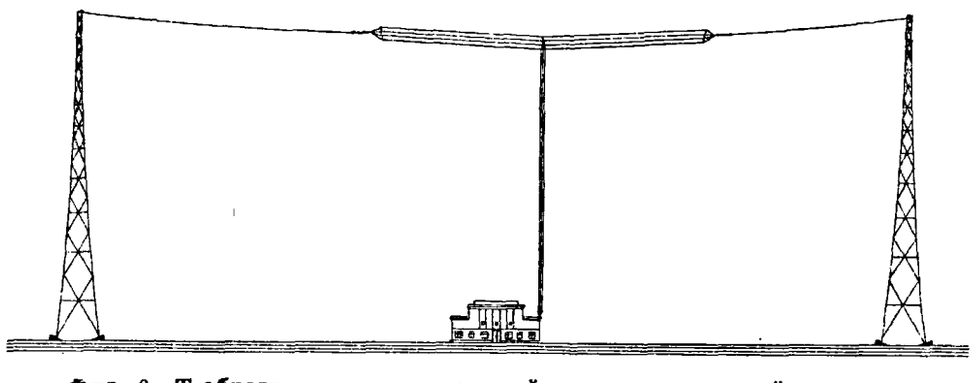
Фиг. 5.

Опорными точками для подвеса проводов А. служат специально устанавливаемые мачты (см. *Мачты антенные*) или даже металлические башни решетчатой и иной конструкции. Для передвижных радиостанций употребительны мачты из стальных труб (часто телескопические, выдвижные одна из другой) и деревянные; неподвижные радиостанции имеют или деревянные мачты или металлические (при чем последние бывают двух категорий: свободно стоящие и на оттяжках). Высота подвеса современных отправительных А. достигает 250 *м* (Сент-Ассизская станция вблизи Парижа) и даже 300 *м* (Эйфелева башня). В Москве на б. Шаболовской радиостанции (Большой Коминтерн) для А. воздвигнута башня оригинальной конструкции по проекту инж. Шухова.

Провода А. изолируются от мачт системой специальных антенных изоляторов, качество к-рых д. б. тем более совершенно, чем выше прилагаемое к А. напряжение электрического тока. Современные изоляторы мощных радиостанций выдерживают до 120 kV рабочего напряжения при разрывном усилии в 15 *т*. В качестве материала для проводов А. применяется т. н. антенный канатик, состоящий из свитых вместе нескольких бронзовых проводов. Применение многожильного канатика обусловливается стремлением уменьшить электрическое сопротивление проводов антенны путем увеличения общего периметра, так как вследствие явления *скин-эффекта* (см.) сопротивление провода токам высокой частоты обратно пропорционально не площади поперечного сечения, а периметру проводника.

Количество энергии, вмещающееся в А., зависит от ее емкости и приложенного потенциала и выражается (для незатухающих колебаний) формулой $W=\frac{1}{2}C_a.V_0^2$, где $C_a.$ — динамич. емкость А. и V_0 — амплитуда приложенного потенциала. При желании увеличить энергию можно повышать потенциал, но лишь до нек-рого предела, после к-рого происходит перегрузка А., выражающаяся в стекании электричества с ее концов (явление короны). Поэтому дальнейшее увеличение энергии достигается увеличением емкости А. Современные мощные станции имеют емкость А. до 50 000 *см*, при чем провода такой А. покрывают площадь более 1 *км*². А. радиостанции Рио-де-Жанейро, имеющая назначение поддерживать связь с Европой, занимает поле дл. 2,5 *км* и шир. ок. 0,4 *км*. На фиг. 6 изображена А. мощной радиовещательной станции в Лангенберге (Германия).

Величиной, характеризующей интенсивность излучения отправительных станций, является момент тока—произведение из силы тока А. (в амперах), взятого в его пучности, на действующую высоту в *м*. Момент тока выражается в метрамперах и для радиостанций, поддерживающих связь трансокеанскую, достигает нескольких сот тысяч метрамперов; антенный ток на таких радиостанциях доходит до 600—1 000 А. Наравне с этим термином также употребительно



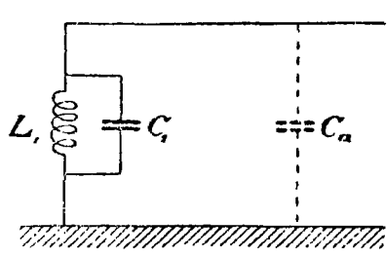
Фиг. 6. Т-образная антенна мощной радиовещательной станции в Лангенберге (Германия).

выражение «мощность в антенне», к-рая определяется как $I_{д.}^2 R_{a.}$, где $R_{a.}$ — сопротивление А.; на больших радиостанциях мощность в А. — порядка сотен kW.

Для определения емкости А. существует ряд методов, из к-рых наиболее точными являются методы проф. Шулейкина и проф. Хоу. В практике для расчета статич. емкости Г- и Т-образных А. пользуются наиболее употребительными ф-лами—Мейснера и Остина, применяемыми: первая — для А., состоящих из небольшого числа проводов, и вторая — для А. с большим числом параллельных проводов. Формула Мейснера: $C=\frac{(b+2h)l}{4\pi h}$, где C — емкость А., b — ширина сети, h — высота подвеса над землей и l — длина горизонтальных проводов (все величины выражены в *см*). При $\frac{l}{b}>5$ она дает преувеличенное значение емкости, при $\frac{l}{b}<5$ — преуменьшенное. Формула Остина: $C=\left[0{,}36\sqrt{s}+0{,}08\frac{s}{h}\right]\left(1+0{,}015\frac{l}{b}\right)$, где s — площадь горизонтальной проекции сети в *см*^{2}, h — высота подвеса в *см*, b — ширина сети в *см* и C — емкость в *см*. Емкость вертикальной части А. в один канатик определяется: $C_{верт.}=\frac{l_{верт.}}{2\ln\frac{2l_{верт.}}{r}}$, где r — радиус канатика; емкость горизонтальной части А. в один канатик: $C_{гор.}=\frac{l_{гор.}}{2\ln\frac{2h}{r}}$; размеры и емкость — в *см*, логарифмы натуральные. Отсюда полная $C=C_{верт.}+C_{гор.}$ Кроме вычислений, существует несколько методов непосредственного измерения емкости А. (см. *Радиоизмерения*).

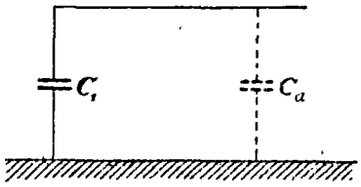
Самоиндукция (статическая) А. вычисляется точно так же по сложным ф-лам; приближенно можно пользоваться ф-лой для случая одного прямолинейного провода: $L=2l\left[\ln\frac{4l}{d}-1\right]$, где L — самоиндукция, l — длина провода, d — его диаметр (все величины в *см*). Ее же можно определить, зная $C_{верт.}$ и $C_{гор.}$, таким способом: $L_{верт.}=\frac{l^2}{C_{верт.}}$ *см* и $L_{гор.}=\frac{l^2}{C_{гор.}}$ *см* и полная $L=L_{верт.}+L_{гор.}$.

Собственную длину волны А. на практике рассчитывают, исходя из длины проводов и волнового коэфф-та. Она же измеряется непосредственно *волномером* (см.), для чего в А. тем или иным способом возбуждаются колебания и с ее контуром связывается контур волномера. При настройке волномера в резонанс с колебаниями А. искомая длина волны А. отсчитывается согласно градуировке волномера. Изменение длины волны А. достигается изменением ее самоиндукции или емкости. Увеличение длины волны («удлинение А.») производится включением или добавочной самоиндукции, в виде антенной удлинительной катушки L_1, или антенного вариометра (см. *Вариометр*), включаемых последовательно с собственной самоиндукцией $L_{a.}$ (динамич.), или добавочной емкости C_1, приключаемой параллельно к собственной емкости А. $C_{a.}$ (динамич.) относительно земли, или же, чаще всего, и тем и другим способом одновременно (фиг. 7). В этом случае длина волны А. определяется суммарным значением емкостей и самоиндукций и равна $\lambda=2\pi\sqrt{(L_1+L_{a.})(C_1+C_{a.})}$. Уменьшение собственной длины волны А. («укорочение А.») достигается последовательным включением антенного конденсатора C_1 (фиг. 8), благодаря чему суммарная емкость А. уменьшается по фл-е $C=\frac{C_{a.}C_1}{C_{a.}+C_1}$.



Фиг. 7.

Кроме полезной потери энергии на излучение, определяемой по формуле: $P_{из.}=1\,579\left(\frac{h_{д.}}{\lambda}\right)^2 I^2_{д.}$, где $I_{д.}$ — действующая сила тока (в амперах) в пучности А., существует целый ряд вредных потерь в А., величина к-рых характеризует полезное действие А. (отдачу А.). Вредные потери слагаются из потерь на *Фуко токи* (см.) и *Джоуля тепло* (см.), потерь на утечку вследствие несовершенства изоляции, на диэлектрич. гистерезис и потерь на явление короны, возникающее при очень высоком потенциале у концов А. Коэфф. полезного действия А. определяется из отношения $\eta=\frac{R_{из.}}{R_{a.}}$, где $R_{из.}$ — «сопротивление излучения» — величина, характеризующая потерю энергии на излучение, и $R_{a.}$ — полное сопротивление А., характеризующее сумму всех вредных потерь и потери на излучение; $R_{a.}$ колеблется от 50 Ω (малые) до 0,5 Ω (мощные радиостанции). Коэффициент полезного действия современных А. достигает 40 — 60%.

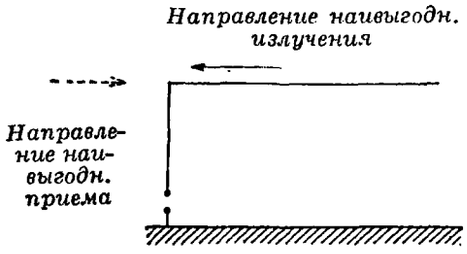


Фиг. 8.

Предохранение А. от ударов молнии существенно не отличается от такого же предохранения обычных воздушных токонесущих проводов через предохранительный искровой промежуток, соединенный с заземленным прямым и по возможности коротким проводом. Кроме того, А. имеют т. н. грозовой переключатель, б. ч. в форме однополюсного рубильника, выключающий из А. соединенные с ней приборы и непосредственно замыкающий А. на землю.

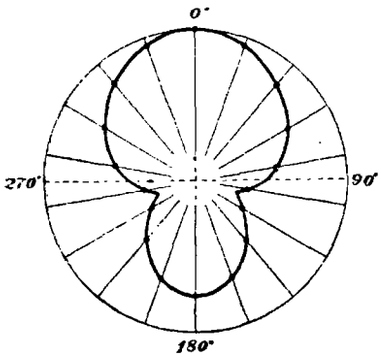
При помощи особого расположения проводов можно получить излучение или прием энергии преимущественно только в определенных направлениях; такие А. называются направленными А. Однако нек-рым направленным действием обладает

вообще всякой А. (кроме тех, к-рые симметричны относительно любой вертикальной плоскости, проходящей через главную точку опоры, напр.—вертикальный провод, зонтичная с большим числом лучей и т. д.). Направленное действие Г-образной и земной А. обусловливается особой формой этих А. и электрическ. свойствами поверхностного



Фиг. 9.

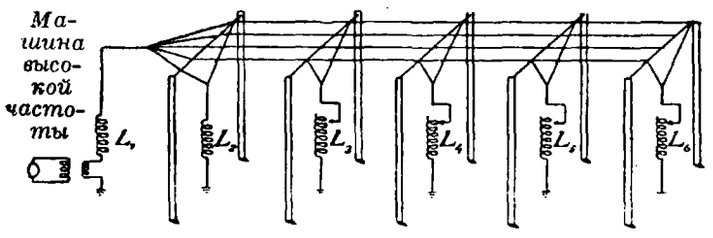
слоя земли, проводимость к-рого для получения направленного действия д. б. мала. Поэтому над хорошо проводящей почвой направленное действие таких А. исчезает. Направленное излучение Г-образных А. происходит преимущественно в плоскости А., в направлении, показанном сплошной стрелкой на фиг. 9. Характеристика направляющего действия Г-образной А., полученная экспериментальным путем, представлена на фиг. 10, где на векторах, указывающих направление, отложены значения силы тока в приемной А. (направление на передающую А. совпадает с вектором 0°).



Фиг. 10.

Земная А.— соединенные в одну систему две Г-образные А., расположенные невысоко (1,5—2 *м*) над поверхностью земли. Направляющее ее действие выражено еще более ясно, чем для Г-образной А. Применение указанных А. для целей приема обнаруживает аналогичное же направленное действие, при чем для Г-образных А. максимум силы принимаемых сигналов будет в случае поступления их с направления, указанного на фиг. 9 пунктирной стрелкой.

Многократная А., употребляемая в мощных передающих станциях, — А.,



Фиг. 11. Многократная антенна (станции Нью-Брунсвик, С.-А. С. Ш.).

соединяющаяся с заземлением через катушки самоиндукции более чем в одной точке, при чем катушки эти берутся с таким расчетом, чтобы их общее индуктив. сопротивление было равно тому, к-рое необходимо для получения желаемой длины волны А. Такая А. представляет собою Г-образную сеть, заземленную в неск. точках через катушки самоиндукции (фиг. 11); при такой А. общее сопротивление ее падает в n раз по сравнению с обыч. Г-образной А. (n—число снижений). Эта А. предложена Александерсоном.

Приемные А. Приемные А. предназначаются для поглощения (улавливания) энергии, излучаемой отправительными А. Приемные А. ныне встречаются двух категорий: резонансные и апериодические (о последних, применяемых только при приеме, подробнее см. *Радиоприем*). Если на приемную А., представляющую колебательный контур определенной частоты, воздействует какая-либо переменная эдс, то развиваемый ею ток будет иметь максим. значение в том случае, когда частота приходящей эдс будет равна частоте контура, т. е. когда приемная А. настроена в резонанс с приходящими колебаниями (см. *Резонанс*). Значение тока в случае резонанса ограничивается величиной сопротивления приемной А., и этой величиной определяется способность А. к избирательности, т. к. приходящие колебания, не находящиеся в резонансе с приемной А., будут возбуждать в ней токи неизмеримо меньшей величины, чем колебания, на частоту к-рых А. настроена. Сила тока в приемной А., возбужденная приходящими колебаниями, по формуле Остина определяется:

$$I_{пр.}=\frac{377\cdot h_{пер.}\cdot h_{пр.}\cdot I_{д.}}{R_{пр.}\cdot d\cdot\lambda}\cdot e^{-\frac{0{,}0014\,d}{\lambda^{0,6}}},$$

где $I_{пр.}$ — сила тока в приемной А. в амперах, $h_{пер.}$ — действующая высота отправительной А. в *км*, $h_{пр.}$ — действующая высота приемной А. в *км*, $I_{д.}$ — действующая сила тока в отправительной А. в амперах, d — расстояние между приемной и отправительной станциями в *км*, λ — длина волны отправительной А. в *км* и $R_{пр.}$ — сопротивление приемного устройства (А., приемника и заземления) в омах. Т. о. сила тока в приемной А., а следовательно и возможность приема, увеличивается с действующей высотой А. ($h_{пр.}$) и обратно пропорциональна ее сопротивлению; эти условия и ложатся гл. обр. в основу конструкции приемных А.

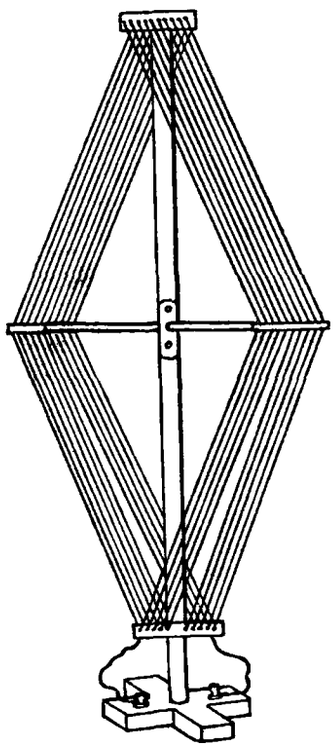
Повышение геометрич. высоты приемной А., увеличивая ее действующую высоту, увеличивает вместе с тем и способность А. к воспринятию зарядов атмосферного электричества; токи, возникающие в результате разрядов последнего, проходят по А. и создают помеху приему (см. *Атмосферные помехи*). Вследствие этого при выборе геометрич. высоты приемной А. приходится принимать компромиссное решение, и высота подвеса приемных А. в современных станциях не превышает в общем 25—30 *м*, достигая в отдельных случаях 75 *м*. Аналогичным образом, в смысле увеличения помехи со стороны атмосферных разрядов, действует и большая емкость А., вследствие чего в конструкциях А. применения большого числа проводов, параллельных земле, избегают. В маломощных станциях нередко отправительная А. вместе с тем служит и приемной А., но для ответственного приема такое объединение функций А. не применяется. В радиолюбительской практике

применяют простейшие из описанных выше типов А. (Г-образные и Т-образные), при чем число проводов А. редко берут больше двух. Расчеты и данные, привед. выше для отправит. А., в равной мере применимы к этим А. при использовании их для радиоприема.

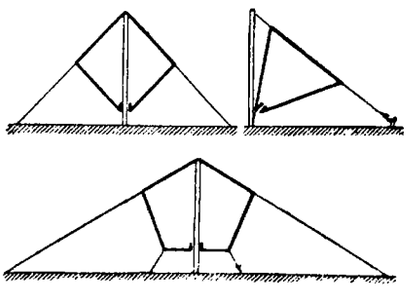
Суррогатные А. в большинстве применяются в радиолюбительской практике в условиях невозможности установки нормальной приемной А. В качестве суррогатной А. может служить любой проводник достаточных размеров, напр. водосточная труба, домовая крыша, металлич. кровать, даже растущее дерево и пр. К числу суррогатных А. относятся т. н. комнатные и чердачные А., устанавливаемые в соответственных помещениях по типу нормальных А. Кроме того, в качестве А. могут быть использованы провода телефон. и электрич. сетей. В случае присоединения приемника к токонесущим сетям, включение производится через т. н. разделительный конденсатор, назначение которого — пропустить в приемник токи только высокой частоты и задержать основные токи сети.

Подземная А. — уложенный в земле на глубине 50—80 *см* тщательно изолированный горизонтальный провод. Такая А. оказывается в высокой степени свободной от мешающего действия атмосферных разрядов. Часто изоляция подземной А. осуществляется прокладкой ее провода в гончарных или иных трубах.

Рамки и замкнутые А. в значительной степени избавлены от помех со стороны атмосферного электричества, что, наряду с их явно выраженным направленным действием и портативностью (рамки), составляет их преимущество при приеме перед открытыми А. Замкнутая А. представляет собою контур большой площади с малым числом витков, обычно подвешенный к той или иной наружной сетевой опоре или опорам; рамки — малой площади, большого числа витков, обыкновенно передвижные и поворотные, устанавливаемые внутри зданий. Конструктивно рамка выполняется в виде больших размеров катушки самоиндукции той или иной формы (фиг. 12) и представляет колебательный контур незначительной емкости, с весьма большой самоиндукцией. По сравнению с открытой А. сила приема на рамку очень мала (на замкнутую А. — больше, чем на рамку), вследствие небольшой величины воспринимаемого ею электромагнитного поля приходящей волны. Действующая высота рамки и замкнутой А. $h_{д.}=\frac{2\pi s}{\lambda}$, где λ — длина принимаемой волны и s — действующая площадь рамки, равняющаяся площади одного витка, умноженной на число витков. Т. о. при $\lambda=300$ *м* и рамке площадью 1,5 $м^2$, с девятью витками, действующая высота определится всего в 0,283 *м*. Естественно, что в условиях приема на рамку требуется особо чувствительное приемное устройство. Собственная длина волны рамок приближенно определяется по ф-ле: $\lambda=(4{,}5—5{,}5)l$, где l — полная длина провода. Для намотки рамок применяется обычный антенный канатик или же особый провод, т. н. лицендрат, часто ацетатовый провод, представляющий шнур, состоящий из большого числа отдельных весьма тонких жил, изолированных ацетатовым лаком. Для наивыгоднейшего приема рамки и замкнутые А. должны быть расположены так, чтобы их пересекало наибольшее число силовых линий поля приходящей волны. Поэтому рамка и замкнутая А. ставятся в вертикальной плоскости в направлении передающей станции. Станции, расположенные под прямым углом к плоскости рамки, рамкой и замкнутой А. практически приниматься не будут.

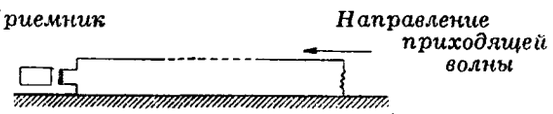


Фиг. 12.



Фиг. 13.

Замкнутые А. применяются в настоящее время часто для целей ответственного приема и отличаются по свойствам от рамок значительно большей действующей высотой. Такие А. чаще всего имеют формы, представленные на фиг. 13. Волновой коэффициент одновитковой замкнутой А. равен



Фиг. 14.

приблизительно 2,3 — 2,7. Точный расчет самоиндукции замкнутых А. весьма сложен; в наиболее простом виде, в случае одновитковой А. любой формы, самоиндукция (для высокой частоты) определяется по ф-ле Баженова: $L=2l\left(\ln\frac{2l}{r}-a_k\right)$, где l — периметр замкнутой А., r — радиус провода, a_k — поправочный коэфф., зависящий только от $\frac{l}{\sqrt{s}}$ (где s — площадь замкнутой А.); $a_k=2{,}45$ для замкнутой А. в форме круга, для к-рого $\frac{l}{\sqrt{s}}=3{,}54$; $a_k=3{,}33$ для замкнутой А. в форме прямоугольного равнокатетного тр-ка, для которого $\frac{l}{\sqrt{s}}=4{,}83$, и т. д. (все величины в *см*, логарифмы натуральные).

В установках профессионального радиоприема часто встречается волновая А.,

изобретенная Бевереджем (или А. бегущей волны). Это горизонтальная А. (фиг. 14), длина к-рой того же самого порядка по величине, как длина волн, подлежащих приему от корреспондентов; волновая А. обладает сильно направленным действием.

Лит.: Шулейкин М. В., Распространение электромагнитной энергии, М., 1923; Петровский А. А., Радиосети, Л., 1924; Берг А. И., Общая теория радиотехники, Л., 1925; Скрицкий Н. А., Радиотехника, Конспект лекций, Л., 1926; Баженов В. И., Расчет замкнутых антенн, «Телеграфия и телефония без проводов», *43*, Н.-Новгород, 1927. **Н. Пастушенко.**

АНТЕННЫЕ МАЧТЫ, см. *Мачты антенные.*

АНТИГРИЗУТИТ ФАВЬЕ, см. *Взрывчатые вещества.*

АНТИДЕТОНАТОРЫ, вещества, способствующие правильному сгоранию смеси в цилиндрах мотора при высокой степени сжатия. Детонация (см. *Двигатели внутреннего сгорания*) чрезвычайно вредно отражается на ходе рабочего процесса, ведет к быстрому изнашиванию стенок цилиндров и головки поршня; поэтому следует всеми мерами стремиться к уменьшению или полному уничтожению указанного явления. В нек-рой степени этой цели удается достигнуть конструктивными изменениями двигателя, но наиболее мощным средством является регулировка состава топлива или прибавление к нему незначительного количества специальных реактивов. Нек-рые вещества обладают свойством, будучи введенными даже в долях %, обусловливать правильное сгорание рабочей смеси. Попытки покрывать стенки цилиндра слоем катализатора не дали благоприятных результатов, и в настоящее время А. применяются исключительно в виде растворов в топливе. В строгом смысле слова к А. можно было бы отнести и такие газы, как избыточный воздух, углекислый газ, азот и пр., т. к. присутствие их затрудняет появление характерных стуков в моторе, но обычно это понятие распространяют лишь на те вещества, введение к-рых не отражается заметно на изменении мощности двигателя. За основание для сравнения берется легкий америк. бензин, состоящий почти исключительно из углеводородов парафинового ряда. Нафтены детонируют труднее, что легко заметить, напр., на бакинском бензине при аналогичных условиях работы. Еще выше в этом отношении олефины, ароматические углеводороды и бициклические полиметилены. Примесь ароматиков в количестве 10—30% сильно улучшает качество бензина и широко применяется в СССР как средство для борьбы с детонацией. Из других веществ, действующих уже в гораздо меньших дозах, следует упомянуть про металлический иод, тетраэтилсвинец и пентакарбонилжелезо. Последние два А. нашли значительное применение в Америке и Германии. Многочисленные случаи отравления тетраэтилсвинцом вызвали большую полемику о допустимости его широкого применения. В результате длительных опытов были установлены определенные правила обращения с этим ядовитым препаратом. Пентакарбонилжелезо гораздо безопаснее в обращении, но действующая доза его значительно выше; кроме того, оно обладает неприятной особенностью оставлять в выхлопных каналах налет из магнитной окиси (Fe_3O_4).

В последнее время появилось очень много разнообразных продуктов, применяемых для предупреждения детонации; большинство из них не получило широкой практической оценки; заслуживают внимания среди общей массы предложений: олеиновокислый свинец, нафтеновые соли тяжелых металлов и коллоидная медь. Сила действия нек-рых А. видна из следующей таблицы (действие $Pb(C_2H_5)_4$ принято за 100, влияние других выражено в % от мол. в.):

$Pb(C_2H_5)_4$	100,0	$Pb(C_6H_5)_2(C_2H_5)_2$	93,7
$Pb(C_6H_5)_4$	59,0	$Pb(C_6H_5)_2J_2$	80,0
$Pb(C_2H_5)_2Cl_2$	67,0	$Bi(CH_3)_3$	20,2
$SnCl_4$	3,5	$TiCl_4$	2,7
SnJ_4	12,8	TiJ_4	2,7

Единой теории А. не существует, да и трудно было бы ожидать ее, когда самое явление детонации рассматривается часто с противоположных точек зрения. Вернее всего, что действие их не идентично и влияет на разные стадии процесса сгорания. Примесь ароматич. углеводородов аналогична разбавлению смеси: значение хим. специфичности молекул сказывается здесь еще очень слабо. Влияние иода несомненно каталитического характера, хотя оно и не особенно сильное. Свинцовые соединения, изученные лучше и подробнее других, дают возможность сделать несколько интересных заключений о связи между $t°$ разложения продукта и его способностью предотвращать детонацию. Темп-ра самовоспламенения испаренного топлива в присутствии А. не повышается заметно, но скорость сгорания претерпевает значительное уменьшение.

Лит.: Sokal E., «J. Ch. I.», v. 43, *35*, p. 283 (T), L., 1924; Midgley T., «J. Engin. Chem.», v. 17, p. 827, Easton, 1925; Surgeon General's Committee, «J. Engin. Chem.», v. 18, p. 193; Charch W. H., «J. Engin. Chem.», v. 18, p. 334; Welles A., «Oil a. Gas Journ.», v. 24, *43*, p. 138, Tilsa; Dumanois, «CR», t. 182, p. 526, P., 1926; Aronio R., «Giornale di chimica industr. ed applicata», Milano, 1926, v. 8, p. 314, 1925, v. 7, p. 573; Muracur H., «Chimie et Industrie», v. 14, p. 851, P., 1926; Frydlender J. H., «Revue des prod. chimiques», Paris, 1926, v. 29, p. 1, 1925, v. 28, p. 685. **П. Панютин.**

АНТИКАТОД, платиновая пластинка в трубке Рентгена, поставленная против катода под нек-рым углом к падающим на нее *катодным лучам* (см.). Для свободного отвода накопляющегося отрицательного электричества на А., последний соединяют с анодом. См. *Рентгеновская трубка.*

АНТИКОГЕРЕР, см. *Когерер.*

АНТИЛОГАРИФМ, число, соответствующее данному логарифму. Таблица А.—таблица логарифмов, расположенная не по числам, а по их логарифмам; применяется для нахождения числа по логарифму; для этой цели можно пользоваться и обыкновенными логарифмическими таблицами.

АНТИМОНИЙ, то же, что *сурьма* (см).

АНТИМОНИН, один из препаратов сурьмы, употребляется для закрепления таннина на хлопке; представляет собою кислую молочносурьмянокальциевую соль с содержанием 15% Sb_2O_3. Получается в виде сильно гигроскопических кристаллов. Содержание Sb_2O_3, от к-рого зависит качество препарата, определяется иодометрическим путем;

титрование производится в щелочной среде, с прибавкой двууглекислой соды. Подобное А. применение имеют щавелевосурьмянонатриевая и -калиевая соли.

АНТИМОНИТ, сурьмяный блеск Sb_2S_3 (72% Sb, 28% S); тв. 2, уд. вес 4,5; серые кристаллы ромбической системы; в природе встречается самостоятельно и с другими минералами в виде выполнений жил. Месторождения: З. Европа (Венгрия, Богемия, Италия), Япония, остров Борнео. Из А. получают сурьму и почти все сурьмяные препараты.

АНТИНОННИН, калийная соль динитро-*о*-крезола, обработанная мылом и глицерином, в виде бурого теста горького вкуса и растворимого в воде. Препарат для истребления насекомых: соснового шелкопряда, тлей и др. и для предохранения дерева от грибков (домовый грибок) и жуков (древоточец).

АНТИОКСИГЕНЫ, антиокислители, вещества, задерживающие или останавливающие процессы окисления. Некоторые соединения, легко окисляющиеся на воздухе, могут быть «стабилизованы» прибавлением различных веществ. Бензойный альдегид, превращающийся при действии кислорода воздуха в бензойную кислоту, в присутствии спирта или сернистой кислоты перестает окисляться, вернее — скорость его окисления сильно падает. Недавно было найдено (Мурэ), что часто незначительная прибавка определенного вещества, А., производит сильный задерживающий окисление эффект. Рядом исследований было обнаружено, что свойством задерживать окисление обладает множество соединений с самыми разнообразными химич. функциями. Но это влияние постороннего тела на ход окисления не всегда бывает одинаково. Нек-рые соединения по отношению одних веществ являются А., по отношению других — недеятельны, а в иных случаях, наоборот, способствуют окислению (положительный окислительный катализатор). Т. о. можно сказать, что каждая окислительная реакция имеет свой специфический А., или, во всяком случае, свой наиболее активный А. С практической точки зрения наибольший интерес, как А., представляют гидроксильные производные бензола: гидрохинон, пирокатехин, пирогаллол; фенол и резорцин мало активны, тогда как гваякол и нафтолы по своей активности превосходят все перечисленные соединения. Приведенная диаграмма показывает зависимость интенсивности окисления кислородом бензальдегида от количества прибавленного А. (гидрохинона). На вертикальной оси отложены величины, характеризующие степень окисления, на горизонтальной — время. Кривые выражают ход окисления в случае прибавки к бензальдегиду 0,00001, 0,0001, 0,0002, 0,001 и 0,002 эквивалентного количества гидрохинона. Явления антиокислительного действия еще недостаточно изучены. Подбор А. для каждой данной реакции является скорее делом опыта, чем результатом теоретического вывода. Несмотря на это, применение А. начинает входить в хим. практику и принесло уже ряд значительных успехов в области стабилизации легко окисляющихся веществ, напр. *акролеина* (см.). Несомненно, что в будущей химической промышленности А. предстоит играть довольно крупную роль. **С. Медведев.**

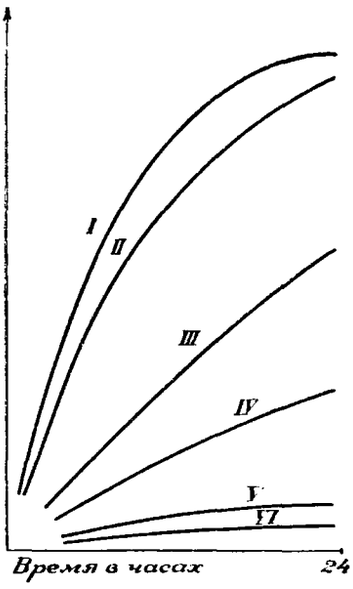


Диаграмма скоростей окисления бензальдегида: *I*—бензальдегид без гидрохинона, *II*—бензальдегид с 0,00001 гидрохинона, *III*—бензальдегид с 0,0001 гидрохинона, *IV*—бензальдегид с 0,0002 гидрохинона, *V*—бензальдегид с 0,001 гидрохинона, *VI*—бензальдегид с 0,002 гидрохинона.

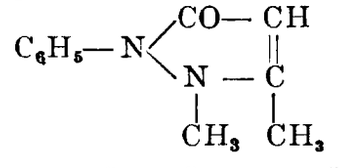
АНТИОКСИДАНТЫ, антиокислители, в резиновом производстве — вещества, задерживающие окисление каучука и этим значительно увеличивающие прочность каучукового изделия; обычно их замешивают в резиновую смесь в количестве 1% от веса каучука. Главнейшим из них является альдоль-α-нафтиламин, или Age-rite (эджрайт); получается уплотнением ацетальдегида в альдоль и дальнейшим нагреванием последнего с нафтиламином; имеет вид канифоли; $t°_{пл.}$ 70—80°; легко смешивается на вальцах с каучуком, придавая последнему мягкость. Другим известным А. является продукт уплотнения ацетальдегида с анилином: $CH_3 \cdot CH : (NH \cdot C_6H_5)_2$. Аморфный желтый порошок удельного веса 1,09 с $t°_{пл.}$ 130—150°. На заграничном рынке известен под маркой «V. G. B.».

Лит.: «The India Rubber World», 1 May, N.Y., 1926; «Gummi-Ztg.», *42*, B., 1926.

АНТИПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ КРИВОШИП, см. *Кривошип*.

АНТИПИРЕТИКИ, *жаропонижающие средства* (см.).

АНТИПИРИН (анальгезин, анодинин, пиразолин, феназон и др.), 1-фенил-2,3-диметил-5-пиразолон. Получается из фенилгидразина и ацетоуксусного эфира; получающийся при их взаимодействии 1-фенил-3-метил-5-пиразолон метилированием (хлористым метилом) переводится в А.



А. — бесцветный, нейтральный порошок, слабогорького вкуса; хорошо растворяется в воде, спирте и хлороформе, плохо — в эфире, холодном толуоле и лигроине; кристаллизуется в блестящих листочках, $t°_{пл.}$ 127°. С хлорным железом дает кроваво-красное окрашивание (чувствительность 1:100 000), с азотистой к-той — сине-зеленое (чувствительность 1:100 000). А. применяется в медицине как жаропонижающее и обезболивающее средство. Часто фальсифицируется антифебрином, как более дешевым

средством, от к-рого, однако, его легко отличить. С салициловой к-той дает солеобразное соединение, известное в медицине под названием салипирина — кристаллический белый порошок с темп-рой плавления 92°. А. служит исходным материалом для получения *пирамидона* (см.).

АНТИСЕПТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, антисептики, вещества, задерживающие или предупреждающие гниение и *брожение* (см.), останавливающие процессы, вызываемые болезнетворными микроорганизмами. А. в. в значительной мере являются и *дезинфицирующими средствами* (см.), поскольку последние применяются для уничтожения микроорганизмов и их зародышей (спор). Среди А. в. различают: внешние и внутренние. Большинство А. в. относится к средствам для внешнего употребления. От А. в. требуется, чтобы они, действуя в малой концентрации на микроорганизм, не действовали губительно на живые ткани организма. Применяемые в настоящее время в медицинской практике А. в.: сулема в растворах 1 : 1 000 в пропитанной вате, мыле; марганцевокислый кали, борная к-та, перекись водорода, бертолетова соль, сернистый газ (гл. обр. в ветеринарной практике и бродильных производствах), растворы гипохлоритов (жавель, белильная известь, жидкость Дакина, антиформин и др.), производные фенолов (крезолы, хлоркрезолы, креолин, лизол, резорцин, асептол, созоиодоловая кислота и ее соли, тимол, аристол и др.). Формалин, будучи хорошим антисептиком, дает начало ряду препаратов: таннoформ, лизоформ, уротропин и др. Висмутовые соединения: ксероформ, дерматол, аирол и др., давно применяются для присыпки ран, а в последнее время употребляются и как внутренние антисептики. Отметим еще ихтиол, иодол, коллоидное серебро разных типов (колларгол, электроаргол, протаргол и др.). В практике бродильных процессов, напр. в дрожжевом производстве, применяются, как антисептики кислоты: молочная, серная, плавиковая и др. Для консервирования пищевых продуктов употребляются: бензойная кислота, салициловая, уротропин и др. **О. Магидсон.**

АНТИФОРМИН, дезинфекционное средство; состоит из хлорноватистонатриевой соли и едкого натра; употребляется в бактериологических лабораториях при выращивании чистых культур бацилл туберкулеза и сибирской язвы, т. к. только эти бациллы не гибнут от А.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ служат для изготовления трущихся частей механизмов. Они должны, по принципу Шарпи, состоять из пластичной массы, в к-рую вкраплены твердые частицы. Наилучшие А. с., но и наиболее дорогие,—с оловянной основой, затем следуют свинцовые и наконец — цинковые. А. с. называются часто баббитами, так как первый такой сплав был предложен в 1839 г. американцем Баббитом, по имени к-рого и был назван. Состав сплава Sn 89%, Sb 7,3%, Cu 3,7%. К нему очень близок сплав, наилучший по исследованиям Шарпи. Состав его: Sn 83,35%, Sb 11,11%, Cu 5,55%. В следующей таблице даны сплавы, близкие к указанным (в %):

	Sn	Sb	Cu	Pb	Ni
На герм. ж. д.	83,3	11,1	5,6	—	—
» австр. » »	82,0	12,0	6,0	—	—
» городск. ж. д. . . .	90,0	7,0	3,0	—	—
Для поршнев. колец паровозов	81,0	12,5	6,5	—	—
Англ. подшипн. сплав .	90,8	4,1	3,8	1,0	—
» » » .	91,17	4,4	3,9	—	0,53

Англ. сплавы по износу и пластичности превосходят даже сплав Шарпи, Ni не улучшает сплава. Герм. комиссия по нормализации дает ряд сплавов, в к-рых олово постепенно заменяется свинцом. К ним относятся сплавы Якоби, «Магналия». Последний принят на герм. ж. д. под названием Einheitsmetall. Его состав: Pb 80%, Sb 15%, Sn 5%. Оловянные сплавы лучше сохраняют свои свойства при повышенных $t°$. Проф. Бочваром предложены хорошие сплавы (в %):

Sn	Sb	Cu	Pb
44,8	11,3	3,4	40,5
40,0	16,3	3,4	40,3
16,0	16,0	3,0	65,0

В СССР установлены 5 марок баббитов, характеризуемых следующим предельным содержанием составных частей:

Марки и составы баббитов в СССР.

Название марок	Состав баббита в %					Примечание
	Sb	Cu	Sn	Pb	Общее количество примесей	
Б1	11—12	5—6	Остальное	—	Менее 0,3	Колич. каждой примеси в отдельности менее 0,1%; свинца до 0,3%.
Б2	15—16,5	2,5—3	15—16	Остальное	Менее 0,3	Колич. каждой примеси в отдельности менее 0,1%; % олова не должен превышать % сурьмы.
Б3	13—15	2,5—3	12—13	Остальное	Менее 0,5	Колич. каждой примеси в отдельности менее 0,1%.
Б4	13—15	2,5—3	4—5	Остальное	Менее 0,5	Колич. каждой примеси в отдельности менее 0,1%.
Б5	16—18	1,2—1,7	—	Остальное	Менее 0,5	Колич. каждой примеси в отдельности менее 0,1%; примесь олова не ограничена.

В Германии и Австрии распространены баббиты, марки и составы которых приведены в помещенных ниже таблицах.

Хорошие результаты дали сплавы свинца с Ca, Ba и Sr, введенные немцами во время войны. Америк. сплав Frary имеет состав: Pb 96,75%, Ba 2%, Cu 1%, Hg 0,22%. У нас на Октябрьской ж. д. в 1924—25 гг.

Марки и составы баббитов в Германии.

Название	Краткое обознач.	Состав в % *				Допуск. отклонен. в %			
		Sn	Sb	Cu	Pb	±Sn	±Sb	±Cu	±Pb
Белый мет. 80 F	WM 80 F	80	10	10	—	1,0	1	1,0	+1
» » 80	WM 80	80	12	6	2	1,0	1	1,0	1
» » 70	WM 70	70	13	5	12	1,0	1	1,0	1
» » 50	WM 50	50	14	3	33	1,0	1	0,5	1
» » 42	WM 42	42	14	3	41	1,0	1	0,5	1
» » 20	WM 20	20	14	2	64	1,0	1	0,5	1
» » 10	WM 10	10	15	1,5	73,5	0,5	1	0,5	1
» » 5	WM 5	5	15	1,5	78,5	0,5	1	0,3	1

испытан состав: Pb 94,9%, Ca 1,75%, Cu 1,35%, Ba 1%, Sr 1%. Он запатентован в Германии под названием «Canmetall». Необходимо, чтобы Ca и Ba оба входили в сплав. Вводятся они в свинец путем электролиза. Свинец служит катодом. Электролитом служит окись хлористого и фтористого кальция или окись хлористого бария и хлористого калия (30%). В Германии взят патент фирмой Гумбольдт на сплав: Pb с 3% Cu и 1—3% Cd плюс Bi. Очень хороший во всех отношениях сплав под названием Lurgilagermetall исследован Шохральским. Его состав: Pb с 2—4% Ba и 1% Ca.

При заливке подшипников А. с. надо соблюдать следующие указания: 1) плавить сплав в маленьком сосуде на одну заливку; 2) не перегревать сплава на много выше $t°_{пл.}$, не держать долго сплав в жидком виде и предохранять его от окисления; 3) подогревать предварительно вкладыши до 200—225°; 4) поверхность д. б. чистая металлическая; ее полезно предварительно полудить или покрыть свинцом; 5) уголь, которым посыпают жидкий сплав, должен быть совершенно сухой.

А. с., обладая достоинствами достаточно прочного подшипникового сплава, такого, наприм., как бронза, д. б. вместе с тем достаточно пластичными и не вызывать нагревания и заедания шеек валов и цапф, как это часто наблюдается в подшипниках с бронзовыми вкладышами без баббита. Пластичность и связанные с нею преимущества оправдывают применение А. с., невзирая на то, что сопротивление трения вообще больше, чем в смазываемых бронзовых подшипниках. **М. Евангулов.**

Антифрикционные сплавы в ж.-д. подвижном составе. В виду дороговизны А. с. типа Шарпи, вследствие входящего в их состав большого количества олова, давно делались попытки найти более дешевые сплавы, и на ж. д. применялось множество разных сплавов, б. ч. неудовлетворительного качества. Изучение А. с., произведенное научно-исследовательскими органами НКПС, показало, что их можно получить удовлетворяющими принципу Шарпи и с малым содержанием олова.

* Допускаемое количество примесей: железа — 0,05%, цинка—0,05%, алюминия—0,05%.

В настоящее время на наших ж. д. применяются следующие А. с. (в %):

	Sn	Sb	Cu	Pb
Для паровоз.	16	16	3	65
» пас. ваг.	12	15	3	70
» тов. ваг.	—	17	1,5	81,5

В последнее время, вследствие своих прекрасных качеств и дешевизны, получают широкое распространение А. с. из свинца с малым количеством щелочноземельных металлов. Типичный состав их (в %):

	Ca	Sr	Ba	Cu	Щелочи	Pb
Calciumlagermetall	1,7	1,0	1,0	1,30	—	95,0
Calciumlagermetall	2,25	1,0	—	1,25	—	95,5
Lurgilagermetall	0,35	—	3,0	—	0,35	96,3

Изготовление сплава заключается в извлечении электролизом кальция, стронция и бария из соответствующих расплавленных солей их, для чего в железном тигле расплавляют свинец и сверху насыпают хлористый кальций (или хлористые соединения стронция или бария), к-рый тоже расплавляют нагреванием до 800°. В расплавленную и плавающую сверху соль вводят угольный электрод, а железный тигель со свинцом присоединяют к другому полюсу. При пропускании электрич. тока через расплавленный хлористый кальций, на катоде (в данном случае на свинце) осаждается металлич. кальций, а хлор улетучивается. Кальций, растворяясь в свинце, образует т. н. промежуточный сплав (лигатуру) с содержанием кальция 5—6% (стронция 7—8%, бария 10—12%). Для приготовления А. с. заданного состава сплавляют необходимое по расчету количество лигатуры с чистым свинцом. Эти А. с. имеют при плавлении критические точки: верхнюю 510°, нижнюю 300°. Твердыми составляющими являются соединения меди с кальцием (Cu_4Ca), кальция со свинцом (Pb_3Ca), стронция со свинцом (Pb_3Sr). Физич. и технич. свойства А. с. см. *Справочник важн. физ., хим. и технолог. величин.*

Марки и составы баббитов в Австрии.

Название	Краткое обознач.	Состав в % *				Допуск. отклонен. в %			
		Sn	Sb	Cu	Pb	±Sn	±Sb	±Cu	±Pb
Белый мет. 80 F	WM 80 F	80	12	8	—	1,0	1,0	1,0	+0,5
» » 80	WM 80	80	12	6	2	1,0	1,0	1,0	1,0
» » 70	WM 70	70	12,5	5,5	12	1,0	1,0	1,0	1,0
» » 42	WM 42	42	14	3	41	1,0	1,0	0,5	1,0
» » 14	WM 14	14	17	1,5	67,5	0,5	1,0	0,5	1,0
» » 5	WM 5	5	15	1	79	0,5	1,0	0,5	1,0

Лит.: Евангулов М. Г., Сплавы, Л., 1924; статья Евангулова М. Г. в журн. «Техника и производство», *8*, Л., 1926; Ledebur A., Die Legierungen, Berlin, 1924: Czochralski J. und Welter G., Lagermetalle und ihre technologische Bewertung, Berlin, 1924. **П. Красовский.**

АНТИФУНГИН, жидкость для предохранения деревянных частей домов от грибка (домовый гриб); состоит из 20% буры и 80% борной к-ты в сернокислом растворе.

АНТИХЛОР. А. в настоящее время называются химич. соединения, которые применяются для связывания остатков активного хлора, остающегося на волокне после

спиртовки. Таковы: $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, $NaHSO_3$ и друг. соли сернистой и гидросернистой к-т, различные перекисные соединения, как перекись водорода, пербораты и др. Обычно под А. подразумевают серноватистонатриевую соль $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ (в содовых остатках, при получении соды по способу Леблана). Главный технич. способ получения А.—утилизация отбросов производства сернистых красителей, особенно «черного сернистого», дающая в последнее время такие громадные количества гипосульфита, что все прежние способы (окисление сульфидов, взаимодействие нитросоединений и SO_2, взаимодействие Na_2SO_3 и S, и т. д.) потеряли значение.

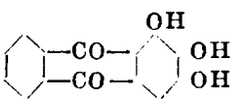
АНТИЧНЫЕ МАСЛА, растворы эфирных масел в растительных маслах или в вазелиновом масле. Для приготовления А. м. чаще всего применяется оливковое масло, которое заменило собою употреблявшееся прежде бегеновое. Получение А. м. может вестись по принципу *анфлеража* (см.) — поглощения или *мацерации* (см.) — настаивания. В первом случае стекла рам заменяются металлическими сетками, на к-рые раскладываются пропитанные маслом куски фланели, а на последнюю насыпаются цветы. Отжиманием фланели в гидравлич. прессах получают А. м.; из них экстракцией спиртом извлекают душистые вещества.

АНТИЭЛЕМЕНТУМ, льняная материя, пропитанная составом из льняной олифы и металлических красок—свинцовых белил, окиси цинка и пр. А. устойчив против атмосферных влияний, употребляется в качестве кровельного материала для фабричных зданий, навесов и временных построек.

АНТОЦИАНЫ, красные, фиолетовые и синие красящие вещества различных частей растений, преимущественно цветов, нек-рых фруктов и т. п. А. являются глюкозидами, распадающимися при гидролизе на одну из гексоз и какой-либо антоцианидин: пеларгонидин, цианидин, дельфинидин и их метильные производные. Исследованием А. мы обязаны Вильштеттеру. Из цветов василька им было выделено красящее вещество цианидин в виде темно-синих пластинок; удалось также выделить большинство остальных антоцианидинов; по составу А. весьма близки друг к другу, отличаясь только содержанием кислорода; напр., состав пеларгонина выражается ф-лой $C_{15}H_{11}O_5$, цианидина—$C_{15}H_{11}O_6$ и дельфинидина—$C_{15}H_{11}O_7$. По строению А. являются производными *флавона* (см.). Несмотря на небольшое различие в составе и в строении отдельных антоцианидинов, их присутствие обусловливает самую разнообразную окраску большинства цветов. Средства, какими располагает природа для достижения этой цели, весьма многочисленны. В зависимости от концентрации водородных ионов клеточного сока возможно изменение цвета от красного до синего; количество молекул гексоз, образующих с антоцианидинами глюкозиды, играет также роль в образовании различных оттенков. Интенсивно окрашенные фрукты, напр. виноград, получают свой цвет благодаря образованию железного лака с антоцианидином. Наконец самые разнообразные и нежные оттенки всевозможных цветов обусловливаются комбинацией А. с желтыми красителями — каротиноидами, флавонами в виде их глюкозидов и неисследованными красителями клеточного сока.

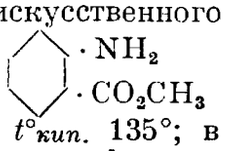
Лит.: Brigl P., Die Chemische Erforschung d. Naturfarbstoffe, Braunschweig, 1921; Rupe H., Die Chemie d. natürlichen Farbstoffe, Braunschweig, 1900.

АНТРАГАЛЛОЛ, продукт конденсации фталевого ангидрида с пирогаллолом или бензойной кислоты с галловой к-той (технический метод). Техника пользуется хромовым лаком А. для получения коричневых окрасок по шерсти и в ситцепечатании. В продаже А. встречается в виде пасты и в порошке под названием антраценовый или ализариновый коричневый (см. *Красящие вещества*).



Лит.: Schultz G., Farbstoff-Tabellen, p. 782, B., 1923; Colour-Index, *1035*, N. Y., 1924.

АНТРАНИЛОВАЯ КИСЛОТА, *о*-аминобензойная кислота, *аминокислота* (см.) бензойного ряда $C_6H_4\langle^{NH_2}_{COOH}$. Получается восстановлением *о*-нитробензойной к-ты или изомеризацией *о*-нитротолуола под влиянием водной едкой щелочи $C_6H_4\langle^{NO_2}_{CH_3} \rightarrow C_6H_4\langle^{NH_2}_{COOH}$. Технически получается действием хлорноватокислых солей на фталимид. А. к. образует триклинические кристаллы сладкого вкуса, $t°_{пл.}$ их 145°; растворяется легко в воде и спирте (дает раствор синего цвета); при перегонке разлагается на анилин и углекислоту. А. к. имеет большое значение как промежуточный продукт при получении различных красок, особенно искусственного индиго. Метиловый эфир ее

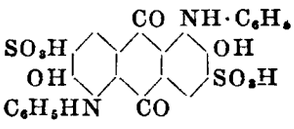


дает кристаллы с $t°_{пл.}$ 25° и $t°_{кип.}$ 135°; в природе этот эфир находится в эфирных маслах цветов туберозы и корки апельсина; применяется в парфюмерии.

АНТРАНОЛ, см. *Антрахинон*.

АНТРАФЛАВИНОВАЯ КИСЛОТА (2,6-диоксиантрахинон) синтетически получается при конденсации метоксибензойной кислоты с крепкой серной кислотой (наряду с 1,5- и 1,7-диоксиантрахиноном). В отличие от изоантрафлавиновой к-ты (2,7-диоксиантрахинон), при сплавлении со щелочью, легко переходящей в 1,2,7-триоксиантрахинон (антрапурпурин), А. к. окисляется в 1,2,6-триоксиантрахинон (флавопурпурин) лишь при соблюдении известных условий, отсутствующих в обыкновенных ализариновых плавах. Раз образованная в процессе ализаринового плава, А. к. остается как таковая и при осаждении плава осаждается вместе с флавопурпурином. Содержание А. к. в сырых плавах на ализарин желтого оттенка может доходить до 25—33% на общий вес ализаринов и А. к. Таким образом А. к. является дешевым побочным продуктом при получении флавопурпурина (Г. П. 137 948; Р. П., на имя Ильинского, 7 311/1902). А. к. долгое время считалась

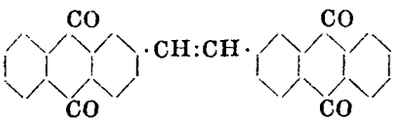
продуктом, неспособным к образованию каких-либо красочных производных. На самом деле А. к. способна переходить, рядом операций, в один из наиболее прочных кислотно-протравных красителей (Г. П. 235 776; Ам. П., на имя Ильинского, 996 487; см. также таблицы Шульца 1923 г., № 857). Краситель этот является 3,7-дисульфо-1,5-дианилидо-2,6-диоксиантрахиноном, красит шерсть в кислой ванне в темно-фиолетовый цвет, переходящий при последующем хромировании хромовокислым кали в темно-кубовый, исключительной светопрочности. Простым нагреванием этого красителя в сухом виде (150—200°) получается новый ряд продуктов, окрашивающих шерстяное и шелковое волокно в яркосиний оттенок, непосредственно в кислой ванне (Г. П. 245 014).



Лит.: Nietzki R., Organische Farbstoffe, p. 111, B., 1906.

М. Ильинский.

АНТРАФЛАВОН, кубовый краситель антрахинонного ряда, получается конденсацией двух молекул β-метилантрахинона в виде зеленовато-желтого теста, нерастворимого в воде. А. служит для окраски шерсти в зеленовато-желтый цвет; отличается стойкостью к хлору и мылу, но мало устойчив к свету.



АНТРАХИНОН, $C_{14}H_8O_2$, продукт окисления *антрацена* (см.); был впервые получен при обработке антрацена азотной кислотой в 1840 г. Лораном (Laurent) и исследован Андерсоном (Anderson). Получение антрахинона из антрацена окислением хромовой кислотой было осуществлено Фритше (Fritsche) одновременно с Грэбе и Либерманом в 1868 году, они же дали ему имя, сохранившееся до настоящего времени. Дикето-форма А. установлена в 1873 г. Фиттигом (Fittig). А. образует желтые ромбические кристаллы с $t°_{пл.}$ 273°. Трудно растворим в большинстве органич. растворителей. Сравнительно легко растворяется в горячем бензоле и ледяной уксусной к-те, кристаллизуясь при охлаждении в желтых иглах с $t°_{пл.}$ 284°,6. Кипит при 382°, легко возгоняется. А. имеет ясно выраженные свойства кетона. К окислителям весьма стоек, но сам не обладает характерными свойствами окислителя. Галоидируется, нитруется и сульфируется. При восстановлении цинковой пылью в растворе NaOH дает антрагидрохинон $C_6H_4\langle{}^{C(OH)}_{C(OH)}\rangle C_6H_4$, растворяющийся в щелочах, с кроваво-красным окрашиванием (качественная реакция). При подкислении выпадает оксантранол $C_6H_4\langle{}^{CH(OH)}_{CO}\rangle C_6H_4$. При восстановлении оловом в соляной к-те, цинковой пылью в ледяной уксусной к-те и алюминиевым порошком в серной к-те, А. переходит в антранол $C_6H_4\langle{}^{CH}_{C(OH)}\rangle C_6H_4$. При сухой перегонке с цинковой пылью образуется антрацен. В технике получают А. окислением антрацена натровым хромпиком с серной к-той в освинцованных деревянных чанах (емк. до 15—25 *м*³), снабжен. планетоидн. мешалками и паровым нагревом. Окислению обычно подвергается 50—80%-ный возогнанный антрацен. В последнее время предпочитают работать с более чистым продуктом (экономия хромпика). 80—92%-ный антрацен теперь уже является обычным технич. продуктом. В нагретый до 75° суспенз 150 *кг* антрацена (в мелкораздробленном состоянии) в 3—4 *м*³ воды медленно загружают 2 *м*³ раствора, содержащего 300 *кг* двухромонатриевой соли и 600 *кг* H_2SO_4 66° Bé, при непрерывном повышении $t°$ до 95°. Реакция продолжается 12—16 ч. и считается законченной, если возгонкой пробы нельзя обнаружить блестящих листочков антрацена. Возгон должен состоять из тонких игл А.; его отфильтровывают и промывают на фильтр-прессе. Для очистки А. подвергают возгонке с перегретым паром. Возгон конденсируется орошением водой. После отфильтровывания и сушки в вакууме получается желтоватая пудра 98%-ного продукта. При работе с антраценом более низкого качества (от 50 до 80%) А. перед возгонкой дополнительно очищают нагреванием до 100—120° с 2,5-кратным количеством H_2SO_4 66° Bé, сульфирующей или окисляющей примеси, но не изменяющей самого А. После прекращения выделения SO_2 охлажденный до 80° раствор разбавляют (медленно) водой до 30%-ного содержания H_2SO_4. При этом получается легко фильтрующийся продукт. Побочный продукт производства, раствор сернокислого хрома, утилизируют на кожевенных заводах или путем переработки из него получают соли уксусной к-ты, хлористоводородной к-ты, квасцы и бихроматы. Можно регенерировать [1] хромпик электролитическим окислением. В таком случае растворы упаривают в вакууме до концентраций, применяемых для приготовления А. Для регенерации 200 *кг* хромпика (теор. 167,4), необходимого для окисления 100 *кг* антрацена, с выходом в 80% теор., расходуется 500 kWh при 3,6 V. Целый ряд других способов окисления антрацена—окислами азота [2], азотной кислотой [3], кислородом воздуха [4], озонированным воздухом [5], электролизом [6] — частью дают малые выходы, частью дóроги и не находят применения в технике. Все попытки больших фирм (напр. BASF) применить новые методы кончались обычно возвращением к старому бихроматному способу. Из синтетических методов получения А., имеющих громадное значение для получения его производных, лишь метод конденсации фталевого ангидрида с бензолом в присутствии хлористого алюминия получил большое распространение в американской технике. Со времени технич. осуществления каталитического окисления нафталина кислородом воздуха синтетический метод, успешно конкурируя с бихроматным способом, грозит последнему вытеснением. Конденсация фталевого ангидрида с бензолом практически разработана в Америке Гиббсом. Она производится

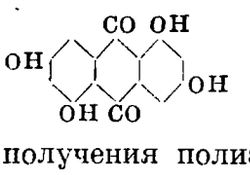
в освинцованных котлах, с мешалкой и обратным холодильником, на водяной бане. Смесь 1 ч. фталевого ангидрида, 3,5 ч. бензола и 1,8 ч. хлористого алюминия уже при 30° начинает выделять HCl. По мере повышения $t°$ вязкость массы увеличивается, и она делается настолько густой, что иногда мешалка останавливается. Нагревание продолжают до 70° и поддерживают эту $t°$ до прекращения выделения HCl. После охлаждения массу обрабатывают водой (3—4 ч.) и отгоняют избыточный бензол. Остаток подщелачивают загрузкой малыми порциями раствора NaOH и подвергают кипячению в течение нескольких часов. После фильтрования подкислением выделяется *о*-бензоил-бензойная кислота, с выходом в 95—97% теоретич. Последняя количественно переходит в А. при нагревании с 5—6 ч. крепкой серной кислоты в течение 1 ч. до 150°. Как сам А., так и его многочисленные производные служат для приготовления большого числа весьма ценных красителей (ализарин, индантрен и др.). В ситцепечатании А. применяется как катализатор при гидросульфитных вытравках [7].

Лит.: De Barry Barnett E., Anthracene a. Anthraquinone, N. Y., 1921; Schultz G., Die Chemie d. Steinkohlenteers, B. I, Braunschweig, 1926; Lunge G. und Köhler H., Industrie d. Steinkohlenteers u. d. Ammoniaks, Braunschweig, 1912; Fierz-David H., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, B., 1924; [1]) Le Blanc M., Die Darstellung d. Chroms u. seiner Verbindungen, Halle, 1902; Г. П. 103 860, 109 012, 117 949; Ан. П. 5 542 (1886 г.); 19 029 (1900 г.); [3]) Г. П. 215 335, 234 289, 254 710, 256 623, 268 048; [3]) Г. П. 283 213, 284 083, 284 084; [4]) Г. П. 168 291, 203 848; Ам. П. 1 374 721, 129 886; [5]) Ан. П. 55 114 (1915 г.); [6]) Г. П. 109 012, 152 063; Ан. П. 19 178 (1902 г.); Ам. П. 729 502, 757 136; [7]) Плановский Н., «Известия общества для сод., улучш. и разв. мануфактурной промышленности», 2, М., 1907

В. Лященко.

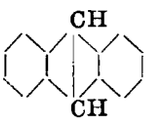
АНТРАХИНОННЫЕ КРАСИТЕЛИ, антраценовые красители, группа синтетических красящих веществ, заключающих одно или несколько антрахинонных ядер. Сюда относятся: 1) оксиантрахинонные протравные красители (ализарины, церулеин); 2) сульфированные окси-, амино- и амино-окси-антрахиноны, являющиеся кислотными или хромировочными красителями (ализарин-сафирол, ализарин-иризол, ализарин-рубинол и др.); 3) кубовые антрахинонные (индантреновые, антракрасители, альголевые, гелиндоновые, цибаноны, некоторые гидроновые и др.). Большинство А. к. отличается выдающейся прочностью, а некоторые и яркостью и чистотой тонов. Отдельные представители их, например различные марки ализарина, применяются издавна в больших колич. в текстильной технике, распространению же других отчасти мешает все еще высокая цена этих продуктов.

АНТРАХРИЗОН, тетраоксиантрахинон, краситель антрахинонного ряда;



получается из диоксибензойной кислоты обработкой серной к-той; образует желтые листочки, плавящиеся при 360°. А. служит для получения полиантрахинонных сульфокислот, красящих ткань в голубой цвет.

АНТРАЦЕН, углеводород ароматического ряда, химич. состав $C_{14}H_{10}$, имеет строение:



А. представляет бесцветные одноклиномерные таблички, флуоресцирующие голубым цветом. А. нерастворим в воде; растворимость его при 15° в 100 ч. растворителя следующая: алкоголь уд. веса 0,8—0,591 *г*, эфир — 1,175, хлороформ — 1,786, сероуглерод—1,478, бензол—1,661, ледяная уксусная к-та—0,444. Темп-ра пл. А. 213°, $t°_{кип.}$ 350°. Теплота сгорания 1 *г* А. = 9,247 cal. С пикриновой кислотой дает характерное соединение $C_{14}H_{10} \cdot 2C_6H_2(NO_2)_3OH$, кристаллизующееся в красных иглах и плавящееся при 170°. При действии амальгамы натрия А. восстанавливается в дигидроантрацен $C_{14}H_{12}$. Иодистоводородная к-та в присутствии фосфора переводит его в гексагидроантрацен $C_{14}H_{16}$. При действии окислителей А. переходит в антрахинон. Источник получения А.—*антраценовое масло* (см.). Антраценовое масло содержит А. от 5 до 8% и, при стоянии в течение 5—8 дней при $t°$ 15°, выделяет сырой А. в виде зеленовато-желтой кристаллической массы, к-рая отфильтровывается на фильтр-прессах и т. о. освобождается от маточного раствора. Полученный сырой А. содержит от 12 до 22% А. Главные примеси, сопровождающие сырой А., видны из помещенной ниже таблицы.

Для дальнейшей очистки сырой А. отжимается под гидравлич. прессом при нагревании; отпрессованный продукт образует твердую желтовато-зеленую лепешку, к-рая содержит летом от 30 до 33%, а зимой от 23 до 25% А. Отпрессованный сырой А. требует еще дальнейшей обработки растворителями, извлекающими из него примеси, но растворяющими мало А. Для этой цели сырой А. нагревают в железных закрытых аппаратах, снабженных мешалкой, с высококипящими растворителями: *сольвент-нафтой* (см.), пиридиновыми или хинолиновыми основаниями [1] или высококипящими крезолами [2]. При охлаждении из раствора выкристаллизовывается сырой А. с 50%-ным содержанием А. Дальнейшая обработка продукта зависит от его назначения. Если А. должен итти в переработку на антрахинон, то его подвергают возгонке следующим образом: расплавленный в котле на голом огне А. подвергается действию водяного пара, перегретого до 220—240°, и возогнанные пары сгущаются водяным дождем в особых конденсационных камерах в белую массу, смешанную с расплавленными частичками фенантрена. Влажный продукт возгонки просушивается и размалывается при помощи мельниц и в таком виде может быть пущен в переработку на антрахинон. При возгонке теряется 2—3% А. Полученный продукт содержит 65% А., карбазол, фенантрен, высококипящие фенолы и немного акридина. Присутствие последнего легко обнаруживается при обработке данного продукта разбавленной серной к-той вследствие зеленой флуоресценции кислого раствора. Оставшийся от возгонки продукт при охлаждении образует зеленую твердую массу, из к-рой при дальнейшей обработке получают карбазол, фенилнафтилкарбазол, пирен и хризен. Если же желают освободить А. от примесей и довести его чистоту

Главные примеси, находящиеся в сыром антрацене.

Хим. соед.	Ф-ла	$t°_{пл.}$	$t°_{кип.}$	$t°_{пл.}$ пикрата	Продукт окисления
Фенантрен	$C_{14}H_{10}$	100	340	143	Фенантренхинон
Флуорен	$C_{13}H_{10}$	116	294	82	Дифениленкетон
Аценафтен . . .	$C_{12}H_{10}$	95	278	123	Нафталовая к-та
Карбазол	$C_{12}H_9N$	238	335	182	—
Акридин	$C_{13}H_9N$	107	346	—	—
Флуорантен . . .	$C_{15}H_{10}$	109	251(60 мм)	183	Дифениленкетонкарбоновая к-та
Псевдофенантрен	$C_{16}H_{12}$	115	360	147	Хинон
Пирен	$C_{16}H_{10}$	148	360	217	Пирохинон
Хризен	$C_{18}H_{12}$	251	448	—	—
Метилантрацен .	$C_{15}H_{12}$	207	360	—	Антрахинонкарбоновая кислота

до такого состояния, при котором можно было бы его переработать в дихлорантрацен, то, по методу Перкина, полученный А. перегоняют в газовых ретортах в присутствии щелочей; перегнанный А. уже свободен от карбазола и содержит только немного фенантрена. От последнего А. отделяется промыванием сероуглеродом и последующей кристаллизацией из бензола. В этом случае А. уже почти химически чист, но потеря при этом способе очистки доходит до 12%. Очистка сырого А. может быть также произведена выщелачиванием его жидкой сернистой к-той [3], плавлением с KOH и кристаллизацией из бензола [4], окислами азота с получением нитрозокарбазола и экстрагированием бензолом [5], газовым маслом [6], а также сырым ацетоном [7]. Вопрос о технике очистки сырого А. стоит теперь на очереди. Классический способ очистки А. пиридиновыми и хинолиновыми основаниями мало применим в наших условиях из-за отсутствия фабрикации их. В новейшее время был предложен способ обработки А. нефтяными погонами, к-рый, судя по патентам, должен давать весьма благоприятные результаты. А. может быть получен также при пирогенации других органич. соединений, напр. из нефти, бурого угля, дерева, скипидара и т. д. Для количественного определения содержания А. в сыром А., последний окисляют хромовой к-той в уксуснокислой среде, при чем весь А. переходит в нейтральный антрахинон, к-рый при последующем воздействии окислителей и при действии серной к-ты при 100° не изменяется. Все же посторонние примеси при воздействии окислителей переходят или в карбоновые к-ты, извлекаемые раствором щелочи, или в хиноны, к-рые с серной к-той при 100° образуют легко растворимые сульфокислоты. Т. о. систематической обработкой продуктов окисления едким кали, а потом серной к-той, антрахинон м. б. выделен в чистом виде и после возгонки количественно определен. Из найденного количества антрахинона находят содержание А. простым вычислением. А. служит исходным материалом для получения ценных красителей ализаринового ряда. Нечистый А. был получен в 1832 г. Дюма и Лораном из каменноугольной смолы. Название дано ему Лораном. После этого Фритше впервые получил его из дегтя в чистом состоянии и определил его состав. В 1868 г. Грэбе и Либерман получили А. перегонкой с цинковой пылью ализарина, полученного из корней марены (краппа). Когда после этого названными учеными был найден способ искусственного приготовления ализарина из А., то и в технике стали перерабатывать смолу на этот углеводород. В Германии за последние годы, по данным Спилькера, ежегодно добывалось из антраценового масла 3 000 *m* 45%-ного А. Ежегодная потребность в А. для выработки всех антрахинонных красителей, потребляемых в Союзе, достигает 250 *m* 100%-ного А., или 625 *m* 40%-ного продукта.

Лит.: [1]) Г. П. 42 053; Ан. П. 3 785/87; [2]) Г. П. 172 864; [3]) Г. П. 68 474; Ан. П. 5 539/92; Ф. П. 220 621; [4]) Г. П. 111 359; Ан. П. 7 868/99; Ф. П. 287 935; [5]) Г. П. 122 852; Ам. П. 685 895; Ан. П. 14 462/00; Ф. П. 302 998; [6]) Г. П. 369 366; [7]) Г. П. 78 861; [8]) Г. П. 406 819 и 422 573; [9]) Schultz G., Die Chemie d. Steinkohlenteers, Braunschweig, 1926; De Barry Barnett E., Anthracene a. Anthraquinone, N. Y., 1921; Lunge G. u. Köhler H., Industrie d. Steinkohlenteers und d. Ammoniaks, Braunschweig, 1912. **А. Иоффе.**

АНТРАЦЕНОВОЕ МАСЛО, высококипящая фракция кам.-уг. смолы: $t°_{кип.}$ при норм. давл. 280—400°; уд. в. ок. 1,1; зеленовато-желтого цвета. А. м. содержит до 6% кислых соединений и до 8% антрацена. При стоянии при 15° выделяется до 10% зелено-желтого кристаллич. осадка, т. н. сырого антрацена, в котором содержится от 15 до 30% антрацена. См. *Антрацен.*

АНТРАЦЕНОВЫЕ КРАСИТЕЛИ, см. *Антрахинонные красители.*

АНТРАЦИТ, ископаемый уголь, смоляно-черного, серо-черного и коричневато-черного цвета; черта черная, блеск металлический, хрупок. Уд. в. 1,3—1,7. Содержит C > 90%, H < 4,5%, O < 3,5%, N — следы. А. загорается с трудом, дает при горении высокую $t°$ и слабо спекающийся или порошкообразный кокс. Теплотворная способность 8 000 калорий. Встречается в палеозойских отложениях, обыкновенно в сильно нарушенных мульдах каменноугольной формации. Различают разновидности А.: плотный, шестоватый и волокнистый; последний встречается иногда как спутник коксовых углей, понижая их спекаемость. См. *Каменный уголь.*

АНТРИМИДЫ, см. *Красящие вещества синтетические* и *Кубовые красители.*

АНТРОПОМЕТРИЯ (ἄνθρωπος — человек, μέτρον — измерение) — наука, занимающаяся измерением человеческого тела. С помощью специальных приборов и инструментов А. устанавливает размеры отдельных частей тела и их соотношения. В целях более тщательного изучения влияния условий среды (в частности фабрично-заводской обстановки и условий труда) на телосложение в последнее время придают А. характер динамический, позволяющий периодически следить за отклонением в развитии отдельных частей тела.

Лит.: Брока П., Инструкции для описания и измерения живых, М., 1883; Бунак В., Антропологические инструкции, М., 1925.

АНФЛЕРАЖ, способ извлечения душистых веществ из цветов, основанный на свойстве жиров поглощать запахи. Для А. служат деревянные рамки (шасси), в которые вставляется толстое стекло. На последнее с обеих сторон наносится слой жира (корпуса). Рамки, поставленные одна на другую, образуют батарею с горизонтальными полками-стеклами, на к-рые насыпаются цветы. Через 24—72 часа цветы заменяются свежими, что повторяется до 30 раз. Полученный жир носит название «помад». Для извлечения абсорбированных душистых веществ (цветочных эфирных масел) помады обрабатываются спиртом. Способ требует большого числа рабочих рук, трудно поддается механизации. А. пользуются для получения только самых нежных запахов, в особенности в тех случаях, когда сорванные цветы выделяют эфирное масло в течение сравнительно продолжительного времени (жасмин, тубероза). Жир заменяется иногда миндальн. или оливковым маслом для получения *античных масел* (см.). В последнее время в качестве поглотителей предложены вещества, отличающиеся весьма сильной адсорбционной способностью: активированный уголь и силикагель (гель кремневой кислоты).

АНШПУГ, березовый кол, 50—75 *мм* в диаметре, длиною не менее 2 *м*, удерживающий сваи в определенном положении при забивке их копром.

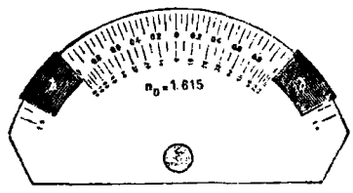
АНЭЛЕКТРОН, сорт особенно плотного электротехнического изоляционного прессованного картона—*прессшпана* (см.); уд. в. его около 1,4, а электрич. крепость в воздухе при толщине в 1 *мм* не менее 13 kV/*мм*.

АПАТИТ, минерал, состава $Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$ (P_2O_5 около 41%, CaO ок. 50%, Cl до 6%, F до 3%); тв. 5; удельный вес 3,2; кристаллизуется в гексагональной системе, бывает окрашен в разные цвета, преимущественно в зеленый, коричневый, желтый; часто встречается вместе с флогапитом (минерал из группы слюд) и кальцитом. Крупные месторождения в Норвегии и в СССР — на реке Слюдянке, в Прибайкалье, где А. добывается попутно со слюдой, а также на Мурмане; здесь залежи А. настолько велики, что, согласно данным экспедиции Академии наук, они могут служить материалом промышленной эксплоатации; А. применяется как минеральное удобрение и является более совершенной и чистой агрономической рудой, чем фосфорит, разновидность А. Прозрачные чистые и окрашенные разности А. гранятся и идут на украшения. Крупные, иногда совершенно прозрачные кристаллы А. находятся в слюдяном сланце изумрудных копей (юж. Урал).

АПЕРИОДИЧЕСКИЙ ТРАНСФОРМАТОР, см. *Трансформатор высокой частоты.*

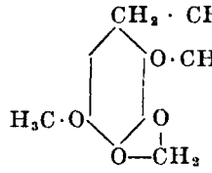
АПЕРИОДИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ, частный случай затухающего колебательного движения, при котором собственно колебательное движение развиться не может и материальная точка или система таких точек, выведенная из положения своего устойчивого равновесия, приближается к последнему с убывающей скоростью без колебаний. См. *Колебательное движение.*

АПЕРТОМЕТР, прибор для определения числовой *апертуры* (см.) микроскопа, изобретен Аббе (см. фиг.). А. состоит из стеклянного полукруга, на посеребренной поверхности к-рого имеются две шкалы: внешняя, дающая числовую апертуру, и внутренняя, дающая отверстные углы в воздухе. Обе шкалы нанесены концентрически по дугам, в центре которых находится отверстие *a*. Два подвижных индекса *b* скользят вдоль внешней шкалы; их острые концы, неви-ди мые на рисунке, проецируются через отверстие *a*. Прибор помещают на столик микроскопа так, чтобы отверстие *a* приходилось против объектива. Индексы передвигаются до тех пор, пока изображения острых концов не коснутся светлого круга, видимого в окуляр.



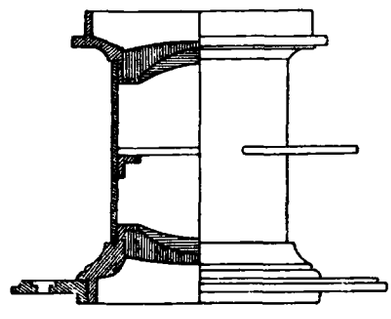
АПЕРТУРА в оптических приборах, действующее отверстие в оптической системе, определяемое размерами линз, диафрагм или глазного зрачка. Угловая А.— отверстный угол относительно предмета или изображения. Числовая А.— произведение показателя преломления среды на синус половины отверстного угла. Она определяет количество действующего света, ход лучей и разрешающую силу прибора, т. е. его способность дать отчетливое изображение отдельных близлежащих частей рассматриваемого предмета.

АПИОЛ, 2,5-диметокси-3,4-метилендиокси-1-аллил-бензол,



главная составная часть эфирного масла плодов петрушки (Petroselinum sativum Hoffm.) и масла венецуэльского камфарного дерева (Ocotea sp.). Бесцветн. кристаллы, нерастворим. в воде, $t°_{пл.}$ 30°, $t°_{кип.}$ 296°, со слабым запахом. Применяется в медицине при малярии.

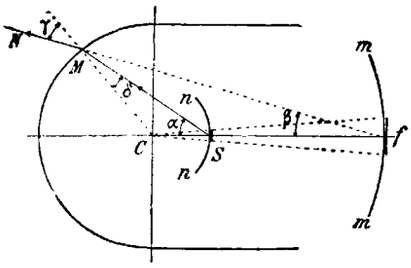
АПЛАНАТ, фотографический объектив, изобретенный Штейнгелем в 1886 г., состоит из двух симметрически расположенных относительно диафрагмы линз, каждая — из двух склеенных стекол. В А. исправлены сферическая и хроматическая аберрации, вследствие чего А. применяют гл. обр. для фотографирования объектов с длинными прямолинейными очертаниями, как, например, здания.



К типу А. принадлежит большое количество объективов под различными наименованиями: эврископ Фохтлендера, парапланат Герца и др. В последнее время А. уступают место различным анастигматическим объективам (см. *Анастигматы*).

АПЛАНАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СТЕКОЛ, совокупность стекол, устраняющая сферическую аберрацию не только для точки,

лежащей на оси, но и для некоторой площадки, перпендикулярной к оси. В некоторых частных случаях можно достичь апланатизма и при помощи одной линзы. Представим себе среду, ограниченную полушаровой поверхностью с центром в C. Пусть показатель преломления этой среды n. Возьмем источник света S на расстоянии $SC=\frac{r}{n}$ от центра. Луч SM преломится так, что $\frac{\sin\gamma}{\sin\delta}=n$. Так как $\frac{SC}{CM}=\frac{1}{n}$, то $\frac{\sin\delta}{\sin\alpha}=\frac{1}{n}$ и $\alpha=\gamma=\angle CMf$. Кроме того, $\alpha=\beta+(\gamma-\delta)$ и, следовательно, $\beta=\delta$. Поэтому $\frac{Cf}{CM}=\frac{\sin CMf}{\sin\beta}=\frac{\sin\gamma}{\sin\delta}=n$ и $Cf=rn$, т. е. положение точки f не зависит от угла α. Это значит, что что лучи, вышедшие из S, после преломления будут казаться исходящими из f. Легко видеть, что все точки сферы nn будут изображаться без аберрации в точках сферы mm, и, следовательно, маленькая площадка в S изобразится в f вполне апланатично. Из фиг. ясно, что линейное увеличение в данном случае равно $\frac{Cf}{SC}=n^2$, т. е. не зависит от радиуса преломляющей поверхности. Этот случай осуществлен в иммерсионной системе Abbé, где *апохромат* (см.) погружен в кедровое масло, в к-ром на расстоянии $\frac{r}{n}$ от плоской поверхности объектива находится рассматриваемый предмет.



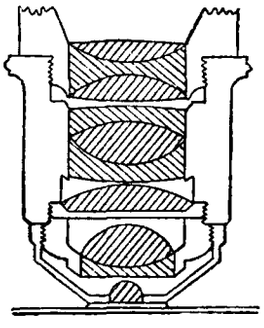
Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 2, ГИЗ, Б., 1923; Эдсер Э., Оптика, СПБ., 1913. **И. Эльцин.**

АПОКОНИН, смесь продуктов перегонки дерева с каменноугольной смолой. При помощи сжатого воздуха А. наносят на поверхность улиц или дорог, покрытых щебнем; А. проникает внутрь и образует затвердевающую корку, которая мешает образованию пыли.

Лит.: Lüger's Lexikon d. gesamten Technik, B. 1, B.—Lpz., 1926.

АПОФИЗЫ, отростки, иногда ветвистые, проникающие от интрузионного тела по тонким жилам в окружающие породы. А. часто дают возможность установить недалеко наличие самого интрузионного штока, лакколита или же мощной жилы.

АПОХРОМАТ, сложный объектив для микроскопа и микрофотографии, обладающий чрезвычайно высокой степенью апланатизма и ахроматизма при условии применения его со специальным компенсационным окуляром. А. построен впервые Цейсом по указанию Аббе. Рассеивающие линзы А. сделаны из различных сортов флинтгласа, собирательные линзы—из кронгласа. Каждая линза, следующая за первой, производит ограничение спектра. Первая линза, полусферическая, предназначена для устранения сферической аберрации. См. *Апланатическая система стекол.*



АПОЦИНУМ, каучук из индийской конопли (Apocynum hypercifolium или cannabium L.). Коагулированный млечный сок из стебля содержит 4% каучукового вещества, 63% смол и 33% воды; очищенный А.—клейкая, тягучая, вязкая масса без запаха; может применяться как примесь к каучуку.

АППАРАТИН, один из видов растворимого крахмала, получается при действии едкого натра на крахмал. Примерный рецепт: 15 *кг* картофельного крахмала взбалтывают в 100 *л* воды, прибавляют 3,5 *л* NaOH (40° Bé), оставляют на полчаса и нейтрализуют 6-ю *л* 30%-ной уксусной кислоты. Реакция раствора д. б. слабо щелочная. А. находит применение в качестве загустки при составлении печатных красок, а гл. обр. как аппретурное средство, равномерно пропитывающее волокно и трудно смываемое водой при стирке. Хороший аппретурный состав получается при нейтрализации NaOH олеиновой кислотой.

Лит.: Herzinger Ed., Appreturmittelkunde, Wittenberg—Berlin, 1926.

АППОЛЬТА КОКСОВАЛЬНЫЕ ПЕЧИ имеют большую нагревательную поверхность по отношению к объему камеры; уголь подогревается теплотой от всех четырех стенок камеры, благодаря чему достигается очень высокая $t°$. Уголь коксуется под собственным значительным давлением столба сырого угля, ок. 5 *м* высотой, что делает эти печи пригодными для коксования плохо спекающихся каменных углей. Стоимость А. к. п. сравнительно с другими печами очень велика; при ремонте одной камеры приходится останавливать всю батарею печей, что влечет за собой перебои в работе. Установка А. к. п. встречается часто в Бельгии и в Верхней Силезии. См. *Коксование* и *Кокс.*

АППРЕТОЛОМНАЯ МАШИНА, см. *Аппретура текстильных изделий.*

АППРЕТУРА БУМАГИ, см. *Бумажное производство.*

АППРЕТУРА КОЖЕВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ, см. *Кожевенное производство.*

АППРЕТУРА ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ, отделка, состоит из целого ряда в большинстве случаев заключительных операций, производимых с тканями (хлопчатобумажными, льняными, пеньковыми, джутовыми, шерстяными, полушерстяными, шелковыми, полушелковыми) и пряжей, с целью придать им те свойства, которые требует от них потребитель. Многочисленные аппретурные работы могут быть разбиты на следующие группы: 1) работы по производству очистки товара или его поверхности (мытье, штопка, опаливание, стрижка, бастовка, очистка пуха, карбонизация); 2) работы, изменяющие поверхность ткани в отношении ее характера и вида (валка, ворсование, стрижка, каландрение, прессование, катание, муарирование, гофрирование, ратинирование); 3) работы, производящие изменение строения товара (крахмаление,

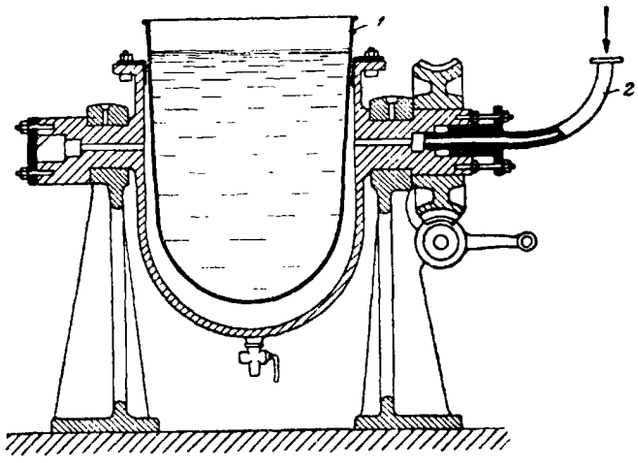
мягчение, каландрение, прессование, отяжеление, пропитывание различными аппретами, запаривание, краббование); 4) подготовительные работы для последующих операций (отдувка, накатывание, сушка); 5) заключительные работы после А. тканей, имеющие целью придать им продажный вид (складывание, дублирование, измерение, связывание, прессование, наклейка ярлыков, упаковка). Т. о. задачей А. является сохранить, выявить, а также усилить ценные качества волокнистых материалов в готовом изделии и придать им устойчивость при пользовании ими. Осуществляется А. посредством механических воздействий на ткани, а также нанесением так наз. аппрета. Аппретами называют вещества, наносимые при отделке на ткани и пряжу. Вещества эти следующие: 1) загустители, проклеивающие ткани и делающие их жесткими с целью сообщения им определенного туше (на-ощупь); сюда относятся различные виды крахмала, «растворимые» крахмалы, декстрины, столярный клей, желатин, растительные слизи, трагант и др.; 2) вещества, сообщающие тканям мягкость и эластичность (жиры, масла, мыла, глицерин); 3) отяжеляющие и заполняющие промежутки между нитями (глинка, алебастр, шпат, тальк); 4) сообщающие тканям блеск (воск, глицерин, кокосовое масло, мыло, озокерит, парафин); 5) гигроскопические (глицерин, патока, ализариновое масло, поваренная соль); 6) антисептические, предохраняющие загустители от плесени (хлористый цинк, салициловая кислота, формалин, квасцы, карболовая к-та, медный купорос и др.); 7) вещества для подцветки гл. обр. беленых тканей (ультрамарин, метиленовый голубой, метиловый фиолетовый, индантрен синий, ализарин-цианол и др.); 8) сообщающие тканям водонепроницаемость либо путем закупорки пор ткани (резиновые и олифные пропитки), либо уменьшением смачиваемости волокон (алюминиевые соединения); 9) делающие волокнистые материалы невоспламеняющимися (борная, кремневая к-та и др.); 10) вызывающие у шелка «хруст» — шуршание (винная, лимонная кислота и др.).

А. состоит из весьма различных операций, производимых на разных ф-ках поразному, при чем многое основано на наблюдениях из практики, а также на применении эмпирич. рецептов. В последнее время наблюдаются попытки дать теоретическое обоснование предпринимаемым операциям А. (для хл.-б. тканей): исходя из общеизвестного факта, что белые и окрашенные в нежные цвета ткани должны отражать максимальное количество лучей, а темноокрашенные, наоборот, поглощать их, предлагают применять такие загустители и жировые вещества и производить такие механич. операции, которые соответствовали бы поставленной цели отделки. Так, для отделки белых и близких к ним по цвету товаров следует брать в аппрет из загустителей все виды крахмалов, а из смягчающих веществ — мыла, к-рые будут способствовать максимальному отражению лучей. Точно так же механич. операции для этих товаров д. б. преимущественно такие, к-рые приводят к расплющиванию нитей (каландры, катки, колотилки). Наоборот, для черных и темноокрашенных товаров из загустителей должны применяться растворимые в воде декстрины, а из смягчающих веществ — жиры и масла, в свободном виде поглощающие максимальное количество лучей. Механическ. операции должны не расплющивать нити, а, наоборот, сохранять промежутки между ними. Т. о. лощеная отделка будет подходящей для белых товаров, а матовая — для темных. Нижеприведенные способы А. тканей и пряжи не представляют собою систематического хода отделки, а лишь знакомят с теми операциями, к-рые вообще применяются для различных волокнистых материалов.

А. хлопчатобумажных тканей. Хл.-б. ткани в большинстве случаев отделываются после беления, крашения и печатания. Каждый сорт товара проходит разные операции А., в зависимости от его назначения. Сообразно с этим различают виды отделок: фуляровую (белоземельные ситцы, бязи), крученую (репс, трувиль, канифас, одежная бязь и часть гладко окрашенных миткалей), лощеную (бязи, азиатские сорта ситца), серебристую (ластики, вытравные сорта, тяжелые миткали, фоновые бязи с клеткой). Ткани, получающие разную отделку, делятся на: 1) отделывающиеся суровьем (бязь, суровая без начеса и с начесом, бумазея, байка и др.); 2) бельевые (без начеса — бязи, бумазеи, батисты, кретоны, мадеполамы, миткали, пансук и др.; с начесом — бумазеи, байка, фланели и др.); 3) цветные (бязи, батист, доместик, миткаль, пансук, репсы, саржи, сатины, ластики, шертинги); 4) одежные и костюмные (белые — демикотон, ластик, молескин, диагональ, пансук; цветные — те же и, кроме того, репсы, рогожки, рубчики, трико); 5) пестротканные (бязь, байка, кретоны, зефиры, оксфорды, серпянка, тик и др.); 6) вигоневые (трико, репс, сукно и др.); 7) кубовые (бязи, ластики, молескин). А. хл.-б. тканей состоит из следующих операций.

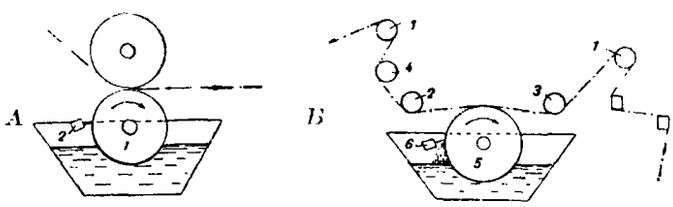
1) Крахмаление. Оно имеет целью нанесение аппрета для изменения веса, плотности, туше и вида товара. Вещества, применяемые для аппрета, очень разнообразны и зависят от требуемой отделки. Самыми употребительными материалами являются картофельный, пшеничный, рисовый и маисовый крахмалы, декстрины, «растворимые» виды крахмала, клей, глицерин, жиры, масла, мыла, ультрамарин и др. Крахмал придает ткани жесткость. Самый распространенный — картофельный крахмал, дает наибольшую полноту наощупь, способен легко проникать в волокна ткани и прочно в них держаться. Пшеничный, рисовый и маисовый идут в меньшем количестве. Применение крахмала основано на способности его образовывать клейстер. Темп-ра клейстеризации у картофельного крахмала 50°, у пшеничного 68°. Концентрация крахмала в аппрете достигает в некоторых случаях до 100 *г/кг* аппретурной массы. Декстрины (жженый крахмал,

британская камедь) по загустит. способности в 3—4 раза слабее крахмала. В последнее время стали пользоваться «растворимыми» (расщепленными) видами крахмала, к-рые обладают меньшей загустительной и клеящей способностью, зато больше проникают в ткань. Эти виды крахмала получаются из картофельного обработкой: а) едким натром, б) окислителями (раствором белильной извести, перекисью натрия, перборатом), в) азотной к-той, г) диастафором, биолазой. Варка аппрета производится в особых котлах — деревянных, железных или луженых медных, снабженных мешалкой и обогреваемых паром. Иногда применяются закрытые металлич. котлы — автоклавы, в к-рых варка производится тоже с помощью пара под давлением (фиг. 1).



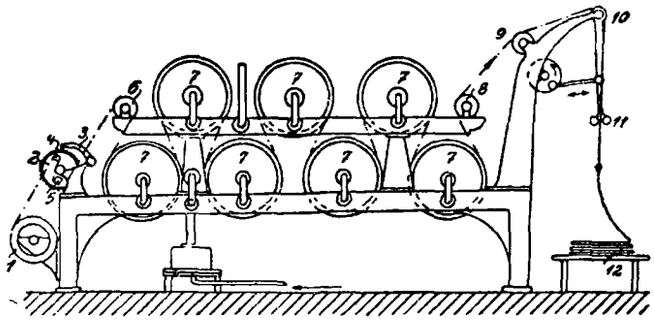
Фиг. 1. Котел для варки аппрета: *1*—котел, *2*—паропровод.

Все вещества, входящие в состав аппрета, предварительно следует отдельно растворить (если они растворимы в воде), расплавить и растереть, а затем смешать в варочном котле и варить. Аппрет наносится на ткань разными способами в зависимости от вида отделки, при чем ткань можно пропитать насквозь или только с одной стороны. Для этой цели применяют крахмальные плюсовки с 1—2—3 валами



Фиг. 2. Крахмальные плюсовки одностороннего действия: *А*: *1*—вал, подающий аппрет, *2*—ракля; *Б*: *1,2,3,4*—направляющие ролики, *5*—вал, подающий аппрет, *6*—ракля.

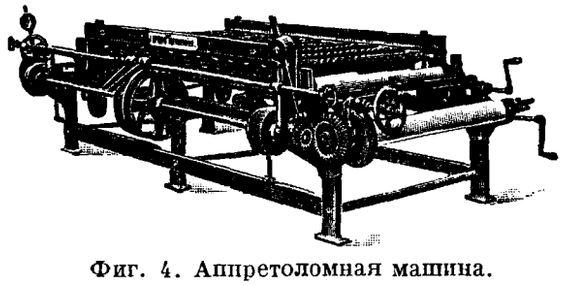
(фиг. 2). Простой способ нанесения аппрета — это пропуск ткани поверх вала, который вращается в корыте плюсовки, наполненном аппретом; последний при этом не слишком глубоко проникает в глубь ткани, а покрывает ее только с одной стороны (изнанку); если на вал, наносящий аппрет, давит верхний вал, то аппрет продавливается внутрь и при сильном давлении проходит даже насквозь; можно увеличить проникновение аппрета, если верхнему валу сообщить бо́льшую скорость, — тогда он будет втирать аппрет в ткань. Иногда поступают т. о.: ткань проходит в корыто с аппретом, огибая направляющие ролики, а затем отжимается между валами. В случае применения плюсовки с тремя валами — нижний вал опускается в аппрет, равномерно смачивает соседний вал; ткань пропускается между вторым и третьим и крахмалится с одной стороны. Иногда нижний вал плюсовки снабжается т. н. р а к л е й,



Фиг. 3. Сушильные барабаны: *1*—навой поступающей ткани, *2* и *3*—храповик, *4* и *5*—направляющие ригеля, *6* и *8*—расправители, *7*—сушильные барабаны, *9*—направляющий ролик, *10* и *11*—приспособление для складывания ткани, *12*—стол для укладки высушенной ткани.

к-рая счищает с него избыток аппрета, и ткань вследствие этого пропитывается незначительно; такая заправка ткани необходима в тех случаях, когда рисунок на лицевой стороне надо сохранить ярким или когда на ворс не должен попадать аппрет. Ткань, пропитанная аппретом, д. б. высушена. Обычно сушка производится на сушильных барабанах (фиг. 3), состоящих из медных цилиндров, обогреваемых паром, между которыми пропускают ткань. Число цилиндров и диаметр их (от 40 *см* до 2 *м*) зависят от рода ткани; крахмальные плюсовки устанавливаются перед сушилками и составляют с ними как бы одну машину. Во избежание пригорания невысохшего аппрета первые цилиндры сушильных барабанов обертываются миткалем или заменяются деревянными барабанами, или же между барабанами ставятся ролики, позволяющие заправить товар т. о., чтобы он касался нагретой поверхности только одной своей стороной (изнанкой).

2) С м я г ч е н и е нек-рых сортов товаров после крахмаления и сушки необходимо, т. к. ткани получаются чересчур жесткие. Этого достигают на а п п р е т о л о м н ы х м а ш и н а х (фиг. 4). Они бывают двух си-



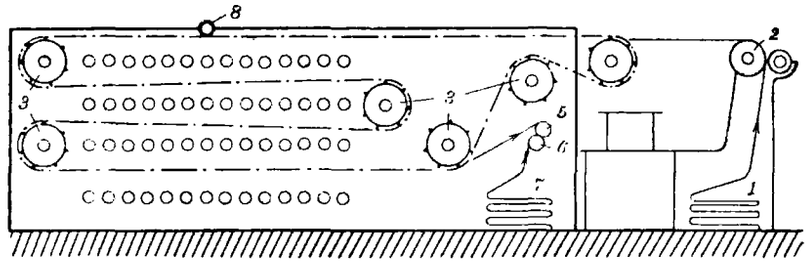
Фиг. 4. Аппретоломная машина.

стем: а) п у г о в и ч н а я машина (для легких товаров) Гарнье состоит из двух рядов деревянных валиков с выступающими головками обойных гвоздей; нижний ряд валиков может подниматься на уровень верхнего; по неподвижным валикам перетягивается товар в натянутом виде, — при этом происходит ломка аппрета; товар можно пустить, по желанию, в том или другом направлении;

обычно он пропускается два раза и более; б) машина (для тяжелых товаров) Гейльмана состоит из двух расположенных друг над другом валиков с круговыми вырезами, при чем выпуклостям одного соответствуют углубления другого; оси валов опираются на подвижные подшипники, что позволяет регулировать расстояние между валами; при пропуске ткани между валами аппрет смягчается. Машина Вельтера не отличается существенно от машины Гейльмана.

Смягчения жесткой накрахмаленной ткани достигают в значительной степени при помощи отдувки — увлажнения водой на *брызгальных машинах* (см.). Цель этой операции — смягчить равномерным увлажнением ткань настолько, чтобы можно было осуществить последующие операции А. Неувлажненная ткань впоследствии с трудом поддается отделке вследствие жесткости; степень увлажнения зависит от состава аппрета и вида отделки. Процент влаги колеблется в пределах 6—24,5%. Способов отдувки существует несколько: либо ее производят на щеточных машинах, при чем ткань проходит по направляющим роликам над ящиком с водой, в к-ром вращается большая круглая щетка, разбрызгивающая воду на ткань, либо применяют пульверизационные брызгалки, в к-рых вода разбрызгивается на ткань целой системой пульверизаторов. При отдувке увлажняется та сторона, на к-рой нанесен аппрет. Увлажненная ткань обыкновенно лежит в накатанном виде на роликах несколько часов для равномерного распределения влаги.

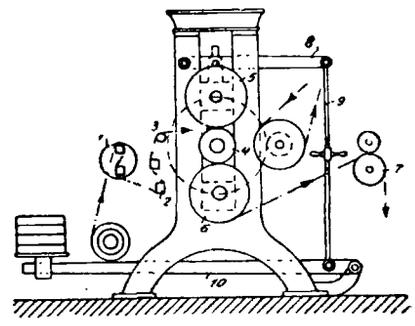
3) Ширение. При процессах беления, крашения, промывках и т. д. ткань несколько удлиняется и сокращается по ширине (до 15%); кроме того, получаются перекосы (нити утка не перпендикулярны основе). Для исправления этих недостатков ткани подвергают ширению. Попутно при этой операции темноокрашенные товары углубляют свой цвет, т. к. расстояние между нитями становится больше, белые — несколько теряют в своей белизне. От ширения ткань приобретает некоторую мягкость, т. к. аппрет, делающий ее жесткой и заполняющий промежутки между нитями, отчасти осыпается, отчего ткань становится мягче. Ширение производят обыкновенно не до первоначальной ширины суровья, а несколько меньше (при 72-*см* ширине суровья ширение производят на 1—$2^1/_4$ *см* меньше начальной и при 1,44-*м* ширение суровья на $2^1/_4$—$3^1/_2$ *см* меньше); доведение ткани до первоначальной (суровой) ширины может привести к разрыву кромок или всей ткани. Ширение производят на колесных — ременных и цепных—ширилках. На ременных колесных ширилках кромки товара попадают между ремнем и ободьями колеса, и при этом товар ширится на $2^1/_4$—$6^3/_4$ *см*. На цепных ширилках ткань захватывается на цепи иголками или специальными захватками — «клупами», цепи передвигаются и к концу ширилки постепенно расходятся, и ткань ширится. В нек-рых случаях цепи расположены так, что могут передвигаться друг относительно друга; это позволяет располагать нити утка перпендикулярно к нитям основы. Нек-рые сорта тканей, по характеру отделки и применяемых красителей, после аппретирования на крахмальных плюсовках сушат на сушильно-ширильных станках, т. н. шпан-рамах (фиг. 5). Здесь ткань одновременно ширится и сушится, проходя через машину с помощью клупов или иголок на бесконечных цепях таким же образом, как это было указано при цепных ширилках. Некоторые шпан-рамы снабжены т. н. шанжирным приспособлением, позволяющим цепям находиться в известном движении одна относительно друг



Фиг. 5. Сушильно-ширительный станок (шпан-рама): *1* — влажная ткань, *2* — расширительный валик, *3* — цепные барабаны, *5* и *6* — натяжные ролики, *7* — высушенная ткань, *8* — ролик-щетка.

гой, вследствие чего нити утка получают нек-рое движение относительно нитей основы и не склеиваются с последними. Склеивание нитей делает товар грубым и мало эластичным; товар, высушенный на шпан-рамах с шанжирным приспособлением, приобретает мягкость и эластичность.

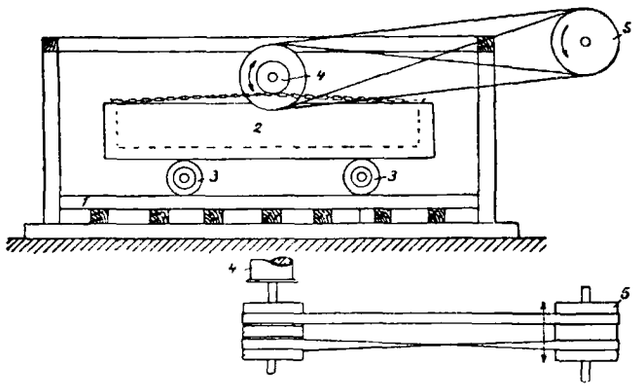
4) Каландрение. Для увеличения плотности, лоска, блеска, эластичности, а также сообщения муара, гофрировки и серебристого блеска хл.-б. ткани подвергаются каландрению на каландрах [простых, фрикционных, бительных, или чезинг, серебристых, гофрировочных и муарировочных (фиг. 6)]. Каландры состоят из нескольких (от 2 до 9) валов, при чем металлические (из твердого чугуна, стали) чередуются с валами из прессованного под большим давлением бумажного картона, хлопка, джута, шерсти. Между валами пропускают расправленную ткань под большим давлением. Давление производится с помощью рычагов, винтов, пружин или гидравлическим путем. Ткани пропускают между валами в различном порядке, в зависимости от требуемой отделки. На интенсивность каландрения влияют величина давления валов на ткань, соотношение между скоростями их вращения (у обыкновенных скорость вращения одинакова, у фрикционных — отношение скоростей 1 : $1^1/_2$), твердость материала валов, $t°$ их (горячие и холодные каландры), число пропусков ткани через жала валов, диаметр и



Фиг. 6. Каландр: *1*, *2* и *3* — натяжные ригеля, *4* — металлический вал, *5* и *6* — картонные валы, *7* — отводящий вал, *8*, *9* и *10* — рычажное приспособление.

число валов, скорость движения самой ткани и ее влажность. Большие давления, высокая $t°$ и повышенная влажность, большое число валов производят больший эффект. Фрикционные каландры при малой скорости движения товара обусловливают больший лоск и блеск, чем пропуск при той же скорости через обыкновенный каландр. Металлическ. валы дают больший блеск, чем бумажные; если металлич. вал вращается с большей скоростью, чем соседний бумажный, то блеск увеличивается. Усиления блеска достигают обогреванием металлич. валов (газом, паром). Для получения муара и гофрировки применяют в каландрах валы (стальные, бронзовые) с определенной гравюрой, отпечатывающейся под давлением на ткань. Для получения серебристого блеска, согласно патенту Шрейнера, ткань проходит под большим давлением (до 50 000 *кг*) между валом из бумажной массы и горячим (100—110°) стальным (лицевой стороной к последнему), на к-ром под углом к образующей вала нанесены штрихи в числе 10—12 на 1 *мм*. Ткань, прошедшая через такой «серебристый» каландр, приобретает серебристую отделку (ластик, сатин). Для сообщения хл.-б. тканям льняной отделки применяют бительные (чезинг) каландры, позволяющие пропускать ткань по 6—8 полотен, сложенных вместе; при этом места скрещения нитей одной ткани давят на такие же места другой, происходит расплющивание нитей, а это вызывает определенный эффект—муар.

5) Катание. Для получения большего муара, чем на бительных каландрах, хл.-б. ткани подвергают катанию на катке. Различают катки ящичные (фиг. 7) и гидравлические. Ткань, накатанная на ролик, поступает на ящичный каток, где под давлением 10 000—30 000 *кг* катается в течение нек-рого времени. Для увеличения производительности пользуются гидравлич. катками (обыкновенными или револьверными); здесь накатанный на средний вал товар подвергается катанию под давлением

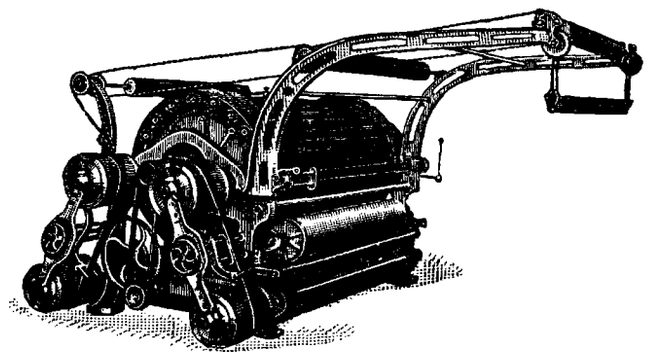


Фиг. 7. Каток ящичный: *1*—стол для катанья, *2*—катальный ящик, *3*—катки, *4*—цепной барабан, *5*—приводной шкив.

25 000—50 000, а в некоторых случаях и 100 000 *кг*, между двумя вращающимися чугунными валами.

6) Колочение. Для получения еще большего муара хл.-б. ткани подвергают колочению на колотильных и *бительных машинах* (см.). Ткань, накатанная на ролик, подвергается ударам тяжелых пестов (чекмарей у колотильных машин) или же, накатанная на вал, подвергается более частым, но слабым ударам колотушками—билами (beetle); при этом достигают еще большего муара и сходства с льняными тканями.

7) Бастовка. Нек-рые товары, производимые из угаров и сорных сортов хлопка и идущие в продажу в суровом виде, необходимо очистить от засорений и чуть-чуть подворсовать лицо и изнанку. Эта операция очистки носит название бастовки



Фиг. 8. Ворсовальная машина.

и производится на наждачно-бастовальных машинах. Они состоят из 4—6—8 наждачных валов, а также щеточных валиков. Проходя по этим валикам и щеткам, товар очищается с одной или с двух сторон.

8) Ворсование, или чесание. Ткани, предназначенные для холодных сезонов (бумазея, фланель, молескин, одеяла), выпускаются на рынок с ворсом, т. е. с мягким пушистым слоем из хл.-б. волоконец, выдернутых из утка ткани. Эта операция называется чесанием или ворсованием и производится на ворсовальных машинах (фиг. 8). Они состоят из большого вращающегося барабана, на к-ром насажены вращающиеся ролики в числе 14—48, обтянутые кардной лентой. Половина роликов вращается в сторону движения товара, другая же половина—против. Металл. иголки кардных лент производят ворсование. Хл.-б. ткани ворсуются сухими с одной или с двух сторон, при чем не за один раз, а в несколько приемов. Ворсование применяется б. ч. к суровым тканям, волокна у к-рых покрыты жирами и восками, придающими им эластичность и гибкость. Наиболее подходящими для ворсования являются ткани с угарным утком и саржевым переплетением. В дальнейшем для поднятия смятого ворса во время А. происходит лишь подворсовывание, или декатировка.

9) Стрижка. У молескинов, хл.-б. сукон, одежных, костюмных товаров необходимо лицевую сторону очистить от узелков и выровнять ворс. Этого достигают стрижкой на стригальных машинах. Ткань стригут с помощью стригальных ножей, к-рых бывает до 8 пар; чаще распространены машины с 2 и 4 парами. После стрижки ткань обычно очищается от пуха на пухоочистительных машинах.

10) Декатировка. Ткани с начесом — костюмные и одежные, — у которых требуется разгладить ворс, подвергают декатировке. Ткань пропаривают в

декатировочных машинах, ворс расчесывают щетками, покрытыми прямой стальной кардой, а также щетиной, и затем приглаживают пропуском между медными валиками.

11) Горячее прессование. Некоторые ткани, гл. обр. костюмные, одежные, подкладочные, для приобретения шерстистой и плотной отделки подвергаются горячему прессованию на гидравлических прессах. Товар перекладывают картоном, блестящим или матовым, в зависимости от требуемой отделки, закладывают между горячими пустотелыми чугунными плитами, обогреваемыми паром, и подвергают давлению в течение нескольких часов до 250 *atm*; при этом влага, приобретенная во время отдувки, равномерно распределяется по ткани, и жировые вещества аппрета дают лицевой стороне блеск или матовую отделку, в зависимости от температуры давления, способа закладки картонов и продолжительности прессования. В некоторых случаях товару дают остыть в прессе или сразу охлаждают путем пропуска воды в чугунные плиты.

12) Уборка и укладка товара. Заключительными операциями А. хл.-б. тканей являются браковка, раскатка с роликов, измерение на мерильных машинах или с помощью «шпилек», дублирование, складывание в куски (35—45 *м*), прессование в гидравлич. прессах (1—3 ч. при 5—20 *atm*), обшивка кусков, клеймение (фирмы, меры), наклейка этикетов, упаковка (в бумагу, редкую бум. ткань и т. д.) и, наконец, упаковка в кипы (24—30 кусков, весом 70 *кг*).

А. льняных и полульняных тканей. Хотя льняные ткани принадлежат к древнейшим, все же в настоящее время А. и применяемые здесь машины и аппараты не отличаются совершенством. В общем А. льняных и полульняных тканей напоминает таковую хлопчатобумажных, с той лишь особенностью, что от первых требуются своеобразные блеск, лоск, туше (на-ощупь) и прочность. А. этих тканей состоит из следующих операций: 1) Крахмаление; оно производится на крахмальных плюсовках, с последующей сушкой на сушильных барабанах; аппрет состоит здесь главным образом из картофельного, пшеничного или маисового крахмала, которые для бельевых товаров д. б. безукоризненной чистоты и белизны. Картофельный крахмал дает более мягкое туше, а пшеничный делает ткань полнее; однако первый предпочитают второму. Для подсиньки применяют ультрамарин. Как и при А. хл.-б. тканей, здесь имеется большое количество рецептов аппрета, в зависимости от рода ткани, а также от того или иного назначения товара. 2) После крахмаления и сушки льняные и полульняные ткани подвергаются отдувке водой на таких же машинах, как указано ранее для хл.-б. тканей, при чем ткани, идущие на каландры и бительные машины, увлажняются больше, чем идущие на каток. 3) Для получения блеска, характерного для льняных и полульняных тканей, они д. б. подвергнуты давлению на каландрах, бительных машинах или на катках. Считают, что хорошая отделка получается при пропуске тканей через каток. Вслед за этими операциями льняные и полульняные ткани подвергают дублированию, измерению, складыванию, обвязыванию, прессованию и упаковке.

А. пеньковых тканей совпадает в общих чертах с таковой для льняных; нужно только отметить, что пеньковые ткани, идущие для изготовления мешков, требуют основательного каландрения для того, чтобы нити ткани лучше расплющить и получить более плотную мешочную ткань, ибо, чем шире будут нити, тем уже будут промежутки между ними. Пеньковые ткани, идущие на изготовление палаток, парусов, подвергаются пропитке специальными составами для сообщения им водонепроницаемости (см. ниже).

А. джутовых тканей очень проста и имеет целью сообщить суровым тканям большую мягкость, а также уменьшить промежутки между нитями основы и утка. Нанесение аппрета здесь редко применяется. Главнейшие операции А. заключаются в следующем: 1) измерение и взвешивание джутовых тканей; оно производится на мерильных машинах и весах; 2) просмотр, штопка и удаление узелков и др.; 3) стрижка — производится на стригальных машинах с двумя или тремя парами ножей; если поверхность ткани д. б. лишена волосков, то ее подвергают опаливанию на плитных или газовых палилках, при чем опаливание никогда не бывает без предварительной стрижки; 4) отдувка водой на одно- или двусторонних брызгальных машинах; последние применяются для усиления смачивания, потому что суровая джутовая ткань смачивается очень медленно; после отдувки джутовая ткань подвергается лежке; 5) каландрение; для джутовых тканей это самая важная операция, при чем здесь применяют очень большие давления для того, чтобы волокна расплющить и ткань сделать более плотной и блестящей; чаще всего применяют пятивальный каландр с тремя стальными и двумя промежуточными бумажными валами, при чем один стальной — с обогревом; 6) джутовые ткани подвергаются также пропуску на гидравлич. катке (обычным ящичным катком здесь не пользуются); применяют также револьверные гидравлич. катки. Этим заканчивается А. джутовых тканей; далее следуют операции, придающие им продажную форму. (Если джутовая ткань идет на изготовление мешков, то их обычно тут же готовят).

А. шерстяных и полушерстяных тканей имеет целью получить из суровой, жесткой, грязной, снятой с ткацкого станка ткани чистую, облагороженную ткань, обладающую определенными свойствами в смысле плотности, туше (на-ощупь), мягкости, переплетения, ширины, блеска и т. д. А. для суконных и камвольных тканей различна.

а) А. суконных тканей. Суконные ткани изготовляются преимущественно из мягкой коротковолокнистой овечьей, т. н. аппаратной шерсти и с целью А. подвергаются след. операциям. 1) Суконная

ткань, поступая с ткацкого станка, прежде всего прокатывается, т. е. просматривается, при чем с ткани удаляют с помощью щипчиков (пинцетов) узелки, концы, растительные частицы, шишечки. 2) Затем ее подвергают штопке в тех местах, где нехватает уточных и основных нитей, а также где имеются разорванные места; при этом исправляются все недостатки после ткачества. Операция штопки повторяется еще после промывки, а также после окончания всей А. 3) Просмотренное и штопанное суконное суровье промывается на промывных машинах. Цель промывки — удалить из шерстяной ткани посторонние примеси и все загрязнения, к-рые были нанесены либо попали на нее при процессах прядения (замасливающие вещества) и ткачества (шлихта), — жиры, масла, клей, грязь и др. Моечными средствами служат: мыло, сода, аммиак, контакт (нефтяные сульфокислоты); обычно промывку ведут на растворе соды (6° Bé). Продолжительность промывки (размыл, малая, большая вода) 1½—2 часа при $t°$ не выше 40—45°. Промывка происходит в виде жгутов или в расправку. 4) Промытую суконную ткань отжимают на центрифугах или вальцевых отжимках и пропитывают в небольшом проходном аппарате растворами мыла (в некоторых случаях—соды и контакта), после чего ткань поступает на сукновальные машины для валянья (валки). Процесс валки заключается в том, что шерстяные волокна под влиянием давления и трения в присутствии мыльных растворов становятся пластичнее и, передвигаясь друг относительно друга, переплетаются; эта операция является главной отделочной операцией суконных тканей; они при этом становятся плотнее, с ворсистой поверхностью, на к-рой уже нельзя различить ткацкого переплетения. Сукновальные машины имеют специальные механизмы, способствующие усадке ткани по длине и ширине; это достигается давлением и трением. В некоторых случаях при валке вместо мыльных (мыльно-содовых) растворов применяют раствор серной к-ты или воду. 5) Валеная ткань тщательно промывается с помощью обычных моечных средств на тех же промывных машинах, после промывки отжимается (на центрифугах или вальцевых отжимках) и, если это требуется, высушивается. 6) Чаще суконные ткани в мокром виде поступают в карбонизацию. Эта обработка необходима для того, чтобы освободить суконные ткани от растительных примесей, к-рые при крашении кислотными хромировочными красителями остаются неокрашенными. Суконную ткань замачивают в растворе серной к-ты (крепостью 3—5° Bé), отжимают (центрифуги, отсос, продувка) и затем подвергают сушке в особых карбонизационных машинах (сушилках); в них ткань предварительно подсушивается (I камера 50 — 55°), далее окончательно высушивается (II камера 75—80°, III камера 85 — 90°) и, наконец, карбонизуется (IV камера 100 — 110°). Во время сушки серная кислота на ткани концентрируется и превращает (гидролизует) целлулозу в гидроцеллулозу, а также частично обугливает ее. Гидроцеллулоза настолько хрупка и бесструктурна, что при дальнейших операциях (промывка, выколачивание) легко удаляется из ткани. 7) Карбонизованная ткань промывается на промывных машинах; при этом для нейтрализации к-ты применяют раствор соды (6° Bé), а затем промывают чистой водой и отжимают. В нек-рых случаях шерстяную ткань, поступающую в крашение, не нейтрализуют содой, а сразу без промывки после карбонизации подвергают крашению. 8) Крашение суконных тканей производят в красильных барках жгутом; применяют кислотные хромировочные, в последнее время кубовые индигоидные (индигозоли) красители. 9) После крашения ткани промывают чистой водой в красильных барках или промывных машинах (в расправку или жгутом), отжимают и сушат. Карбонизация м. б. также произведена после крашения ткани (а также «шерстью крашеной» ткани). В этом случае нужно только заботиться о том, чтобы применяемые красители были прочны для карбонизации. 10) До и после крашения нек-рые шерстяные ткани подвергают процессу ворсования на ворсовальных машинах. С помощью растительных ворсовальных шишек (сукновальной ворсянки), насаженных на вращающийся барабан, производят начес ткани, т. е. вытаскивание отдельных концов шерстинок, отчего поверхность ткани приобретает своеобразный войлочный покров. У нек-рых товаров ворсистая поверхность после мытья, а тем более после валки, является обычной; задача ворсования заключается в том, чтобы беспорядочно расположенным шерстяным волоконцам придать вполне определенное направление. Ворсование производится в мокром виде, когда отдельные волоконца шерсти более эластичны и упруги. Нек-рые сорта суконных тканей проходят операцию ворсования два раза и более, в разных стадиях отделки; за ворсованием всякий раз следует стрижка (см. ниже). 11) Некоторые ворсованные ткани (бобрик и др.) подвергаются после ворсовки отбойке на колотильных машинах. Цель отбойки—поднять ворс и поставить отдельные волокна шерсти вертикально для получения мягкой ворсистой поверхности — бобрика. 12) Сушку шерстяных тканей производят нагретым воздухом; для этой цели применяют сушильно-ширильные машины, шпан-рамы; средняя $t°$ сушильной камеры 60 — 65°. 13) Высушенную ткань просматривают и выделяют брак. 14) После просмотра нек-рые сорта тканей разрыхляют на сукновальных машинах в сухом виде, при чем ткань становится значительно мягче. 15) Далее суконные ткани подвергают стрижке. Стрижка производится на стригальных машинах и заключается в срезании торчащих узелков, а также в выравнивании длины шерстяных волосков. Каждый кусок проходит через машину два раза и более; сначала щетки приподнимают ворс, а затем особые стригальные ножи срезают его до требуемой высоты; при этом получается гладкая, ровная поверхность сукна. 16) После стрижки суконную ткань подвергают бастовке на *бастовальной машине* (см.), где

ткань подвергается действию пара, подаваемого из-под ткани; при этом волокна шерсти делаются более пластичными; затем поверхность ткани при помощи вращающихся щеток очищается от волокон шерсти, оставшихся после стрижки, а ворс приглаживается и получает определенное направление. 17) Почти все сорта суконных тканей подвергаются декатировке, назначение к-рой—предупредить дальнейшую усадку ткани при носке и смачивании ее, сообщить ей большую сопротивляемость пыли и грязи, придать лучший внешний вид, сохранить приобретенный при отделке блеск. Декатировка бывает сухая—с помощью пара—и мокрая (поттингование)—горячей водой и паром. Операция эта производится на декатировочных машинах; ткань накатывают на медный дырчатый цилиндр, через к-рый пропускают пар (3—5 мин.), или же этот дырчатый цилиндр помещают в декатировочный котел, куда пропускают пар давлением до 2 *atm*. В нек-рых случаях ткань после декатировки оставляют на несколько часов в накатанном виде для равномерного увлажнения. 18) После этой операции следует прессование, с целью придать ткани нек-рый блеск, гладкость поверхности, сделать более плотной, упругой и сообщить ей мягкое туше. Операцию производят на гидравлических или цилиндрических—желобчатых прессах (см. *Гидравлические прессы* и *Желобчатые прессы*). На желобчатом прессе ткань проходит под давлением между обогреваемыми паром желобом и цилиндром. Для грубошерстных товаров, а также для низкосортных тонкосуконных, прессование на желобчатом прессе недостаточно, поэтому применяют еще гидравлический пресс. Здесь ткань перекладывают картоном, закладывают между нагретыми (паром) чугунными плитами и оставляют на несколько часов под давлением. Бо́льшая продолжительность прессования, а также бо́льшее давление приводят к более сильному эффекту прессования, чем на желобчатом прессе. В нек-рых случаях заключительной операцией для суконных тканей является пропуск на бастовальную машину. Готовую, отделанную суконную ткань просматривают, измеряют, складывают, упаковывают.

б) А. камвольных тканей. Камвольные ткани отличаются от суконных тем, что они сработаны из более длинной и менее мягкой шерсти; идут они гл. обр. на изготовление тонких плательных товаров, дамских и мужских. 1) Снятые с ткацкого станка камвольные ткани подвергают просмотру, очистке, штопке и браковке. 2) Некоторые сорта камвольных тканей опаливают на газовых или плитных палилках, при чем ткани, имеющие диагональное переплетение, проходят исключительно через газовые палилки. После опаливания поверхность ткани становится гладкой; каждый кусок проходит через палилку 2—3 раза. 3) Затем камвольные ткани подвергают весьма характерной для них операции—заварке, или краббованию. Цель этой операции заключается в том, чтобы, обрабатывая горячей водой при $t°$ ок. 100°, сделать шерстяные волокна камвольной ткани пластичными и фиксировать ту форму, к-рая им придана при действии высокой $t°$ под давлением; вследствие такой фиксации волокон камвольные ткани при последующих операциях промывки, крашения, отделки не будут давать заломов, не будут садиться и свойлачиваться, приобретут нек-рый постоянный блеск и будут при носке лучше сохранять свой внешний вид. Операция осуществляется на револьверных или *крабб-машинах* (см.) следующим образом. Камвольная ткань в расправку поступает в 1-е корыто с кипящей водой, проходит между двумя тяжелыми железными валами и навивается на нижний, к-рый вращается в кипящей воде. По прошествии нек-рого времени ткань сматывается с этого вала и наматывается таким же образом на нижний вал 2-го корыта, подвергаясь давлению верхнего железного вала. После нек-рого времени пребывания во 2-м корыте, тоже с кипящей водой, камвольная ткань подвергается такой же операции в 3-м корыте, но только с холодной водой. Нек-рым сортам товара после горячей обработки во 2-м корыте дают т. н. стойку, т. е. дают товару постепенно охладиться на ролике. Следует отметить, что в нек-рых случаях указанная операция краббования производится после промывки камвольных тканей. 4) Нек-рые тяжелые сорта мужских камвольных тканей подвергаются легкой валке, т. н. подваливанию (фулировке), при наличии контакта мало концентрированных растворов мыла, соды, или просто на воде. 5) Промывка камвольных тканей производится на обычных промывных машинах в расправку или жгутом в тех же условиях, как и суконные ткани, однако продолжительность промывки здесь меньше, вследствие того, что камвольные ткани чище суконных. 6) Промытые, отжатые на центрифугах камвольные ткани поступают в крашение. Ведется оно в таких же красильных барках и в таких же условиях, как для суконных тканей. 7) Окрашенную, промытую и отжатую камвольную ткань сушат на сушильно-ширильных машинах (шпан-рамах) так же, как суконную ткань. 8) Затем ее просматривают и бракуют. 9) Камвольные ткани сработаны из длинноволокнистой шерсти, которая во время процесса прядения настолько тщательно прочесывается и очищается, что растительные частицы остаются в минимальном количестве; поэтому камвольную ткань карбонизуют редко, обычно же ограничиваются выщипыванием щипцами оставшихся незначительных количеств растительных частиц. В случае, если все же прибегают к карбонизации, то ее ведут обычно после крашения, на таких же машинах, как для суконных тканей. 10) Для получения гладкой поверхности камвольные ткани стригут на стригальных машинах, при чем каждый кусок пропускают два раза и более. 11) Тонкие плательные камвольные ткани, имеющие редкое ткацкое переплетение, подклеивают, для чего на плюсовках пропитывают раствором, содержащим гл. обр. клей (подклейка м. б. полной или же только с левой стороны); затем отжимают и высушивают на

сушильно-ширильных рамах. Нек-рые сорта товаров после подклейки на плюсовке поступают на т. н. фильц-каландр, на к-ром камвольные ткани предварительно подсушиваются на большом сушильном барабане, затем ширятся и расправляются на расправительном приспособлении системы Пальмера; затем они поступают опять на большой сушильный барабан, к к-рому прижимаются движущейся бесконечной плотной войлочной тканью (фильцом); при этом ткань приобретает своеобразную отделку. 12) Камвольные ткани декатируют с той же целью, как и суконные. 13) В нек-рых случаях камвольные ткани подвергают пропариванию и очистке на бастовальных машинах. 14) Нек-рые сорта пропускают на ширильной машине (эгализировочной) и при этом слегка пропаривают. 15) В заключение А. камвольные ткани прессуют на желобчатых прессах или, для получения большего блеска, на гидравлических. 16) После пресса камвольные ткани бракуют, измеряют, складывают и упаковывают.

в) А. полушерстяных тканей. Полушерст. ткани имеют обычно бумажную основу и шерстяной уток. К ним принадлежат очень распространенные плательные и подкладочные ткани. Процесс их отделки близок к отделке камвольных тканей, от к-рых по виду они очень мало отличаются. Снятые с ткацкого станка полушерст. ткани просматривают, бракуют, чистят, штопают, затем опаливают на газовых или плитных палилках, при чем каждый кусок пропускают через машину два раза и более. После этого их подвергают краббованию, или заварке, на револьверных или крабб-машинах; эта операция имеет такое же большое значение, как и для камвольных тканей, т. к. она предохраняет волокна от заломов при последующих операциях, делает их более мягкими и эластичными, а также предупреждает неравномерную усадку шерстяных волокон относительно хлопчатобумажных. Условия работы такие же, как у камвольных тканей. Вслед за этим полушерст. ткани промывают теми же промывными средствами и в таких же условиях, как и камвольные ткани. Иногда подкладочные полушерст. ткани, имеющие очень плотное переплетение, промывают в расправку во избежание получения заломов. Промытая полушерст. ткань отжимается на центрифугах и поступает в красильное отделение, где окрашивается на красильных барках преимущественно субстантивными красителями (в нек-рых случаях полушерст. ткани сначала красят кислотными—с целью окрашивания шерсти, а затем окрашивают хлопок субстантивными). После крашения ткани промывают на промывных машинах, отжимают и сушат на сушильно-ширильных рамах (шпан-рамах). После этого ткань просматривают, стригут. Нек-рые сорта подклеивают на плюсовках аппретом, содержащим гл. обр. клей, и пропускают через шпан-рамы или фильц-каландры. Некоторые сорта полушерст. тканей декатируют на медных цилиндрах, другие увлажняют паром на ширильных машинах или бастовках. В заключение полушерстяные ткани прессуют на желобчатых или гидравлических прессах и подвергают заключительным операциям (дублирование, измерение, складывание, упаковка).

А. шелковых и полушелковых (с хлопком) тканей. Шелковые и полушелковые ткани прежде всего весьма тщательно просматривают и очищают, с помощью пинцетов, от узелков, концов нитей; попадающиеся жирные, масляные пятна удаляют чисткой бензином; затем следует выглаживание тканей вручную специальными гладилками или гладильными машинами. Этой операцией достигают равномерного распределения основных и уточных нитей, вследствие чего ткани приобретают не только блеск, но и лучшее туше (на-ощупь). Очищенные и выглаженные шелковые и полушелковые ткани сшивают, накатывают по нескольку кусков на ролики и подвергают опаливанию (главным образом полушелк. ткани) на газовых палилках. При палении происходит удаление пуха, и поверхность ткани становится гладкой. Полушелк. и нек-рые шелк. ткани подвергают пропитыванию с левой стороны аппретом; чтобы сделать ткань более плотной и менее проницаемой для аппрета, ее предварительно пропускают через каландры. Подклейка аппретом производится на плюсовках, соединенных с сушильными барабанами (шпан-рамами). Составы аппрета разнообразны. Чаще всего применяют разбавленные растворы декстрина, желатина, траганта, аравийской камеди, столярного клея; они дают в общем жесткий аппрет; для смягчения его прибавляют глицерин, воск, парафин, мыло. Нанесение аппрета производят различными способами: с помощью вала, «под раклю», разбрызгиванием. Подклеенная ткань сразу же высушивается, чтобы аппрет не растекался и не проходил на лицевую сторону. После этой операции ткань приобретает жесткость, которую следует устранить; этого достигают при помощи аппретоломных машин (мягчилок), пропуская ткани по деревянным роликам, снабженным металлическ. пуговицами-кнопками. От пропитывания аппретом и сушки шелк. и полушелк. ткани садятся по ширине; чтобы вернуть им прежние размеры, их пропускают на ширильные машины; предварительно их увлажняют паром на бастовалках (парилках), чтобы сделать их более мягкими. Для придания блеска шелк. и полушелк. тканям пропускают их один раз и более через каландры; ткань проходит между валами бумажным и металлическим; блеск усиливается пропуском через фрикционный, а также через горячий каландр. Для получения «муаре» и «гофре» на шелк. и полушелк. тканях применяют каландры с валами, имеющими «муаровую» и «гофрированную» поверхности. Нек-рые сорта тонких шелк. и полушелк. тканей пропускают через фильц-каландр, на котором ткань проходит между нагретой поверхностью большого барабана и сукном; получаемая при этом отделка является более матовой. После этих операций шелк. и полушелк. ткани, для сообщения им настоящего шелкового туше, пропускают еще раз через аппретоломные машины. Многие ткани требуют особого блеска,

который сообщается им на желобчатых и гидравлических прессах. Вполне отделанные ткани просматриваются, измеряются, дублируются и упаковываются.

А. полушелк. тканей, состоящих из шерсти и шелка, в общих чертах заключается в крабовании, декатировке, подклейке аппретом, сушке на шпан-рамах и прессовании.

А. шелковой пряжи. Шелковая пряжа, в виде швейных ниток, штопальных и др., а также в виде полуфабрикатов, после целого ряда химических обработок [крашения, отяжеления, пропитывания органическими кислотами (винной и др.)], с целью А. подвергается нек-рым механич. операциям: лощению и люстрированию на специальных *лощильных машинах* (см.), имеющих целью сообщить шелковой пряже повышенный блеск, достигаемый быстрым движением мотка в натянутом состоянии по полированным роликам (иногда в атмосфере пара); при таком движении происходит натяжение пряжи, сопровождающееся увеличением длины (2—5% первоначальной), и пряжа приобретает блеск вследствие трения отдельных шелковых нитей. Близка к этой операции растряска, или шевиллирование, шелковой пряжи; однако получаемый при этом блеск меньше, чем при лощении. Растряску производят либо вручную на швилях, либо на специальных *растрясных машинах* (см.); при этом мотки шелковой пряжи подвергают поочередно растрясыванию, натяжению и скручиванию мотков вправо и влево.

А. хлопч.-бум. швейных ниток. Некоторые сорта швейных ниток подвергают отделке, заключающейся в пропитывании ниток аппретом на *шлихтовальных машинах* (см.). Швейные нитки, находящиеся, например, на 300 больших катушках в 300 концов, поступают в корыто с аппретурной массой, состоящей из смеси картофельного и маисового крахмалов, желатина, воска, стеарина, касторового и кокосового масел, затем отжимаются между валами, обернутыми миткалем, касаются поверхности вращающегося горячего железного валика, погруженного в расплавленный парафин, проходят над быстро вращающимися щетками, равномерно распределяющими аппрет в пряже, при чем высушиваются ($t°$ помещения 30° и хорошая вентиляция) и наматываются на катушки. После такой шлихтовки швейные нитки наматывают на малые катушки в 200—400 ярдов; далее следуют наклеивание ярлычков и упаковка.

Специальные виды А. 1) Сообщение текстильным тканям (хлопчато-бумажным, льняным, пеньковым, шелковым, шерстяным) водонепроницаемости может быть осуществлено двояко: либо их пропитывают веществами, закупоривающими у них поры (например, резиновые и друг. пропитки), после чего они становятся водо- и воздухонепроницаемыми, либо их обрабатывают нек-рыми соединениями (гл. обр. алюминиевыми), после чего волокна становятся трудно смачивающимися водой и потому водонепроницаемыми, сохраняя при этом воздухопроницаемость. 2) Сообщение волокнистым материалам (гл. обр. растительным) невоспламеняемости основано на пропитывании либо такими веществами, которые при загорании волокнистых материалов расплавляются и предохраняют от дальнейшего распространения пламени (бура, борная кислота, фосфаты, силикаты и друг.), либо веществами, которые при начавшемся горении волокнистых материалов разлагаются с выделением веществ, препятствующих дальнейшему горению (хлористый, сернокислый аммоний). Однако эти обработки не прочны к действию воды и после первой промывки водой вымываются, и волокнистые материалы опять становятся воспламеняющимися. Лучшие результаты получаются, если осадить на волокне нерастворимые в воде силикаты алюминия, олова, вольфраматы щелочных и тяжелых металлов, которые стойки к промывке и предохраняют волокнистые материалы от воспламенения. 3) Обработка шерстяных изделий *эйланом* (см.) — препаратом, служащим для предохранения ткани от разрушения молью.

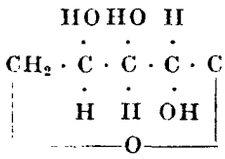
Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокн. и красящих веществ, ВТС, М.—Киев, 1926; Георгиевич Г., Химическ. технология волокн. веществ, пер. с нем., СПБ., 1913; Буров Н. Ф., Аппретура и отделка хлопчатобумажн. тканей, М.—Л., 1924; Филиппов Н. В., Теоретич. соображения по вопросу аппретирования хлопчатобум. тканей, «Изв. текст. пром.», *8*, стр. 22—26, М., 1923; Kozlik B., Technologie d. Gewebeappretur, B., 1908; Dépierre J., Die Appretur d. Baumwollgewebe, Wien, 1905; Gardner P., Die Mercerisation d. Baumwolle u. d. Appretur d. mercerisierten Gewebe, B., 1912; Pfuhl E., Die Jute u. ihre Verarbeitung, B., 1891; Silbermann H., Die Seide, B. 1—2, Dresden, 1897; Brenger F., Die Ausrüstung d. Stoffe aus Pflanzenfasern, Lpz., 1924; Mundorf E., Die Appretur d. Woll- u. Halbwollwaren, Lpz., 1921; Knepscher W., Die Appretur d. Seiden-, Halbseiden- und Samtgewebe, Lpz., 1912; Fiedler K., Die Appretur d. Bänder u. Litzen, Lpz., 1924; Herzinger K., Appreturmittelkunde, Wittenberg—B., 1926; Heermann P., Technologie d. Textilveredlung, B., 1921; Mierzinski S., Wasserdichte Stoffe und Gewebe, B., 1897; Lagache H., De l'apprêt des tissus de laine peignée, P., 1914.

Д. Грибоедов.

АРАБИНОВАЯ КИСЛОТА, арабин, главная составная часть аравийской камеди (см. *Акациевые камеди*), в к-рой А. к. находится в виде калиевой, магниевой и кальциевой солей. Получается осаждением спиртом из подкисленного водного раствора аравийской камеди в виде белой аморфной просвечивающей массы элементарного состава $C_6H_{10}O_5+2H_2O$. При 130° теряет воду и становится нерастворимой. На лакмус дает кислую реакцию и образует с щелочными и щелочноземельными металлами растворимые в воде соли. Встречается в различных оптически активных формах. Из аравийской камеди, предварительно нагретой до 120—130°, тем же способом выделяется нерастворимая *м*-арабиновая кислота, или *м*-арабин.

АРАБИНОЗА, l-арабиноза $C_5H_{10}O_5$, моносахарид, принадлежащий к группе альдоз (см. *Углеводы*); широко распространена в растительном мире в виде несахароподобных полисахаридов (гемицеллулоз), к-рые дают при гидролизе или одну l-арабинозу (арабаны), или, наряду с нею, и другие моносахариды, например d-галактозу (галакто-арабаны) и друг. Содержится также в пектиновых веществах (растительные слизи) —

соединении с d-галактозой и d-галактуроновой к-той. Получается обычно гидролизом вишневой камеди или гуммиарабика (откуда и ее название). Кристаллизуется в призмах, $t°_{пл.}$ 160°, легко растворима в воде, обладает сладким вкусом, первоначальное уд. вращение +175° постепенно уменьшается до +105° (мутаротация). Не сбраживается дрожжами. При восстановлении превращается в l-арабит $C_5H_{12}O_5$ и при окислении — сначала в l-арабоновую кислоту $C_5H_{10}O_6$, а затем в l-триоксиглутаровую кислоту $C_5H_8O_7$. Связана взаимными превращениями с l-глюкозой. Стереоформула l-арабинозы:



Рацемическая dl-арабиноза встречается в патологической моче человека (пентозурия); получается и синтетически.

АРАВИЙСКАЯ КАМЕДЬ, см. *Акациевые камеди.*

АРАГОНИТ, минерал, безводное углекислое соединение кальция, состава $CaCO_3$ (56% CaO и 44% CO_2), с небольшими примесями углекислых солей Mg, Fe, Sr; количество SrO доходит иногда до 4%. В нек-рых случаях А. содержит до 9% $PbCO_3$. Кристаллическая система — ромбическая; кристалл А., нагретый в стеклянной трубке, распадается в порошок, состоящий из ромбоэдрических кристалликов известкового шпата. Хрупок, тв. 3,5—4, уд. в. 2,9—3.

АРАЗИМ, смесь из энзимов поджелудочной железы, древесной муки и бикарбонатов, предложенная в виде средства, замещающего золку кожи.

АРАЗОЛ, средство для консервирования кожи; коричневая жидкость со слабыми щелочными свойствами; главная составная часть А. — феноловое мыло.

АРАЛИЯ, Aralia papyrifera, растение, из сердцевины к-рого в Китае изготовляют т. н. рисовую бумагу, служащую для рисования, изготовления цветов и пр.

АРАХИДНОЕ МАСЛО, масло земляных орехов, плодов растения Arachis hypogaea, разводимого под тропиками и в умеренном климате; после цветения стебли с плодами зарываются в землю; плоды (орехи) созревают под землей (на глубине 5—8 *см*). Туземцы употребляют их в пищу. В Европу орехи ввозят в лущеном и нелущеном виде; масло из лущеных орехов идет на технические цели (мыловарение), из нелущеных — как суррогат оливкового масла в пищу.

АРБУЗ, Citrullus vulgaris, сем. тыквенных, родом из Африки; отличается большой засухоустойчивостью. Корневая система его достигает глубины 2—3 *м* при 2—3 *м* в поперечнике. А. выносит также сильное засоление почв. Лучшие А. получаются на целинных свежераспаханных землях, а затем на 4—5-летних залежах. А. культивируется на степных неорошаемых землях, а также на периодически или систематически орошаемых участках. Лучшие А. получаются со степных земель, а также с периодически затопляемых участков, т. н. ильменей. В СССР культура А. распространена в Поволжьи, Украине, Крыму, на Дону, Сев. Кавказе и др. местах. Сорта А. для местного рынка — тонкокорые, сахаристые, с нежной мякотью, идут также для технической переработки в т. н. *арбузный мед* (см.). Содержание сахара в таких сортах достигает 10—12% и выше. Эти сорта мало пригодны для транспорта. Для этой цели служат сорта, отличающиеся при высокой сахаристости прочной корой. Лучшие сорта бахчевых А., пригодных для дальней вагонной перевозки, — камышинский и астраханский. Кроме того, разводят особые толстокорые, т. н. цукатные, сорта и, наконец, сорта, богатые семенами, идущие или для добывания масла (масличные сорта), или для получения семян (грызовые сорта). Урожай А. с 1 *га* равен в среднем 2—3 тыс. шт., а в отдельные годы достигает 5—6 и даже 10 тыс. штук. Расход на 1 *га* около 40 р., а валовой доход 70—100 р.

Лит.: см. *Бахчеводство.* **В. Эдельштейн.**

АРБУЗНЫЙ МЕД, нардек, получается после выпаривания выжатого из мякоти арбуза сока. Мед варят в больших, емкостью в 430 *л*, чугунных котлах и в медных тазах. В котел наливается вычищенная железной ложкой арбузная мякоть и кипятится в течение двух часов. После этого мякоть отцеживают, а сок продолжают кипятить еще часов пять. Из 430-литрового котла после процеживания получается 220 *л* (ок. 50%) сока, который после уваривания дает 18 *л* густого меда. В медных тазах уваривается лишь отжатый сок. Стоимость 16 *кг* (пуда) меда до войны колебалась от 1 до 2 р. за котловой и от 2 до 4 р. за тазовой мед. Как котловой, так и тазовой мед содержит примеси белковых и красящих веществ, а также кислот. Мед, полученный путем двух- и трехкратного фильтрования арбузного сока через бязь, имеет совершенно белый цвет, чистый и приятный вкус и может найти широкое применение в кондитерском производстве. Один *га* бахчи при среднем урожае дает 16 *т* арбузов, что может дать до 1,3 *т* меда.

АРГЕНТАН, аргентал, тройной сплав меди, никеля и цинка (в равных частях). В других пропорциях — один из сплавов *нейзильбера* (см.).

АРГЕНТИН. 1) Олово в состоянии тонкого измельчения; получается из подкисленного соляной кислотой водного раствора хлористого олова посредством вытеснения металлическим цинком. Серый порошок восстановленного олова после промывки и просушки замешивается с аммиачным казеиновым тестом. Эта краска применяется при печатании на хлопчатобумажных тканях для подкладок, галстуков и т. д. После набивки этой краской товар запаривается, чтобы олово держалось на ткани при нанесении жидкого аппрета, составленного из воды, крахмала, мыла, воска и кокосового масла. После крахмалки и сушки товар идет на фрикционный каландр, при чем олово получает красивый серебристый блеск, и ткани получаются с нежными серебристыми

полосами (ткани «глясе»). 2) Рыночное название различных жидкостей для серебрения меди, латуни и олова. Состоят эти жидкости гл. обр. из раствора азотнокислого серебра, отмученного мела и серноватистокислого натра или цианистого калия. 3) Слоистый шпат, встречающийся в штате Массачузетс (С.-А. С. Ш.). 4) То же, что аргентин, аргентан Шульце; состоит из латуни с никелем в количестве 10—20%. При 50,39% меди, 36,57% цинка и 12,84% никеля, уд. электрич. сопротивление А.— 19,4 *μΩ-см*, а температурный коэфф. его $\alpha = 0{,}00033$. С повышением содержания никеля уд. сопротивление А. возрастает. При нагревании он становится хрупким; по качеству—ниже медноникелевых сплавов, но зато дешевле их. А. применяется в качестве электрич. сопротивлений и для разных поделок. 5) А. называют также нейзильбер—сплав тех же металлов с железом и марганцем. При составе: меди 60,16%, цинка 25,37%, никеля 14,03%, железа 0,30% и следах марганца — нейзильбер имеет уд. электрич. сопротивление 30 *μΩ-см*, температурный коэфф. его $\alpha = 0{,}00036$. 6) Сплав из 85,44 ч. олова и 14,56 ч. сурьмы, соответствующий составу Sn_7Sb. При 20° имеет уд. в. 7,165. Применяется для заливки подшипников и в полиграфич. производстве.

Лит.: Polleyn F., Die Appreturmittel u. ihre Verwendung, Wien, 1886; Abderhalden E., Biochemisches Handlexikon, B. 4 — Casein, Berlin, 1910.

П. Флоренский.

АРГЕНТИТ, одна из важнейших серебряных руд состава Ag_2S. См. *Серебряный блеск*.

АРГЕНТОМЕТР, ареометр (см. *Ареометрия*) для определения количества азотнокислого серебра в водном растворе. В одних А. шкала показывает количество соли, в других — количество воды в растворе. А. применяется в фотографии.

АРГИРОИД, аргирофан, сплав меди, никеля и цинка. Один из сплавов *нейзильбера* (см.), покрытый гальванически серебром (до 2% общ. веса); употребляется для изготовления предметов домашнего обихода.

АРГОН, A или Ar, газообразный хим. элемент нулевой группы; ат. в. 40,36; ат. номер 18; в химические соединения не вступает; $t°_{кип.}$ —185°,84, кристаллизуется при —187°,9, тройная точка (пар, жидкость, кристалл) —189°,3. См. *Благородные газы*.

АРГУМЕНТ. 1) В математическом анализе — независимая переменная. А. таблицы — величина, в возрастающем порядке которой расположены соответствующие значения ее функции, составляющие данную таблицу. Так, в логарифмических таблицах А. таблицы является число, в тригонометрических таблицах — дуга. 2) Если выразить комплексное число в тригонометрическом виде: $a + bi = r(\cos\varphi + i\sin\varphi) = re^{i\varphi}$, причем $r > 0$, а $0 \leqslant \varphi \leqslant 2\pi$, то угол φ называют аргументом, а величину r — модулем комплексного числа.

АРГУЦОИД, сплав меди, никеля и цинка. Один из сплавов *нейзильбера* (см.).

АРДОМЕТР, прибор для измерения высоких $t°$ (до 1 600°), главная составная часть к-рого — платиновая спираль — воспринимает тепловые излучения раскален. тела, обычно в виде шамотовой трубки, помещенной в измеряемое пространство высоких $t°$. К платиновой спирали присоединен источник электрич. тока. С изменением $t°$ изменяется омическое сопротивление спирали, что отмечает включенный в цепь гальванометр, шкала которого градуирована в зависимости от сопротивления платиновой спирали. А. другой системы основан на том, что лучи раскаленного тела при помощи оптической чечевицы направляются на спайку *термоэлемента* (см.), присоединенного к гальванометру. Преимущество А. перед простыми *пирометрами* (см.) состоит в том, что нет надобности помещать их в пространство с высокой $t°$, т. к. они реагируют, подвергаясь лишь действию лучей, тогда как термопары пирометров необходимо помещать в пространство высоких $t°$, где, соприкасаясь с накаленными газами, они скоро перегорают. Установленный для измерения температуры в производственных печах А. сильно нагревается излучениями печей, что искажает истинные показания прибора (в таких случаях следует вводить некоторые поправки). Во избежание этого, ардометр охлаждают струей воздуха от установленного вблизи вентилятора.

Лит.: Тома Г., Котлы высокой мощности, Макиз, М., 1925.

АРЕОМЕТР, см. *Ареометрия*.

АРЕОМЕТРИЯ, метод определения удельного веса жидкостей по степени погружения плавающего в них тела. Применяемые для этой цели приборы (поплавки), снабженные шкалой для определения глубины погружения, называются ареометрами. Последние делаются обычно из стекла и представляют собой запаянное полое цилиндрическое тело, в нижней части к-рого помещен груз для понижения центра тяжести, а верх кончается тонкой длинной шейкой со шкалой, имеющей условные деления. При медленном погружении ареометра в сосуд с испытуемой жидкостью он устанавливается в ней на определенной глубине, соответствующей ее удельному весу, при чем шейка ареометра со шкалой должна выступать над поверхностью жидкости. Жидкость, прилипающая к стеклу, образует у шейки ареометра мениск, верхний край к-рого возвышается над поверхностью жидкости в сосуде. Отсчет на шкале должен производиться не по верхнему краю мениска, а в плоскости уровня жидкости в сосуде. Для непрозрачных жидкостей допускается отсчет по верхнему краю мениска, при чем такой способ отсчета предусматривается при построении шкалы ареометра. Перед погружением ареометр должен быть совершенно чист и сух. Т. к. плотность жидкости заметно меняется в зависимости от ее $t°$, то показания ареометра правильны только при одной какой-нибудь $t°$. Эта условная $t°$ должна быть указана на шкале ареометра. Жидкость перед измерением должна быть приведена по возможности близко к этой условной $t°$. В противном случае в показания ареометра необходимо вводить поправку на температуру, для чего имеются соответствующие таблицы. Ареометры различаются по устройству шкалы. На некоторых ареометрах

деления шкалы прямо показывают величину уд. веса жидкости, на других шкала дает возможность сразу определить концентрацию растворенного вещества в весовых или объемных процентах. Одни ареометры приспособлены для жидкостей легче воды, другие—для жидкостей тяжелее воды. Денсиметр Флейшера, для жидкостей тяжелее воды, градуирован на сотые доли единицы. Градусы этого ареометра прямо показывают сотые доли, а единица подразумевается. Так, напр., показание шкалы 8° соответствует уд. в. 1,08; показание шкалы 25° отвечает уд. в. 1,25, и т. д. Деления ареометра Твэддделлля показывают полусотые доли, так что, например, число 8° на шкале Твэдделля отвечает уд. в. 1,04; число 25° соответствует уд. в. 1,125 и т. д. В заводской практике всех стран наиболее употребителен ареометр Боме, хотя основания, на к-рых построена шкала Боме, крайне неопределенны, и применение его вызывает много недоразумений. Для градуировки шкалы ареометра Боме нулевую точку устанавливали по чистой воде при $t°$ 17°,5. Точка, соответствующая 10°, определялась по погружению ареометра в 10%-ный раствор поваренной соли при 17°,5. Расстояние между этой и нулевой точками разделялось на 10 равных частей, называвшихся «градусами Боме» (сокращенно обозначаются Bé). Эти градусы равными отрезками наносились на шкалу и вверх от 10°. Герлах составил таблицу сравнительных значений уд. в. чистых растворов поваренной соли и соответствующих показаний ареометра Боме при 14° Р. (16°,8 С). Это внесло путаницу в применение старой и новой шкалы Боме, т. к. по таблице Герлаха получались для жидкостей одного и того же удельного веса более низкие показания, чем по старой шкале. Далее было предложено точку 66° устанавливать по степени погружения ареометра в «английской» серной кислоте при 14° Р. и расстояние между этой и нулевой точками шкалы (вода при 14° Р.) делить на 66 равных частей. Но такой способ построения шкалы также не является научным, т. к. понятие об «английской» серной кислоте не было определено ни степенью ее чистоты, ни процентным содержанием H_2SO_4. Все построенные различными способами виды ареометров Боме вошли в практику,— в результате масса недоразумений в контроле производства и в торговле. Эту неопределенность шкалы ареометра Боме пытался устранить Кольб, построивший нормальную ареометрич. шкалу на точном основании закона Архимеда для плавающего тела.

Обозначим собственный вес ареометра через g. Пусть при одной и той же $t°$ ареометр погружается в воде до точки 0°, а в другой жидкости до черты $n°$. При равномерности делений шкалы и геометрически правильной шейке будем иметь, что объем вытесненной воды имеет вес g, а объем вытесненной жидкости имеет вес $gd \pm nd$, где d — уд. в. жидкости; знак + относится к жидкостям легче воды ($n°$ выше 0°), а знак — к жидкостям тяжелее воды ($n°$ ниже 0°). По закону плавающего тела имеем для жидкости тяжелее воды $g=gd-nd$, откуда $g=\frac{nd}{d-1}$ и $d=\frac{g}{g-n}$. Для жидкости легче воды имеем соответственно $g=gd+nd$, откуда $g=\frac{nd}{1-d}$ и $d=\frac{g}{g+n}$. Если принять, что показание ареометра в 66° Bé соответствует уд. в. серной кислоты 1,842 при 15°, как это сделал Кольб, то для величины g, согласно этим формулам, получим значение $g=\frac{66.1,842}{1,842-1}=144,3$. Тогда $d=\frac{144,3}{144,3-n}$.

По формуле, дающей зависимость между удельным весом жидкости d и показанием шкалы n, Кольб построил нормальную ареометрическую шкалу. Хотя шкала Кольба основана на неточном предположении, что уд. в. концентрированной чистой серной кислоты при 15° равен 1,842, все же показания этой шкалы практически оказываются более точными, чем градусы соляной шкалы Герлаха. Однако, несмотря на это, шкала Кольба не вошла во всеобщее употребление, и наряду с ней встречаются и другие «рациональные» шкалы Боме, как, напр., голландская, построенная по формуле $d=\frac{144}{144-n}$, и американская, рассчитанная по формуле $d=\frac{145}{145-n}$. Кроме ареометров Боме, имеется еще целый ряд других ареометров с соответствующими формулами для построения шкал. Из них наиболее употребительны следующие:

Баллинга:	$d=\frac{200}{200-n}$	(при 17°,5)
Бека:	$d=\frac{170}{170-n}$	(при 12°,5)
Брикса и Фишера:	$d=\frac{400}{400-n}$	(при 15°,63)
Стоппани:	$d=\frac{166}{166-n}$	(при 15°,63).

По этим ф-лам составлены таблицы для перевода градусов одной шкалы на другую. На шкалах специальных ареометров наносятся деления, показывающие прямо концентрацию испытуемого раствора, для исследования к-рого эти ареометры предназначены. Ареометры Брикса и Баллинга, применяемые для сахарных растворов (сахарометры), дают возможность прямо отсчитывать весовые проценты растворенного сахара. Спиртомеры показывают весовые проценты винного спирта в растворе. Наряду с ареометрами описанной конструкции некоторое применение нашел ареопикнометр Эйхгорна. Он представляет собой ареометр, в к-ром между нижним грузом и полым телом имеется еще полый шарик, емкостью в 10 $см^3$, закрываемый притертой стеклянной пробкой. Для определения уд. в. какой-либо жидкости наполняют ею шарик, закрывают его плотно пробкой и погружают прибор в дистиллированную воду при 17°,5. Отсчет на шкале прямо дает уд. в. испытуемой жидкости. Нормальные требования, предъявляемые к ареометрам вообще, установлены II Международным конгрессом прикладной химии в Париже. Эти требования формулированы так: 1) Шкала ареометра должна показывать или уд. в., или градусы Боме, Брикса, Баллинга и т. д. Соотношение между этими градусами и удельным весом утверждается Интернациональной комиссией. 2) Для жидкостей с различными капиллярными свойствами должны применяться специально градуированные различные ареометры с точным указанием, для каких жидкостей они предназначены; в

противном случае в показания ареометра необходимо вводить поправки. 3) Отсчет на шкале должен производиться на уровне жидкости в сосуде, не считая высоты мениска. Если, в случае непрозрачной жидкости, отсчет производится по верхнему краю мениска, при чем шкала ареометра не приспособлена для такого отсчета, то показание ареометра необходимо поправить на высоту мениска. 4) Ареометр должен быть снабжен термометром Цельсия, содержащим на своей шкале нулевую точку $t°$. 5) Для уверенности, что шкала, находящаяся внутри шейки ареометра, не перемещается, необходимо на одном конце шейки ареометра ставить постоянную черту, совпадающую с крайней чертой шкалы. 6) Ошибка показаний ареометра не должна превышать величину самого мелкого деления на его шкале. Кроме этих требований, весьма важными являются предписания, выработанные Германской проверочной комиссией и сводящиеся к следующему: допускаются к употреблению только ареометры, сделанные из прозрачного стекла, с термометром или без него; шкала должна быть прочно укреплена; черты делений шкалы должны лежать в плоскостях, перпендикулярных к геометрической оси шейки; при погружении ареометр должен устанавливаться строго вертикально; шкала должна содержать следующие деления: а) при показаниях уд. в. — 0,001, 0,0005, 0,0002 или 0,0001; б) при показаниях процентов или градусов — целые, половинные, пятые или десятые доли. Такие же деления должны быть и на шкале термометра. Если ареометр предназначен для непрозрачной жидкости, то должен быть указан способ отсчета: по верхнему или по нижнему краю мениска. Ошибки показаний ареометров не должны превышать следующих пределов: при делениях на целые градусы или проценты — 0°,4 или 0,4%; при делениях на половины градуса или процента — 0°,25 или 0,25%; при делениях на пятые доли градуса или процента — 0°,15 или 0,15% и при делениях на десятые доли градуса или процента — 0°,1 или 0,1%.

Специальные ареометры. Спиртомер. Допускаются только такие ареометры (с термометром), которые имеют шейку круглого сечения и при 15° показывают весовые проценты винного спирта в водном растворе. Длина каждого отрезка шкалы, соответствующего 1%, должна быть при делениях на целые проценты не менее 2 *мм*, при делениях на полупроценты или пятые доли процента — не менее 4 *мм* и при делениях на десятые доли процента — не менее 6 *мм* (см. *Алкоголеметрия*). Сахарометр. Допускаются сахарометры, показывающие, при условной $t°$, при погружении в чистые сахарные растворы весовые проценты сахара по весу раствора. При делениях на целые проценты, полупроценты или пятые доли процента отрезок шкалы, равный 1%, должен иметь длину не менее 4 *мм*, при делениях на десятые доли процента — не менее 6 *мм*. Ареометры для масел. Шейка ареометра должна быть цилиндрической. При $t°$ 15° ареометр должен показывать уд. веса масла. Шкала должна иметь градуировку в пределах от 0,61 до 0,99. Отклонения показаний ареометра от действительной величины уд. в. не должны превышать целого наименьшего деления в пределах плотности от 0,83 до 0,99 и половины наименьшего деления в пределах плотности от 0,61 до 0,829. Ареометры для серной кислоты. Допускаются ареометры, прямо показывающие весовое процентное содержание чистой серной кислоты в пределах от 0 до 97%. Денсиметры — для измерения уд. в.:

серной кислоты, в пределах	от 1,00	до 1,85
азотной » » »	» 1,00	» 1,55
соляной » » »	» 1,00	» 1,25
едкого натра » »	» 1,00	» 1,55
глицерина » »	» 1,00	» 1,30
раствора NaCl » »	» 1,00	» 1,23
» аммиака » »	» 0,85	» 1,00
морской воды » »	» 1,00	» 1,04
молока (по верхнему краю мениска)	» 1,015	» 1,04
розмаринового масла в пределах	» 0,89	» 0,93
водки » »	» 0,79	» 1,00

Ареометры Боме. При $t°$ 15° должны иметь пределы для шкалы:

для серной кислоты	от 0	до 70°	Bé
» азотной »	» 0	» 50	»
» соляной »	» 0	» 30	»
» красильных и дубильных экстрактов (верхний отсчет)	» 0	» 30	»
» растворов NaCl	» 0	» 30	»

Показание ареометра Боме в $n°$ должно удовлетворять формуле $n = 144{,}3 - \frac{144{,}3}{d}$, где d — уд. в. жидкости при $t°$ 15°, отнесенный к воде при 15°.

Лит.: Domke J. u. Reimerdes E., Handbuch der Aräometrie, Berlin, 1912. **И. Тищенко.**

АРЕТИР, приспособление для предохранения тонких частей приборов от изнашивания или от повреждения в то время, когда приборами не пользуются. Напр.: в аналитических весах для предохранения агатовой пластинки, на которую опирается нож коромысла, последнее при помощи А. по окончании работы приподнимается; в зеркальных гальванометрах вращающаяся система с зеркальцем при помощи А. опускается; в чувствительных измерит. электрических приборах с указателем в виде стрелки, последняя в нерабочем состоянии фиксируется в нек-ром положении при помощи А.

АРЖАНТИН, хлопчатобумажная ткань, употребляемая гл. обр. на подкладку. Приготовляется гладкоокрашенная и с рисунками. Ширина от 97 до 100 *см*. Пряжа: основа № 32, уток № 38. Плотность и по основе и по утку ок. 75 ниток на 1 дм. Переплетение саржевое.

Лит.: см. *Ткани*.

АРЗЕНОМЕЛАН, минерал системы ромбической, тв. 3, уд. в. 5,393. Хим. состав: $PbS + As_2S_3$ (42,63 % Pb, 30,94 % As и 26,43 % S) с незначительным содержанием серебра и железа. Относится к группе тройных сернистых соединений.

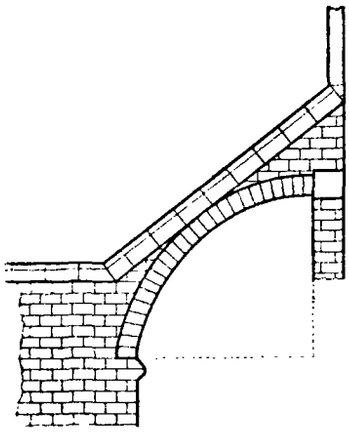
АРИЛ, одновалентный радикал ароматических углеводородов; так, А. бензола — иначе фенил C_6H_5, А. толуола — толил $CH_3 \cdot C_6H_4$, и т. д.

АРИЛИРОВАНИЕ, введение в амидную или гидроксильную группы вместо водорода ароматич. остатков (см. *Алкилирование*);

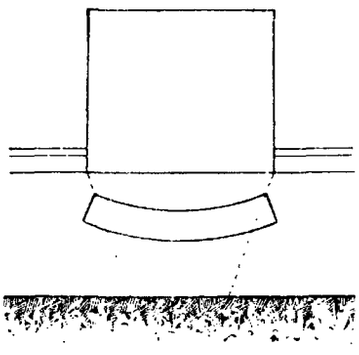
имеет для химии и техники ароматических соединений, в частности красителей, значение, аналогичное алкилированию. Получаются арильные производные действием сульфокислот, фенолов или аминов на амины ароматических галоидопроизводных (по Ульману, большей частью в присутствии катализаторов CuCl или порошкообразной меди) с отщеплением соответственно HCl, H_2SO_3, H_2O и NH_3; кроме того, арильные производные получаются путем сульфитной реакции.

АРИФМОМЕТР, см. *Счетные машины.*

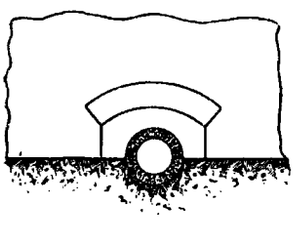
АРКА, конструкция для перекрытия отверстий в стенах или между двумя отдельными столбами; выполняется различной формы и мощности, из естественных камней, кирпича, бетона и железобетона. А. возводятся: а) с целью ограничения отверстий в стене в верхних частях; б) для восприятия веса вышележащих частей (сводов, перекрытий, лестниц и т. п.); в) для придания устойчивости сводам, стенам и отдельным столбам (подпорные А., фиг. 1) с передачей давления на части, надежно устойчивые; г) для передачи давления от отдельных опор или частей на грунт, под ними непосредственно не находящийся (обратные А., фиг. 2); д) для защиты нижележащих частей от разрушения (разгрузные А.), при чем А. последней конструкции применяются также для передачи давления в стенах на те места, где оно может быть воспринято (фиг. 3); е) наконец А. служат архитектурным украшением зданий и применяются в качестве декоративного мотива. В зависимости от отношения подъема А. к их пролету они называются: а) сжатыми, если h (подъем) менее половины l (пролета); б) возвышенными, если $h > \frac{l}{2}$; в) пологими, если $h < {}^1/_6\, l$, и г) плоскими, если $h =$ от ${}^1/_6$ до ${}^1/_{12}\, l$. По форме А. носят названия: а) полуциркульные (фиг. 4), б) эллиптические возвышенные и сжатые, в) коробовые различных очертаний, д) стрельчатые, е) ползучие (фиг. 1), ж) килевые, з) мавританские, или подковообразные, и) лопастные в 3, 5 и 7 лопастей (фиг. 5) и лучковые. А., перекрывающие в стенах оконные или дверные проемы, часто называются перемычками, и к ним присоединяются все вышеноименованные названия А.



Фиг. 1.



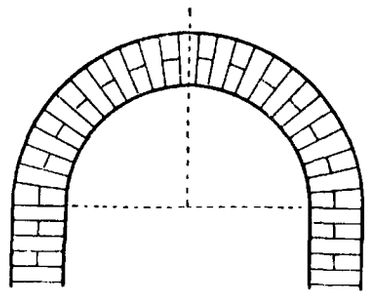
Фиг. 2.



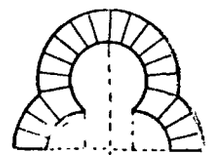
Фиг. 3.

Пролет	Стрельчатые	Полуциркульные	Плоские
до 2,0 м	${}^1/_2$ кирп.	1 кирп.	$1{}^1/_2$ кирп.
от 2,0 до 3,0 м .	1 »	$1{}^1/_2$ »	2 »
от 3,0 до 5,3 м .	$1{}^1/_2$ »	2 »	$2{}^1/_2$ »

Кладка А. производится по кружалам, на известковом или цементном растворе, с соблюдением перевязи швов и перпендикулярности сопрягающих швов к опалубке, при чем начинают работу одновременно от обеих пят и замок загоняют ударами деревянных колотушек. В А. обратных кладка начинается с замка и равномерно идет к пятам. Вследствие того, что А. после раскружаливания дают нек-рую осадку (от ${}^1/_{80}$ до ${}^1/_{200}$ пролета), кружалам дают в середине соответственное повышение. Раскружаливание А. производят через 4—6 недель после окончания кладки, постепенно. Безопасное напряжение в А. допускается: для сложенных из бутового камня на цементном растворе — 5 *кг/см²*; из кирпича на известковом растворе — 7 *кг/см²*; из кирпича на цемент. растворе — 12 *кг/см²*; из клинкера на цементном растворе — 14—20 *кг/см²*; из штучного гранита на цементном растворе — 40 *кг/см²*; из штучного песчаника на цементном растворе — 15—30 *кг/см²*; из штучного известняка на цементном растворе — 25 *кг/см²*.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Лит.: Бернгард В. Р., Курс гражданской архитектуры, изд. 2, СПБ., 1910; Федорович О. М., Каменные работы, изд. 2, М., 1923; Лахтин Н. К., Расчет арок и сводов, М., 1911; Кирштейн Г., Строительное искусство, изд. 4, Рига, 1915; Романович М. Е., Гражданская архитектура, изд. 4, СПБ., 1903; Стаценко К. В., Части зданий, изд. 6, Л., 1923; Залесский В. Г., Архитектура, М., 1911.

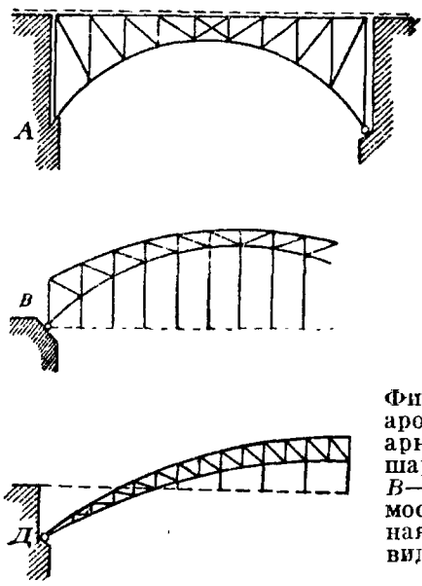
И. Запорожец.

АРКАНЗАССКИЙ КАМЕНЬ, лучший точильный камень из халцедоновой породы, называемой новакулитом. Добывается в штате Арканзас в С. Америке. Бруски из А. к. употребляются гл. обр. для точки ценных и тонких инструментов, а также для правки бритв.

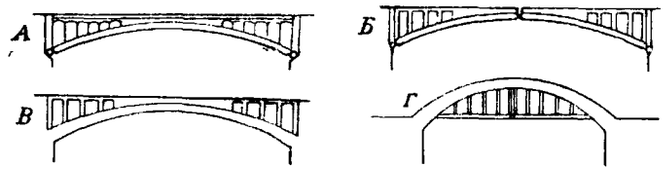
АРКАТ служит для соединения лиц *жакардовой машины* (см.) с рамником; он делается из льняной крученой пряжи разных номеров, в зависимости от веса заправленного товара. См. *Ткацкое производство.*

АРКИ, арочные фермы. В строительном искусстве и в строительной механике А. называются конструкции с таким устройством опор, при котором при вертикальной нагрузке получаются не только вертикальные, но и горизонтальные составляющие опорных давлений, или так наз. горизонтальн. распор. Арочные конструкции

исполняются из камня, бетона, железобетона, металла и дерева. По конструкции различают А. сквозные и А. со сплошной стенкой. По устройству опор А. делятся на 1) трехшарнирные, 2) двухшарнирные и 3) бесшарнирные, или А. с защемленными пятами. А., имеющая три шарнира — два в пятах и один в ключе,— статически определима; она нечувствительна к изменениям $t°$ и небольшим осадкам опор. Двухшарнирная А. статически неопределима в первой степени. Бесшарнирная А. статически неопределима в третьей степени. А. с одним шарниром — система с двукратной статической неопределимостью — применяется в практике, но пока сравнительно редко. Во всех последних А. от колебаний $t°$ по сравнению с начальной, при к-рой А. была устроена, и от смещений (осадок) опор возникают дополнительные напряжения. На фиг. 1 (*А*, *Б*, *В*, *Г* и *Д*) даны примеры арочных сквозных ферм (мостовых). В настоящее время в Сиднее (Австралия) строится арочный сквозной мост пролетом ок. 500 *м*, пока наибольший в мире. А. со сплошной стенкой в применении к мостовым фермам показаны на фиг. 2 (*А*, *Б*, *В* и *Г*). Двухшарнирная А. со сплошной стенкой употребляется гл. обр. для железных мостовых ферм, в железобетонных сооружениях и в сводах. Трехшарнирные и бесшарнирные А. нашли большое

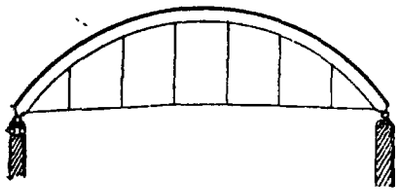


Фиг. 1. Примеры мостовых сквозных арочных ферм: *А* — двухшарнирная арка с ездой по верху, *Б* — трехшарнирная арка с ездой по верху. *В*—двухшарнирная арка с подвесным мостовым полотном, *Г*—двухшарнирная арка с ездою по верху, *Д*—серповидная двухшарнирная арка с ездою по середине.



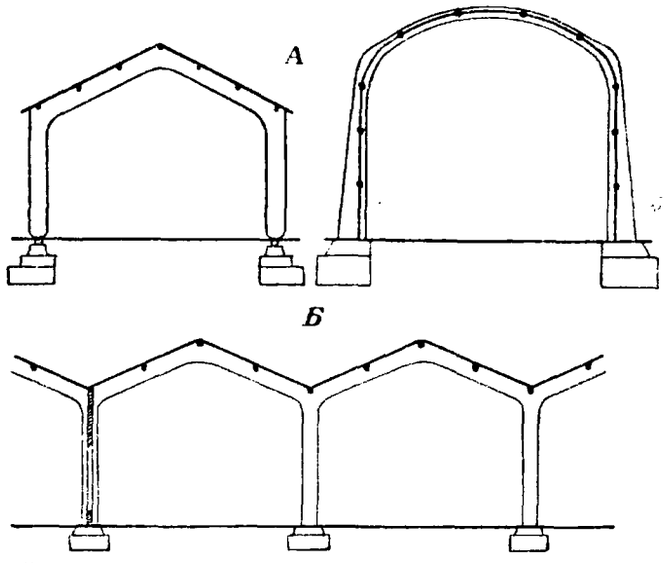
Фиг. 2. Примеры сплошных мостовых арочных ферм: *А* — двухшарнирная сплошная арка, *Б* — трехшарнирная сплошная арка, *В* — бесшарнирная сплошная арка, *Г*— железобетонная арка с подвешенным мостовым полотном.

распространение в сводах из камня, бетона и железобетона и менее употребительны в железных конструкциях. Объясняется это малой жесткостью железных трехшарнирных А., получающихся очень легкими, а также — трудностью осуществления безупречной заделки бесшарнирных железных А. в каменных опорах. Устройством шарниров в пятах А. достигается передача опорных давлений в определенных точках (см. *Опоры*), что дает возможность достигнуть более выгодных распределений напряжений в опорных частях сооружения. Кроме того, введение шарниров понижает влияние температурных изменений и осадок опор; так, при одинаковом изменении $t°$ в обычной плоской бесшарнирной А. распор в несколько раз больше, чем в такой же А. с шарнирами в пятах. Распор А. иногда нельзя передать на опоры, которые пришлось бы строить слишком сильными. Невыгодно, напр., перекрывая А. высокое помещение, передать распор на высокие стены. В таких случаях оба шарнира соединяются затяжкой, а один из них делается подвижным (фиг. 3). Затяжка, устраиваемая горизонтальной или с небольшим подъемом, воспринимает полностью горизонтальный распор. Благодаря упругому растяжению затяжки распор получается несколько меньше, чем при полной неподвижности опорных шарниров.



Фиг. 3. Стропильная арка с затяжкой.

В статическом отношении к А. принадлежат *рамы* (см.), очень употребительные в железобетонных сооружениях (фиг. 4 *А* и *Б*). Рамы имеют такое же устройство опор, как А., но очертание их, в отличие от А., делается не по линии давления или по какому-либо другому постоянному закону, а представляет обычно многоугольник очертания, соответствующего назначению перекрываемого помещения. Рамные конструкции применяются для перекрытия больших помещений (зал, фабричн. корпусов и т. д.). Рамы применяют с защемленными или



Фиг. 4. Примеры рамных конструкций: *А*—ординарные рамные перекрытия, *Б*—сплошные рамные перекрытия.

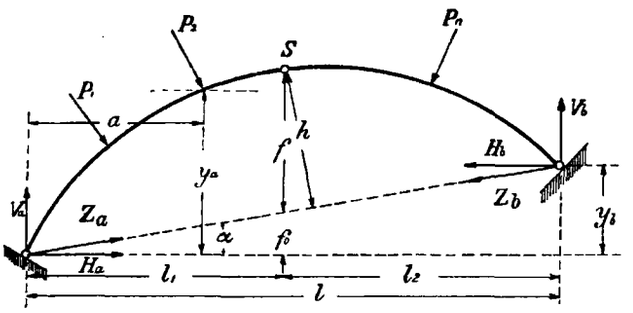
шарнирными пятами; третий, промежуточный, шарнир встречается сравнит. редко в рамных конструкциях. Арки неразрезные, со сплошной стенкой, перекрывают несколько пролетов. Неразрезные А. в пятах между собой связаны и имеют общие опорные части, так что от нагрузки в одном пролете возникают напряжения и в остальных.

Если не считать нескольких обособленных неэкономичных, разобранных в литературе, примеров, — применимость А. неразрезных ограничивается только тем случаем, когда промежуточные опоры настолько высоки и гибки, что не могут осуществить полной неподвижности пят бесшарнирных А. и в особенности сводов. От нагрузки одного из двух примыкающих к опоре сводов опора изгибается и тем самым вызывает дополнит. напряжения в смежном пролете (подробнее см. *Своды*, расчет).

А. простые со сплошной стенкой.

Простыми называются А., перекрывающие один пролет. В статическом отношении различают трех-, двухшарнирные и бесшарнирные А. Ось А. большей частью бывает очерчена по линии давления от постоянной или полной нагрузки. Поэтому чаще других встречаются А. параболические.

I. Трехшарнирные А. Эти А. статически определимы относительно опорных реакций. В общем случае, при любом направлении нагрузки, вертикальные слагающие опорных реакций определяются как в простой балке, из условия равновесия относительно шарнира другой опоры (фиг. 5):



Фиг. 5.

$$V_a = \frac{1}{l}\left[\sum_0^l P\cos(P,Y)\,(l-a) - \sum_0^l P\sin(P,Y)\,(y_a - y_b)\right];$$

$$V_b = \frac{1}{l}\left[\sum_0^l P\cos(P,Y)\,a - \sum_0^l P\sin(P,Y)\,y_a\right].$$

Слагающая по линии пятовых шарниров определяется из уравнения проекций на горизонтальную ось:

$$Z_a\cos\alpha - Z_b\cos\alpha + \sum_0^l P\sin(P,Y) = 0,$$

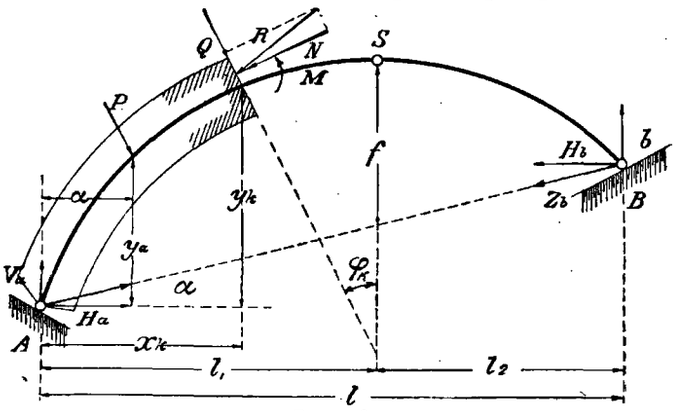
или

$$H_a - H_b - \sum_0^l P\sin(P,Y) = 0.$$

Величина слагающей $H_a = Z_a\cos\alpha$ определяется из ур-ия момента относительно ключевого шарнира:

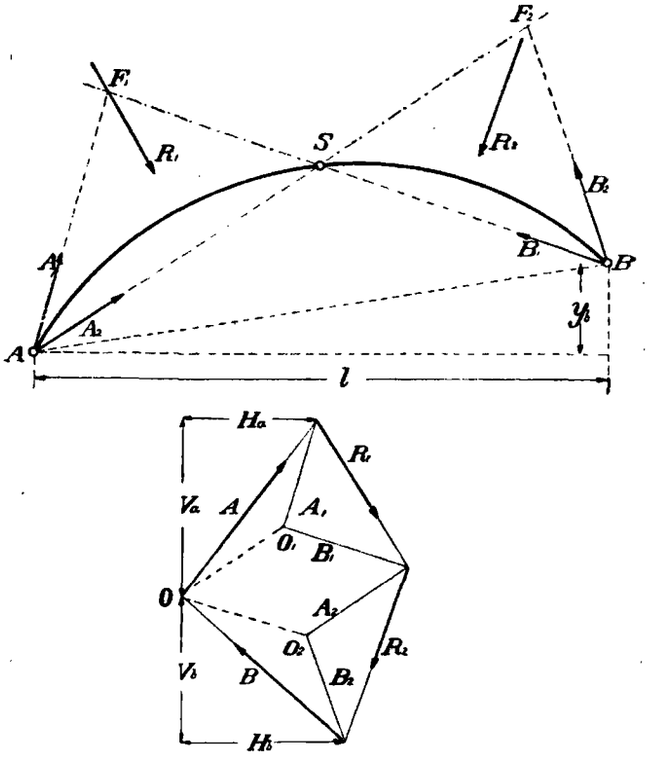
$$H_a = Z_a\cos\alpha = \frac{M_s}{h}\cos\alpha = \frac{M_s}{f}.$$

При действии на А. только вертикально направленной нагрузки вертикальные слагающие опорных реакций точно равны опорным реакциям простой балки: $V_a = A_0$ и $V_b = B_0$, и слагающая распора $H_a = H_b = M_s : f$. Момент в любом сечении трехшарнирной А.



Фиг. 6.

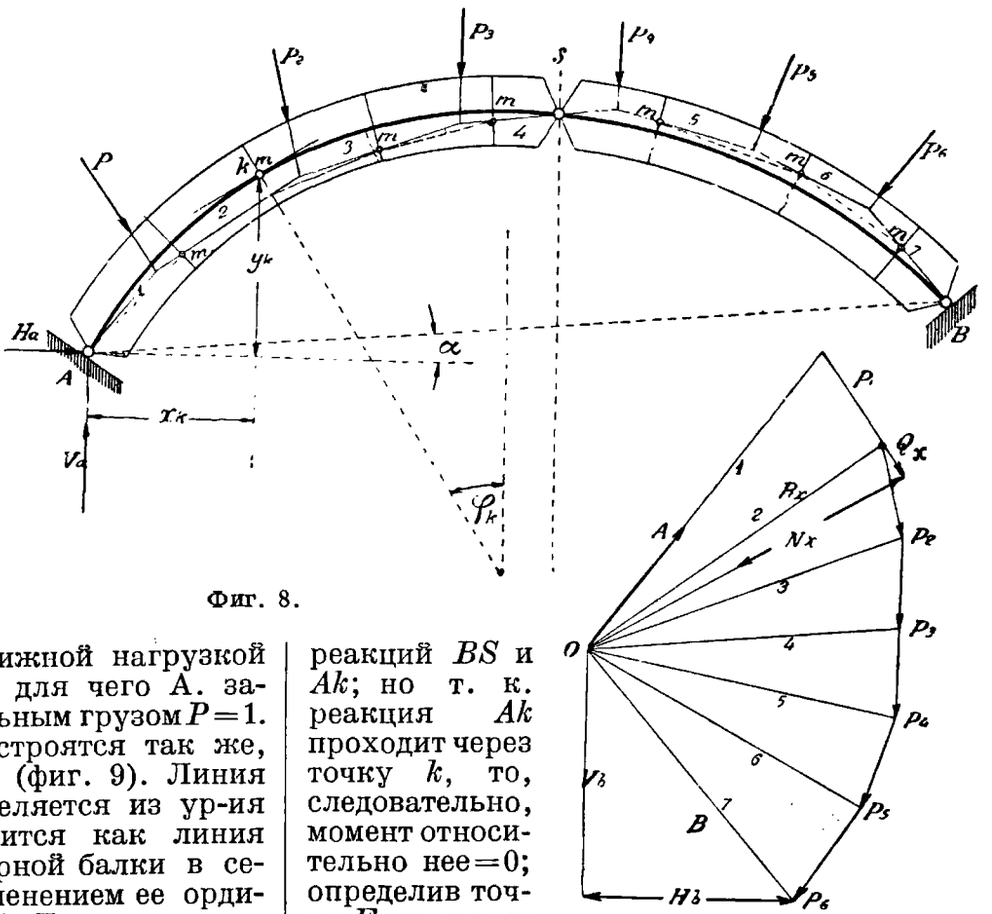
определяется уравнением (фиг. 6): $M_x = M_0 - H(y_k - x_k\operatorname{tg}\alpha)$, где M_0 — момент относительно сечения всех внешних сил, слева от него лежащих. Нормальная сила в том же сечении: $N_x = N_0 + H(\cos\varphi + \operatorname{tg}\alpha\sin\varphi)$, где N_0 — проекция в сечении на ось А. всех внешних сил, слева от сечения лежащих, в том числе и опорной реакции. Поперечная сила в сечении: $Q_x = Q_0 - H(\sin\varphi - \operatorname{tg}\alpha\cos\varphi)$, где Q_0 — проекция на ось, перпендикулярную к оси балки, всех сил, слева от сечения лежащих. При расположении пят А. на одном уровне: $M_x = M_0 - H_y$; $N_x = Q_0\sin\varphi + H\cos\varphi$; $Q_x = Q_0\cos\varphi - H\sin\varphi$.



Фиг. 7.

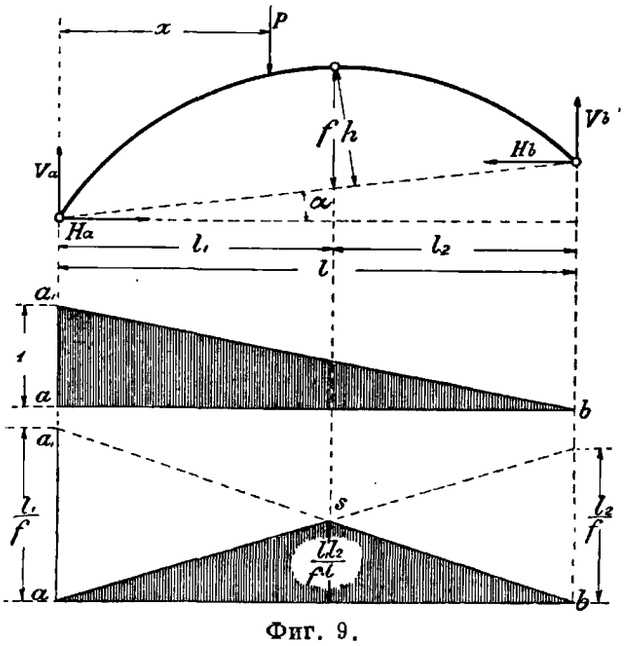
Если А. находится под действием неподвижной нагрузки (снег, собственный вес и т. д.), то опорные реакции, внутренние силы и моменты легко определяются построением многоугольника давлений, проходящего через три шарнира А. Способ построения показан на фиг. 7. Посредством вспомогательного мн-ка с полюсами O_1 и O_2 находят равнодействующие R_1 и R_2, приложенные в левой и правой частях А.

Каждую из сил R_1 и R_2 разлагают на составляющие A_1, B_1 и A_2, B_2. Силы A_1 и A_2, B_1 и B_2 дают равнодействующие A и B опорных сопротивлений, к-рые разлагаются на вертикальные составляющие V_a и V_b и горизонтальные H_a и H_b. Точка O в пересечении сил A и B является полюсом искомого силового мн-ка (линия $OO_1 \parallel AS$ и $OO_2 \parallel SB$). Полученный силовой мн-к каждым своим лучом определяет направление равнодействующей R_x всех сил, слева от нее лежащих (фиг. 8). Разлагая R_x на направление нормали к сечению и на направление касательной к оси в сечении, получают величину нормальной силы N_x и поперечной силы Q_x в сечении А. Величина момента в сечении А.: $M_x = R_x r = N_x \eta$, где r — плечо равнодействующей R_x, а η — расстояние точки приложения давления в сечении от центра сечения.



Фиг. 8.

При загружении А. подвижной нагрузкой строятся линии влияния, для чего А. загружается одним вертикальным грузом $P=1$. Линии влияния V_a и V_b строятся так же, как в двухопорной балке (фиг. 9). Линия влияния распора H определяется из ур-ия $H = M_s : f$ и поэтому строится как линия влияния момента двухопорной балки в сечении под шарниром с изменением ее ординат в отношении $1 : f$ (фиг. 9). Линия влияния момента в сечениях А. определяется ур-ием (фиг. 10): $M_x = M_0 - H(y - a_k \operatorname{tg} \alpha)$, т. е. ординаты ее получаются как разность ординат линии влияния M_0 момента двухопорной

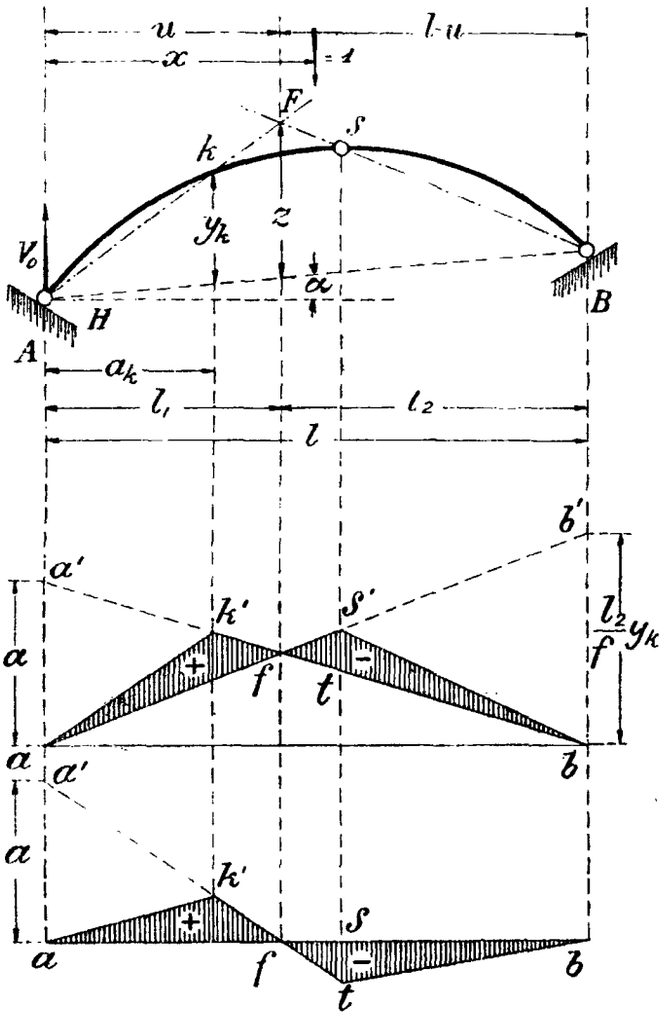


Фиг. 9.

балки и ординат линии влияния H распора, измененных помножением на $y - a_k \operatorname{tg} \alpha$. Построение линии влияния упрощается, если найти точку раздела F, т. е. того положения груза $=1$, при к-ром $M_x = 0$. На вертикали под этой точкой ордината линии влияния M_0 равна ординате линии влияния $H(y_k - a_k \operatorname{tg} \alpha)$. Эта точка F определяется пересечением проводимых в А. прямых BS—через шарниры B и S и прямой Ak—через шарнир A и точку k момента в сечении А. (фиг. 10). Груз $=1$, ставший в точку F, разлагается по направлению опорных реакций BS и Ak; но т. к. реакция Ak проходит через точку k, то, следовательно, момент относительно нее $=0$; определив точку F, проводят вертикаль до оси абсцисс линии влияния (точка f), откладывают на левой опоре отрезок a_k, равный расстоянию до рассматриваемого сечения, и проводят прямую $a'f$; на эту прямую сносят положение моментной точки k и положение ключевого шарнира S; контуром $ak'tb$ очерчивается линия влияния момента. Она получается разных знаков; число изменений знака зависит от положения точки раздела F. Если точка F попадет в правую часть А., то нулевая точка f становится фиктивной, и линия влияния имеет один знак.

Линию влияния поперечной силы находим из ур-ия: $Q = Q_0 \cos \varphi - H(\sin \varphi - \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi)$, т. е. она определяется разностью ординат линии влияния поперечной силы Q_0 двухопорной балки, умноженных на $\cos \varphi$, и ординат линии влияния распора, умноженных на $\sin \varphi - \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi$; при $\alpha = 0$, $Q = Q_0 \cos \varphi - H \sin \varphi$ (фиг. 11). Построение линии влияния м. б. упрощено определением точки раздела F, при положении в к-рой груза $=1$ поперечная сила $Q_x = 0$. Эту точку F находят проведением в А. прямой BS и прямой AF из левого шарнира параллельно касательной к оси А. в рассматриваемом сечении (фиг. 11). Положение точки F сносят на ось абсцисс линии влияния, откладывают на вертикали под левым шарниром ординату $aa_1 = 1 . \cos \varphi$ и проводят прямую $a_1 f$, на которую сносят точку k центра оси сечения и точку S ключевого

шарнира; контуром ak_2k_1tb очерчивается линия влияния поперечной силы. Если грузораздел F окажется слева от шарнира S,



Фиг. 10.

то линия влияния Q дважды меняет свой знак; если она ляжет справа от шарнира S, то нулевая точка f является фиктивной, и линия влияния меняет знак один раз. Аналогичным приемом строится (фиг. 12) линия влияния N по ур-ию $N_x = Q\sin\varphi + H(\cos\varphi + \operatorname{tg}\alpha\sin\varphi)$.

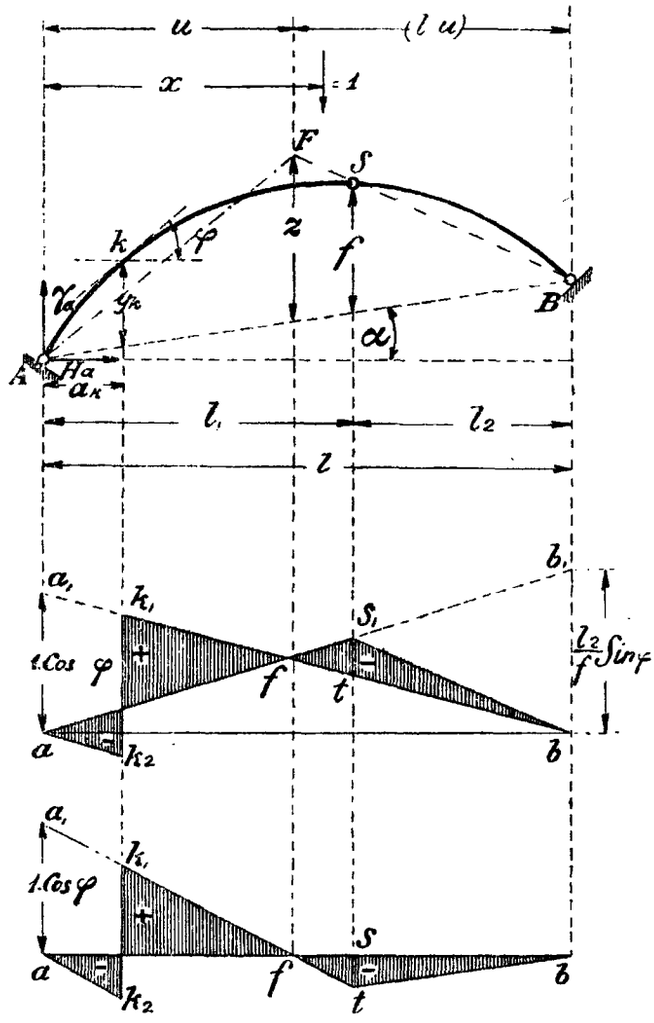
Напряжения в сечениях А. определяются по условию неравномерного сжатия: $n = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{I}e$, где e — расстояние до крайней точки сечения. При загружении А. подвижной нагрузкой вычисление затрудняется отысканием наибольшего значения N и M по двум линиям влияния. Это затруднение устраняется расчетом по «ядровым моментам» (фиг. 13), т. е. заменой точки моментов относительно оси свода точками моментов относительно крайних точек k_1 и k_2 ядра сечения:

$$n_1 = \frac{N}{F} + \frac{M}{I}e = \frac{N}{I}(\rho^2 + \eta e_1) = \frac{N}{I}(c_2 + \eta)c_1 = \frac{M''}{I}e_1;$$

$$n_2 = \frac{N}{F} - \frac{M}{I}e = \frac{N}{I}(\rho^2 - \eta e_2) = \frac{N}{I}(c_1 - \eta)e_2 = \frac{M'}{I}e_2.$$

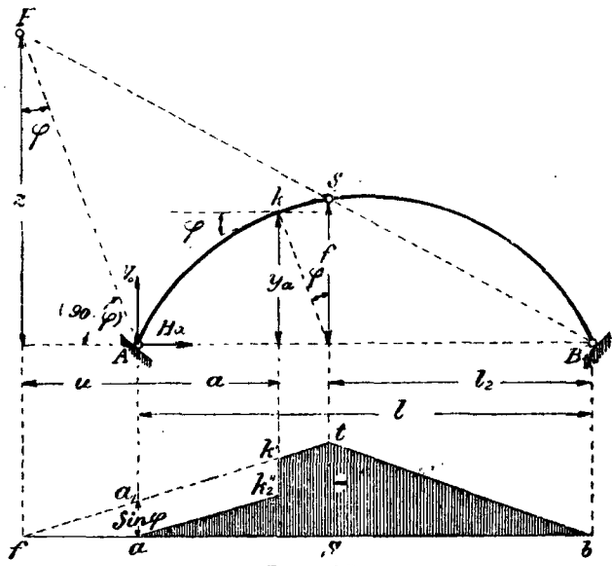
Моменты M' и M'', соответствующие крайним точкам ядра сечения, определяются так же, как момент M_x относительно осевой точки k, — по соответствующим им координатам. Построение линий влияния для них аналогично построению линии влияния для M_x, с той разницей, что вместо координат осевой точки k берутся координаты ядровых точек k_1 и k_2.

Рациональная ось А. Рациональной осью А. будет та ось, к-рая совпадает с кривой давления. При загружении А. сплошной, равномерно распределенной



Фиг. 11.

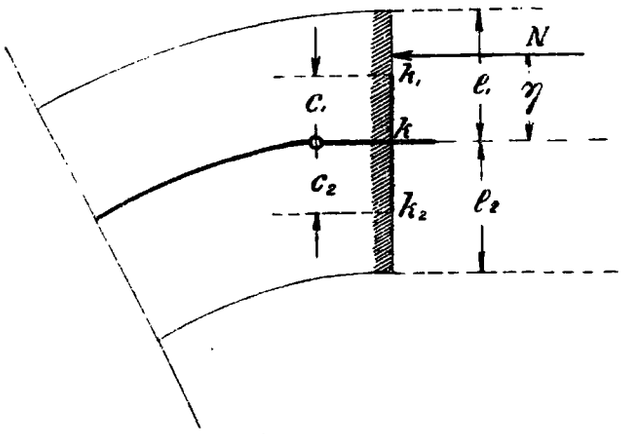
по горизонтальной линии, нагрузкой интенсивностью g кг/п.м, кривая давлений очертится по параболе с ур-ием $y = \frac{f}{l_1 l_2}x(l-x)$, в к-ром l_1 и l_2 — расстояния от промежуточного шарнира до опор А. При загружении



Фиг. 12.

А. сплошн. нагрузкой по оси ее, ось А. очертится по кругу. При сплошном надсводном

строении нагрузка будет меняться (фиг. 15) от h_0 до h_0+f, поэтому для определения



Фиг. 13.

ее необходимо предварительно знать ось А. Предварительное определение формы кривой оси А. можно сделать или по ф-ле Legay:

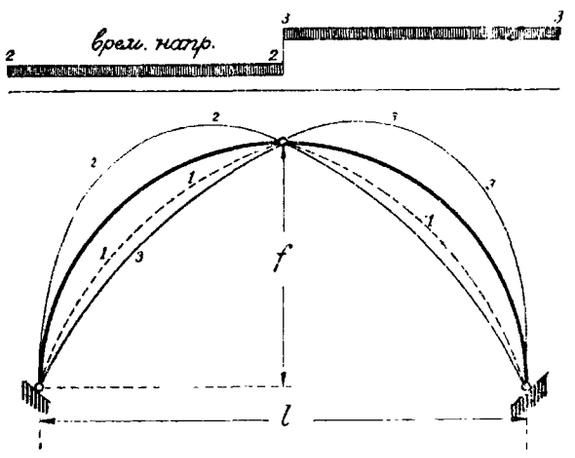
$$y = h_0 \cos h \frac{x}{\sqrt{H/\gamma}},$$

где $$\sqrt{\frac{H}{\gamma}} = \frac{l_1}{\operatorname{arc}\cos h \frac{f}{h_0}},$$

а γ — вес $м^3$ надарочного заполнения, или по упрощенной ф-ле

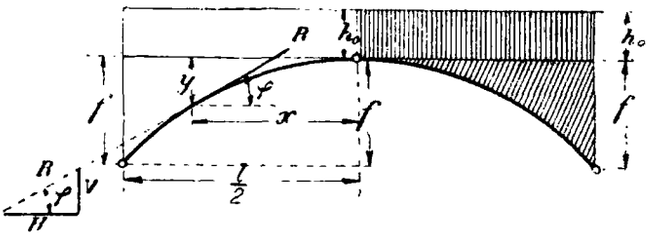
$$y = \frac{8fx^2(3h_0l^2 + 2fx^2)}{l^4(6h_0 + f)}.$$

Построенные по этим ординатам кривые дают первое приближение для оси свода; построив эту ось, вычисляют для нее действительную нагрузку, строят по ней веревочную кривую, проходящую через три шарнира, и принимают эту кривую за ось свода. При наличии подвижной нагрузки кривая давлений изменяет свое очертание в зависимости от положения нагрузки на А.; поэтому при выборе оси А. задаются загружением каждой части А. от пятовых шарниров до промежуточного, находят положение кривых давлений для обоих случаев загружения (фиг. 14) и намечают ось А.



Фиг. 14.

так, чтобы отклонения обеих кривых давлений от оси А. были наименьшими. Ниже приведены ф-лы для расчета трехшарнирной симметричной параболической А. с уравнением $y = \frac{4f}{l^2}x(l-x)$. Ордината y этой параболы в точке на расстоянии



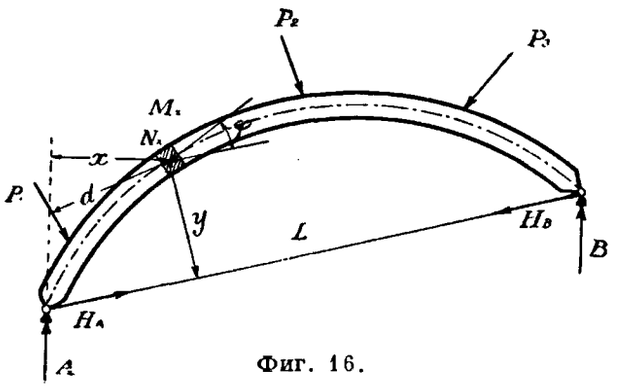
Фиг. 15.

четверти пролета от опор равна $^3/_4 f$; тангенс угла наклона касательной к оси в том же сечении $y' = \frac{2f}{l}$.

Нагрузка	Вертик. опорн. реакц.	Распор	Моменты в четвертях арки	Норм. силы в четвертях арки
Один груз в ключе арки	$A=B=\frac{P}{2}$	$H=\frac{Pl}{4f}$	$-\frac{Pl}{16}$	$\frac{P}{4f}\sqrt{4f^2+l^2}$
Один груз в правой четверти пролета	$A=\frac{3P}{4}$ $B=\frac{P}{4}$	$H=\frac{Pl}{8f}$	$+\frac{3Pl}{32}$ $-\frac{Pl}{32}$	$\frac{P}{8f}\cdot\frac{12f^2+l^2}{\sqrt{4f^2+l^2}}$ $\frac{P}{8f}\sqrt{4f^2+l^2}$
Равном. распределенная нагрузка по всему пролету	$A=\frac{gl}{2}$ $B=\frac{gl}{2}$	$H=\frac{gl^2}{8f}$	0	$\frac{gl}{8f}\sqrt{4f^2+l^2}$
Равном. распределенная нагрузка в левой половине арки	$A=\frac{gl}{8}$ $B=\frac{3gl}{8}$	$H=\frac{gl^2}{16f}$	$-\frac{gl}{64}$ $+\frac{gl^2}{64}$	$\frac{gl}{16f}\sqrt{4f^2+l^2}$

II. Двухшарнирные А. имеют одну статически неопределимую величину, т. к. для нахождения четырех неизвестных опорных реакций (по две на каждой опоре) имеем только три уравнения статики. Опорные реакции, возникающие от нек-рой произвольной нагрузки, показаны на фиг. 16. Они разложены на вертикальные составляющие и составляющие по линии, соединяющей оба опорных шарнира. Вертикальные составляющие каждой из опор определятся, если взять момент всех внешних сил, приложенных к А., относительно другого опорного шарнира, — так же, как это делается в простых двухопорных балках: $A = \frac{1}{l}\sum Pb$ и $B = \frac{1}{l}\sum Pa$, где a и b—плечи грузов P относительно пятовых шарниров А. Ур-ие для определения неизвестного распора H_A напишется из условия, что длина L пролета не изменяется при деформации под влиянием сил N_x и изгибающих моментов M_x; влиянием поперечных сил пренебрегаем. Выделим элемент (клин) длиной ds с координатами x, y. Если представить этот элемент упругим, а лежащие справа и слева от него части А. совершенно жесткими, то эти части повернутся от нагрузки одна относительно другой на угол $\Delta\varphi = \frac{M_x}{EI}ds$ и сблизятся на величину $\Delta ds = \frac{N_x}{EF}ds$.

Длина L изменится поэтому на величину $dl=d\varphi.y-\frac{N_x}{EF}ds.\cos\varphi$. Допустим, в общем случае, что опоры не неподвижны, а получают от нагрузки определенное, хотя и



Фиг. 16.

малое, смещение ΔL. Учитывая при этом температурное удлинение, можем написать:

$$\Delta L=\int\frac{M_x}{EI}y\,ds-\int\frac{N_x}{EF}ds.\cos\varphi\pm\alpha tL,$$

где α — коэфф. температурного удлинения. Т. к. момент в любом сечении арки $M_x=M_0-H_Ay$ и нормальная сила $N_x=H_A\cos\varphi+N_0$, то, подставив эти величины в выражение ΔL, после приведения получаем формулу для распора:

$$H_A=\frac{-E\Delta L+\int\frac{M_0}{I}y\,ds-\int\frac{N_0\,ds.\cos\varphi}{F}\pm E\alpha tL}{\int\frac{y^2.ds}{I}+\int\frac{ds}{F}\cos^2\varphi}. \quad (1)$$

В этом выражении M_0 — момент в сечении А. как простой балки, N_0 — проекция на ось А. всех сил, слева от сечения лежащих. Из этого общего выражения можно определить H при любом очертании А. При переменных I и F интегрирование надо заменить суммированием, разбив А. на большое число конечных элементов (клиньев) ds, и вычислить подинтегральные выражения для середины каждого элемента. В рамах, где линия давления сильно отклоняется от оси, пренебрегают влиянием нормальной силы N_x на деформации. Тогда в выражении H отпадают члены, содержащие F (см. *Рамы*). В пологих двухшарнирных А., с одной вертикальной нагрузкой, $H_A=H_B=H$; в таких А. с достаточной степенью точности можно принять $\cos\varphi=1$ и пренебречь величиной проекций вертикальных сил на ось А. ($N_0=0$). В этом случае выражение H напишется так:

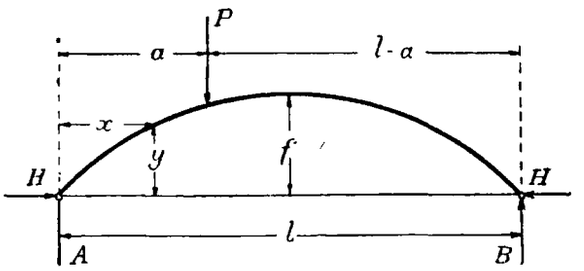
$$H=\frac{-E\Delta l+\int\frac{M_0y\,ds}{I}\pm E\alpha tL}{\int\frac{y^2ds}{I}+\int\frac{ds}{F}}. \quad (2)$$

При учете влияния одной вертикальной нагрузки ($\Delta l=0$ и $t=0$) выражение H приведется к виду:

$$H=\frac{\int\frac{M_0}{I}y\,ds}{\int\frac{y^2ds}{I}+\int\frac{ds}{F}}. \quad (3)$$

Если ось А. очерчена по закономерной кривой (напр. по параболе или по кругу) и сечение ее постоянно, то входящие в выражение распора интегралы могут быть вычислены аналитически.

Двухшарнирная параболическая симметричная арка (фиг. 17). Ур-ие оси такой А.: $y=\frac{4f}{l^2}x(l-x)$, где f — подъем А. в ключе. Приняв средние значения $I\cos\varphi=c$ и $F\cos\varphi=k$ за постоянные, мы можем каждый из интегралов вы-



Фиг. 17.

ражения (3) представить в таком виде:

$$\int\frac{M_0y\,ds}{I}=\int\frac{M_0y\,ds.\cos\varphi}{I\cos\varphi}=\frac{1}{c}\int M_0y\,dx.$$

Подставляя вместо M_0 значение момента в сечениях слева от груза P: $M'_0=P\frac{l-a}{l}x$, и в сечениях справа от груза P: $M''_0=\frac{Pa}{l}(l-x)$, получим:

$$\frac{1}{c}\int M_0y\,dx=\frac{1}{c}\int_0^a\frac{P(l-a)}{l}x\frac{4f}{l^2}x(l-x)\,dx+$$
$$+\frac{1}{c}\int_a^l\frac{Pa}{l}(l-x)\frac{4f}{l^2}x(l-x)\,dx=$$
$$=\frac{1}{c}\frac{f}{3l^2}Pa(l-a)(l^2+la-a^2);$$

$$\int\frac{y^2\,ds}{I}=\int_0^l\frac{y^2ds.\cos\varphi}{I\cos\varphi}=\frac{l}{c}\int_0^l\frac{16f^2}{l^4}x^2(l-x)^2dx=$$
$$=\frac{1}{c}\frac{8}{15}f^2l;$$

$$\int\frac{ds}{F}=\int_0^l\frac{ds.\cos\varphi}{F\cos\varphi}=\frac{1}{k}\int_0^l ds.\cos\varphi=\frac{l}{k}.$$

Т. о. в параболической А. для случая нескольких грузов P, действующих одновременно, будем иметь:

$$H=\frac{5\sum_0^l Pa(l-a)(l^2+la-a^2)}{8fl^3\left(1+\frac{15}{8}\frac{c}{kf^2}\right)}. \quad (4)$$

Для случая смещения опор на величину $+\Delta l$

$$H_{\Delta l}=\frac{-15\,Ec\,\Delta l}{8f^2l\left(1+\frac{15}{8}\frac{c}{kf^2}\right)},$$

или приближенно:

$$H_{\Delta l}=\frac{-15\,Ec\,\Delta l}{8f^2l}. \quad (5)$$

Для случая изменения темп-ры на $\pm t^\circ$

$$H_t=\frac{\pm 15\,E\alpha ct}{8f^2\left(1+\frac{15}{8}\frac{c}{kf^2}\right)},$$

или приближенно:

$$H_t=\frac{15\,E\alpha ct}{8f^2}. \quad (6)$$

Величина $\frac{15}{8}\frac{c}{kf^2}$ представляет поправку, зависящую от влияния на деформацию нормальных сил N_x. Для равномерно распределенной нагрузки, при которой ось А.

является линией давления, надо в выражении (4) заменить P через $g\,da$. Проинтегрировав это выражение и обозначив $\varepsilon=\frac{15\,c}{8\,kf^2}$, получим:

$$H_g=\frac{gl^2}{8f(1+\varepsilon)}=\frac{gl^2}{8f}-\varepsilon\frac{gl^2}{8f(1+\varepsilon)},$$ или, по незначительности ε: $H_g=\frac{gl^2}{8f}-\varepsilon\frac{gl^2}{8f}$, т. е. распор в А. меньше, чем распор совпадающей с осью А. линии давления от постоянной нагрузки, на величину $\varepsilon\frac{gl^2}{8f}$. Если при сборке А. дать ей при помощи клиньев дополнительный распор $\varepsilon\frac{gl^2}{8f}$, то от постоянной нагрузки этой арки ее линия давления совпадет с осью, распор будет равен $H=\frac{gl^2}{8f}$ и во всех сечениях будет только равномерное сжатие. Для создания искусственного распора $\varepsilon\frac{gl^2}{8f}$ достаточно, согласно уравнению (5), сблизить опоры на величину $\Delta l=\frac{gl^3f\varepsilon}{15\,cE}$.

Симметричная круговая А. При среднем значении момента инерции I величина распора будет:

1) от действия сосредоточенных нагрузок:

$$H=\frac{4}{\pi l^2}\sum_0^l Pa\,(l-a);$$

2) от влияния изменения темп-ры:

$$H=\frac{\pm 16\,EI}{\pi l^2}\alpha t;$$

3) от изменения длины пролета на Δl:

$$H=-\frac{16\,EI}{\pi l^3}\Delta l.$$

Линия влияния распора. Для определения ординат линии влияния распора надо в выражение (3) вместо M_0 подставить значения момента в сечениях А. от груза $P=1$. Если этот груз приложен на расстоянии a от левой опоры, то

$$\int\frac{M_0\,ds}{I}y=\int_0^a\frac{l-a}{l}x\frac{ds}{I}y+$$
$$+\int_a^l\frac{a}{l}(l-x)\frac{ds}{I}y,$$

или, после подстановки $\frac{ds}{I}y=dw_y$,

$$\int\frac{M_0\,ds}{I}y=\frac{l-a}{l}\int_0^a dw_y x+\frac{a}{l}\int_a^l dw_y\,(l-x).$$

Введя сюда конечные элементы s и конечные «упругие грузы» $w_y=\frac{s}{I}y$, получим:

$$\int\frac{M_0 ds}{I}y=\frac{l-a}{l}\sum_0^a w_y x+\frac{a}{l}\sum_0^l w_y(l-x).$$

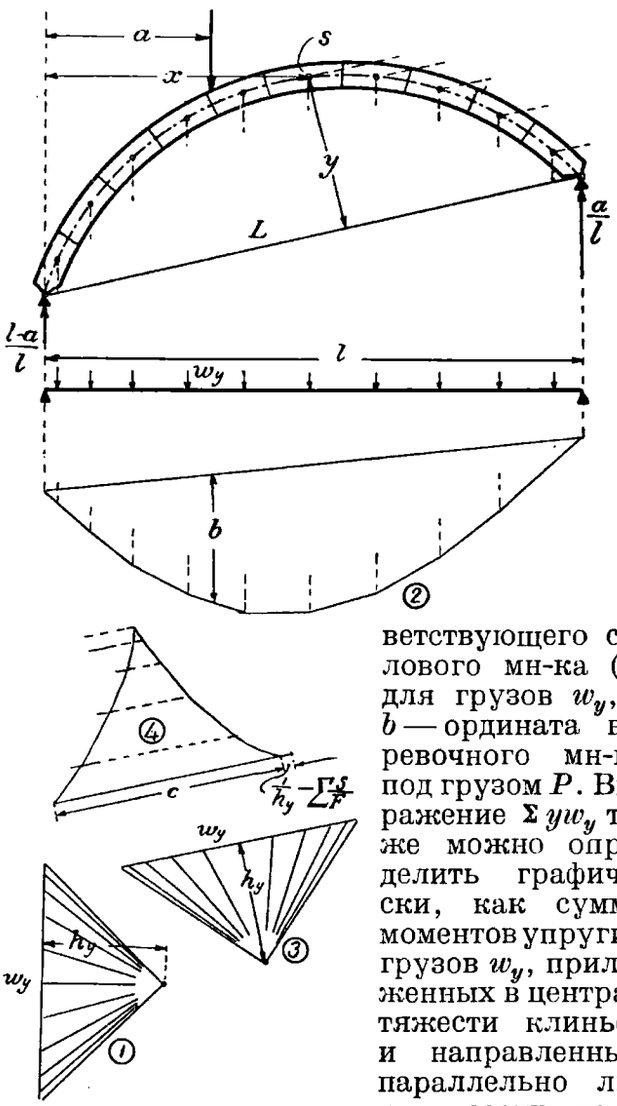
Это выражение представляет изгибающий момент в точке a под грузом $P=1$ в простой балке пролетом l, нагруженной в центрах тяжести клиньев s упругими грузами $w_y=\frac{s}{I}y$. Для получения ординаты y_H линии влияния H, соответствующей положению груза a, нужно этот изгибающий момент еще разделить на выражение:

$$\int\frac{y^2ds}{I}+\int\frac{ds}{F}=\sum_a^l yw_y+\sum_0^a\frac{s}{F}.$$

Отсюда:

$$H=\frac{\frac{l-a}{l}\sum_0^a w_y x+\frac{a}{l}\sum_0^l w_y(l-x)}{\sum_0^l yw_y+\sum_0^l\frac{s}{F}}. \quad (7)$$

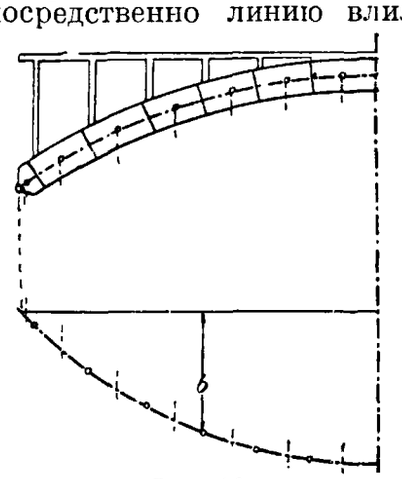
Отсюда следует, что эпюра моментов балки, нагруженной упругими грузами w_y, пропорциональна линии влияния H. Графически эта эпюра строится при помощи веревочного мн-ка (фиг. 18) для упругих грузов w_y. Для положения грузов $P=1$ в точке a, интеграл числителя выразится: $\int\frac{M_0ds}{I}y=bh_y$, где h_y — полюсное расстояние соответствующего силового мн-ка (1) для грузов w_y, а b — ордината веревочного мн-ка под грузом P. Выражение Σyw_y тоже можно определить графически, как сумму моментов упругих грузов w_y, приложенных в центрах тяжести клиньев и направленных параллельно линии, соединяющ. опорные шарниры относительно этой линии. Для этого силовой мн-к (3) на фиг. 18 повернут так, что силы направлены параллельно прямой, соединяющей шарниры. Соответствующий веревочный мн-к отсекает крайними своими сторонами на этой соединительной прямой отрезок C, при чем $\Sigma yw_y=Ch_y$. Отсюда мы получаем для груза $P=1$ на расстоянии a от левой опоры:



Фиг. 18.

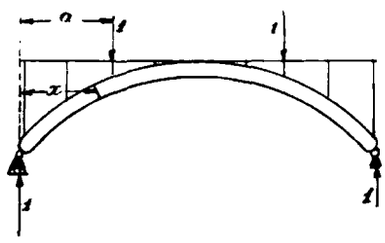
$$H=\frac{bh_y}{Ch_y+\sum\frac{s}{F}}=\frac{b}{C+\frac{1}{h_y}\sum\frac{s}{F}}. \quad (8)$$

Если к отрезку C прибавить отрезок $\frac{1}{h_y}\sum\frac{s}{F}$, к-рый нетрудно вычислить, и полученный отрезок принять за единицу измерения для ординат b, то веревочный мн-к (2) даст непосредственно линию влияния H.



Фиг. 19.

Если нагрузка передается на А. через стойки, то в промежутках между двумя стойками (узлами) линия влияния д. б. прямолинейна. В мн-ке (2), вычерченном для конечных, хотя и малых элементов s, верны только те ординаты, которые лежат под границами элементов s. Отсюда следует, что разбивку этой А. на элементы следует сделать так, чтобы границы элементов оси совпадали с узловыми точками (со стойками,—фиг. 19). При надобности эти элементы можно разбить на еще более мелкие части. В симметричной А. ординаты линии влияния распора H можно найти вычислением $\int\frac{M_0 y\,ds}{I}=\Sigma M_0 w_y$. Для вычисления целесообразно брать вместо одного два симметрично расположенных груза $P=1$ (фиг. 20), к-рые, очевидно, дадут удвоенный распор; это дает преимущество в смысле более простого выражения для момента M_0. Во всех сечениях между грузами он постоянен и равен $1.a$; для сечений же слева и справа от обоих грузов $M_0=1\ x$. Самое вычисление можно производить для одной половины А. Аналитический способ вычисления интеграла числителя для определения H, при наличии симметрии, следует предпочесть графическому способу (по фиг. 18). В этом случае, конечно, $\int\frac{y^2\,ds}{I}=\Sigma yw_y$ надо тоже найти вычислением, что выгоднее всего произвести в форме таблиц.

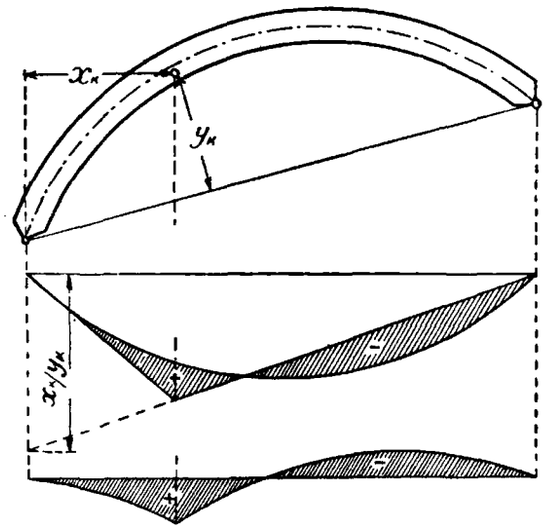


Фиг. 20.

Линия влияния ядрового момента. Эта линия, как уже указывалось выше, дает непосредственно невыгоднейшее расположение нагрузки и служит для вычисления предельных значений ядрового момента и напряжений в краях данного сечения. Линия влияния ядрового момента M_k для любого сечения двухшарнирной А. получается как разность между линиями влияния $\frac{M_{0k}}{y_k}$ и распора H:

$$M_k=M_{0k}-Hy_k=y_k\left(\frac{M_{0k}}{y_k}-H\right).$$

Линия влияния ядрового момента M_{0k}, определяемого как момент в простой двухопорной балке, — треугольник с вершиной под данной точкой K ядра сечения; отрезок, отсекаемый правой прямой этого тр-ка на левой опорной вертикали, равен x_k. Отложив, следовательно, на этой вертикали ординату $\frac{x_k}{y_k}$, легко вычертить тр-к $\frac{M_{0k}}{y_k}$ (фиг. 21). Построив, кроме того, по предыдущему линию влияния H, получим заштрихованную на фиг. 21 площадь влияния ядрового момента. Можно, при желании, отложить ординаты линии влияния от горизонтальной



Фиг. 21.

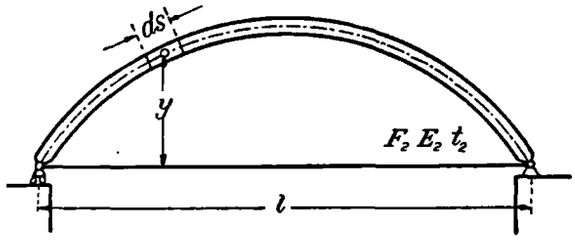
прямой, как показано на той же фигуре. Начертив один раз линию влияния H и к ней несколько тр-ков $\frac{M_0}{y_k}$, можно по фиг. 21 получить линии влияния ядрового момента в нескольких сечениях при передаче нагрузки через стойки.

Двухшарнирная А. с затяжкой применяется, когда из строительных соображений нежелательно передать распор на опоры. Чтобы определить распор, воспринимаемый прямой горизонтальной затяжкой, связывающей пятовые шарниры, нужно в ур-ие (2) подставить: $\Delta L=\Delta l=\frac{Hl}{E_2F_2}$ = упругому растяжению затяжки. Если удлинение от темп-ры в А. отличается от удлинения в затяжке (например от солнечных лучей удлинение А. больше, чем удлинение затяжки, находящейся в тени), то в ф-лу (1) надо вставить $\Delta l=\frac{H}{E_2F_2}l+\alpha t_2 l$. Сделав приведение, получим (фиг. 22):

$$H=\frac{\int\frac{M_0}{I}y\,ds+E\alpha l\,(t-t_2)}{\int\frac{y^2\,ds}{I}+\int\frac{ds}{F}+\frac{E}{E_2}\frac{l}{F_2}}. \qquad (9)$$

Здесь E_2 и F_2 означают модуль упругости и площадь сечения затяжки, а E — модуль

упругости материала А. Одинаковое удлинение А. и затяжки не влияет на распор и не вызывает дополнительных напряжений. Так как А. с затяжкой всегда симметрична, то



Фиг. 22.

распор в ней определяем непосредственно из ф-лы (9), для чего А. разбивается на элементы, концы которых лежат против подвесок, передающих нагрузку на А. При определении ординат линии влияния целесообразно вместо одного груза брать два симметрично расположенных груза $P=1$, дающих удвоенную величину распора: $\int \frac{M_0 y\,ds}{I} = \sum \frac{M_0 y s}{I}$, что позволяет делать вычисления только для половины А. При этом получаются те же упрощения для вычисления M_0 и сумм, какие были указаны в пояснении к фиг. 20. Вследствие узловой передачи нагрузки от проезжей части подвесками, линия влияния H имеет вид мн-ка с вершинами на узловых вертикалях (под подвесками). Поэтому достаточно располагать грузы $P=1$ против подвесок, а разбивку сделать так, чтобы концы элемента s приходились над подвесками. При графическом построении линии влияния величина $\int \frac{M_0 y\,ds}{I}$, как и при отсутствии затяжки, вычисляется как изгибающий момент в точке под грузом $P=1$ для простой балки пролетом l, нагруженной упругими грузами $w_y = \frac{s}{I} y$, приложенными в центрах тяжести клиньев. Действительно, если приложить груз $P=1$ на расстоянии a от левой опоры, то как выражение

$$\sum M_0 \frac{s}{I} y = \frac{l-a}{l} \sum_0^a w_y \cdot x + \frac{a}{l} \sum_a^b w_y (l-x),$$

так и выражение $\int \frac{y^2\,ds}{I} = \Sigma\, y w_y$ можно представить как сумму статических моментов горизонтальных упругих грузов w_y относительно линии, соединяющей опорные шарниры. Построение обоих интегралов или сумм показано на фиг. 23. Если к полученному графически отрезку C прибавить величины $\frac{1}{h_y}\sum \frac{s}{F}$ и $\frac{1}{h_y}\frac{l}{F_2}\frac{E}{E_2}$, которые нетрудно вычислить, и суммарный отрезок взять за единицу для измерения ординат 1-го веревочного многоугольника, то этот многоугольник может непосредственно служить линией влияния распора H, так как

$$H = \frac{b}{C + \frac{1}{h_y}\sum \frac{s}{F} + \frac{1}{h_y}\frac{l}{F_2}\frac{E}{E_2}}.$$

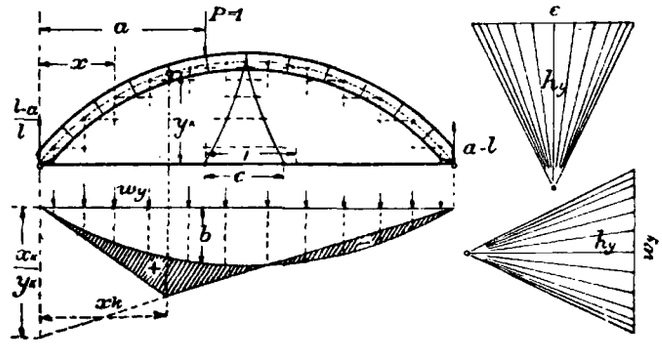
Зная линию влияния распора, нетрудно построить линию влияния ядрового момента, ордината к-рой из ур-ия $M_k = M_{0k} - H y_k = y_k\left(\frac{M_{0k}}{y_k} - H\right)$ получается как разность между ординатами линии $\frac{M_0}{y_k}$ и линии влияния H (фиг. 23; площадь M_k заштрихована). При пользовании этой линией для расчетов ординат ее, необходимо помножать их на масштабный множитель y_k. Точки ядра сечения выбирают на одной вертикали, совпадающей с подвеской, хотя, строго говоря, в этом случае они принадлежат к двум сечениям А.

Для симметричной параболической А. с затяжкой, с постоянными или с принятыми за постоянные средними величинами $I\cos\varphi = c$ и $F\cos\varphi = k$, можно вычислить интегралы аналитически. Величина распора в такой А. определяется формулами:

$$H = \frac{5\sum_0^l P a (l-a)(l^2 + la - a^2)}{8 f l^3 \left(1 + \varepsilon + \frac{15c}{8f^2}\frac{E}{F_2 E_2}\right)}, \quad (10)$$

$$H_t = \frac{15\, cE\alpha (t - t_2)}{8 f^2 \left(1 + \varepsilon + \frac{15c}{8f}\frac{E}{F_2 E_2}\right)}. \quad (11)$$

Иногда затяжку делают ломаной. Ф-ла для распора H при ломаной затяжке выводится из начала возможных перемещений.



Фиг. 23.

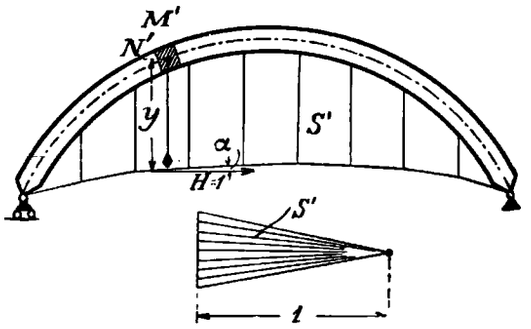
За лишнюю неизвестную принимают горизонтальную составляющую H усилия в затяжке, очертание к-рой делается по веревочному мн-ку, и составляют выражение работы силы $H=1$ фиктивного состояния (фиг. 24) на перемещения действительного состояния (фиг. 25). Эту работу можно представить себе вызванной натяжением в стыке, устроенном где-либо в затяжке:

$$0 = \sum S' \frac{Ss}{EF} + \int \frac{M_x M'}{EI}\,ds + \int \frac{N_x N'}{EF}\,ds;$$

так как в фиктивном состоянии действует только одна сила $H=1$, то в полученное выражение надо вставить: $S = S'H$, $M' = 1 \cdot y$, $M_x = M_0 - Hy$; $N' = \frac{1}{\cos\alpha}\cos(\varphi - \alpha) = \cos\varphi + \operatorname{tg}\alpha \sin\varphi$ и $N_x = H(\cos\varphi + \operatorname{tg}\alpha \sin\varphi) + N_0$. В пологих арках можно приближенно $N_x \cos\varphi$ выразить через H, а $N_x \sin\varphi \operatorname{tg}\alpha$ отбросить; тогда для усилия имеем ф-лу:

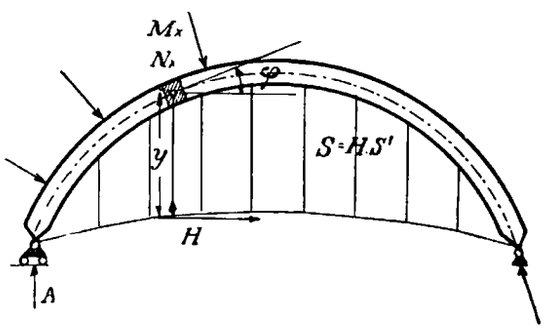
$$H=\frac{\int\frac{M_0 y}{I}ds}{\sum\frac{(S')^2 s}{F}+\int\frac{y^2 ds}{I}+\int\frac{ds}{F}},\qquad(12)$$

при чем знак Σ относится ко всем звеньям затяжки и подвескам, а интеграл—к самой А.



Фиг. 24. Многоугольник сил при условии $H=1$.

III. Бесшарнирная А. (с защемленными пятами) чаще всего встречается в сводах, почему и подробный расчет ее см. *Своды*, р а с ч е т. Здесь приведены только ф-лы для симметричной параболической бесшарнирной А. с постоянными или с принятыми за постоянные средними величинами $I\cos\varphi=c$ и $F\cos\varphi=k$. Если левую опору отбросить (фиг. 26) и заменить действие ее нек-рой реакцией, то нужно написать три ур-ия для определения величины, направления и точки приложения этой реакции. Перенося все компоненты (момент, вертикальную и горизонтальную составляющие) опорной реакции в центр тяжести упругих грузов $dw=\frac{ds}{I}$ (в «упругий центр тяжести»), к-рый надо представить жестко соединен-



Фиг 25. Действительное состояние.

ным с опорным сечением А., можем составить следующие выражения:

$$H=\frac{\int\frac{M_0 y}{I}ds+E\alpha tl}{\int\frac{y^2 ds}{I}+\int\frac{ds}{F}};\qquad V=\frac{\int\frac{M_0 x}{I}dx}{\int\frac{x^2}{I}ds};$$

$$M=\frac{-\int\frac{M_0}{I}ds}{\int\frac{ds}{I}}.$$

Интегралы вычисляются так же, как в симметричной параболической А. с двумя шарнирами (см. выше) и постоянными $I\cos\varphi=c$ и $F\cos\varphi=k$. Сначала устанавливается упругий центр тяжести, к-рый определяется как центр тяжести упругих сил dw. В параболических А. он лежит на оси симметрии на расстоянии $^1/_3$ стрелы подъема от вершины параболы. Если взять начало координат в точке O, то ур-ие параболы будет:

$$y=\frac{f}{3}-\frac{4f}{l^2}x^2=\frac{f}{3l^2}(l^2-12x^2).$$

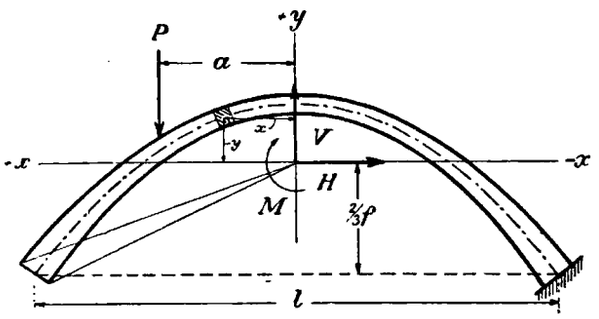
Для одного груза P на расстоянии a от вершины:

$$\int\frac{M_0 y\,ds}{I}=-\int_{l/2}^{+a}\frac{P(a-x)}{c}\left(\frac{f}{3}-\frac{4fx^2}{l^2}\right)dx=$$

$$=\frac{Pf}{3cl^2}\left(\frac{l^2}{4}-a^2\right)^2;$$

$$\int_{-l/2}^{+l/2}\frac{y^2 ds}{I}=\frac{1}{c}\frac{f^2}{9l^4}\int_{-l/2}^{+l/2}(l^2-12x^2)^2dx=$$

$$=\frac{4}{45}\frac{f^2 l}{c}\text{ и т. д.}$$



Фиг. 26.

Таким образом получим:

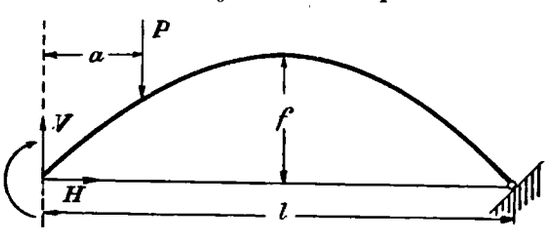
$$H=\frac{15}{(1+6\varepsilon)4fl^3}\sum_{-l/2}^{+l/2}P\left(\frac{l^2}{4}-a^2\right)^2;$$

$$H=\frac{45c}{4f^2}\frac{E\alpha t}{1+6\varepsilon};$$

$$V=\frac{2}{l^3}\sum_{-l/2}^{+l/2}P(l-a)\left(\frac{l}{2}+a\right)^2;$$

$$M=\frac{1}{2l}\sum_{-l/2}^{+l/2}P\left(\frac{l}{2}+a\right)^2.$$

Если груз стоит на правой половине, то a отрицательно; поправка $\varepsilon=\frac{15c}{8kf^2}$. Можно опорную реакцию приложить не в упругом центре тяжести, а в центре тяжести опорного сечения и туда же перенести начало



Фиг. 27.

координат (фиг. 27); тогда компоненты выразятся так:

$$H=\frac{15}{(1+6\varepsilon)4fl^3}\sum_0^l Pa^2(l-a)^2;$$

$$H_t=\frac{45c}{4f^2}\frac{E\alpha t}{1+6\varepsilon};$$

$$V=\frac{1}{l^3}\sum_0^l P(l-a)^2(l+2a);$$

$$M=\frac{1}{2l^3(1+6\varepsilon)}\sum_0^l Pa(l-a)^2(5a-2l);$$

$$M_t=\frac{15c}{2f}\frac{E\alpha t}{1+6\varepsilon}=\frac{2}{3}fH_t.$$

Из выражения M_t видно, что под влиянием изменения темп-ры в А. появляется реакция, состоящая из силы H_t, приложенной на расстоянии $\frac{2}{3}f$ от центров опорных сечений. Если принять по малости $\varepsilon=0$, то из сопоставления величин распоров в двухшарнирной и бесшарнирной арках можно видеть, что в бесшарнирной А. H_t в 6 раз больше, чем в двухшарнирной; поэтому, при прочих равных условиях, температурные напряжения получаются в пяте бесшарнирной А. в 4 раза, а в ключе в 2 раза больше, чем в А. двухшарнирной.

Простые А. сквозные.

Они представляют собою фермы, опоры к-рых, кроме вертикальных реакций, воспринимают распор. Расчет их см. *Фермы*, статически определимые и статически неопределимые.

Лит.: Проскуряков Л., Строит. мех., ч. I, ГИЗ, 1925; Мюллер-Бреслау Г., Графич. статика сооружений, т. 2, ч. II, пер. Г. Кривошеина, СПБ., 1912; Прокофьев И. П., Теория сооружений, ч. I, М., 1926; Castigliano Alb., Théorie de l'équilibre d. systèmes élastiques, Turin, 1881; Weyrauch J., Elastische Bogenträger, Stuttgart, 1911; Müller-Breslau H., Die graphische Statik d. Baukonstruktionen, B. 2, T. II, Lpz., 1908; Müller-Breslau H., Neuere Methoden d. Festigkeitslehre, Lpz., 1913; Ritter W., Anwendungen d. graph. Statik, T. IV, Der Bogen, Zürich, 1906; Handbuch d. Ingen. Wissensch., B. 6, T. II,—Theorie d. eisernen Bogenbrücken usw., Lpz., 1925; Schaechterle K. W., Elastische Bogen, Bogenstellungen u. mehrstielige Rahmen, B., 1912; Strassner A., Neuere Methoden zur Statik d. Rahmentragwerke und d. elastischen Bogenträger, B. 2, B., 1921; Strassner A., Der durchlaufende Bogen auf elastischen Stützen, B., 1919.

АРКО, томпак, сплав меди с цинком (см. *Латунь*). Содержание меди — 90% и больше. Благодаря сходству по цвету с золотом широко применяется в *ювелирном производстве* (см.).

АРКОГРАФ, отражательный зеркальный прибор для нанесения определенных углов при разбивке дуг круга, употребляется при геодезич. работах. См. *Зеркальные приборы*.

АРКОМЕТР, инструмент для измерения длин кривых линий. См. *Курвиметр*.

АРКСИНУС, арккосинус, арктангенс, арккотангенс (arc sin, arc cos, arc tg, arc ctg), обратные круговые тригонометрич. функции, обозначающие дугу круга с радиусом, равным 1, к-рой соответствующие синус, косинус, тангенс или котангенс равны x.

Если дано, что

$\sin u=x$, то $u=\arcsin x$,
$\cos u=x$, » $u=\arccos x$,
$\operatorname{tg} u=x$, » $u=\operatorname{arctg} x$,
$\operatorname{ctg} u=x$, » $u=\operatorname{arcctg} x$.

Чтобы эти функции определялись однозначно, следует брать $\arcsin x$, $\operatorname{arctg} x$, $\operatorname{arcctg} x$ в пределах между $-\frac{\pi}{2}$ и $+\frac{\pi}{2}$, а $\arccos x$ — в пределах между 0 и π.

АРМАТУРА обозначает в технике вообще совокупность устанавливаемых на данной машине приборов и приспособлений. Напр.: 1) В машиностроении под А. парового котла (см. *Паровые котлы*) понимают установленные на котле детали для выпуска пара и воды, для питания, для предупреждения взрыва и для очистки; под газо- и водопроводной А. (см. *Газопровод*, *Водопровод*) понимают снаряжение этих установок деталями для пуска в ход, для запирания, для удаления воздуха, для опорожнивания и т. п.; А. иногда называют накладываемые на полюса подковообразных магнитов пластинки из мягкого железа; в *динамомашинах* (см.) и магнитоэлектрических машинах А. называют все, что непосредственно связано с ротором, т. е. всю вращающуюся часть машины; об А. цилиндров паровой машины см. *Паровые машины*; об А. доменных печей см. *Доменная печь*; 2) В строительном деле А. в железобетонных частях сооружений называют заделанную в бетон систему железных стержней и проволок, назначение к-рых — сопротивляться растягивающим усилиям, возникающим в частях сооружений под действием внешних сил (см. *Железобетон*).

АРМАТУРА ГАЗОВАЯ. В в.-хим. технике баллоны, выводные шланги, коллекторы и другие части, при помощи которых боевые отравляющие вещества — «газы» — примешиваются к нижним слоям воздуха во время газобалонной атаки. Примешивание производится непосредственно перед расположением атакующих, при ветре, дующем в сторону противника; отравленный так. обр. воздух сам приходит в расположение противника. *Баллоны* (см.)—железные или стальные сосуды, весом 9—30 *кг* (толщ. стенок 3—5 *мм*) — вмещают от 12 до 40 *кг* сжиженного хлора или смеси его с фосгеном. В верхней своей части баллоны запираются кранами-вентилями, к выводным отверстиям которых прикрепляются шланги. Последние представляют собой свинцовые или резиновые радиальные трубки с несколькими прослойками льняной материи в толще стенок. В один конец шланга вставляется ниппель с накидной гайкой для прикрепления к баллону, а к другому концу присоединяется диск с распылителем; диск при выпуске «газа» предотвращает забивание выходного отверстия шланга землей или снегом. Выпуск «газа» производится из отдельных баллонов или из группы (обычно от 4 до 6) баллонов, соединенных при помощи коллекторов в батареи. Коллектор состоит из железной газовой или литой бронзовой трубы с отводами, к которым присоединяются баллоны посредством коротких соединительных шлангов, медных, свинцовых или резиновых. К батарейным коллекторам присоединяются не отдельные баллоны, а целые батареи. Они состоят из небольшого баллона с 3 выпускными вентилями и 6 отростками для присоединения батарей; к вентилям присоединяются выводные свинцовые шланги. Более мелкая А. г. состоит из свинцовых прокладок, гаечных ключей и пр. Устройство всей А. г. и пользование ею определяется свойствами боевых отравляющих веществ и условиями работы в боевой обстановке. Хлор и фосген в присутствии влаги разъедающе действуют на большинство ходовых металлов, кроме чистого свинца, поэтому необходимо тщательно сушить «газы», а также и баллоны перед наполнением «газами». Полной сухости внутри баллонов

достичь невозможно, что заставляет предпочесть цельнотянутые баллоны сварным, т. к. швы последних скорее разъедаются, чем сплошная стенка первых. Высокая токсичность «газа» и быстрое превращение самых незначительных пор в арматуре в свищи — вследствие разъедающего действия «газов» и механич. их трения при выходе через узкие отверстия — заставляют обращать особое внимание на герметичность всех основных предметов А. г.; до выдачи войсковым частям она подвергается самым строгим испытаниям. «Газ» в баллонах сохраняется в сжиженном виде (1 *кг* жидкого хлора, по объему занимающий около 0,7 *л*, при переходе в газообразное состояние образует ок. 350 *л* газа), при чем, для ускорения выхода и полного распыления «газа» при выходе из баллона, в последний вводят сжатый воздух. Прочность газовой арматуры д. б. весьма значительна, обычно она проверяется давлением в 50—60 *atm* (для газов, применяющихся в военно-химич. технике). К А. г. предъявляются след. требования: ограничение веса и размеров отдельных предметов, взаимозаменяемость частей, возможность массового изготовления, удобство обращения на службе.

Лит.: Сведения по в.-хим. делу, стр. 23—27, ВВРС, М., 1923. **А. Яковлев.**

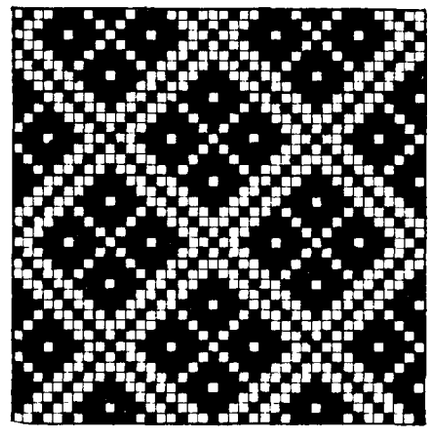
АРМИРОВАННЫЕ БАЛКИ применяются в железобетонных конструкциях и состоят из железного каркаса, заделанного в бетон. См. *Балки простые*.

АРМКО-ЖЕЛЕЗО («Armco Ingot Iron»), сравнительно новый продукт металлургич. производства, изготовляемый на з-де «American Rolling Mill Company» в Мидльтауне (штат Огайо, С.-А. С. Ш.). Это железо содержит минимальное количество примесей углерода, марганца, кремния и пр., обычно присутствующих в нормальных продуктах железного производства. А.-ж. содержит всего не более 0,15—0,20% других, кроме железа, элементов, в том числе ок. 0,05% кислорода, и получается в обыкновенных мартеновских печах на основном поду. Задача почти полного удаления всех примесей из жидкой ванны металла в мартеновской печи на указанном заводе разрешена путем удлинения периода выгорания их. Добавка марганца перед отливкой не производится. Но сильно окисленный металл подвергается в конце процесса раскислению способами, сущность к-рых и представляет главное достижение з-да. Получение А.-ж. сопряжено со значительными трудностями. Кроме того плавка на это железо, в сравнении с плавками на обычные сорта железа и стали, продолжительнее, требует горючего % на 20 больше, более частого ремонта печей, дает меньший выход продукта. Свойства А.-ж.: 1) стойкость против ржавления; 2) повышенная проводимость электрич. тока, вдвое бо́льшая, чем для обыкновенного железа; 3) чрезвычайная тягучесть железа, допускающая штамповку из него самых сложных изделий; 4) свойство превосходно принимать гальванизацию и эмалировку. Вследствие почти полного отсутствия в А.-ж. марганца, 0,01% серы затрудняет штамповку и прокатку его в пределах 900—1 000° (появляются признаки красноломкости). Но при содержании марганца большем 0,10% или серы меньшем 0,01% процессы горячей обработки и в указанном интервале $t°$ идут хорошо. Несмотря на повышенную стоимость, А.-ж. нашло уже значительное применение для изготовления листового железа, труб, проволоки и разных предметов, как-то: посуды, проводов, сосудов для специальных назначений и т. п.

Лит.: Sauveur A., Revue de Métallurgie, 1925.

АРМСТРОНГА СМЕСЬ, взрывчатое вещество, смесь хлорноватокалиевой (бертолетовой) соли и аморфного красного фосфора; применяется для боевых ракет (в Англии); для взрыва достаточно легкого удара или толчка.

АРМЮР, группа переплетений с мелкоузорчатыми тканьевыми рисунками, является переходной ступенью от гладкого (фундаментального) к фасонному (узорчатому) классу переплетений (см. фиг.). Как показывает самое название, армюрные ткани требуют особого снаряжения заправки ткацкого станка. Армюрный класс заключает в себе ткани со всевозможными рисунками и тканными эффектами, вырабатываемые на ремизках переборными механизмами (см. *Ткацкое производство*). В качестве основных переплетений для производства А. наиболее часто употребляются киперное и миткалевое переплетения, а также креповый рисунок. Ткани с переплетениями армюрного класса фабрикуются с одинаковым № основы и утка, но для выявления и усиления тканного эффекта разнообразятся не только по № пряжи, ее происхождению, цвету, по различному направлению крутки пряжи и плотности самой ткани, но и применением в тканях для основы и утка смешанных материалов, как-то: хлопчатобумажной и шерстяной пряжи, шерстяной и шелковой, и др. Армюрное переплетение находит большое применение в тканях одежных, платьельных, а также в штучном товаре (платки, полотенца, скатерти).



Патрон армюрной ткани.

Лит.: Лаписов А. Г., Руководство к анализу и заправке тканей, Варшава, 1903; Donat Fr., Grosses Bindungs-Lexikon, Wien, 1904; Donat Fr., Methodik der Bindungslehre. Decomposition u. Kalkulation für Schaftweberei, Wien, 1908.

АРНИКОВОЕ МАСЛО, эфирное масло, получающееся отгонкой водяным паром из цветов (0,04—0,07%) или корней (0,5—1,5%) Arnica montana L. Арниковое масло применяется в парфюмерии.

АРОМАТИЗАЦИЯ НЕФТИ И БЕНЗИНА, см. *Нефти и бензина ароматизация.*

АРОМАТИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, органические карбоновые кислоты ароматического ряда (см. *Ароматические соединения*). Твердые кристаллические тела, хорошо растворимые в горячей воде, летучие с парами воды. Влияние кислого ароматического остатка в А. к. выражается в нек-ром повышении их кислотности по сравнению с соответствующими к-тами жирного ряда. Наибольшей кислотностью обладают те А. к., у которых карбоксильная группа, —COOH, непосредственно связана с «ядром». В результате удаления карбоксила от ядра происходит падение кислотности, как это можно наблюдать по уменьшению величины константы K диссоциации следующих А. к.:

бензойная	к-та $C_6H_5 \cdot COOH$	$K=0{,}00600$
фенилуксусная	» $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot COOH$	$K=0{,}00556$
гидрокоричная	» $C_6H_5(CH_2)_2 \cdot COOH$	$K=0{,}00227$

Наибольшее значение имеют следующие А. к.: бензойная, фталевая, коричная, антраниловая, салициловая, галловая.

АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, обширный класс органических соединений, характерной чертой которых являются: 1) циклическое строение и 2) особая система распределения сил сродства внутри молекулы, сообщающая циклу большую прочность. Простейшим веществом этого чрезвычайно богатого соединениями класса органической химии является бензол, основной углеродный скелет которого схематически изображается в виде шестиугольника — «ядра». К А. с. относят не только производные бензола и его гомологов, но также и конденсированные системы типа нафталина, фенантрена, хризена и т. д., составленные из двух, трех, четырех и т. д. ядер бензола, равно как и многие *гетероциклические соединения* (см.), обладающие ароматическим характером, т. е. комплексом определенных специфических свойств. Свойства, отлич. А. с. от жирных и алициклических:

1) Атомы водорода обладают большой подвижностью, что проявляется в способности А. с. входить в различного рода реакции замещения. Особенно характерными являются хим. превращения, протекающие при действии азотной и серной кислот. При этом происходит *нитрование* (см.) или *сульфирование* (см.) А. с., т. е. процессы, связанные с обменом атома (или атомов) водорода на нитро-группу NO_2 или сульфо-группу SO_3H:

$$C_6H_6 + HNO_3 = C_6H_5NO_2 + H_2O$$
$$C_6H_6 + H_2SO_4 = C_6H_5SO_3H + H_2O.$$

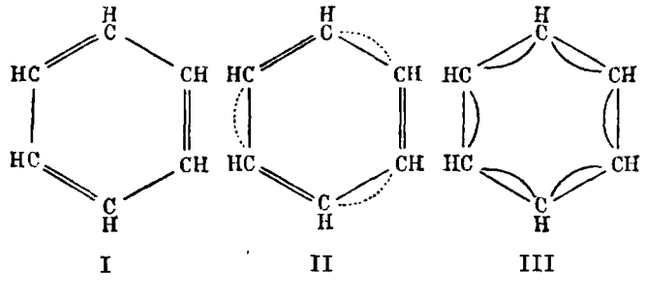
Обе эти реакции широко используются в технологии органических веществ.

2) Различные реакционные группы в А. с. по нек-рым своим свойствам значительно отличаются от свойств этих же групп в соединениях жирного ряда: галоиды в галоидных производных бензола обладают меньшей реакциеспособностью по сравнению с галоидными алкилами; для обмена галоида в галоидных арилах (арил—ароматический углеводородный остаток) на другие группы (гидроксил, амино-группу и т. д.) приходится прибегать к более сильным хим. воздействиям, чем в соответствующих алифатических соединениях; щелочные свойства ароматических *аминов* (см.) значительно слабее аминов жирных. Этот «кислый» или «отрицательный» характер ароматического остатка находит свое отражение также в ряде других свойств А. с. Особенно резко отличаются ароматические амины своим отношением к азотистой кислоте; с ней они дают т. н. *диазосоединения* (см.), аналоги к-рых в жирном ряду известны только в исключительных случаях. Изменение свойств гидроксила в А. с. выражается в повышении его кислотности; поэтому гидроксильные производные бензола — *фенолы* (см.)—обладают свойствами настоящих кислот. Они реагируют с водными растворами едких щелочей, образуя солеобразные соединения—*феноляты* (см.). Дигидроксильные производные бензола, нафталина и т. д. обладают свойством при окислении, отнятием двух атомов H, превращаться в своеобразные соединения — *хиноны* (см.).

3) Главное отличие А. с. от алифатических, и в особенности от сходных с ними по строению углеродного скелета алициклических соединений, заключается в особом состоянии насыщенности ароматического цикла. Эта насыщенность сообщает А. с. чрезвычайную прочность и стойкость по отношению к различным химическим воздействиям. Эмпирические формулы ароматических углеводородов (C_6H_6, C_7H_8, $C_{10}H_8$, $C_{14}H_8$ и т. д.) показывают, что эти соединения д. б. отнесены к классу ненасыщенных, характеризующихся реакциями присоединения и окисления. Между тем в этом отношении А. с. обнаруживают существенные отличия. Бромистый водород, обычно легко присоединяющийся в месте двойной (этиленовой) связи, к А. с. не присоединяется. Присоединение брома — одна из самых употребительных реакций на двойную связь—осуществляется в отношении А. с. только при наличии особых условий. Особенно характерна устойчивость ароматического «ядра» к окислителям. В то время как жирные и алициклические ненасыщенные углеводороды быстро реагируют с марганцевокислым калием с образованием кислот, бензол в тех же условиях почти не изменяется. Если же при ядре А. с. находится боковая цепь, как, например, в этилбензоле ($C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_3$), то последняя окисляется в карбоксильную группу, и полученное в результате соединение (бензойная кислота $C_6H_5 \cdot COOH$) сохраняет основной углеродный скелет А. с. — свое ядро. Даже при сильных хим. воздействиях, например при сплавлении с щелочами, циклы исходных соединений остаются неизменными.

Для объяснения своеобразных свойств А. с. был предложен целый ряд различных теорий. Первая ф-ла строения бензола была дана немецким химиком Кекуле (в 1865 г.). В структурной ф-ле Кекуле — 6 расположенных в виде шестиугольника метиновых групп (=CH—), из к-рых каждая связана с соседними одной двойной (этиленовой) связью и одной простой (ф-ла I). В виду того, что этиленовые связи характеризуются вполне определенными хим. свойствами, к-рых А. с. лишены, эта ф-ла нуждалась в некоторых дополнительных гипотезах. Одной из них явилась гипотеза парциальных валентностей Тиле, по к-рой остаточные силы хим. сродства атомов углерода взаимно насыщаются, образуя замкнутую систему, где три двойные связи находятся в «конъюгации»—взаимном сопряжении (ф-ла II). С развитием учения о природе хим. сил,

гл. обр. в связи с теорией Вернера, представления о строении бензола подвергались нек-рым видоизменениям. По Вернеру, силы хим. сродства углерода не представляют собой отдельных, независимо друг от друга действующих сил (единицы сродства), но являются частичным выражением одной силы—общего запаса сродства, заложенного в атоме углерода. Т. о. значение каждой данной валентности заранее не определено, но зависит от состояния насыщенности углеродного



I II III

атома, т. е. от количества сродства, потраченного на насыщение другими атомами или группами. При циклическом строении молекулы подобное насыщение может происходить не только за счет связывания других, не входящих в цикл, атомов, но иногда осуществляется внутренним распределением сродства между теми атомами, из к-рых данный цикл составлен. В бензоле этому способствует шестичленная симметричная структура, благодаря к-рой остаточное сродство каждого из шести атомов углерода приходит в состояние внутреннего насыщения, сообщающего циклу бо́льшую прочность и устойчивость. Подобные представления о строении бензола находят свое выражение в ф-ле III, где дугообразные связи иллюстрируют характер внутреннего циклического насыщения. В последнее время, в связи с учением о строении атома, были предложены новые электронные ф-лы строения бензола и других А. с., однако до сих пор они не получили широкого распространения в органической химии и являются только б. или м. удачной попыткой объяснения свойств А. с., как результата действия электростатических сил.

Главным источником получения А. с. является каменноугольная смола — продукт сухой перегонки каменного угля. В результате ее обработки, состоящей из различных операций физ. и хим. характера, добываются разнообразные А. с., составляющие основу производств красителей, фармацевтических препаратов, взрывчатых, душистых и многих других веществ. Важнейшими А. с. каменноугольной смолы являются бензол, толуол, ксилол, фенол, крезол, нафталин, фенантрен и антрацен, промышленная разработка которых в связи с планомерными научными исследованиями вызвала совершенно исключительный рост хим. промышленности в конце прошлого и в начале нынешнего столетия.

Лит.: Meyer V. und Jakobson P., Lehrbuch der organischen Chemie, B. 2, T. I—II, B., 1923; Heinrich F., Theorien d. organischen Chemie, Kap. IX, Braunschweig, 1924. **С. Медведев.**

АРОМЕНИТ, темнокоричневая минеральная краска для железа, сост. из кремнекислых солей, окиси железа и льняного масла.

АРОНДИРНАЯ МАШИНКА, см. *Часовое производство.*

АРОЧНЫЕ МОСТЫ, см. *Мосты.*

АРОЧНЫЕ ПЛОТИНЫ применяются в узких и глубоких ущельях со скалистым дном и склонами. См. *Плотины арочные.*

АРРОРУТ, общее название для крахмалов, добываемых из клубней и корневищ различных тропических растений. Вестиндский настоящий А. добывается из различных видов маранты, которая разводится в Вест-Индии, Гвиане, Бразилии, Ост-Индии и Африке. Остиндский А. (тикуровая, тикоровая, тиковая мука, траванкорский крахмал) добывается из корневищ различных видов куркумы. Квинслэндский и ново-южно-уэльсский А. получаются из клубней различных видов канн. Таитийский А. представляет крахмал, получаемый из растения Tacca pinatifida из семейства Liliaceae, культивируемого на большинстве о-вов Тихого океана. Бразилианский А., называемый тапиока, маниока или кассова, добывается из растения Manihot utilissima из семейства молочайных, а также и из сладкого картофеля, или батата. Родина маниока — Ю. Америка, но он культивируется повсюду в тропиках как важное пищевое растение. Весьма большие клубни его содержат немного синильной кислоты и очень ядовитое вещество маниготоксин; для удаления ядовитого сока они разрезаются на пластинки и отжимаются. Высушенный остаток перемалывается, а крахмал из него получается отмучиванием. Этот крахмал поступает в продажу как в форме порошка, так и в виде частично оклейстерованной крупы, в роде саго (тапиока). А. применяется для изготовления лучших сортов печенья в домашнем хозяйстве, а в медицине — как питательное средство для слабых, больных и детей. **А. Шустов.**

АРСАНИЛОВАЯ КИСЛОТА, *n*-аминофенилмышьяковая кислота; получается действием анилина на мышьяковую кислоту:

$$\underset{\text{анилин}}{NH_2\cdot C_6H_5} + \underset{\text{мышьяковая к-та}}{HO\cdot AsO(OH)_2} = \underset{\text{арсаниловая к-та}}{NH_2\cdot C_6H_4\cdot AsO(OH)_2} + H_2O.$$

Натриевая соль ее $NH_2\cdot C_6H_4\cdot AsO(OH)ONa$, т. н. атоксил, применяется в медицине как средство против тропической сонной болезни, а также против сифилиса. А. к. является исходным материалом для получения многих важных медицинских препаратов мышьяка (сюда же относится и сальварсан). См. *Арсенобензол.*

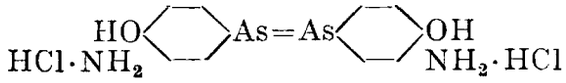
АРСЕНАЛЫ. В СССР арсеналами называются механич. артилл. з-ды, предназначенные для изготовления и ремонта лафетов, передков, зарядных ящиков, колес, упряжи и предметов войскового обоза — парных повозок, двуколок и пр. За границей А.-з-ды обычно имеют более широкий круг специальностей. Так, Вульвичский А. (Англия) изготовляет, помимо перечисленных выше предметов, орудия, снаряды, трубки, взрыватели и прочие предметы вооружения как для сухопутной, так и для морской артиллерии; кроме того он является центром научно-изыскательских и конструкторских работ в области артилл. техники, для чего располагает мощным научно-технич. аппаратом и лабораториями. Такой же характер универсального артилл. з-да имеют и другие заграничные А.-з-ды: в Шпандау (Германия), в Вене (Австрия) и другие. Кроме А.-з-дов за границей имеются также А.-склады, предназначенные для хранения запасов артилл. и иного вооружения. При нек-рых из них устроены богатые артиллер. музеи: в Париже, в Берлине и в Лондоне. Для обслуживания флота предназначены специальные морские арсеналы которые являются частью производственно-ремонтными

единицами, частью складами. Крупн. морские А. — в Лориане и Тулоне (Франция), в Специи (Италия), в Вульвиче (Англия).

АРСЕНАТЫ, соли мышьяковой кислоты, т. е. иона AsO_4'''.

АРСЕНИДЫ, см. *Мышьяка соединения.*

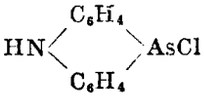
АРСЕНОБЕНЗОЛ, $C_6H_5As : AsC_6H_5$, соединение типа *азобензола* (см.); получается восстановлением спиртового раствора окиси фениларсина C_6H_5AsO оловом и соляной кислотой или амальгамой натрия: $2C_6H_5AsO + 2H_2 = C_6H_5As : AsC_6H_5 + 2H_2O$; желтые кристаллич. иглы, при 212° плавятся в желтую жидкость; в растворе А. легко окисляется. Производные А. имеют большое применение в медицине: сальварсан, солянокислая соль 4,4-диокси-3,3-диаминоарсенобензола



применяется при лечении сифилиса, а также тропических болезней, вызываемых спирохетами (трипанозомы) и др. Его различные производные—соединения с хлорной медью, натриевые, серебряные и др.—представляют собой медицинские препараты, еще сильнее действующие на организм, чем сальварсан.

АРСЕНОПИРИТ, руда (мышьяковый колчедан). Хим. состав FeAsS, тв. 5,5—6, уд. в. 5,9. Встречается в жилах часто вместе с другими колчеданами. А. используется для получения мышьякового ангидрида, а из последнего производятся многочисленные *мышьяковые препараты* (см.); попутно извлекаются находящиеся вместе с А. благородные металлы. В СССР золотоносный район Кочкарской системы (80 *км* к Ю. от ст. Миас Сам.-Злат. ж. д.) изобилует жилами А.; там же находится построенный в 1926 г. единственный в СССР завод для получения мышьяка. А. встречается также на Кавказе, гл. обр. в Осетии и Грузии.

АРСИНЫ БОЕВЫЕ, органические соединения мышьяка, применяемые в качестве боевых отравляющих веществ (О. В.). Содержат 3-валентный мышьяк, органические радикалы и галоид либо группу циана. Главнейшие представители: метилдихлорарсин $CH_3 \cdot AsCl_2$, этилдихлорарсин («дик») $C_2H_5 \cdot AsCl_2$, фенилдихлорарсин $C_6H_5 \cdot AsCl_2$, β-хлорвинилдихлорарсин (т. н. «люизит А») $CHCl : CHAsCl_2$; дифенилхлорарсин $(C_6H_5)_2 . AsCl$, дифенилцианарсин $(C_6H_5)_2AsCN$, $\beta\beta'$-дихлордивинилхлорарсин («люизит В»), $(CHCl : CH)_2AsCl$; фенарсазин-гидрохлорид, или дифениламинхлорарсин (т. н. «адамсит»)



А. б. получаются путем довольно сложного органического синтеза. Некоторые полупродукты их производства являются общими с производством фармацевтических продуктов. Первичные А. б.— маслянистые тяжелые жидкости с резким отвратительным запахом; вторичные—иногда жидкости, чаще твердые кристаллические вещества, мало растворимы или нерастворимы в воде. Введенные в атмосферу в виде паров, дыма или тумана, А. б. даже в очень малых концентрациях вызывают нестерпимое раздражение слизистых оболочек носа, глотки и верхних дыхательных путей, начинающееся обычно с чихания, благодаря чему А. б. называют иногда «чихательными» (О. В.). Вместе с тем наблюдается обильное выделение слизи из носа, сильная головная боль, тошнота и рвота, расстройство координации движений, иногда параличи и т. д. Кроме того, А. б. имеют значительное общее ядовитое действие, а жидкие А. б. жирного ряда, при нанесении на кожу, вызывают глубокие местные поражения с образованием язв, очень медленно заживающих. В хим. отношении А. б. довольно прочные соединения. Водой и щелочами гидролизуются с различной легкостью; способны окисляться, переходя в производные 5-валентного мышьяка. В боевую практику А. б. введены германцами в сент. 1917 г. (снаряды «синего креста»). Применялись гл. обр. в артилл. хим. снарядах (осколочного типа). К настоящему времени разработаны способы применения А. б. в особых дымовых свечах и авиабомбах. Обычно А. б. вводились в атмосферу в виде ядовитого дыма или тумана; в таком состоянии они обладали свойством проникать через противогаз, не задерживаясь поглотительной массой. А. б. нейтрализуются (окисляются) перманганатом и хлорной известью. Защита от А. б. в дымо- и туманообразном состоянии затруднена и сводится к применению специальных механических фильтров, помещаемых в современные противогазы. Мирное применение некоторых А. б.: борьба с вредителями, антисептическая пропитка дерева и т. п. По своей токсичности и общим боевым качествам А. б. являются одним из наиболее сильных (О. В.) и, вероятно, будут широко применяться в будущих войнах.

Лит.: Bertheim A., Handbuch der organischen Arsenverbindungen, Stuttgart, 1910; Raiziss a. Gavron, Organic Arsenical Compounds, A. C. S. Monograph. Series, N. Y., 1923; Dafert O. A., «Monatshefte für Chemie», B. 40, H. 4—5, p. 313, Wien, 1919; Biltz H. u. Bülow, «Lieb. Ann.», B. 423, p. 174, Lpz.—B., 1920; Contardi, «Giornale di chim. applicata», v. 1, p. 11, 1920; Morgan G. and Vining D., «Journal of Chem. Soc.», Transactions, v. 117, p. 780, L., 1920; Steinkopf W., «B», B. 53, p. 1014, B., 1920, B. 54., p. 1437, 1460, 2791, 1921; Green S. J. and Price T. S., «Journal of Chem. Soc.», v. 119, p. 448, L., 1921; Wieland H., «Lieb. Ann.», B. 423, p. 12, 1921. B. 431, p. 30, 1923; Flury F., «Ztschr. f. d. ges. exper. Medizin», B. 13, p. 523, 1921 (токсикология арсинов); Quick A. J. and Adams R., «Journal of Americ. Chemical Soc.», v. 44, p. 805, Easton, Pa, 1922; Mann F. G. and Pope W. J., «Journal of Chemical Soc.», Transactions, v. 121, p. 1757, L., 1922; Lewis W. L. and Perkins G. A., «Industrial a. Engineering Chemistry», v. 15, 3, p. 290, Wsh., 1923.

В. Янковский.

АРСОНВАЛЯ ТЕЛЕФОН, см. *Телефон.*

АРТЕЗИАНСКИЙ КОЛОДЕЦ, колодец, использующий напорную (артезианскую) воду. Вода поднимается в этих колодцах (скважинах) выше уровня кровли водоносного пласта, ее содержащего. А. к. дают напорную, но отнюдь не обязательно фонтанирующую (самоизливающуюся) воду; последняя получается только в том случае, если высота напора эксплоатируемого водоносного слоя выше уровня земной поверхности в месте заложения скважины. А. к. сооружаются путем *бурения* (см.); способы бурения колодцев применяются в зависимости от характера геологических

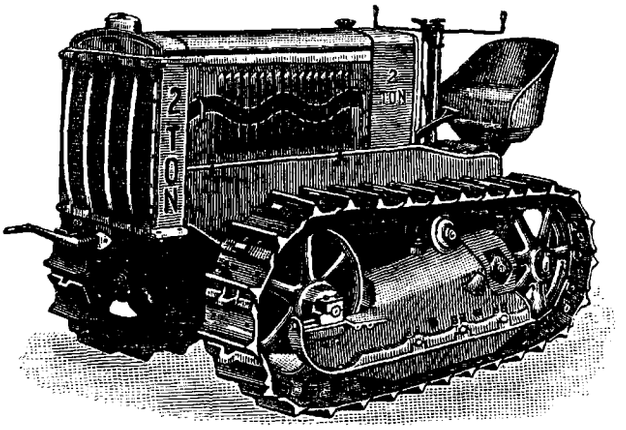
напластований данной местности. От желательного дебита и глубины скважины зависят конечный диаметр скважины и диаметр фильтра, который вставляется в скважину, если водоносный слой песчаный. При известняковом, трещиноватом, но твердом слое и крупном галечнике (конгломерате) фильтр обычно не вставляется. При самоизливающейся в достаточном количестве воде главную роль (помимо гидрогеологических свойств водоносного слоя) играет конечный диаметр; при отсутствии фонтанирования существенное значение имеет начальный диаметр скважины, точнее — диаметр колонны обсадных труб, внутри которых устанавливается насос. От диаметра цилиндра насоса зависит производительность установки, но не удельный дебит скважины. Для откачки воды из артезианских скважин применяются насосы различных систем, в зависимости от потребной производительности, глубины стояния уровня воды в скважине, падения его при откачке и др. свойств водоносного горизонта; чаще всего употребляются штанговые насосы, — ручные или же механические. При высоком уровне стояния воды в скважине и небольшом падении его при откачке устанавливаются центробежные насосы со всасывающей трубой. При глубоком — центробежные с вертикальной осью типа Фарко, опускаемые в скважину, при диаметре обсадных труб $\lessdot$ 360 *мм* (14 дм.), штанговые, и при очень глубоком стоянии воды — компрессорные типа Маммут.

В СССР с промышленными целями А. к. используются в Подмосковном каменноугольном бассейне; отдельные скважины дают самотеком до 455 $м^3$ (37 000 вд.) в час (скважина диаметром 36 дм.—10 дм. на фабрике б. Циндель, на Дербеновской набережной в Москве) и до 615 $м^3$ (50 000 вд.) в час (скважина в г. Богородске). А. к. использованы для водоснабжения гг. Киева, Харькова, Полтавы и др. Причерноморский бассейн снабжает артезианской водой юг Украины и север Крыма; предкавказский бассейн снабжает ставропольский и кубанский районы. Остальные бассейны используются значительно слабее, отчасти (пермский район) благодаря минерализации вод. Артезианские воды азиатской части СССР изучены и эксплоатируются слабо. Самым обширным — 150 000 $км^2$ — является артезианский бассейн Дакоты и Небраски в Америке; самый глубокий А. к., свыше 2,2 *км*, находится в Силезии (в Чухове); самый мощный, 2 100 $м^3$ (170 000 вд.) в час, — оазис Тольга в Алжире.

Лит.: Глушков И. Н., Руководство к бурению скважин, изд. 2, т. 3, М., 1925; Семихатов А., Артезианские и глубокие грунтовые воды европейской части СССР, М., 1925. **В. Ильин.**

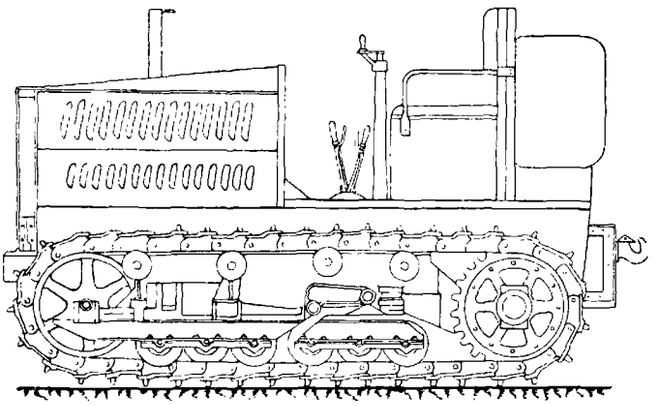
АРТИЛЛЕРИЙСКИЙ ТРАКТОР, самодвижущаяся, преимущественно гусеничного типа, повозка для перемещения материальной части артиллерии по дорогам, бездорожью и снежной целине. Как общее правило, А. т. не несет на себе груза и работает исключительно как тяговая машина.

В настоящее время наиболее распространенным и известным транспортным трактором является Холт — американский в 2½ (фиг. 1), 5 и 10 *т*, послуживший прототипом для русского 5-*т* трактора Большевик (фиг. 2). Оба 5-*т* трактора характеризуются применением стальной литой гусеницы, четырехцилиндрового бензинового



Фиг. 1. Новейшая 2½-*т* модель американского гусеничного трактора фирмы Холт.

двигателя мощностью около 40 HP при 1 050 об/м. и тремя скоростями в 2,3, 4,2 и 8 *км/ч* для американского и в 2,3, 4,2 и 10,5 *км/ч* для русского трактора. Вторым распространенным типом трактора является WD — германский в 6,3 *т* (фиг. 3), послуживший прототипом для русского 8-*т* трактора Ком-



Фиг. 2. Русский 5-*т* гусеничный трактор Большевик.

мунар. Этот русский тип трактора характеризуется применением штампованной гусеницы, четырехцилиндрового бензинового двигателя в 65 HP при 850 об/м. и тремя ско-



Фиг. 3. Трактор WD на подъеме.

ростями в 2,0, 5,2 и 7,9 *км/ч*, при чем в последних моделях этого типа высшая скорость доходит до 18 *км/ч* при мощности двигателя в 85 HP. В 1925 г. чехо-словацким

заводом Шкода выпущен универсальный тип трактора-танка, представляющий колесно-гусеничную тяговую машину, конструкция которой предусматривает возможность постановки брони и вооружения для превращения трактора в случае надобности в танк. В том и другом случае машина Шкода двигается по дорогам на колесном ходу, а при переходе на бездорожье колеса м. б. быстро подняты, и машина переходит на гусеничный ход. Основная характеристика этой машины такова: вес 6,5 *т*, мощность двигателя 60 HP, макс. скорость 14,2 *км/ч* на гусенице и 21,2 *км/ч* на колесах. Характеристика тоннажа трактора определяет его вес и обычно в условиях работы на военной службе соответствует весу прицепного груза.

Известны попытки создать специальный военный А. т., как, напр., америк. корпусной трактор (см. «Army Ordnance» за 1924 г., № 25), существенное отличие к-рого заключалось гл. обр. в повышенной до 26 *км/ч* скорости, в лучшем рессорном подвешивании и в специальных сцепных и упряжных приборах, но развития этот военный А. т. не получил. Из специальных требований, предъявляемых А. т., надо отметить: 1) большой объем горючего для хода на дистанцию не менее 100 *км*; 2) способность совершать дневной переход в 50—80 *км* с прицепным грузом не меньшего веса, чем собственный вес трактора; 3) возможность прохождения брода глубиной ок. 0,75 *м*; 4) наличность упряжного прибора, допускающего быструю, удобную и надежную сцепку трактора с повозками материальной части артиллерии; 5) большую поворотливость.

В отношении отдельных качеств трактора, имеющих важное значение с точки зрения военной, надо указать на следующее. Новейшие тенденции в тракторостроении стремятся к облегчению и хорошему подрессориванию гусеницы и к уменьшению шума на ходу. Вес гусеничной ленты в новых моделях снижен до 100 *кг/м²* опорной поверхности против 270 *кг* у первых тракторов. Удельное давление гусеницы на грунт в современных моделях тракторов принимают в 0,4—0,5 *кг/см²*. Коэфф. сцепления μ гусеничной ленты (траков) с грунтом доходит в новых моделях до 0,8, т. е. максимальная сила тяги достигает 80% собственного веса трактора. Увеличение этого коэфф. весьма желательно, т. к. ту же силу тяги можно будет получить от трактора меньшего веса, обладающего лучшей проходимостью по деревянным мостам проселочных дорог; он м. б. еще увеличен применением шпор на траках гусеницы. Колесные тракторы в настоящее время, при наличии высоких шпор, развивают на пашне тягу, превышающую уже их собственный вес. Но, с другой стороны, эти шпоры мешают двигаться по дорогам, а зимой они тягу не увеличивают.

Параллельно с уменьшением веса тракторов, при той же предельной силе тяги, в современных конструкциях постепенно повышают мощность двигателей и, следовательно, скорость передвижения. Вместе с тем растет и коэфф. отдачи мощности на крюке. Удельная мощность в новых америк. моделях доходит до 11—12 HP на *т* собственного веса трактора, а в нек-рых опытных моделях — до 15 HP. Коэфф. отдачи мощности на крюке доводится до 60—70% при кпд всех передаточных механизмов трактора ок. 75—80% и при коэфф-те сопротивления движению гусеницы по грунту около 0,10, т. е. при 100 *кг* сопротивления на *т* собственного веса трактора.

Все перечисленные требования предусматриваются и осуществляются частично или полностью при проектировании тракторов, предназначаемых для боевого употребления в артиллерии. Т. о. нормальным А. т. является гусеничный трактор мощностью в 40—120 HP, весом 3—10 *т*, при удельном давлении на грунт ок. 0,5 *кг/см²*, при наличии высшей скорости не менее 10 *км/ч*. Тоннаж трактора определяется весом того неделимого артилл. груза, который должен перевозить трактор (орудийная система, боевые припасы и пр.). Весьма важной с точки зрения мобилизационной является возможность милитаризации тракторов, употребляемых для гражданских целей. Но в этом вопросе большое затруднение заключается в том, что ходовыми с.-х. тракторами, как показывает практика тракторизации сельск. хозяйства, являются легкие колесные тракторы в 15—25 HP, весом в 1,5—2 *т*, каковые по мощности и конструкции не отвечают указанной выше характеристике типового А. т. Применение в артиллерии малых тракторов, как, напр., Клетрак, Фордзон, на гусеничных придатках экономически невыгодно и тактически неудобно, и подобные тракторы м. б. использованы лишь как мобилизационный резерв. Колесные А. т. применяются редко, и для движения по слабому грунту, песку, болоту, снегу, вследствие большого удельного давления колес на грунт, они не пригодны. Из машин этого рода можно отметить: германский тяжелый Даймлер и итальянский легкий Павези. **С. Шукалов и В. Михайлов.**

АРТИЛЛЕРИЯ, в узком техническом смысле слова обозначает совокупность тех материальных средств, к-рые служат для нанесения поражения противнику с достаточно большого расстояния. Эти предметы, в качестве составного элемента войсковой части или боевой единицы (корабль, танк, батарея), называются вооружением. Разнообразие задач, возлагаемых на А., как род войск, влечет за собой разнообразие образцов артилл. вооружения как по баллистич. качествам, так и по конструкции. А. делят на материальную часть и боевые припасы (или огнеприпасы). Материальная часть А. совершенно безопасна для хранения; в состав ее входят артилл. орудия со своими средствами перевозки. Артилл. орудие представляет ствол, помещенный для стрельбы на лафет. В зависимости от длины ствола, от величины боевого заряда и характера стрельбы артилл. орудия носят названия — пушки, гаубицы и мортиры. На неподвижном при выстреле лафете устанавливается прицельное приспособление к-рое в настоящее время делают оптическим, чем достигается более точная наводка орудия. Самая наводка производится

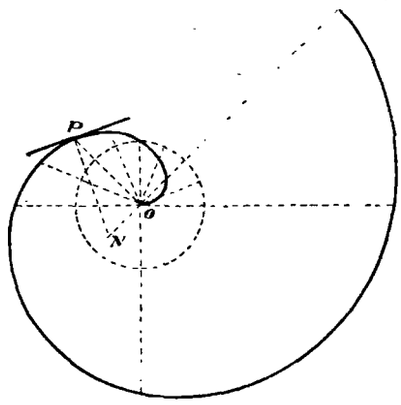
не прямо по цели, а по вспомогательной точке наводки, так как при обычном укрытом расположении цель от орудия не м. б. видна. Непрямая наводка выполняется при помощи угломера, входящего в состав прицельного приспособления. Наиболее совершенным образцом оптического прицельного приспособления, включающего угломер, считается панорама Герца. Для перевозки лафет соединяется с передком, к которому припрягаются лошади; при перевозке механической тягой орудие соединяется с *артиллерийским трактором* (см.) сцепным приспособлением. В передке помещается небольшое количество боевых припасов. Главная масса боевых припасов перевозится в зарядных ящиках или, при механич. тяге, на прицепках, тракторах и грузовиках. В понятие боевые припасы входят *снаряды* (см.), *заряды* (см.) и средства воспламенения (см. *Воспламенители*). Могущество А. выражается действием ее снарядов; вследствие этого усовершенствование снарядов достигло высокой степени. Для каждого вида цели конструируется специальный снаряд: шрапнель служит для стрельбы гл. обр. из пушек—по живым целям; фугасные граната или бомба служат для стрельбы гл. обр. из гаубиц и мортир — для разрушения мертвых преград; осколочная граната и бризантный снаряд—для поражения осколками живых целей; осветительный снаряд, зажигательный снаряд, химический и осколочно-химический снаряды, появившиеся со времени мировой войны, служат для поражения живых сил противника посредством удушающих и отравляющих химич. веществ. Для надлежащего действия каждый тип снаряда снабжается соответствующей *дистанционной трубкой* (см.), *взрывателем* (см.) или ударно-детонаторной трубкой. Боевой заряд пороха подбирается из соответствующих каждому орудию марок бездымного пороха и для стрельбы укладывается в орудийную гильзу или зашивается в мешок, называемый картузом. Наконец, для воспламенения боевого заряда служат средства воспламенения — капсюльная втулка, вытяжная трубка, электрич. или ударная обтюрирующая трубка. Для надежного и равномерного воспламенения заряда из бездымного пороха, в крупных орудиях применяется специальный воспламенитель из дымного пороха. **В. Руппенейт.**

АРУМИВИ-КАУЧУК, африканский сорт средней доброкачественности, из Конго; внутри — часто губчатого строения вследствие брожения. См. *Каучук*.

АРХИМЕДА ЗАКОН, открытый Архимедом закон, по которому всякое тело, полностью или частично погруженное в жидкость, испытывает в ней давление снизу вверх, равное весу жидкости, вытесненной данным телом, и приложенное к центру тяжести его (см. *Гидростатика*). Если вес полностью погруженного в жидкость тела меньше оказываемого на него по А. з. давления, то тело всплывает; в противном случае тело тонет. Когда же давление равно весу тела, то обе эти силы взаимно уравновешиваются, и тело плавает в жидкости. А. з. пользуются в судостроении и воздухоплавании для определения плотности (удельного веса) различных тел.

АРХИМЕДОВ ВИНТ, для подъема воды при различных гидротехнических работах, состоит из цилиндрической трубы, внутри которой проходит вал с укрепленными винтовыми поверхностями. А. в. устанавливается наклонно, одним открытым концом в воду, под углом в 30°. При вращении цилиндра вода постепенно поднимается по винтовым оборотам и, достигая верхнего конца, выливается в подставленный лоток. См. *Водоподъемные механизмы*.

АРХИМЕДОВА СПИРАЛЬ, плоская кривая, описываемая точкой, движущейся равномерно по прямой, в то время как прямая вращается равномерно вокруг одной из своих точек. Уравнение А. с. в полярных координатах: $r = k\varphi$ (k — постоянное число). А. с. состоит из двух симметричных ветвей, соответствующих положительному и отрицательному значениям φ. Длина отрезка любого радиуса-вектора между соседними витками равна $2\pi k$. Радиус кривизны А. с. равен $\frac{(k^2+r^2)^{3/2}}{2k^2+r^2}$. Полярная подкасательная равна $\frac{r^2}{k}$. Полярная поднормаль равна $k = \text{Const}$. Отсюда — построение нормали к А. с. в любой точке P: перпендикулярно к радиусу-вектору OP откладывают отрезок ON, имеющий длину k. Линия PN и есть нормаль к А. с. Длина дуги А. с. $s = \frac{1}{2}k\left(\varphi\sqrt{1+\varphi^2} + ar\,sh\,\varphi\right)$. При большом числе витков, приближенно, $s \cong \frac{1}{2}k\varphi^2$.



АРХИТЕКТУРА, от греч. ἀρχιτεκτονική — высшее строительное искусство, по-русски — зодчество. А. в широком значении обнимает всякое сооружение. Преимущественно А. называют искусство проектировать и строить здания, имеющие не только утилитарное, полезное назначение, но и художественное, эстетическое. Чем сильнее выражена последняя сторона, тем ценнее в архитектурном отношении само строительство. Понятие об А. отождествляется часто с понятием о строительстве вообще. В самом строительном искусстве есть элементы двух родов: технические и эстетические. Техника строительства изучается теперь особым циклом специальных наук (которые иногда неправильно продолжают называть: «гражданская архитектура», «строительное искусство»). В узком современном значении А.—это искусство художественно выражать сущность сооружения путем композиции (организация) внутреннего содержания (структура) и внешней

его обработки (фактура), независимо от того, будет ли это квартал города, плотина гидросиловой установки, фабрика, жилой дом или отдельный предмет его меблировки — шкаф, стул и пр. Архитектурно то сооружение, в котором пространство и массы приведены в известный гармонический порядок, производящий эстетическое впечатление на зрителя. Архитектурно то сооружение, назначение к-рого ясно выражено в распланировке частей (в плане, разрезе, фасаде), в свойстве примененных материалов и конструкций, где характер внешности (убранство)—лишь средство для выявления общей идеи сооружения, но не самоцель.

А. имеет свою историю. Возникновение А. уходит в глубь веков, в доисторическое время; оно, несомненно, находится в тесной связи с необходимостью для человека иметь убежище от непогоды и с потребностью его украсить свое жилище. На характер А. влияют условия: географические, климатические, выбор материалов, развитие техники, социально-политические, религиозные, мистические, исторические и пр. Поэтому А. у разных народов различна. Характер А. также изменяется с течением времени. Отсюда—происхождение различных архитектурных стилей. «А. передает с такой же достоверностью историю развития человечества, как раковины и ветви кораллов рассказывают о низших организмах, когда-то обитавших в них» (Ганс Земпер). Современная европ. А. формировалась постепенно путем различных преемственных влияний, берущих свое начало в искусстве древнего мира. Основная конструктивная форма греческой А. — колонна, поддерживающая балочное перекрытие (система вертикального давления), была дополнена в древнем Риме аркой и сводом (система уравновешенного горизонтального распора). На почве этих античных форм развился стиль Возрождения сначала в Италии, постепенно распространившийся затем и на другие страны, где, в зависимости от местных условий и внешних влияний, принимал разнообразные оттенки и ,в конце концов, стал всеобщим мировым стилем. В последнее столетие происходит вырождение этого стиля, значительно утратившего конструктивную логику форм, которые, благодаря этому, приобрели громоздкость, неподвижность, превратившись в трафареты декораций, почти не связанные с сущностью сооружения. В самое последнее время, в связи с применением новых материалов и приемов в строительстве (различные каркасные конструкции), начинается искание новых форм, к-рые еще не вылились в какой-либо новый стиль. При современном состоянии международных связей, допускающих быстрый обмен идей и материалов, создаются условия, благоприятные для исчезновения характерных национальных черт в А. разных стран и ведущие к большей интернациональности А.

А. — искусство не изобразительное, а конструктивное, пространственное, и художественная сущность А.—ритмическая. А. часто сравнивают с музыкой, потому что различные части художественного произведения—архитектурного или музыкального—находятся между собой в гармоническом соотношении, ничто не носит характера случайности, все подчинено общему тону и ритму. Изучение образцов античной А., их деталей и пропорций приводит к заключению, что законы, лежащие в основе А., как и музыки, — физические (числовые). Из многочисленных наблюдений художники-теоретики делали общие выводы, создали типы архитектурных элементов и композиций, рекомендуя их как образцы, как правила. В основе их лежала та идея, что не только массы здания, но и его части, формы, колонны со всеми их подробностями, их диаметр, высота, расстояние между ними, размер частей, лежащих над ними и под ними, со всеми мельчайшими деталями — д. б. соразмерны и подчиняться одному числовому распорядку. Теория А. делит такие композиции, состоящие из колонн и относящихся к ним частей, на пять типов, ордеров. Архитектурные образцы, ордера и пр. не м. б. предметом копировки или компиляции. Теория А. для архитектора, как теория музыки для музыканта,—лишь грамматика, помогающая правильно понимать художественные произведения; чтобы свободно творить, нужен еще и художественный талант. Для обеспечения большей архитектурности инженерных и специального назначения сооружений, теперь, при их проектировании, применяется совместная работа инженеров-специалистов и архитекторов-художников. **М. Крюков.**

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОРДЕРА, см. *Ордера.*

АРХИТЕКТУРНЫЙ СТИЛЬ, см. *Стиль.*

АРЦИША ПАРОВОЙ КОПЕР, механизм, служащий для забивки свай в грунт; состоит из обыкновенного деревянного остова с двумя направляющими, между которыми помещается паровая баба. Баба, работая автоматически, делает до 50 ударов в минуту при высоте подъема до 1 *м.*

Лит.: Курдюмов В. И., Материалы для курса строительных работ, выпуск. 3 — Свайные работы, СПБ., 1911.

АРЫК, искусственный оросительный канал. См. *Орошение.*

АСАМ, ост-индский сорт каучука из Ficus elastica. Обыкновенно отличается значительной упругостью и сопротивлением на разрыв. Поступает в продажу в виде больших или малых комьев из перевит. питей, в упаковке из плетеной соломы. Лучшие сорта имеют в разрезе красноватый, блестящий вид, худшие—красно-бурый, матовый. Промывка сопряжена с потерей 15—40% А. После промывки и сушки обнаруживается содержание смол—5,6%, золы—0,7% (по Веберу). А. часто фальсифицируется путем прибавления посторонней смолы.

АСАФЕТИДА, асан, камедесмола, затвердевший сок, вытекающий из порезов на стволах и корнях растений Scordiosma foetidum Bunge и Nartex foetida Falc. (Ferula assa foetida Rgl.), растущих в Афганистане, Персии и пограничных с ними районах СССР. В состав А. входит ок. 61% эфира асарезинотаннола $C_{24}H_{33}O_4OH$ и ферулокислоты $C_6H_3\begin{cases}OH\\OCH_3\\CH:CHCOOH\end{cases}$, 0,4%

свободного резинотаннола, и 1,25% свободной ферулокислоты, 25% камеди, следы ванилина и около 5% влаги и примесей. А. отличается резким чесночным запахом, находит ограниченное применение в медицине как противосудорожное средство и в технике для приготовления *замазки* (см.).

АСБЕСТ, минерал. Различают две группы А.: змеевиковый А., или *хризотил* (см.), и роговообманковый А. Главное значение в промышленности имеет первая группа А., составляющая 95% мировой добычи. Хризотил, волокнистая разновидность змеевика, или серпентина, представляет собою водный силикат магнезии; хим. сост. $3\,MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2\,H_2O$ (43,5% MgO, 43,5% SiO_2 и 13% H_2O). В природе он встречается вросшим в тальковый сланец или известняк, образуя в них жилы и прожилки, мощность которых, от 200 до 1 *мм* и меньше, определяет собою и длину волокна. Физические особенности А. — прочное, эластичное, тонкое и длинное волокно, огнестойкость, нетеплопроводность, кислото- и щелочеупорность — делают А. весьма ценным материалом для различных отраслей промышленности. Волокно дает 30—40 *кг* сопротивления растяжению на 1 *мм*^{2}. Хризотиловый А. обладает большой огнестойкостью, но при 800° волокно хризотила становится хрупким, а при 1 500° плавится. Благодаря легкости расщепления волокон А. и применению их для текстильных целей А. часто называют горным льном. Минералогическое название его—амиант. Роговообманковый А. обладает несколькими разновидностями, из которых наиболее известны: актинолит, или лучистый камень, хим. сост. $CaO \cdot 3\,(Mg, Fe)O \cdot 4\,SiO_2$, содержащий довольно значительное количество железа, благодаря примеси Fe_3CaSi_4 (содержит FeO от 6 до 13%); антофиллит $(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$ и крокидолит $Na_2O \cdot Fe_2O_3 \cdot 2\,FeO \cdot 6\,SiO_2$, или синий А., называемый также капским А., по месту его добычи (Капская колония в ю. Африке). Спутанноволокнистые аггрегаты А., образующие более плотные массы, носят названия горного мяса, горной кожи (палыгорскит), горной пробки, промышленное значение которых в настоящее время очень невелико.

Применение А. Благодаря своим весьма ценным хим. и физ. свойствам А. за последние годы получил большое распространение в самых разнообразных отраслях промышленности. Наиболее важными областями применения А. являются: а) производство текстильных изделий, на которые идут лучшие сорта А., со средней длиной волокна от 8 до 9 *мм* и выше, и б) строительная промышленность, в которой применяются остальные, более низкие сорта, с длиной волокна от 6 до 1 *мм* и менее. Текстильные изделия из А. употребляются гл. обр. при производстве всевозможных набивок для высоких давлений в паровых машинах, гидравлических прессах, компрессорах и т. д.; в большом количестве А. идет для производства тормозных лент (из асбестопроволочной ткани) для автомобилей, электроизоляционных лент, фильтровальных тканей, для изготовления огнебезопасной одежды, огнестойких асбестовых театральных занавесов, пожарных лестниц, канатов и т. д. В строительной промышленности А. употребляется для производства обширной группы асбесто-цементных изделий (от 80 до 92% портланд-цемента и от 20 до 8% А., а чаще от 10 до 16%), из к-рых наиболее известны *этернит* (см.)— листовой материал и кровельные плитки, употребляющиеся вместо естественного шифера; в последнее время стали изготовлять асбестовую фанеру, асбестовые трубы, шпалы и пр. Наибольшее развитие асбесто-цементная промышленность получила в Италии, в частности в производстве труб для проводки газа, воды, сжатого воздуха, нефти и отвода всякого рода сточных вод. По сделанным в Италии на основании обширного опыта подсчетам проводка трубопроводов из асбесто-цементных труб дает, по сравнению с чугунными, экономию до 32—37%, в зависимости от системы соединительных муфт. В СССР за последнее время с значительным успехом стала применяться известково-цементно-асбестовая штукатурка для промышленных зданий, в виду ее огнестойкости, нетеплопроводности и гигроизоляционных свойств. Асбестовое волокно длиной в 2—3 *мм* идет на производство асбестовых картона и бумаги, употребляемых в строительстве в больших количествах для производства асбестового толя, противопожарной, тепловой и электрической изоляции. Из этого же волокна изготовляется теплоизоляционный материал *асбестит* (см.), употребляемый у нас в большом количестве для обкладки паровых котлов, цилиндров и пр. Самое мелкое волокно, короче 2—1,5 *мм*, употребляется для изготовления асбесто-магнезиальных полов, асбесто-асфальтовых тротуаров, огнестойких красок и пр. В виде ваты А. применяется для фильтрования воды и газов. Особое значение имеет асбестовая вата для фильтрации виноградных вин. Платинированный А. (см. *Асбестовые изделия*) употребляется в контактном способе изготовления серной кислоты. Около $^2/_3$ мирового потребления А. приходится на долю С.-А. Соед. Штатов. Рост потребления асбеста и распределение его по странам (в *т*) показаны в следующей таблице:

Годы	С.-А.С. Ш.	З. Европа	Другие страны	Всего
1913	87 500	33 500	29 000	150 000
1921	58 500	28 500	28 000	115 000
1922	120 000	37 000	14 000	171 000
1923	153 000	45 000	22 000	220 000
1924	166 500	56 500	24 000	247 000
1925	189 000	74 500	35 500	299 000

Сортаменты А. В Канаде, дающей 80% мировой добычи А., принят, сортамент, указанный в помещенной ниже табл.

Наш уральский сортамент в настоящее время состоит из 7 сортов: I с.—со средней длиной волокна 16—18 *мм*, II с.—13 *мм*, III с.—9 *мм*, IV с.—5,5 *мм*, V с.—2,5 *мм*, VI с.—1,5 *мм* и VII с.—0.8 *мм*. Отдельный сортамент имеет и капский асбест.

Сортамент канадского асбеста.

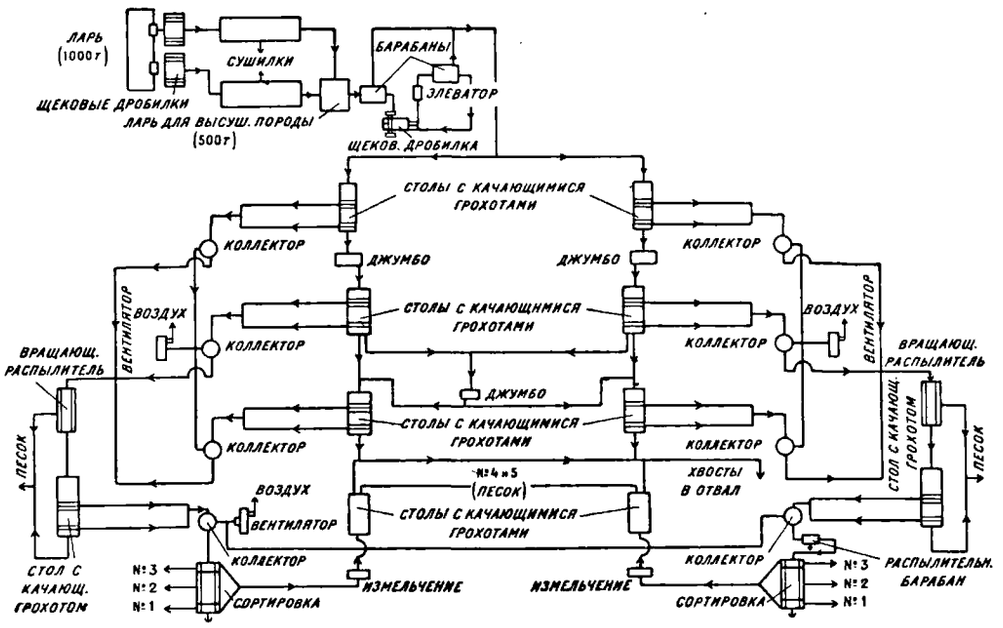
№№	Название сортов	Длина волокна в *мм*	Средняя цена *т* А. в 1926 г. в долл.
I	Кусковый № 1 (Crude № 1)	15—25	578
II	Кусковый № 2 (Crude № 2)	10—18	330
III	Длинное текст. волокно (Long spinn. fiber) . . .	до 14	210
IV	Среднее текст. волокно (Medium spinn. fiber) . .	» 11	148
V	Шиферный (Shingle stock) .	» 11	77
VI	Бумажный (Paper stock) .	» 5	46
VII	Цементный (Cement stock) .	» 5	27
VIII	Мелочь (Sands a. Floats) .	< 1,2	15

Добыча и обработка. Добыча А. производится во всем мире открытыми карьерами, достигшими в Канаде значительной глубины в 100 *м*. А. отделяется от породы на особых обогатительных фабриках. Добытая порода сортируется вручную или механическим способом. При механическом способе руда сначала дробится на дробилках Блэка, затем грохотится, а волокно отделяется воздушным отсасыванием. Выход товарного А. из 1 *т* добытой и обработанной породы и сортамент получаемого А. определяют богатство и промышленную ценность месторождения. На фиг. 1 указана типичная схема обработки асбестоносной породы. В Канаде извлекают из месторождения весь А., до самых мельчайших волокон, получая от 3,5 до 7,5% (в среднем 5—6%) А. от всей массы добытой породы. На Урале и в Родезии выход А. из породы составляет всего 1—1,5%, так как более низкие сорта не извлекаются.

Главнейшие месторождения А. Канадские месторождения, расположенные в вост. части провинции Квебек, дают 80% мировой добычи А. В 1925 г. добыча А. в Канаде составила 279 522 *т*, стоимостью 8 976 645 долл., в 1926 г. — 265 000 *т*, стоимостью 8 800 000 долл., что дает среднюю ценность 1 *т* А. в 33 долл. Вслед за канадскими следуют месторождения в Родезии, в юж. Африке, поднявшие свое производство, пользуясь отсутствием на мировом рынке русского А. в первые годы революции, с 487 *т* в 1914 г. до 34 430 *т* в 1925 г. и 38 000 *т* в 1926 г., стоимостью около 900 000 фн. ст., или около 23 фн. ст. за *т* (т. е. тонна родезского А. в среднем в 3½ раза дороже канадского). Месторождения Юж.-Африканского Союза, расположенные в Трансваале и в Капской колонии, дают в настоящее время 16 000 *т* в год, стоимостью 235 000 фн. ст. Значительные месторождения А. находятся также на о-ве Кипре; в 1926 г. они дали около 8 000 *т* — вдвое больше, чем в предыдущем году, и могут развить свою добычу до 16 000 *т* в год. Со времени возникновения асбестовой промышленности в 1878 г. по 1925 г. вкл., из всей мировой добычи А. в 3 200 000 *т*, на сумму 350 млн. р., в России и в СССР было добыто 242 000 *т* (7,6% мировой добычи) на сумму 35 млн. р. (10,1% мировой стоимости); в Канаде — 2 610 000 *т* (81,5% мировой добычи) на сумму 247,2 млн. р. (70,6%); в Родезии — 5,2% по весу и 12,4% по стоимости. Наиболее крупные месторождения А. в СССР находятся на Урале, в 35 *км* от станции Баженово, и в 85 *км* к С.-В. от г. Свердловска. Открытие этого района дало прочную базу для развития нашей промышленности, занявшей видное место в мировой добыче. Запасы А. в баженовском районе исчисляются до 10 млн. *т*. Извлекается А. лучших сортов, со средней длиной волокна не менее 2,5 *мм*. Рост добычи и экспорта

Мировая добыча асбеста (в *т*).

Страны	1900 г.	1913 г.	1921 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.
Канада	18 390	122 950	78 730	144 300	185 040	203 170	279 522
СССР	3 800	23 546	2 580	1 760	5 400	8 100	10 350
Родезия	—	315	19 690	14 360	18 330	23 530	34 430
Юж. Африка	290	830	4 510	4 340	7 550	6 520	9 150
Кипр	—	1 260	900	1 530	1 560	3 900	4 400
Остальные страны	2 700	1 410	2 590	3 710	2 120	2 000	3 790
Всего	25 180	150 311	109 000	171 000	220 000	247 220	341 642



Фиг. 1. Типичная схема обработки продольноволокнистого асбеста.

сортового асбеста характеризуется следующими данными (в *m*):

Годы	Добыча	Экспорт
1913	23 546	10 949
1923/24	8 816	5 852
1924/25	11 640	6 630
1925/26	17 952,6	7 770

По качеству баженовский А. является одним из лучших в мире (фиг. 2). Кроме этих месторождений, известен ряд месторождений А. на юж. Урале, в Сибири, на Алтае и в Енисейской губ., но промышленное значение их не выяснено. В самое последнее время открыты новые залежи асбе-



Фиг. 2. Жила асбеста баженовского района.

стоносных пород на Сев. Кавказе. Предварительное обследование дало достаточно удовлетворительные результаты. Баженовский район дает 98,4% всего добываемого в СССР А. Главный потребитель нашего А. — европейский рынок. Цены регулируются Канадой, как главным производящим центром. Следующая таблица дает цены за тонну нашего сортового А. франко европейские порты в фн. ст.:

Сорта	1913 г.	1920 г.	1925/26 г.
I	32	51	47,84
II	25	36	38,38
III	19	32	32,03
IV	14	21	20,28
V	7	10	8,35
VI	—	—	6,01

Количество и качество месторождений А. в СССР предопределяет и впредь крупную роль нашего А. на мировом рынке и значительно более широкое применение его на внутреннем рынке. Изучение асбестовых месторождений, механизация добычи и более рациональная переработка А. с возможно более широким использованием низших его сортов для строительных целей — вот основные задачи будущего развития асбестовой промышленности в СССР.

Лит.: Михеев Н. С., Пути развития асбестовой промышленности, Труды Ин-та прикл. минералогии и металлургии, вып. 7, М., 1924; Михеев Н. С., Асбест, «Нерудные ископаемые», стр. 53—96, 1926 (в приведенном труде помещен исчерпывающий список литературы).

АСБЕСТИТ, асбестовый шлам, получается из отстойных бассейнов при изготовлении асбестового картона. А. вместе с перемолотыми отбросами асбестового производства смешивают с одинаковым количеством цемента или небольшим количеством извести и замачивают достаточным количеством воды. Получается пластическая масса, к-рой обмазывают плетеную проволочную основу; в таком виде А. употребляется гл. обр. в строительном деле как кислотоупорный материал. См. *Асбест*.

АСБЕСТОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. Асбестодобывающая промышленность в экономике нашего хозяйства имеет весьма серьезное значение, как поставщик на весьма крупную сумму экспортной продукции на европ. рынок и как важный фактор в деле развития нашего огнестойкого строительства. Главные потребители асбеста—С.-А. С. Ш. и З. Европа—не имеют на своей территории промышленных месторождений асбеста и вынуждены импортировать его из добывающих стран. С.-А. С. Ш. питаются гл. обр. канадским асбестом, поглощая до 80% его выработки. З. Европа с каждым годом все более и более лишается канадского асбеста и тем самым вынуждается к импорту асбеста из других стран, в том числе и из СССР. Потребление асбеста в Европе развивается гл. обр. по линии шиферного производства, что обусловливает наш экспорт шиферных сортов асбеста, являющихся первоклассными по высокому качеству волокна. За последнее время заграничная практика установила большие преимущества текстильных сортов нашего асбеста для изготовления тормозных автомобильных лент. На европ. рынке имеется спрос и на низшие сорта асбеста, который идет в качестве ценной примеси к шиферным сортам других стран. Асбестодобывающая промышленность СССР представлена трестом общесоюзного значения «Ураласбест», который объединил все частновладельческие предприятия на Урале после их национализации в 1921 г., за исключением Алапаевского месторождения, переданного в 1922 г. в концессию Американской объединенной компании. Товарная продукция треста в ценностном выражении представляется для 1925/26 г. в сумме 4 900 000 р. и для 1926/27 г. — 5 225 000 р. В довоенное время экспорт нашего асбеста составлял 44% всего потребления асбеста в Европе. В настоящее время, несмотря на то, что мы приближаемся к размеру абсолютной цифры довоенного экспорта, этот экспорт, однако, составляет всего лишь 7,5% потребления в Европе, что свидетельствует о том, насколько велик рост потребления асбеста в европ. промышленности. Этому росту должно соответствовать дальнейшее развитие нашего экспорта асбеста. За последнее время намечается тенденция к созданию организаций, объединяющих значительную часть предприятий в главных районах добывания асбеста. Так, бо́льшая часть канадских асбестовых рудников объединилась в «The Asbestos Corporation Ltd», а значительная часть рудников в Родезии находится под контролем «Rodesian a. General Corporation Ltd». По мере постепенного увеличения выхода нашего асбеста на мировой рынок, в заграничной печати все чаще поднимаются голоса за включение в круг объединенных заграничных организаций и асбестодобывающей промышленности СССР.

Из главнейших мировых центров по торговле асбестом до войны наибольшую роль играл Гамбург, который за время войны

уступил ее Нью-Йорку. В последнее время наметился новый крупный торговый центр—Лондон. Большая часть добываемого в мире асбеста проводится на рынок при посредстве крупных торговых фирм, как то: «Asbestos a. Mineral Corporation», «Asbestos Ltd» и др. в С.-А. С. Ш., «Asbestos Corporation Ltd.» в Канаде, «Hobdell Way & C°» в Англии, «Bekker u. Haag» в Германии и т. д. Мировые цены на асбест перед империалистической войной испытывали довольно длительный период депрессии. В настоящее время цены эти примерно на 50—70% выше довоенных и, в связи с синдицированием А. п., продолжают крепнуть. Продажные цены внутреннего рынка представляются в таком виде по сортам асбеста:

Сорта	Цена за *т* (в рублях)	Сорта	Цена за *т* (в рублях)
I	620	V	90
II	460	VI	60
III	320	асбестит	145
IV	220	картон	300

Наиболее полное использование всех сортов асбеста в промышленности мы имеем в С.-А. С. Ш. Постепенно на путь широкого использования средних и низших сортов асбеста в строительной промышленности вступает З. Европа и в первую очередь — Англия, что должно в ближайшем будущем значительно увеличить спрос на эти сорта асбеста со стороны стран-потребительниц. Потребление сортового асбеста внутри СССР выражается для 1925/26 г. 5 200 *т* и для 1926/27 г. 8 200 *т*. Спрос внутреннего рынка сильно развивается и несколько превышает производственные возможности треста, имеющиеся в настоящее время для удовлетворения этого спроса. Для нашего Союза применение асбеста в строительной промышленности должно иметь особо важное значение, если принять во внимание общий недостаток строительных материалов при бурном темпе развития строительства всех видов. Этим предопределяются пути дальнейшего развития асбестодобывающей промышленности по линии наиболее полного использования низших строительных сортов асбеста. Между тем, нами в настоящее время из асбестового месторождения извлекается только часть заключающегося в нем волокна, принадлежащего к более высоким сортам (длиной не менее 2,5 *мм*), бо́льшая же часть волокна, относящаяся к низшим сортам асбеста (длиной менее 2 *мм*), остается неиспользованной в месторождении. Проблема извлечения низших сортов асбеста и использования их для строительной промышленности является весьма серьезной в экономике нашего хозяйства, если принять во внимание, что эти сорта составляют, повидимому, $^2/_3$ всех наших запасов в месторождениях асбеста по весу и $^1/_3$ по ценности. Этим обстоятельством определяются ближайшие задачи, которые выдвигаются жизнью перед нашей А. п.: 1) широкая механизация и рационализация как горных работ, так сортировки и транспортировки породы, руды и асбеста, в целях всемерного снижения стоимости этого вида минерального сырья; 2) пересмотр современного нашего сортамента асбеста с точки зрения наибольшего приспособления его к определившимся требованиям европ. и внутреннего рынка и соображениям коммерческой выгодности; 3) подготовка внутреннего рынка к использованию низших сортов асбеста в строительной промышленности путем налаживания новых производств асбестостроительных материалов.

В А. п. СССР в настоящее время занято около 6 000 чел. Эта отрасль промышленности получает у нас значительное развитие как в смысле роста ее продукции, так и в смысле ее механизации и рационализации. Намечаемая реконструкция основного капитала А. п. должна значительно изменить производительность труда, которая в настоящее время сильно отстает от таковой в Канаде, где по горным работам достигнут средний выход на 1 поденщину горной массы 9,4 *т* против нашей производительности в 2,5 *т*.

Лит.: см. *Асбест*. **В. Александров.**

АСБЕСТОВАЯ ПРЯЖА, огнеупорная пряжа. Для производства пряжи пригодны лишь сорта асбеста III и IV. А. п. употребляется для производства: 1) шнуров для набивки сальников (сердцевина шнура делается из некрученой пряжи, оплетка — из крученой); 2) технических тканей, прессового полотна для химических заводов; 3) театральных декораций; 4) прозодежных тканей для работающих в горячих цехах. Наиболее тонкая пряжа, вырабатываемая из асбеста, имеет № 12 по метрической нумерации. См. *Асбест* и *Асбестовые изделия*.

АСБЕСТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ можно разделить на следующие группы: 1) асбестовое волокно, 2) асбест. текстильные изделия, 3) асбест. листовые материалы и 4) асбест. составы — строительные и изоляционные. Из первой группы наибольшее распространение имеют асбест. винодельные фильтры, применяемые с большим успехом для фильтрации вин в виду быстроты, с какой производится эта операция при асбест. фильтрах: при расходе 4 *кг* асбеста можно профильтровать 60—80 тыс. *л* вина в течение 10 ч. Асбест. волокно употребляется также для изготовления светилен и фитилей. Текстильные А. и. изготовляются из самых дорогих и ценных сортов асбеста. Стоимость 1 *т* текстильных А. и. в 6—7 раз превосходит среднюю стоимость 1 *т* всех остальных асбест. товаров. Исходным материалом для изготовления всех текстильных А. и. является асбест. пряжа. Последняя изготовляется в виде ниток различной толщины, легкости и эластичности (в зависимости от сорта асбеста, из к-рого она изготовляется), наматываемых на катушки или сматываемых в клубки. В торговле известен ряд №№ пряжи, различающихся длиной асбест. ниток на единицу веса (количеством ярдов на 1 англ. фунт). Асбест. пряжа идет почти исключит. на изготовление асбест. тканей. Техника выработала ряд механич. станков, на к-рых ткутся асбест. ткани от самых тонких и легких (менее 300 *г* на 1 *м*²) до любой желаемой толщины. Ткань эта в необходимых случаях усиливается вплетением металлич. проволок. Асбест. ткани расходуются гл. образом на производство

паровых набивок и прокладок, автомобильных тормозных лент; в эл.-технич. промышленности — для изоляционных целей, в противопожарной технике — для изготовления асбест. спасательных канатов, веревочных лестниц, театральных занавесов, костюмов для пожарных и пр. В последнее время асбест. одежда получила применение и в военной технике при обслуживании огнеметов, для защиты огнеметчиков от чрезмерной жары и возможных аварий. Одежда эта состоит из двух слоев плотной ткани с прослойкой между ними асбеста; на голову надевается капюшон из такого же материала, руки защищаются специальными асбест. перчатками. Как огнестойкий и теплоизоляционный материал асбест. ткани имеют некоторое применение и в домашнем быту. Среди асбест. листовых материалов выделяется большая группа асбесто-резиновых листов, являющихся весьма ценным прокладочным материалом (т. н. «ит»-пластины) и применяемых в паропроводах при высоком давлении пара и в воздухопроводах для сжатого воздуха. К листовым асбест. материалам относятся также асбест. бумага и картон, в к-рых содержание асбеста изменяется в широких пределах, от 50 до 98%. Асбест. бумага и картон находят применение в строительной промышленности — для внутренней и наружной обшивки стен и перегородок, подшивки потолков и покрытий из черепиц, для театральных декораций и т. д.; кроме изоляционного и противопожарного значения, эти материалы имеют также значение как звуконепроводящие материалы. Из асбестовых составов строительные представляют собою различные смеси цемента и асбеста (асбесто-цементы), получившие в настоящее время, благодаря своим теплоизоляционным и огнестойким свойствам, значительное применение. Наибольшее распространение получил асбесто-цементный шифер, состоящий из 80—90% портландцемента и 20—10% асбеста. Шифер этот, известный под названием *энеркита* (см.), применяется гл. обр. для покрытия крыш черепицами, подшивки крыш, обшивки стен и пр. Ряд аналогичных по способу изготовления и качеству смесей материалов был предложен в последние годы: уралит, террофазерит, зенит, термолит и др. В настоящее время область применения строительных материалов из асбесто-цементных составов значительно расширилась: из этих составов стали изготовлять асбестовое дерево, камни, цементы и штукатурки. В самое последнее время асбесто-цементные трубы для канализационных работ стали вытеснять чугунные трубы (Италия). Изоляционные составы разделяются на две группы: термоизоляционные и электроизоляционные. Техника выработала ряд асбест. термоизоляционных составов, в к-рых перемолотые низшие сорта асбеста смешиваются с различными минеральными веществами: глиной, известью, мелом, алебастром, магнезией, кизельгуром и др., — получающийся материал идет на обмазку паропроводных труб, котлов и пр. Было предложено значительное число рецептов составления термоизоляционных смесей. Наилучшим из них является состав «85% магнезия», из 85% основной углекислой магнезии [$4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 5H_2O$] и 15% асбест. волокна. Состав этот широко применяется в С.-А. С. Ш. и Канаде для термоизоляции паровозных котлов. Электроизоляционные составы изготовляются из смеси асбеста с различными цементами органического характера — асфальтами, смолами. Из этих смесей путем штампования под большим давлением получается мелкая изоляционная аппаратура. См. *Асбест*, *Асбестовые теплоизоляционные массы*, *Асбестовые электроизоляционные массы*.

Лит.: Михеев Н. Е., Пути развития асбест. промышленн., Труды Ин-та прикл. минерал. и петрографии, М., 1924; Магинский В. Д., Искусственный асбестово-цементный кровельный шифер, журн. «Главсиликат», *1—2*, М., 1922; The Analysis of Asbestos a. Asbestos Goods, «India Rubber Journ.», v. 63, *21*, p. 17, L., 1922; Asbestos Goods Manufacture in Canada, «India Rubber Journ.», v. 62, *7*, p. 17, London, 1921.

АСБЕСТОВЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАССЫ. Относительная теплоизолирующая способность в ходовых материалах характеризуется следующими данными:

шерстяной войлок	100,0
шлаковая вата № 2	83,0
древесные опилки	68,0
шлаковая вата № 1	67,6
древесный уголь	63,2
сосновые стружки	55,3
глина	55,1
асбест	36,3
воздух	13,6

Т. о. асбест сам по себе в отношении тепловой изоляции уступает большинству других материалов. Однако в соединении с другими веществами он дает пластические массы высокого теплового сопротивления, применяемые для изоляции паропроводов, паровых котлов и т. д. В качестве основного материала теплоизоляционных масс асбесту принадлежит место совершенно исключительное. А. т. м. составляются по схеме: асбест + наполнитель + + пропитка. Волокна асбеста связывают материал, наполнитель закрывает пустые промежутки между волокнами и вместе с тем удешевляет состав, а пропитка закупоривает все капиллярные проходы. Но даже без пропитки прессованные смеси (напр. патенгур — из доменных шлаков и волокон асбеста, относительная теплоизолирующая способность 80,1) дают хорошую изоляцию.

Существует весьма много патентованных А. т. м. Как один из лучших рекомендуется рецепт: 12—25% длинноволокнистого асбеста, 70—80% кизельгура, уд. в. до 0,25, и 5—10% клея или другого вяжущего вещества. Обычная асбестовая пластина прессуется из смеси 80—85% асбеста, 15% каолина, 3% коллодина, с добавлением для окраски несколько сурика или графита (коллодин — клейстер из 25 ч. картофельной муки, 2 ч. едкого натра и 50 ч. воды). Для увеличения водонепроницаемости прибавляют масла или мыла. Для изоляции паропроводов А. т. м. прессуют из 40% асбеста, 20% шлаковой ваты, древесной целлюлозы и волокон от пеньковых канатов и пропитывают растворимым стеклом. Если А. т. м. должны нагреваться, то их составляют с гипсом, цементом или берут чистый

асбест. Пропитками для А. т. м. служат также сера, расплавленные углеводороды, каменноугольный деготь (масса выдерживается при 250°), вар. Применяют также смеси из растворимого стекла и растительных или животных мыл. Масса изол составляется из 10% красной окиси железа, 10% углекислого кальция, 64% кварцевого песка и асбеста и 13% воды с 3% патоки. Масса, не дающая усадки и при значительном нагреве: 80 ч. длинноволокнистого асбеста, 10 ч. тальковой муки, 20 ч. тончайшего хлопьевидного графита и 40 ч. масляной смеси наивысшей точки воспламенения; затем сюда примешивают 150 ч. металлич. композиции и вязкой жирной смеси.

Окраску искусственных масс, содержащих гл. обр. асбест, силикаты и т. п. неорганические. вещества, получают, погружая массу на полчаса в кипящий раствор из 4—10 *г* краски в 1 *л* воды, куда добавляют 1 ч. соды и 1 ч. глауберовой соли. Из красок применяются преимущественно диаминовые: голубая прочная FFB и FFG, голубая CVB, красная прочная F, красная 4B, коричневая прочная G, желтая прочная B, оранжевая прочная B, зеленая B и G, черная прочная C высокой концентрации.

Лит.: Г. П. 287 075/12; Ф. П. 453 620/13; Ан. П. 11 799/12, 4 700/15; Ам. П. 1 045 933/12, 1 124 045/15. **П. Флоренский.**

АСБЕСТОВЫЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАССЫ. В силу своей проницаемости, асбест сам по себе применяться как электроизоляционный материал при сколько-нибудь значительном напряжении не может. Но в сочетании с наполнителями и пропиткой он дает многочисленные пластические массы, запатентованные во всех странах, и служит одним из главных материалов электроизоляционной промышленности. Производство А. э. м. состоит в очистке асбеста, смешении очищенного материала с различными вяжущими пропитками, иногда расплавленными, иногда растворенными в летучих растворителях, в горячей или холодной прессовке полученной пластической смеси в изделия и просушке их. Очистка асбеста требуется в некоторых случаях преимущественно ради удаления магнезита. Процесс очистки состоит в прогреве асбеста примерно при 400° в течение 20—24 ч. в струе водорода, последующей обработке разведенной к-той, промывке и просушке. По англ. патенту, асбест-сырец пропитывают маслом и затем погружают в воду с газолином, при чем загрязнения опускаются на дно, а асбест держится на поверхности. А. э. м. делятся на органические (класс *C*, по Геммингу) и неорганические (класс *D*, по Геммингу); первые подвергаются горячей прессовке, вторые—холодной. Наполнителями класса *C* служат, наряду с асбестом, целлулоза (древесина), хлопчатая бумага, пробка, известь, магнезия, слюда, песок, жировик, каолин, пемза, мрамор, барит и т. д., а класса *D* — один только асбест. Вяжущим веществом класса *C* служат всевозможные комбинации из шеллака, даммара, пеков, асфальтов, разных дешевых растительных смол, кумароновых и инденовых смол и продуктов их полимеризации, продуктов конденсации фенолов с альдегидами, парафина, карнаубского воска, серы и сернистой сурьмы, нафталина, стеарина, кальция, стеариновой и олеиновой к-т и т. д.; в классе *D*— портландский и романский цемент, хлорокисные цементы, соединения кремнезема, глинозема, извести и магнезии. Чтобы ускорить затвердевание А. э. м. класса *C*, к ним добавляют серы или окисляющихся маслянистых веществ (льняное масло, олифа, древесное масло) или смолистых веществ (смоляное масло, шеллак в растворе буры или едких щелочей и т. д.). При затвердевании происходят разнообразные процессы в этих сложных смесях: хим. соединения, в частности — конденсация, полимеризация, вулканизация, окисление и т. д. Иногда в массы вводятся растворители, напр. бензол, амилацетат и др.

Сравнительная характеристика А. э. м. обоих классов дана в следующей таблице:

Свойство	Класс *C*	Класс *D*
Цвет	Обычно черный	Белый, серый, черный
Отделка	Превосходная	Грубая
Электрическая крепость на пробой V/0,01 *мм* (*max.*)	40—160	16—60
Разрывное усилие *кг/см²*	138—310	372
Раздавлив. усилие *кг/см²*	—	310
Поглощение влаги	Только слабые следы	В случае непропитанности поглощает воду свободно
Уд. вес	1,1—2,7	2
Действие времени	В случае неподходящ. сост. стареет	Не изменяется с течением времени
Теплостойкость	80°	550°
Масла минер. и органич.	Повреждают	Не действуют
Щелочи	Повреждают	Действуют
Кислоты как слабые, так и крепкие	Повреждают	Повреждают
Металлич. части	Могут быть заштампованы	Могут быть заштампованы
Механич. обрабатываемость	Плохая	Отличная

Лит.: Патентную рецептуру А. э. м. и способы испытаний их см.: Hemming Emile, Plastics a. Molded Electrical Insulation, N. Y., 1923; Г. П. 232 449/09; Ф. П. 447 086/12; Ан. П. 28 834/10, 6 405/12, 13 657/13, 26 716/16, 117 676/17, 124 669/18, 142 505/20; Ам. П. 939 982/09, 959 620/10, 1 009 035/11, 1 009 630/11, 1 002 475/12, 1 025 286/12, 1 039 940/12, 1 064 893/13, 1 085 102/14, 1 091 620/14, 1 119 441/14, 1 119 442/14, 1 190 815/16, 1 213 144/17, 1 227 465/17, 1 255 139/18, 1 268 031/18, 1 286 372/18, 1 299 706/19, 1 299 847/19, 1 300 218/19, 1 317 204/19, 1 330 440/20, 1 346 397/20. **П. Флоренский.**

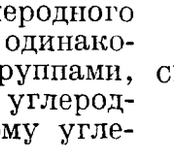
АСБЕСТОВЫЙ ФАРФОР, асбофарфор, фарфорообразная пористая керамическая масса из асбестового теста. Изделия из этого теста получаются обжигом в специальных печах при 1 200—1 700°. Изделия из А. ф. применяются в гальванических элементах и во всех случаях, где требуются пористые глиняные сосуды.

АСБОЛАН, кобальто-марганцевая руда, $(Co,Mn)O,MnO_2+4H_2O$; тв. 1. Употребляется для приготовления шмальты (кобальтовой синей краски).

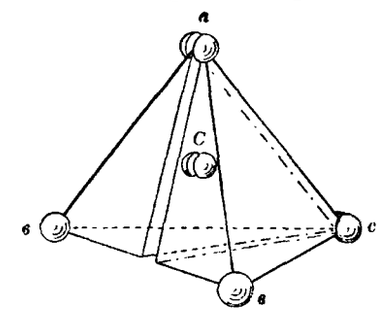
АСБОЛИТ, асбоцементная фанера, получаемая из смеси цемента (до 80%), замешенного водой, и коротких волокон *асбеста* (см.). А. получил большое распространение в строительной промышленности как огнеупорный и теплоизоляционный материал. За последнее время в заграничной технике применяются самые разнообразные виды тисненного А., окрашенного во всевозможные цвета в целях имитации дорогой деревянной отделки.

АСИДОЛ, торговое название нафтеновых кислот, выделенных из щелочных отбросов после очистки дистиллатов керосина и соляровых масел. В А. содержится всегда некоторая примесь минеральных масел. Различают: А. «Л» — нафтеновые кислоты, выделенные из керосинового дистиллата, и А. «Т» — из дистиллата соляровых масел. А. «Л» имеют уд. вес при 15° 0,96—0,98, кислотное число около 250, минеральных масел не более 8%. А. «Т» имеют уд. вес при 15° 0,93—0,97, кислотное число около 160, минеральных масел не более 25%. См. *Нафтеновые кислоты.*

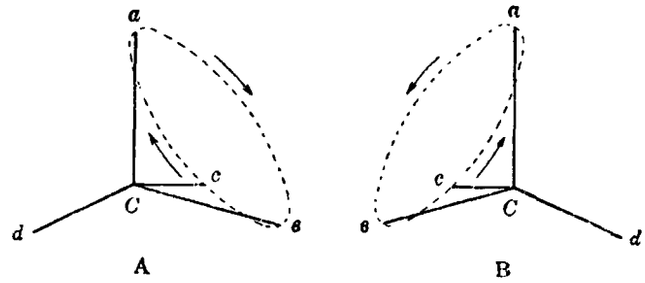
АСИММЕТРИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, углеродный атом в углеродистом соединении, связанный с четырьмя обязательно неодинаковыми атомами или группами. Действие хим. сил углеродного атома м. б. представлено такой его моделью, в к-рой сам атом расположен в центре правильного пространственного тетраэдра, а хим. силы, обусловливающие взаимодействие этого атома с другими атомами или группами, ориентированы около него в направлении диагоналей, соединяющих центр тетраэдра с его четырьмя вершинами. При этих условиях, уже даже в том случае, когда только две (из четырех) вершины тетраэдра соединены с одинаковыми атомами или группами, присоединенными к данному углеродному атому, вся фигура пространственного расположения углеродного атома со всеми присоединенными к нему атомами или группами м. б. мысленно разрезана пополам плоскостью, проходящей через обе неодинаковые группы и через центр атома на равном расстоянии от обеих одинаковых групп. Эта плоскость, разрезающая модель атома на две симметричные фигуры, называется плоскостью симметрии (фиг. 1). Только в том случае, когда все 4 присоединенные к углеродному атому группы различны, такой плоскости симметрии у атомной модели быть не может; в последнем случае такой атом называется асимметрическим атомом углерода и обыкновенно обозначается звездочкой, помещаемой в хим. формуле наверху с правой стороны, около соответствующего углеродного атома, например α-бромпропионовая кислота $CH_3\cdot C^*H\cdot Br\cdot COOH$, имеющая следующую структурную формулу:



При переходе от углеродного соединения с двумя одинаковыми атомами или группами, присоединенными к углеродному атому, к такому углеродному соединению, у которого все четыре присоединенных к углю группы или атома неодинаковы, мы, очевидно, должны заместить одну из двух одинаковых групп новым атомом или новой группой, отличной от остальных трех. В этом процессе новая группа, заняв положение между обеими одинаковыми группами и готовясь осуществить свое присоединение, может заместить собой либо ту из них, которая будет расположена влево от нее, либо другую, находящуюся от нее вправо. По теории вероятностей, при отсутствии каких-либо преимуществ для первого или второго процесса и при громадном количестве вступающих в описанный процесс молекул, следует считать, что оба эти процесса будут протекать в равной доле. Образовавшиеся молекулы нового вещества обладают углеродным атомом со всеми четырьмя неодинаковыми группами, присоединенными к нему; все молекулы будут идентичны по всем физич. свойствам (кроме знака оптич. вращения) и по всем химическ. реакциям с симметрич. соединениями, но половинное число всех молекул будет отличаться от другой половины общего числа молекул лишь одним существенным геометрическим различием: расположение в пространстве четырех атомов или групп, присоединенных к углеродным атомам, в обоих случаях будет не идентично, но симметрично (фиг. 2),



Фиг. 1.



Фиг. 2.

повторяя собою различия правой и левой перчаток или самого предмета и его зеркального изображения. Если из центра тетраэдра смотреть на его вершины, то движение от *a* через *b* к *c* направлено в одном случае (фиг. 2, А) по часовой стрелке, в другом случае (фиг. 2, В) — против часовой стрелки. Ни при каких поворотах и положениях модели двух таких углеродных атомов с присоединенными к ним атомами или группами не м. б. приведены к полному геометрич. совмещению. Это геометрич. различие обоих видов данного углеродистого соединения с асимметрическим атомом углерода проявляется лишь в одном из их физич. свойств, а именно: в противоположности их оптической деятельности, вследствие чего такие соединения с противоположными по знаку, но равными по абсолютной величине оптическими

свойствами, называются оптическими антиподами. См. *Стереохимия* и *Изомерия*.

Лит.: Чичибабин А. Е., Основные начала органической химии, М., 1925; Вант-Гофф, Расположение атомов в пространстве, перевод Б. М. Беркенгейма под редакцией проф. Н. Д. Зелинского, М., 1913. **Б. Беркенгейм.**

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ одного выражения к другому заключается в том, что отношение этих выражений стремится к 1, когда независимая переменная приближается к некоторому пределу или неограниченно возрастает. Так, функции $\sin x$ и x приближаются асимптотически друг к другу, когда x стремится к нулю; функция $y=A(1-e^{-t/T})$ приближается асимптотически к постоянному значению A, когда t стремится к бесконечности. Если к более сложной функции асимптотически приближается более простая, то у пределов приближения можно заменять сложную функцию более простой, не делая значительной погрешности. Так, очень часто при весьма малых значениях x можно $\sin x$ заменять через x. Вследствие этого разыскание функций, асимптотически приближающихся к заданной сложной функции, особенно когда независимая переменная неограниченно возрастает, есть важная задача анализа. В геометрии две кривые асимптотически приближаются друг к другу, если расстояние какой-либо точки одной из них от другой неограниченно убывает, когда эта точка перемещается по первой кривой. Так, диагонали прямоугольника, построенного на осях гиперболы, при неограниченном продолжении их асимптотически приближаются к обеим ветвям гиперболы. Таким же образом линия может асимптотически приближаться к поверхности, а две поверхности — асимптотически приближаться одна к другой. Так, из центра гиперболоида выходит пучок прямых, образующих коническую поверхность, которая асимптотически приближается к поверхности гиперболоида. Пример. Спираль, уравнение к-рой в полярных координатах $\varrho=a+be^{-k\varphi}$, асимптотически приближается к окружности с радиусом $\varrho=a$.

Чаще всего ищут прямолинейные асимптоты кривых. Чтобы найти асимптоты, параллельные оси ординат, у кривой, ур-ие к-рой $y=f(x)$, надо найти все значения x, обращающие y в бесконечность. В частности, если ур-ие кривой дано в виде многочлена, расположенного по степеням y, то вертикальным асимптотам соответствуют те значения x, к-рые обращают коэфф. при высшей степени y в нуль. Для нахождения асимптот, не параллельных оси y, пользуются следующими правилами: 1) угловой коэфф. асимптоты m равен $\lim y/x$ при $x\to\infty$; 2) начальная ордината асимптоты равна $\lim (y-mx)$ при $x\to\infty$. Пример. Дана кривая $y=\frac{x}{1+e^{1/x}}$. Угловой коэффициент асимптоты $m=\lim\limits_{x=\infty}\left(\frac{1}{1+e^{1/x}}\right)=\frac{1}{2}$. Начальная ордината равна $\lim\limits_{x=\infty}\left(\frac{x}{1+e^{1/x}}-\frac{x}{2}\right)=-\frac{1}{4}$. Уравнение асимптоты: $y=\frac{x}{2}-\frac{1}{4}$.

Если дано ур-ие кривой второго порядка $Ax^2+2Bxy+Cy^2+D=0$, то ур-ие асимптот этой кривой есть $Ax^2+2Bxy+Cy^2=0$. Алгебраическая кривая m-го порядка имеет не больше m асимптот. Алгебраические кривые имеют всегда четное число ветвей, асимптотических данной прямой. Напр., асимптота гиперболы приближается к двум ветвям кривой (чертеж см. в ст. *Гипербола*).

Лит.: Поссе К. А., Курс дифференциального и интегр. исчисления, Берлин, 1923; Pruvost E., Leçons de Géometrie analytique, v. 1, P., 1884.

АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, см. *Электродвигатель*.

АСИНЭ-КАУЧУК, африканский сорт, среднего качества, часто с влажной поверхностью, в разрезе желтоват; продается *на лондонском рынке*. См. *Каучук*.

АСКАУ, способ фотографического печатания, изобретенный Ридером (Rieder) и основанный на свойстве смеси асфальта и каучука терять свою липкость под действием света. Эту смесь в виде раствора наносят на специально приготовленную бумагу, сушат и экспонируют под диапозитивом. В зависимости от силы прошедшего света, тонкий светочувствительный слой в большей или меньшей степени теряет способность удерживать пылеобразную смесь тонко размолотого песка и красок, к-рою производится «проявление» отпечатка. Краска прилипает всего сильнее в густых тенях, всего слабее — в светах.

Лит.: «Фотографический вестник», стр. 87, 1909.

АСПАРАГИН, амид аминоянтарной кислоты $CONH_2\cdot CH_2\cdot CH\cdot NH_2\cdot COOH$; хорошо кристаллизующееся вещество; образуется в растениях как продукт расщепления белков. А. обладает в водных и щелочных растворах левым вращением поляризованного света, а в кислых — правым. Получать его лучше всего из молодых ростков фасоли, вики, гороха, выращенных в темноте. Ростки измельчают, выжимают. Полученный сок кипятят для свертывания белков, фильтруют, и фильтрат сгущают, после чего при охлаждении выкристаллизовывается А. Синтетически А. получают действием аммиака на эфиры аспарагиновой кислоты или действием спиртового раствора аммиака на бромоянтарный эфир. А. применяется в медицине как средство против ревматизма и сердечной водянки. В виде соединения с ртутью, получаемого растворением окиси ртути в растворе аспарагина, нашел применение против сифилиса.

АСПЕРГИЛУС (Aspergillus), особая группа плесневых грибов, морфологически отличающаяся от других формой плодового тела. Часто встречается на хлебных зернах и на хлебе вместе с обыкновенной плесенью, от к-рой невооруженным глазом отличается по более рыхлому строению мицелия. Известно много видов этого гриба, очень различной окраски—белой, желтой, зеленой, бурой и черной. Промышленное значение имеют: A. Oryzae желтый и A. Wentii бурый. Первый вид употребляется в Японии для приготовления рисовой водки (саке). Спорами этого грибка посыпают разваренный рис. Грибок, разрастаясь, производит осахаривание, так как образует много диастазы. Второй вид применяется там же для

приготовления сои (соуса). Гриб, развиваясь на разваренных бобах сои, расщепляет белки и переводит их в раствор.

АСПИДНЫЕ СЛАНЦЫ, тонкозернистая сланцевая порода. Происходят из глинистых осадочных пород с содержанием кварца, силикатов, слюды и карбонатов кальция, магния и железа. А. с. отличаются упругостью и прочностью, хотя твердость их не очень значительна. Минералогич. и хим. состав А. с. может быть весьма различен. Примерный минералогический состав А. с.: слюды (серицита) 38—40%, хлорита 6—18%, кварца 31—45%, гематита 3—6%, рутила 1—1,5%. По цвету А. с. бывают серые, голубовато-серые, черные, желтоватые, иногда—красные или пурпуровые. Черный цвет обусловлен углеводородистыми веществами, другие цвета—соединениями железа, желтовато-бурые и бурые связаны с выветриванием. Промышленные А. с. бывают: 1) грифельные, или собственно аспидные, называемые также кровельными, 2) строительные, шиферные. Точной границы между теми и другими провести нельзя.

Свойства грифельных и собственно А. с. Уд. в. 2,7—2,9. $t°_{пл.}$ около 1 300°. Прочность на растяжение 257 *кг/см²*. Прочность на сжатие 721 *кг/см²*. Диэлектрич. постоянная 6—7. Уд. электрич. сопротивление порядка $1\,855\times10^3$ *Ω-см* для только-что добытой породы; по мере выдержки ее оно растет, и через 3 месяца его можно считать в среднем равным $4\,700\times10^3$ *Ω-см*. Однако такое сопротивление имеют лишь свободные от жил и включений сухие А. с. Пробойная электрическая крепость от 1 960 до 3 920 V/*см* (max.). А. с. негорючи, огнестойки, легко раскалываются на гладкие пластины толщиною 3 — 6 *мм*, способны хорошо полироваться и могут пропитываться водонепроницаемыми составами. Вышеперечисленными свойствами характеризуются А. с. хорошего качества. Пороки и недостатки А. с.: несовершенный или не вполне плоский кливаж с раковистыми измятиями; цветные полосы; изменение цвета с течением времени; включение пирита, хлорита, кварца и т. д.— до известной степени, а карбонатов, магнетита и графита — безусловно; трещиноватость.

Залежи специального А. с. высшего качества, как, напр., электротехнический, весьма ценны и встречаются не часто. Правильная разработка залежей настолько трудна, что даже при хороших условиях добычи из карьера получается не более 25% материала, годного для дальнейшей переработки. С карьера А. с. поступают плитами толщиною 150 *мм* и более. Каждая плита испытывается на месте добычи на отсутствие электропроводящих жил напряжением 2 200 V; ток через плиту не должен превосходить 20 mA.

Применения А. с. Одно из наиболее ответственных применений А. с. — в электропромышленности; в Америке они представляют наиболее употребительный материал для распределительных досок. Плиты А. с. распиливаются и расщепляются на специальных станках, затем или полируются песком с водою, или шлифуются карборундом. А. с. в электротехнике применяются также для рубильников, в качестве столовых досок — лабораторных, медицинских, производственных,—в аккумуляторном деле и для биллиардов; широко применение А. с. для точильных камней, для грифельных досок и для грифелей, при чем на последние идет А. с. с пересекающимися системами кливажа. Битым А. с. посыпают почву виноградников для лучшего поглощения ею солнечного тепла; в измельченном виде (проходящий через сито с 10—30 отверстиями в лин. дюйме) А. с. идет в смеси с асфальтом на наводку толя, для составления огнеупорной замазки, и т. д.; мелко измолотый А. с. дает краску «аспид». А. с. имеют один существенный недостаток — водопоглощаемость. Этот недостаток зависит от присутствия глины. Значительное содержание ее узнают по запаху или по капиллярному поднятию воды — на несколько *см* в 10 мин., тогда как в плотном слюдистом А. с. таковое происходит не ранее, как через 24 ч. Когда требуется безусловно устранить поглощение воды, А. с. пропитывают соответственным составом.

Добыча и потребление. Потребление А. с. как электротехнич. материала и как точильного камня быстро возрастает; что же касается применения А. с. для крыш, для грифельных досок и грифелей, то оно относительно незначительно вследствие соперничества материалов более выгодных (асбофанера и черепица — для крыш, искусственные массы и алюминий— для грифелей). Наибольшее количество кровельного сланца добывается в С.-А. С. Ш.

Добыча аспидных сланцев в С.-А. С. Ш.

Годы	Кровельные сланцы		Точил. камень	Сланцевый щебень и др. примен.	Всего
	колич. в *т*	стоимость на месте отправления в тыс. долларов			
1913	33 418	4 461	1 234	481	6 176
1921	10 442	3 198	2 720	1 405	7 323
1922	14 377	4 070	2 899	2 208	9 177
1923	15 228	4 583	4 160	3 334	12 077
1924	14 082	4 624	3 922	3 227	11 773
1925	14 310	4 900	4 110	—	12 785

Количество добываемого А. с. иногда измеряют не массою его, а площадью получаемых пластин; на 1 *т* приходится примерно 31 *м²* площади кровельных А. с. Потребность А. с. в России удовлетворялась гл. обр. ввозом; размеры его незначительны и достигали в 1913 г. 1 614 *т* стоимостью в 187 600 р. Сравнительно небольшая часть потребности русского рынка удовлетворялась внутренней добычей А. с. Цена кровельного А. с. в С.-А. С. Ш. в 1924 г. на месте ок. 325 долл. за 1 *т*, или 10,8 долл. за 1 *м²*. Цена при тех же условиях строительного А. с. 0,42 долл. за 1 *м²*.

Месторождения А. с. в пределах СССР известны на южном Урале, Алтае, Кавказе и в Кривом Роге. Все они—промышленного значения и могут давать хороший или удовлетворительный А. с.

Лит.: Моисеев А. С., Грифельный сланец, сборник «Нерудные ископаемые», т. 1, стр. 339—346, Л., 1926, тут же библиография. Более полная библиограф. см. Herrmann O., Steinbruch-Industrie

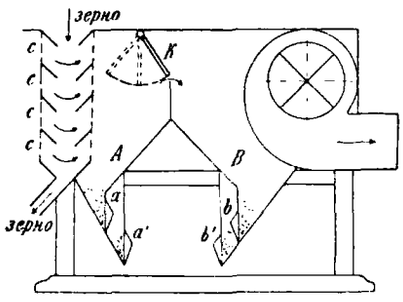
und Steinbruch-Geologie, B., 1916; Notwest R., «Industrial Engineer», 6, p. 371, Chicago, 1925.

В Англии издается специальный журнал по А. с. «Slate Gazette». **П. Флоренский.**

АСПИНАЛЬ-ШМИДТА ЗОЛОТНИК, цилиндрический золотник с добавочным нажимом пружины под давлением пара, впускаемого через особые каналы под пружины. Употребляется на американских и русских ж. д. См. *Золотники.*

Лит.: Карташев Н. И., Паровозные распределит. механизмы, стр. 98, 290, СПБ., 1914.

АСПИРАТОРЫ ДЛЯ МЕЛЬНИЦ И ЭЛЕВАТОРОВ, машины, при помощи которых осуществляется принцип очистки зерна по плотности. Зерно, поступающее в очистку по направлению стрелки (см. фиг.), подвергается воздействию воздуха, засасываемого вентилятором через щели *c*. Тяжелые примеси осаждаются в ковше *A*, более легкие уносятся дальше и осаждаются в ковше *B*, пыль же всасывается вентилятором. В обоих ковшах устроены клапаны *a*, *a'*, *b*, *b'*. По мере накопления примесей внутренние клапаны *a* и *b* под давлением этих примесей открываются, выпущенные примеси открывают затем своим весом наружные клапаны *a'*, *b'* и выходят из машины, при чем сейчас же, как только откроются наружные клапаны, внутренние, вследствие разрежения внутри машины, закрываются. Просматривая примеси или выходящее из машины очищенное зерно и замечая, что в примесях попадаются зерна или, наоборот, выходящее зерно содержит в себе неотделенные примеси, устраняют эти недостатки в работе, регулируя клапаном *K* скорость всасывания воздуха через щели *c*.



Схематический чертеж аспиратора.

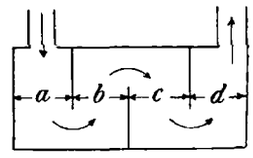
Лит.: Козьмин П. А., Мукомольно-крупяное производство, М., 1925.

АСПИРАЦИЯ МЕЛЬНИЧНЫХ МАШИН, извлечение пыли из мельничных машин во время их работы; имеет большое значение в мукомольном производстве для создания санитарных условий труда и нормальной работы машин и аппаратов.

Если частица пыли с $\varnothing = d$ движется по вертикали в трубе, то сила ветровой струи, на нее действующая, равна $P = k\frac{\pi d^2}{4} v^2$, где v — скорость течения воздуха, а $k = 0{,}08$. Эта сила уменьшается силой тяжести частицы, т. е. $P' = k\frac{\pi d^2}{4} v^2 - \frac{\pi d^3}{6}\gamma$, где γ — удельный вес частицы. Условием равновесия частицы будет: $P' = 0$, иначе, $k\frac{\pi d^2}{4} v^2 = \frac{\pi d^3}{6}\gamma$, откуда $v = \sqrt{\frac{4}{6} d \frac{\gamma}{k}}$; принимая вес 1 $м^2$ массы пыли γ в 1 200 *кг* (при уд. весе пыли 1,2) и размер частицы $d = 0{,}01$ *мм* $= 0{,}00001$ *м*, получим:

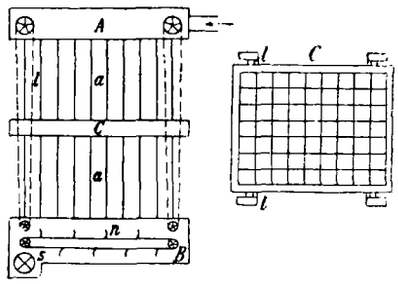
$$v = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}00001 \times 1200}{3 \times 0{,}08}} = \sqrt{0{,}1} = 0{,}3 \text{ м/сек.}$$

При такой скорости течения воздуха частица пыли будет как бы плавать в нем. Секундный объем протекающего по трубе воздуха прямо пропорционален скорости его течения и площади сечения трубы; если сечение вентиляционных труб $= \omega$, а скорость воздуха в этих трубах принять в 10 *м/сек*, то, чтобы создать условия равновесия для частиц пыли, необходимо расширить трубу до нек-рого сечения Ω так, чтобы $0{,}3\,\Omega = 10\,\omega$, откуда $\frac{\Omega}{\omega} = \frac{10}{0{,}3} \cong 33$, т. е. площадь помещения, в к-ром осаждается пыль, должна в 33 раза превосходить сечение подводящих труб. Это самый простой способ аспирации, когда пыльный воздух гонится в камеру, где и осаждается. Такого рода осаждение пыли требует применения камер больших размеров. При горизонтальном движении воздуха оседание пыли начинается при всякой скорости, но максимальным пределом является скорость, которая еще не катит частицу по дну камеры. Осаждение пыли м. б. достигнуто и посредством центробежной силы. В пыльных камерах устраиваются перегородки (фиг. 1), и пыль на завороте осаждается более энергично под влиянием этой центробежной силы. Площадь сечения *a* в 33 раза больше площади всех подводящих пыльный воздух труб, а каждая последующая площадь сечения, для уменьшения скорости воздуха, больше предыдущей, т. е. $d > c > b > a$.



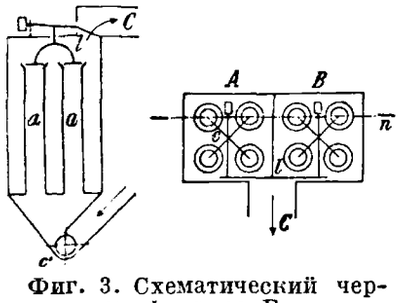
Фиг. 1. Схема движения воздуха в пыльных камерах.

На принципе центробежной силы основано также устройство циклонов. Пыльный воздух вводится в их верхнюю цилиндрическую часть, и центробежная сила заставляет частицы пыли скатываться по конусу. Объем циклона принимается на каждый $м^3$ воздуха в минуту $= 0{,}6$ $м^3$. Недостаток циклонов — встреча воздушных струй в месте аспирации — устраняется частично скашиванием днищ циклонов. Более экономны и совершенны для осаждения пыли — фильтры. Современные фильтры представляют собою две коробки — *A* и *B* (фиг. 2), между которыми укреплены рукава *a* с фильтрующей поверхностью каждого из них, равной 0,61 $м^2$ ($\varnothing \cong 90$ *мм*, дл. $=$ $=2{,}8$ *м*). Число рукавов в фильтрах доходит до 320. Для очистки рукавов от оседающей на них пыли устраивается рама *C* с проволочными квадратами, которыми рукава суживаются. Рама подвешена посредством ремешков к бесконечной цепи *l*, которая передвигает раму вверх и вниз. В местах сужения рукавов увеличение скорости воздуха заставляет приставшую пыль отделиться и падать в нижнюю коробку *B*, откуда скребками *n*, двигающимися на бесконечной цепи, таковая собирается в винтовой



Фиг. 2. Схематический чертеж фильтра.

транспортер *s*. Фильтры устраивают нагнетательными и всасывающими. В первом случае пыльный воздух нагнетается в верхнюю коробку и выходит очищенным через ткань рукавов; во втором случае фильтр помещают в герметическое пространство, из к-рого вентилятором высасывается воздух. Такого рода всасывающие фильтры непрактичны, т. к. во время работы мало доступны для наблюдения. Фильтры Бэта работают и как всасывающие, и как нагнетательные (фиг. 3). Пыльный воздух подводится в них снизу, попадает в открытые снизу широкие рукава *a* и отфильтрованным отводится через верхнюю трубу *C*, общую для обоих самостоятельных отделений этого фильтра — *A* и *B* (таких отделений м. б. несколько).



Фиг. 3. Схематический чертеж фильтра Бэта.

Закрытые сверху рукава *a* подвешены и соединены с системой рычагов и кулачков встряхивающего механизма так, что задвижка *l* попеременно сообщает отводящую трубу *C* то с одним отделением, то с другим; в те моменты, когда отделение разобщено задвижкой *l*, кулачки вала *n* ударяют по подвеске рукава *a*, отчего пыль стряхивается в шнек *c'*. Вообще для 1 *м*³ воздуха в 1 мин. необходимо 0,4 *м*² поверхности фильтрующей ткани; для фильтров типа Бэта на 1 *м*³ воздуха в 1 мин. требуется только 0,2 *м*² фильтрующей ткани. Постановлением I Всесоюзного съезда мукомолов положен в основу А. м. м. принцип централизации, т. е. соединения отдельных групп аспирируемых машин и аппаратов. Мельничная пыль, богатая органич. веществами, легко воспламеняема и может даже в смеси с воздухом и в присутствии искры дать взрыв. Недостатки установок централизованной аспирации состоят в том, что они представляют прекрасные пути сообщения для огня во время пожара. Во избежание перебоев воздушных струй следует присоединять трубы под более острым углом или употреблять переходные патрубки, соблюдая условие, чтобы скорость воздуха как в подводящих трубах, так и в общей трубе была одинаковая. При расчете аспирационных установок можно руководствоваться следующими данными.

1) В зерноочистительном отделении. На 100 *ц* зерна в сутки требуется:

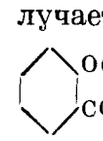
для аспираторов	36 *м*³	воздуха	в 1	мин.
» зиг-заг сепараторов . .	46 »	»	» »	»
» обоек и щеток	55 »	»	» »	»

при этом для работы аспираторов и сепараторов на черное зерно, т. е. в первый раз поступившее на очистку, потребную площадь фильтра нужно увеличивать на 20%.

2) В размольном отделении. Для аспирации вальцов на 1 *м* рабочей длины вальца необходимо 12,5 *м*³ воздуха в 1 мин., при чем для ржи это количество принимают на 50% больше. Для аспирации рассевов требуется половина того количества воздуха, которое необходимо для вальцов этой системы. Для веек на 1 *м* рабочей длины щели и на одно продувание требуется 20 *м*³ воздуха в 1 минуту. Для ситовеек на 1 *м*² площади сита требуется 60—80 *м*² фильтрующей ткани. Эта величина взята с запасом, во избежание большого сопротивления воздуха в фильтре, что может вредно отразиться на работе ситовейки.

Лит.: Козьмин П. А. Мукомольно-крупяное производство, М., 1925; Гартман К., Вентиляция промышленных заведений, М., 1926. **М. Розин.**

АСПИРИН, ацетилсалициловая к-та, получается нагреванием салициловой кислоты



с уксусным ангидридом в конц. серной кислоте в виде белых блестящих игл кисловатого вкуса; растворимость в воде 1:300, $t°_{пл.}$ 135°. А. применяется в медицине как жаропонижающее и болеутоляющее средство. Кроме самого А., в медицине употребляются и соли его: кальциевая, натриевая и др. В СССР А. производится на салициловом заводе (Госмедторгпром).

АССЕНИЗАЦИЯ, совокупность мероприятий санитарно-технического характера, направленных к оздоровлению населенного пункта. Производится А. способом *канализации* (см.), когда нечистоты системой подземных закрытых труб сплавляются водой и удаляются на очистит. сооружения для обезвреживания, и способом вывозки. К нечистотам относятся фекалии и моча, сточные воды раковин, умывальников, ванн, бань, прачечных, производственные сточные воды с фабрик и заводов, а также всевозможные жидкие и твердые отбросы, испражнения животных, дворовый и уличный смет, дождевые и снежные воды. Эти нечистоты и отбросы загрязняют и заражают почву, воду и, разлагаясь, портят воздух. Присутствие в испражнениях болезнетворных бактерий может вызвать заболевания инфекционными болезнями (брюшным тифом, холерой и пр.) и эпидемии. Собирание, хранение, удаление и обезвреживание нечистот и отбросов должно подчиняться известным санитарно-техническим правилам. Считают, что в сутки один человек выделяет в среднем около 100 *г* фекалий и 1 100—1 200 *г* мочи, всего 1 200—1 300 *г* (человек, питающийся растительной пищей, может выделить в день значительно больше — ок. 3 800 *г*, по Голунскому), что составит в год в объемных единицах около 0,5 *м*³. Твердых отбросов и мусора приходится ок. 300 *кг* в год на человека. Вывозные системы делятся на две группы: в системах первой группы собранные в выгребных ямах, бочках, ящиках и пр. нечистоты вывозятся для обезвреживания в натуральном состоянии на свалки или поля (иногда нечистоты предварительно дезинфицируются); в системах второй группы испражнения смешиваются с веществами, обладающими обеззараживающими и уничтожающими запах свойствами (напр. с сухой растительной землей, торфом и др.), после чего могут применяться в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Нечистоты удаляются за пределы населенного места ассенизационными обозами — бочками или

автомобильными цистернами. Простые наливные бочки антисанитарны; им следует предпочитать пневматические бочки (или автомобильные цистерны) с пневматическим насосом, выкачивающим из бочки воздух и производящим разрежение, благодаря чему нечистоты из выгреба по особой трубе поступают в бочку; зловонные газы при этом сжигаются посредством особого приспособления. Вместо вывоза нечистот на свалки рекомендуются поля ассенизации, где соблюдается строгая правильность и очередность заливки участков, а также их своевременная запашка. Можно вывозить нечистоты и на земли агрикультурного значения (ассенизационно-агрикультурные участки) для использования их в сельском хозяйстве. Твердые отбросы (мусор) вывозят на земельные участки для послойной засыпки. Наиболее совершенным с санитарной точки зрения способом обезвреживания мусора является его сжигание в особых печах, с использованием получаемой тепловой энергии (см. *Мусоросжигательные печи*).

Лит.: Березовский И. Н., Большие города Западной Европы (Берлин, Париж, Лондон). По данным заграничной делегации Моск. совета, М., 1926; Водоснабжение и способы удаления нечистот в городах России, СПБ., 1912; Горбов В. А. и Стрелков Н. М., Приемники для отбросов во владениях, М., 1926; Данилов Ф. А., Удаление и обезвреживание городских нечистот, М., 1927; Звягинский Я. Я., Удаление сточных вод и нечистот, М., 1918; Левинсон Я. Б., Сжигание твердых отбросов. Мусоросжигание, П., 1922; Павловский А. Д., Уничтожение и сжигание домашних отбросов в больших городах Европы, Киев, 1912; Попов А. М., Удаление нечистот и отбросов из поселков и сельских населенных мест, Москва, 1925; Санитарно-технические правила устройства и содержания полей ассенизации, ассенизационных агрикультурных участков и земельных участков для обезвреживания твердых отбросов в Моск. губ., М., 1923; Труды Первого всесоюзного (XIII) водопроводного и санитарно-технического съезда в г. Баку в 1925 г., вып. II—Секция благоустройства и очистки населенных мест, М., 1927; «Вопросы коммунального хозяйства», Л.; «Гигиена и эпидемиология», М.; «Коммунальное дело», М.; «Коммунальное хозяйство», М.; «Санитарная техника», Известия Пост. бюро Всесоюзн. водопр. и сан.-техн. съездов, М.; «Строительная промышленность», М.; Girard L., Le nettoiement de Paris, P., 1923. **Я. Звягинский.**

АССОЦИАЦИЯ, явление соединения однородных молекул в более сложные молекулы, напр. $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$. При повышении $t°$ или уменьшении концентрации этот процесс идет в обратном направлении, и сложные молекулы вновь распадаются на простые (см. *Диссоциация*). В тех случаях, когда распад сложных молекул не идет с такой легкостью, обычно вместо термина А. пользуются термином *полимеризация* (см.). Об А. газообразных и растворенных тел судят по их *молекулярному весу* (см.): тело считается ассоциированным, если найденный эмпирически мол. в. превышает вычисленный по простейшей ф-ле; так, напр., ф-ле уксусной к-ты $C_2H_4O_2$ соответствует мол. в. 60, найденный же мол. в. насыщенных паров уксусной к-ты при 118° равен 97, следовательно, уксусная кислота ассоциирована. Отношение 97:60=1,61 называется степенью, или фактором, А.; из величины фактора А. нетрудно вычислить %-ное содержание двойных молекул, соответствующее указанной $t°$ и давлению. Очень большое количество работ было посвящено вопросу об определении степени А. индивидуальных жидкостей; однако вопрос этот и в настоящее время нельзя считать разрешенным. Был предложен ряд критериев, по к-рым жидкости делятся на нормальные, или неассоциированные (напр. углеводороды), и на ассоциированные (вода, алкоголи). Среди этих критериев наибольшей известностью пользуется т. н. правило Этвеша, по к-рому температурный коэфф. величины $\gamma v^{2/3}$ (γ — поверхностное натяжение, v — мол. объем) для нормальных жидкостей есть постоянная величина, равная 2,2 (по исследованиям Рамзая и Шильдена среднее значение этой постоянной для нормальных жидкостей = 2,12). Однако результаты, получающиеся при применении различных критериев, сильно расходятся между собой, и во всяком случае количественное определение степени А. индивидуальных жидкостей пока еще не представляется возможным.

Лит.: Walden P., Molekulargrössen v. Elektrolyten in nichtwässerigen Lösungsmitteln, Dresden, 1923. **А. Фрумкин.**

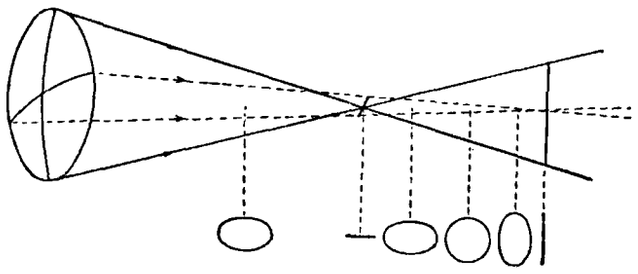
АСТАЗИРОВАНИЕ, ослабление влияния земного магнетизма на магнитную стрелку в измерительных приборах. Достигается это или установкой магнита вблизи магнитной стрелки так, чтобы действие его было противоположно действию земного магнетизма, или при помощи окружающего измерительный прибор шара или цилиндра из железа с большой магнитной проницаемостью, или применением астатической системы магнитных стрелок. См. *Измерительные приборы, электрические*.

АСТАТИЧНОСТЬ РЕГУЛЯТОРА, свойство его при любом положении муфты находиться в равновесии при одном определенном числе оборотов. См. *Регулятор*.

АСТИГМАТИЗМ, недостаток, присущий линзам (в частности и глазу), благодаря которому и после устранения сферической и хроматической аберраций (см. *Аберрация света*) лучи, исходящие из одной точки, после преломления не пересекаются опять в одной точке. Свободен от А. только пучок лучей, ось которого совпадает с оптической осью линзы. Но чем больше угол между осями пучка и линзы, тем больше А. Вследствие А., при наводке на фокус изображения, в нем нельзя добиться для боковых частей резкости, одинаковой с центральной (напр. очертания солнечных пятен, близкие к краям солнечного диска, при рассматривании в телескоп кажутся более расплывчатыми, чем центральные; далее, на обычных фотографич. снимках края получаются менее резкими). Всякая точка, не лежащая на оптической оси линзы, дает изображение в виде линии, кружка или эллипса (см. фиг.), вследствие того, что волна по выходе из линзы не будет сферической, а образует сложную кривую поверхность, и не найдется такой точки в пространстве, где нормали к ней (лучи) все сошлись бы.

А. можно сильно ослабить и даже устранить в пределах большего или меньшего угла зрения путем подбора соответственной

комбинации линз с взаимно противоположными А. Такая комбинация линз называется *анастигматом* (см.). Для устране-



ния А. глáза пользуются очками с цилиндрическими стеклами.

Лит.: Гримзель Э., Курс физики, ч. III, стр. 211—217, М., 1926; Головин С. С., Клинич. офтальмология, т. 1—2, ГИЗ, 1923; Reusch F. E., Beiträge zu d. Elementen d. Katoptrik u. Dioptrik, Tübingen, Univ.-Programm, 1857; Reusch F. E., Reflexion u. Brechung d. Lichtes an sphärischen Flächen bei endlichem Einfallswinkel, «Pogg. Ann.», *130*, 1867; Reusch F. E., Theorie d. Zylinderlinsen, Lpz., 1868; Czapski S., Theorie d. optischen Instrumente, p. 69 u. 105, Bresslau, 1893.

АСТРАЛИН, осветительное масло, хорошо очищенное, имеющее $t°$ вспышки выше, чем обыкновенный керосин. Благодаря высокой $t°$ вспышки и, следовательно, большей своей безопасности в пожарном отношении, А. имел применение при освещении складских и т. п. помещений. Технические свойства его следующие: уд. вес при 15° не более 0,83, вспышка в приборе Мартенса-Пенского не ниже 60°, цвет, по Штаммеру, не ниже марки 1,5.

АСТРАЛИТ, см. *Взрывчатые вещества.*

АСТРАЛИТ, как и гематинон, — стеклянный сплав, окрашенный в характерный красный цвет, средний между цветом сурика и киновари. А. впервые был сварен Петтенкофером и употреблялся для выделки различных мозаичных украшений. Состав шихты А.: 80 ч. кремнезема, 120 ч. окиси свинца, 72 ч. кальцинированной соды, 18 ч. безводной буры, 24 ч. медной и 1 ч. железной окалины. После сплавления шихты получается сплав черного цвета, с включенными в нем голубоватыми мелкими мерцающими кристалликами; этот сплав в проходящем свете кажется совершенно красным.

АСТРАХАНИТ, бледит, минерал состава $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$. Твердость 2,5, уд. в. 2,25. Встречается в Астраханской губ. в отложениях горьких озер и в Стассфурте (Германия, Бранденбург) в залежах каменной соли.

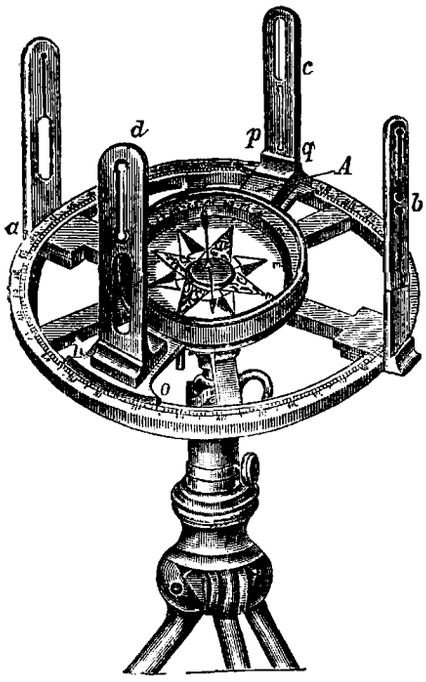
АСТРОИДА, звездчатая кривая. Ур-ие: $x^{2/3} + y^{2/3} = a^{2/3}$. Ур-ие А. в параметрической форме: $x = a\cos^3\varphi$, $y = a\sin^3\varphi$. А. получается как обертка прямого отрезка a, концы которого скользят по координатным осям. А. описывает любая точка окружности, катящейся с внутренней стороны по окружности с радиусом, вчетверо большим (см. *Гипоциклоида*). Эволюта А. (обертка ее нормалей) есть тоже А., вдвое большая и повернутая на 45°. Площадь А. равна $\frac{3}{8}\pi a^2$, длина А. равна $6a$.

АСТРОЛЯБИЯ. 1) В геодезии А.— угломерный инструмент для геодезических (и астрономических, см. ниже) измерений, предшественник современных астрономич. и геодезических угломерных инструментов. Название А. было дано всем угломерным приборам, состоявшим из круга и алидады, и азимутальным инструментам, предшественникам *теодолита* (см.). На фиг. изображена А. для землемерных работ. Вращающаяся около центра круга с делениями алидада A, снабженная двумя подвижными *диоптрами* (см.) c и d, имеет нониусы n-o и p-q для точных отсчетов делений лимба. Два диоптра a и b неподвижно укреплены на круге; их линия визирования совпадает с линией 0—180° лимба. Установив неподвижные диоптры на задний сигнал и закрепив лимб, можно, визируя на другую точку через подвижные диоптры, отсчитать угол по лимбу. Круг укреплен на штативе и может быть установлен вращением около шарового шарнирного сочленения в любой плоскости, стало быть, и в вертикальной, для измерения вертикальных углов. Часть А. снабжается буссолью. В России А. долгое время пользовалась исключительным распространением при межевых работах. В средине 17 в. она была улучшена тем, что вместо алидады с диоптрами была установлена труба, и получился новый тип геодезического инструмента — астролябия с трубой.

2) В астрономии А.—инструмент, служивший для определения положения звезд и состоявший из двух различных приборов, из которых каждый в отдельности тоже назывался А. Один из них, для непосредственного измерения углов, является простой астрономической (см. выше — А. в геодезии) армиллярной сферой и состоит из кольца, на окружности которого находятся деления, а внутри вращается другое, концентрическое с первым кольцо, снабженное двумя диоптрами. Вместо внутреннего кольца часто делают одну только ручку (алидада, линейка) или же 4 ручки в виде креста. На наружном кольце имеется пара диоптров, с помощью к-рых визируется одна из сторон измеряемого угла. Раньше диоптры были с отверстием, потом их стали делать с узким прорезом и, наконец, с прорезом и волоском посредине.

Для измерения горизонтальных и вертикальных углов А. устанавливалась на штативе. Она называлась круглой, полукруглой или *квадрантом* (см.), смотря по тому, снабжена ли она полным кругом, половиной или четвертью. Для измерения углов высоты этот круг обыкновенно просто подвешивался за ушко на делении 90°, с диоптрами на алидадной линейке, но без диоптров на разделенном круге. Истинное значение угла высоты можно было определить при соблюдении следующих условий: а) ось вращения алидады проходит через центр разделенного круга; б) линия, соединяющая точки, соответствующие +90° и —90° угла высоты, направлена по отвесу; в) диаметр кольца, отвечающий найденному положению диоптров, проходит через какое-либо деление на его окружности. Морская А. была устроена таким же образом, но после изобретения секстанта с зеркальцем этот

примитивный прибор, иногда заменявший-ся астрономическим кругом и квадрантом, быстро вышел из употребления у мореплавателей. Второй из вышеупомянутых приборов служил для графического решения различных задач сферической астрономии. Главная часть его давала изображение небесной сферы на плоскости, или «планисферу», и в соединении с описанным выше угломерным прибором этот прибор получил впоследствии название планисферической А. (Astrolabium planisphaerium). К нам перешло множество таких комбинированных арабских А. Этот прибор имел большое значение для графического решения задач сферической астрономии, а аналогичными ему приспособлениями мы пользуемся и поныне. Устройство таких А. состояло в следующем. В диске с углублением и делениями по краю помещалась планисфера. На нее накладывалась вращающаяся пластинка, поверх к-рой вращался указатель. На задней стороне диска тоже имелись разделенный круг и алидада, представлявшие собой описанное выше простое приспособление для измерения углов высоты. Передняя же часть прибора служила для графических измерений. Иногда обе части прибора помещались на одной и той же стороне диска, как, например, в А. Регномонтана.



Астролябия для землемерных работ.

Лит.: Основательное и точное описание инструмента для землемерных работ дает Tobias Mayer в своем старинном труде Gründlicher und ausführlicher Unterricht der praktischen Geometrie, 3 Aufl., Göttingen, 1802; Бик А. Н., Курс низшей геодезии, изд. 8, М., 1926; Соловьев С. М., Курс низшей геодезии, М., 1914; Wolf R., Handbuch d. Astronomie, B. 1, Zürich, 1893; Breusing A., Die nautischen Instrumente bis zur Erfindung des Spiegelsextanten, Bremen, 1890; Wolf R., Geschichte d. Astronomie, München, 1877; здесь же приведен перечень в высшей степени богатой древней литературы об А.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЧАСЫ являются одним из важнейших измерительных приборов в астрономии. Механизм всяких часов сводится к трем основным частям: а) двигатель, б) регулятор, в) передача (см. *Часовое производство*). а) Двигателем постоянных А. ч. (переносные А. ч. см. *Хронометры*) б. ч. служит гиря в 1½—2 *кг* с особым приспособлением в передаточном механизме, не позволяющим А. ч. замедлять ход при заводе. В лучших современных А. ч. Рифлера тяжелая гиря заменена маленьким грузом в 10 *г*, который сообщает необходимую энергию механизму в течение приблизительно 30 ск.; дойдя до своего нижнего положения, грузик замыкает электрич. ток и якорем электромагнита автоматически возвращается в начальное положение. Такое приспособление обеспечивает более равномерную передачу энергии от двигателя регулятору и способствует сохранению постоянства размахов регулятора. б) Регулятором, т. е. собственно измерителем времени, служит маятник. Время одного полного колебания (полного размаха, полной амплитуды) сложного маятника при обычно малой амплитуде с достаточной точностью дается формулой:

$$T=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1+\frac{\alpha}{16}\right),$$

где g—ускорение силы тяжести, α—полуамплитуда, l—длина простого синхронного маятника; если J—момент инерции данного маятника относительно оси привеса, M—его масса, a—расстояние центра тяжести от оси привеса, то $l=J:Ma$. Время колебания маятника А. ч. обычно 1 ск., реже—иное (для специальных целей). Отношение $J:a$ и T суть функции $t°$, поэтому в обыкновенных часах иногда, в А. ч.—всегда маятник снабжается $t°$-ной компенсацией. Все виды компенсации основаны на различии коэфф. расширения различных металлов (сталь, латунь, ртуть и пр.): расширение основного стержня маятника меняет отношение $J:a$, расширение добавочных металлич. частей возвращает его к начальному значению. В лучших А. ч. основной стержень приготовляется из никелевой стали (сплав 35,7% никеля и 64,3% стали, по Рифлеру), с ничтожно малым коэфф. расширения, что весьма упрощает и уточняет компенсацию. Время колебания маятника зависит от сопротивления воздуха, к-рое меняется с изменением барометрич. давления: к маятнику присоединяется барометрич. компенсация в виде ртутного или металлич. манометра так, чтобы при изменении давления смещение нек-рой добавочной массы сохраняло постоянство T. Примирить термо- и баро-компенсации трудно: иногда устраивают только первую и помещают А. ч. в герметический футляр с пониженным давлением воздуха, примерно до 650 *мм* ртутного столба (Рифлер). в) Существеннейшей частью передачи является спуск, передающий маятнику энергию, необходимую для поддержания его размахов, и подчиняющий неравномерное движение двигателя периодич. колебанию маятника. В А. ч. обычно устраивается т. н. свободный спуск, весьма деликатный, но обеспечивающий свободу качания маятника (см. *Часовое производство*). Совокупность зубчатых колес передачи приводит в движение стрелки как счетчики времени, отмеренного маятником, и в А. ч. строится с возможной простотой. А. ч. высокого качества устанавливаются в особых изолированных помещениях с возможно постоянной $t°$, б. ч. в подвалах, и служат для сравнения и выверки рабочих часов обсерватории, для электрической подачи секундных сигналов на *хронографы* (см.), для автоматического регулирования А. ч. меньшей точности в рабочих павильонах (см. *Синхронизация*), для циферблатов

(см. *Часы электрические*). Несмотря на всю тщательность выполнения, никакие А. ч. не имеют совершенного хода; по наблюдениям звезд регулярно определяются их поправки и изучается ход (см. *Время*).

Лит. предмета обширна; см. Encyklopädie d. mathematischen Wissenschaften, B. VI_2; Caspari C., Theorie d. Uhren. **С. А. Казаков.**

АСФАЛЬТ, горная смола, название битуминозной горной породы, состоящей из органического вещества — *битума* (см.), тесно объединенного с мелким минеральным веществом. Представителем является А. с о-ва Тринидад (в Ю. Америке, близ устья р. Ориноко). В сыром виде в А. присутствует примесь воды и растительного вещества. Состав А.: битума, растворимого в сероуглероде, 56%, минерального вещества 36,8%. Уд. вес 1,40; точка размягчения ок. 89°; для А. характерно содержание серы. Остаток при коксовании экстрагированного битума 11%, углерода свободного 6%. Глубина проникания, при 25° нормальной иглы № 2 при нагрузке 100 *г* в течение 5 ск., 0,5. Хим. состав битума в тринидадском А.: C—82,5%, H—10,5%, N—0,5%, S—6,5% (по другим данным—до 10%).

А. принадлежит к числу старейших строительных материалов; применяется как вяжущее вещество в кладке, для водоупорных изоляций, в асфальтовых растворах и бетонах (см. *Асфальтовый бетон*). На свойстве А. размягчаться от нагревания, переходить в текучее состояние, снова отвердевать при охлаждении и проявлять при этом большую силу сцепления основаны наиболее распространенные горячие способы применения А. Кроме того, существуют способы и холодного асфальтирования, с применением летучих растворителей битума (напр. асфальтовый лак) и в виде водных эмульсий. Асфальт применяется также при производстве изоляционных материалов (см. *Асфальтовые лаки*, *Изоляционные мастики*, *Компаунды*). В виду сравнительно немногочисленных месторождений А., подобия по внешним признакам нек-рых дешевых отбросных продуктов от перегонки минерального топлива и сложности распознавания природных продуктов от подделок, последних появилось очень много. Попытки замены А. этими внешне подобными материалами почти всегда приводят к отрицательным результатам.

А. иногда называют твердые битумы (см. *Асфальтиты*) как самородные, так и полученные от перегонки нефтей. Продукт заводского производства, сваренный из порошка асфальтового камня (см. *Асфальтовые породы*) с битумом, в торговле называют А. Так же называют готовый строительный материал, служащий для одежды проезжей части улиц и тротуаров, а именно: литой А., т. е. материал, приготовленный из асфальтовой мастики с добавкой гравия или песка, настланный в горячем состоянии слоем толщиной от 1 до 2,5 *см*, и прессованный А., т. е. материал, полученный трамбованием или укаткой горячего порошка асфальтового камня, в виде сплошного слоя толщиной от 2 до 5 *см*. В настоящее время эти оба вида асфальтовых материалов уступили место более рациональному в техническом и экономическом отношении асфальтовому бетону и асфальтовому раствору.

Основой правильного применения асфальтовых материалов является лабораторное испытание свойств их, а именно: 1) определение количества битума, растворяемого в сероуглероде (CS_2), четыреххлористом углероде (CCl_4), нефтяном эфире (иногда в бензоле и других растворителях); производится способами декантации, сожжения, фильтрования в специальных аппаратах (напр. Сокслета, Грэфе, центрифугальном Дьюлина и т. д.); 2) определение летучих и легких продуктов, т. е. кипящих до 100° (нагревание в течение 2 ч.) и до 165° (нагревание 5 ч.); 3) испытание физических свойств экстрагированного битума до и после определения потерь от нагревания (п. 2).

Температура размягчения. Так как по мере повышения $t°$ битуминозное вещество меняет консистенцию непрерывно, то определение точки размягчения для получения сравнимых результатов должно производиться вполне определенными методами. Наиболее употребительные методы следующие: а) «Кольцо с шаром»: испытуемый материал плавят и наливают в амальгамированное латунное кольцо; по охлаждении на поверхность битума помещают стальной шар и вместе с термометром подвешивают в стакан, нагреваемый со скоростью 5° в мин.; $t°$, при к-рой битум упадет на дно стакана, принимается за точку размягчения. б) «Метод кубом на крюке»: битуминозное вещество отливают в форму куба, надевают на горизонтальное плечо проволоки, согнутой под прямым углом, и нагревают в стакане; $t°$, при которой куб упадет на дно стакана, принимают за точку размягчения. в) Метод Кремера и Сарнова и др.: глубина проникания нормальной иглы № 2 под действием груза (200, 100, 50 *г*) при определенных $t°$ (0°, 25°, 45°) и в определенный промежуток времени (60 и 5 ск.); испытание производят аппаратом *пенетрометром* (см.).

Тягучесть, т. е. длина в *см*, на к-рую растягивается нормальный образец битуминозного вещества при определенной $t°$ (0°, 25°, 50°) и при определенной скорости растяжения. Аппарат, к-рым испытывают, называется «*дуктилометр*» (см.).

Точки вспышки и горения, т. е. минимальные $t°$, при нагревании до к-рых: 1) выделяющиеся из А. пары воспламеняются при приближении к ним пламени, и 2) весь материал загорается.

Вязкость удельная и абсолютная (см. *Вязкость*) определяется приборами, носящими название вискозиметров (Энглера, Ридвуда, Рютгерса, Сэйболта, Убелоде, Мак Майкела и др.) или измерителей вязкости (Лунге, Хэтчинсона).

Сюда же относится испытание плаванием (Float test), состоящее в определении времени, необходимого для погружения в воду при определенной $t°$ (50°, 75°, 100°) алюминиевого чашеобразного поплавка, в дно которого ввинчена латунная трубка, наполняемая асфальтом.

Наиболее известные м е с т о р о ж д е н и я А. находятся в Америке—на о-ве Тринидад, где имеется озеро поверхностью ок. 47 *га*, расположенное ок. 40 *м* выше уровня моря; толщина слоя А. ок. 23 *м*, при глубине в центре свыше 40 *м*. А. добывают киркой и лопатой. Для очистки от примесей сырой А. нагревают 3—4 дня в котлах; при этом испаряется вода, растительные примеси вычерпывают вместе с пеной, а землистые части оседают на дно. Нагревание не доводится до критической $t°$, при которой происходят хим. изменения в материале. Очищенный А. в виде темно-бурого твердого с матовым раковистым изломом материала применяется на работах вместе с плавнем. А. из озер в штате Бермудец, в Венецуэле (Ю. Америка), содержит большую или меньшую примесь песка, глины и растительных веществ. Очищается так же, как тринидадский, но быстрее, в виду меньшего содержания воды и растительных веществ. Из других месторождений С.-А. С. Ш. известны калифорнские и так называемые Маракаибо (см. *Асфальтовые породы*, *Битумы* и *Нефти*).

В СССР находятся запасы асфальтового сырья во многих районах. К числу разрабатываемых месторождений относятся: а) Сызранские—на р. Волге, близ Батраков и в Жигулевских горах (Бахиловское), б) Щугуровское — по р. Лесная Шешма в Бугульминском кантоне Татреспублики, в) Грузинские—близ ст. Натанеби Закавказской ж. д., в Кутаисском районе, в Ширахской степи и пр., — отличаются богатством запасов и разнообразием свойств, г) Эмбинские, д) Ферганские.

Для строительных работ производят заводским путем материал, подобный А., т. е. представляющий собою тесную смесь битума с тонким минеральным порошком в концентрациях, обусловленных способом применения его. Этот заводский продукт получил название асфальтового вяжущего вещества. Свойства этой дисперсной системы зависят от свойств компонентов, образующих ее, и от их соотношения. Чем мельче минеральное вещество, тем его удельная поверхность больше и тем, при остальных одинаковых условиях, больше количество поверхностной энергии и сильнее вяжущие свойства материала. Рыночный продукт, называемый асфальтовой мастикой, б. или м. приближается по своим свойствам к асфальтовому вяжущему веществу или к асфальтовому раствору—в зависимости от свойств, количества и крупности помола минерального вещества. Как в А., так и в асфальтовом вяжущем веществе битум д. б. с большим содержанием асфальтенов. Минеральная составная часть (filler, или наполнитель) по англ. и америк. нормам должна быть не крупнее нормального портланд-цемента. Лучшими породами являются асфальтовые известняки или асфальтовые доломиты, т. е. пропитанные битумом, а за ними — известняки и доломиты, не содержащие битума.

Лит.: С а х а р о в П., Номенклатура битуминозных материалов, «Строит. промышл.», *11*, *12*, М., 1924; е г о ж е, Методы испытаний битуминозных материалов, применяемые за границей, Труды Битумной комиссии Исслед. дорожн. бюро ЦУМГ НКПС, 1927; J a c c a r d A., Le pétrole, l'asphalte et le bitume, P., 1895; B o o r m a n T. H., Asphalts, their Sources a. Utilisations, N. Y., 1908; P e c k h a m S. F., Solide Bitumens, New York, 1909; D a n b y A., Natural Rock Asphalt a. Bitumens, L., 1913; H o b b a r d P., Laboratory Manual of Bituminous Materials, N.Y., 1916; M a r c u s s o n J., B u r c h a r t z H., D a l é n G., Die natürlichen u. künstl. Asphalte, Lpz., 1921; C r o s s R., Handbook of Petroleum, Asphalt a. Natural Gas, Kansas, 1924; S p i e l m a n n P. E., Bituminous Substances, L., 1925. **П. Сахаров.**

АСФАЛЬТ НЕФТЯНОЙ, асфальтовый гудрон нефтяной, искусственный асфальт, в отличие от природных асфальтов (см. *Асфальт* и *Асфальтовые породы*), добываемых из пород вытапливанием или экстракцией, является продуктом заводской переработки нефти. В технич. смысле представляет собою твердый или полутвердый битум, характеризующийся плавкостью при нагревании, водонепроницаемостью, цементирующей способностью и, в большинстве случаев, упругостью. Непрозрачен, цвет изменяется от коричнево-черного до черного. Уд. вес от 0,960 до 1,1. Полностью растворяется в сероуглероде, несколько хуже в четыреххлористом углероде, хлороформе и бензоле и частично в легком бензине. Химически А. н. — сложная смесь высокомолекулярных нефтяных углеводородов и продуктов их полимеризации и окисления. Поскольку А. н. получается из остатков от перегонки нефти, состоящей, как известно, из углеводородов парафиновых, нафтеновых, ненасыщенных жирного и ароматического рядов и небольших количеств кислородных, сернистых и азотистых соединений, — естественно, что в А. н. входят все эти вещества, а также продукты их окисления, полимеризации и разложения, получившиеся в результате заводской обработки под действием высокой $t°$ и кислорода. Из многочисленных предложенных классификаций составных частей асфальтов наиболее привившимися являются предложенные Ричардсоном и Маркуссоном. Ричардсон разделяет составные части асфальтов по признаку последовательного растворения в различных органических растворителях на: 1) п е т р о л е н ы — масла, удаляющиеся при умеренном нагревании (до 180°); 2) м а л ь т е н ы—компоненты, растворимые в бензине; 3) а с ф а л ь т е н ы—компоненты, растворимые в четыреххлористом углероде; 4) к а р б е н ы — компоненты, нерастворимые в четыреххлористом углероде, но растворимые в сероуглероде; 5) к а р б о и д ы—коксообразные вещества, нерастворимые в сероуглероде и прочих растворителях. Считая более рациональной классификацию по признаку хим. свойств, Маркуссон разбивает составные части асфальтов на: 1) м а с л а, 2) н е й т р а л ь н ы е с м о л ы, 3) а с ф а л ь т е н ы, 4) а с ф а л ь т о г е н о в ы е к и с л о т ы и и х а н г и д р и д ы. Смолы и асфальтены надлежит представлять себе как последовательные стадии превращения нефтяных углеводородов в процессе образования природного и искусственного асфальтов. Превращаясь в смолы, углеводороды претерпевают увеличение молекулярного и уд. весов, повышение $t°_{пл.}$, приобретают твердую консистенцию и темнеют до черно-бурого

цвета. Растворимость в легком бензине (петролейном эфире) еще не утрачена, но, будучи абсорбированы из раствора флоридином, силикагелем и т. п. веществами, смолы не отмываются обратно бензином, как масла. Дальнейшая ступень полимеризации и окисления — асфальтены теряют растворимость в бензине, сохраняя растворимость в хлороформе и сероуглероде; цвет изменяется до чисто черного; теряется плавкость: при нагревании асфальтены разлагаются с образованием кокса. Считают, что нейтральные смолы являются носителями эластичности, а асфальтены — твердости и хрупкости. Поэтому искусство производственника, добивающегося получения из нефти асфальта высоких пластических качеств, состоит в регулировании соотношения между смолами и асфальтенами. Хотя различные нефти ведут себя при этом неодинаково, но в общем длительный процесс превращения нефтей в асфальты при более низких $t°$, повидимому, благоприятствует накоплению смол, в то время как форсирование этого процесса, как это имеет место в заводском производстве А. н., ведет к быстрому переходу смол в асфальтены и далее в карбоиды и кокс. В течение долгого времени А. н. не имели широкого распространения и пользовались у потребителей дурной славой, пока американцы тщательно не установили необходимых температурных условий и скорости заводских процессов. Последний класс компонентов—асфальтогеновые кислоты и их ангидриды—содержат всегда кислород и являются продуктами окисляющего действия кислорода воздуха. Свободные асфальтогеновые кислоты переходят под действием нагрева при производстве А. н. почти полностью в ангидриды, вследствие чего А. н. характеризуются ничтожным кислотным числом (ниже 1), при числе омыления около 10.

Отличие А. н. от природного: 1) содержание масел в А. н. даже высоких $t°_{пл.}$ значительно больше, чем в природных; это обстоятельство отчетливо обнаруживается по различной их растворимости в легком бензине; равным образом природные асфальты почти лишены твердого парафина, составляющего обычную примесь А. н.; 2) низкое содержание серы (обычно ниже 1%) является типичным для А. н., за исключением полученных из мексиканских нефтей (2—4% серы), приближающихся в этом отношении к природным; сера в А. н. связана значительно прочнее, чем в естественных, и не выделяется в виде сероводорода при нагревании до 200°; 3) свободные асфальтогеновые кислоты, как уже указано, встречаются в заметном количестве только в природных асфальтах; 4) А. н. практически не содержат золы, в то время как натуральные имеют всегда значительную примесь минеральных веществ. Помещенная ниже таблица дает представление о составе некоторых естественных асфальтов и А. н.

Составные части асфальтов.

Типы асфальтов	Асфальтогеновые кислоты в %	Ангидриды асф. кислот в %	Асфальтены в %	Смолы в %	Масла в %	Аналитик
Природные асфальты						
Тринидадский сырой	6,4	3,5	37,0	23,0	31,0	Маркуссон
Бермудец очищенный	3,9	2,0	35,3	14,4	39,6	Маркуссон
Нефтяные асфальты						
Из Канзаса	—	3,0	24,0	11,0	62,0	Маркуссон
Германский мягкий	—	4,0	4,4	8,6	83,0	Маркуссон
Бакинский	—	2,0	15,5	16,1	66,0	Маркуссон
	Уд. в.	$t°$ размягчения по Кр.-Сарн. в °С.				
Асфальты СССР						
Грозненский парафиновый продувочный	0,96	41	18,5	13,9	61,7	Саханов и Жердева (смолы определены по силикагелевому методу)
	0,99	110	31,6	12,3	54,7	
Грозненский беспарафиновый продувочный	1,02	85	29,7	14,1	56,3	
Балаханский продувочный	0,97	76	26,6	11,9	62,1	
	0,97	107	27,8	13,8	57,4	
Регенерированный из кислых отбросов от очистки масел	—	40	27,5	32,7	44,0	

Пример элементарного анализа нефтяных остатков и А. н. приводится в следующих данных Маркуссона:

	C	H	S	O	N
Грозненские нефтяные остатки	86,0	12,6	0,1	1,2	0,1
Нефтяной асфальт продувочный	86,2	10,9	0,3	2,4	0,18

Сопоставляя элементарный состав А. н. и исходного материала (нефтяных остатков), мы должны отметить уменьшение процентного содержания водорода, ушедшего в виде воды благодаря реакции окисления, и повышение процентного содержания кислорода, вошедшего в состав новообразовавшихся ангидридов асфальтогеновых кислот.

Классификация А. н. В зависимости от исходного материала при

производстве, различают А. н. из остатков от перегонки нефти (oil asphalt) и из отбросов от очистки нефтепродуктов — регенерирован. асфальт (sludge a., acid-sludge a.). Подавляющее количество А. н. изготовляется из остатков от перегонки нефти и гл. обр. из тяжелых нефтей. По способу производства отличают А. н., полученный концентрированием исходного материала при продувании через него водяного пара, т. н. остаточный асфальт (residual a., steam refined a.), и продувочный, или окисленный, асфальт, полученный продуванием воздуха (blown a., air refined a.). Получение А. н. путем нагревания нефтяных гудронов с серой не получило распространения в виду высокой себестоимости продукта.

Статистические данные. Мировое производство А. н. началось около 25 лет тому назад и сосредоточено в главной своей массе в Соед. Штатах, являющихся вместе с тем и главным его потребителем. Развитие этого производства тесно связано с быстрым развитием автомобилизма, вызвавшим постройку густой сети асфальтовых дорог. Ограниченность месторождений природных асфальтов и дороговизна фрахта на дальние расстояния, в особенности для естественных асфальтов, содержащих большой процент минеральных примесей, заставили обратиться к изготовлению искусственных А. н. Динамика этого производства по годам и общее потребление асфальта в С.-А. С. Ш. видны из приводимых ниже данных Геологического комитета и Асфальтовой ассоциации С.-А. С. Ш. (в *m*).

Добыча, производство и потребление асфальта в С.-А. С. Ш.

Годы	Добыча природных асфальтов всех видов	Получено асфальта из нефти	Общее потребление асфальта
1907	77 321	124 153	—
1916	88 625	1 134 648	1 320 891
1917	73 443	1 212 679	1 428 555
1918	54 030	1 082 178	1 220 408
1919	79 452	1 160 611	1 300 660
1920	180 073	1 571 647	1 821 298
1921	268 899	1 379 081	1 724 584
1922	297 366	1 842 577	2 201 421
1923	363 086	2 136 938	2 641 706
1924	378 000	2 770 200	3 283 200
1925	670 031	2 860 533	3 530 564

Спрос на асфальт больше добычи его из естественных месторождений и из нефти, вместе взятых, и разница покрывается импортом из Тринидада и Венецуэлы. При рассмотрении цифр Геологического комитета сразу обращают на себя внимание слабое развитие добычи природных битумов и стабилизировавшийся импорт их (разность между цифрами третьего столбца и суммой первых двух). Все колоссальное развитие асфальтового дела и, следовательно, дорожного строительства происходит за счет А. н., доля коего в общем потреблении С.-А. С. Ш. дошла в 1924 г. до 85%. По мере роста автотранспорта во всем мире открывается обширный рынок для сбыта А. н. Даже Германия, имеющая большие количества дешевых каменноугольных пеков, пригодных для дорожных целей, допускает ввоз А. н. из мексиканской нефти. В довоенное время наш внутренний спрос покрывался гл. обр. естественным асфальтом сызранских месторождений, но существовало, для примесей к нему, производство и искусственных А. н.: продувочного, в Грозном (из масляного гудрона), и регенерированного из кислых отбросов масляного производства в Баку, на заводе Шифрина. Продукция последнего завода была доведена в 1913 г. до 10 000 *m* в год. В настоящее время, после 10-летнего перерыва, производство А. н. как остаточного, так и продувочного вновь организовано Грознефтью и Азнефтью. Однако размеры его, по сравнению со спросом в СССР и экспортными возможностями, еще весьма малы (20 000 *m* в год). Рационализация и развитие этой отрасли нефтяного производства находятся в значительной зависимости от введения в переработку наших тяжелых нефтей асфальтового основания, ныне пускаемых лишь на топливо и представляющих наилучшее сырье для А. н. (как, напр., калужская нефть). Выгодная переработка их на А. н. возможна лишь при попутном получении светлых продуктов: бензина, керосина, газойля и масел. Немалым и слабо использованным источником сырья для выработки А. н. являются и кислые отбросы от очистки смазочных масел. При полной их утилизации для производства А. н. возможную выработку последнего можно оценить в 20 000 *m* в год, при себестоимости в 30—33 р. за *m*.

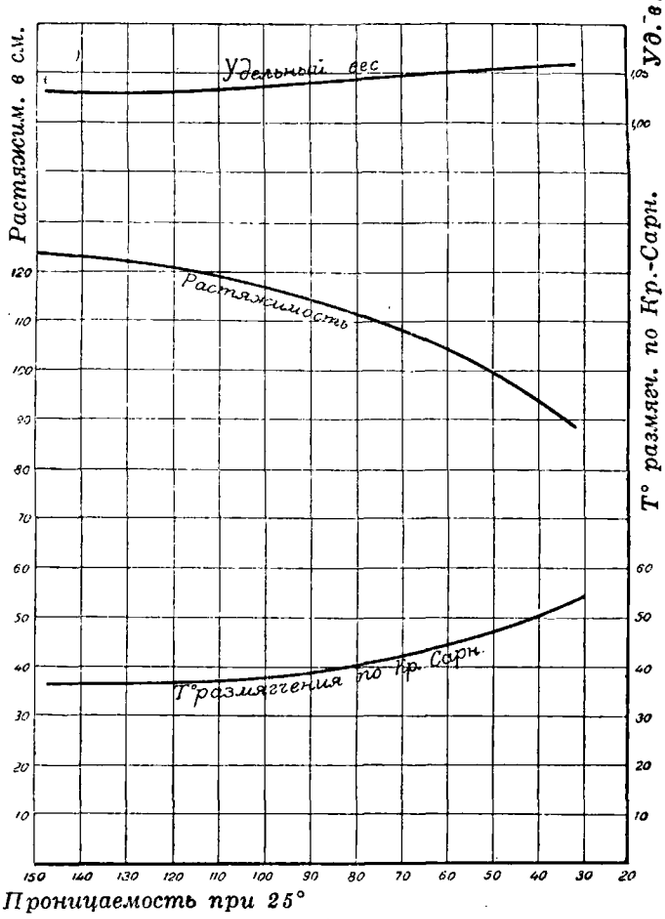
Производство А. н. из остатков от перегонки нефти. По мере отгона светлых дистиллатов из нефти, остатки обогащаются смолистыми веществами, становятся все более вязкими и тяжелыми. После полного отбора масел остается т. н. нефтяной, или масляный, гудрон жидкой и полужидкой консистенции. Дальнейшая концентрация его при помощи перегретого водяного пара ведет к получению твердых и полутвердых продуктов — остаточных асфальтов. Наилучшим сырьем для этой цели как в смысле выходов, так и качества А. н. являются нефти асфальтового основания. Таковы калифорнийские и мексиканские нефти. Ниже в таблице указаны продукты переработки последней по новейшим данным.

Продукты переработки мексиканской нефти.

Продукты переработки		Уд. вес	Выход в %
Нефть		0,915	—
Газолин		0,742	14,5
начало кип.	50°		
выкипание	200°		
Керосин		0,798	6,0
вспышка	52°		
начало кип.	116°		
выкипание	277°		
Газойль		0,835	30,0
Смазочное масло		0,916	5,0
вспышка	188°		
вязкость E_{100}	1,5		
Парафин твердый		ок. 0,890	1,0
Асфальт		1,05	40,0
проницаемость	40		
растяжимость	100		
$t°$ размягч. по Кр.-Сарн.	47°		
Потери		—	3,5

Кроме указанных выше сортов нефтей асфальтового основания, для изготовления остаточных асфальтов применяются также нефти смешанного основания, напр. техасская и Мид-Континента. Преимуществом их является то, что они меньше боятся разложения от перегрева, нежели чисто асфальтовые нефти. Нефти парафинового основания не дают остаточного асфальта удовлетворительных качеств. В современной заводской практике остаточные асфальты получают обычно непосредственно от первой перегонки нефти при глубоком отборе дистиллатов. Никакой добавочной аппаратуры не устанавливается, но режим производства д. б. изменен т. о., чтобы избежать, по возможности, процессов разложения. Наилучшие по качеству А. н. получаются в трубчатых кубах и кубовых батареях непрерывного действия с высоким вакуумом, так как установки этих двух типов наиболее предохраняют остатки от разложения, сводя к минимуму продолжительность нагрева или же понижая $t°$ перегонки. Остаточные асфальты являются лучшими по пластическим и цементирующим свойствам, приближаясь в этом отношении к естественным; поэтому они особенно ценны для дорожных работ. В СССР, в виду того, что тяжелые нефти не поступают в переработку, производства остаточных асфальтов пока нет.

П р о д у в о ч н ы е асфальты получаются при продувке нефтяных гудронов воздухом. Сырьем в этом случае м. б. нефти как асфальтового и смешанного, так и парафинового основания. Полученный на непрерывной батарее в остатке после отбора масел нефтяной гудрон переводится в периодические кубы емк. 25—150 m и подвергается при 240—300° продуванию воздухом. Реакция идет экзотермически, и, если берется горячий гудрон с батареи на ходу при $t°$ не ниже 180°, дополнительного нагревания извне не требуется; если же приходится исходить из холодного гудрона, то его для начала реакции предварительно нагревают до 200—220°. Кубы, для уменьшения потерь тепла, хорошо изолируются кирпичной кладкой с воздушной прослойкой. Наиболее целесообразным типом куба является вертикальный, допускающий лучшее использование воздуха. Последний подается через магистральную трубу, переходящую на дне куба в систему т. н. «маточников», т. е. дырчатых труб, для равномерного распределения воздуха по всей массе загрузки. Считается весьма полезным примешивать к воздуху водяной пар. При этом удается значительно умерять местные перегревы, уменьшать закоксовывание маточников и, подводя относительно большие количества воздуха, ускорять весь процесс. Поскольку при этом получается больше отгона, чем при продувке одним воздухом, такой способ работы выделяется нек-рыми авторами как комбинированный из концентрации и окисления (air and steam refined asphalt). На з-дах Азнефти из балаханского масляного гудрона получается 92—95% асфальта, 2—5% отгона, идущего в топливо, и 3% потерь. Длительность каждого оборота куба зависит от выбора сырья и заданных качеств продукта. При работе на А. н. с $t°$ размягчения по Кр.-Сарн. 100° из балаханского масляного гудрона уд. веса 0,940, продувка длится от 36 до 48 часов. Постепенное изменение свойств гудронов — калифорнийского, балаханского, бинагадинского и грозненского парафинового —

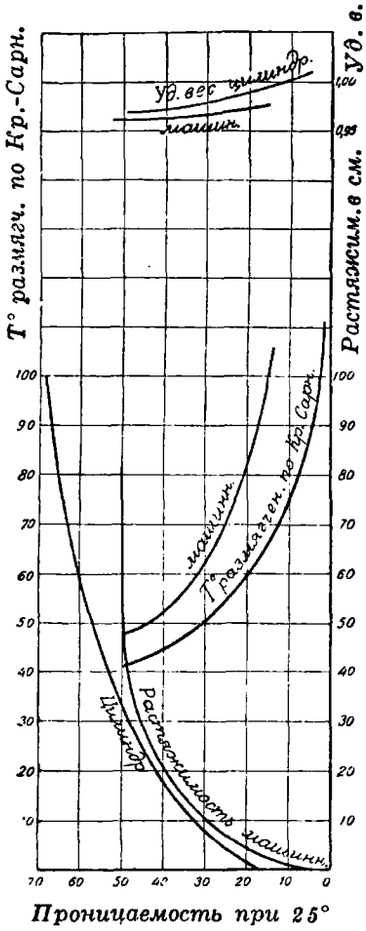


Фиг. 1. Свойства мексиканского остаточного асфальта.

по мере окисления видно из диаграмм (см. фиг. 1, 2 и 3), где на абсциссах показано повышение твердости А. н. (убывающие значения проницаемости), а на ординатах — другие физические свойства.

Сравнение остаточных и продувочных асфальтов показывает, что первые отличаются от вторых: 1) более высоким уд. в., 2) большей эластичностью (растяжимостью) и большей твердостью при одинаковой $t°$ размягчения, 3) значительно лучшими цементирующими свойствами. Продувочные асфальты, главный недостаток к-рых заключается в их малой растяжимости, обладают, с другой стороны, рядом преимуществ, а именно: 1) выход продувочного асфальта значительно выше, чем остаточного из того же сырья; 2) $t°$-ная кривая их физических свойств (проницаемости, растяжимости и т. д.) более полога, чем у остаточных; поэтому они более устойчивы против климатических изменений; 3) получение продукта заданных свойств регулируется в производстве продувочного асфальта легче, чем остаточного; 4) многие нефти смешанного основания, не дающие асфальтов удовлетворительных качеств, с достаточно высокой $t°$ размягчения, при самой глубокой концентрации паром м. б. успешно использованы для производства продувочных асфальтов; 5) особо высокоплавкие А. н., с $t°$ размягчения

по Кремер-Сарнову выше 100°, вырабатываются исключительно продувкой; 6) содержание масел в остаточных асфальтах меньше, чем в вырабатываемых продувкой асфальтах.



Фиг. 2. Свойства регенериров. асфальта из кисл. отбросов от очистки цилиндров. и машинного масел.

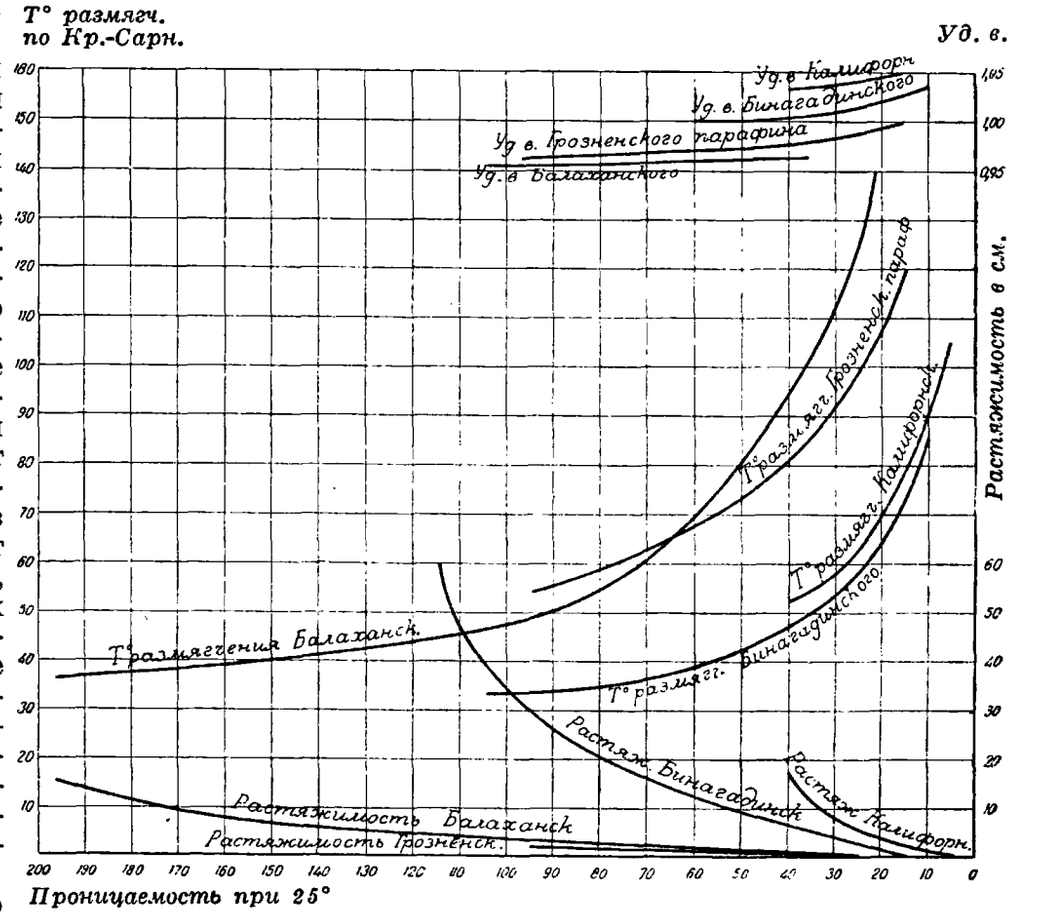
Регенерированные А. н. получаются из кислотных отбросов от очистки смазочных масел. Для отделения органической части кислых отбросов от свободной серной кислоты применяются два способа: 1) отмывка водой или «белыми водами», т. е. щелочными отбросами масляного производства, 2) растворение органической части в сольвентнафте. При первом способе после отделения кислоты и последующей тщательной промывки остается смесь смолистых веществ и масел, захваченных кислым гудроном при очистке. Дальнейшая переработка на твердый асфальт может вестись так же, как она ведется при получении твердого асфальта из нефтяного гудрона, т. е. отгонкой с паром масел до получения желаемой консистенции или продувкой воздухом. При работе по сольвентн. способу производится еще промежуточная операция — отгонка растворителя. Вариантом первого способа был способ, применявшийся в довоенное время на заводе Шифрина в Баку: после отмывки кислоты водой асфальт нейтрализовался пушенкой при нагревании в особых печах; продукт имел вследствие этого, в отличие от остальных А. н., заметную зольность. Регенерированные А. н. крайне разнохарактерны, отчасти в виду разнообразия исходного материала — кислотных отбросов, отчасти из-за различных методов обработки.

Приводим данные о свойствах продувочного регенерированного асфальта, полученного из отбросов от очистки бакинских машинного и цилиндрового масел.

Свойства А. н. выработки завода Шифрина в Баку.

Свойства А. н.	Аналитики	
	Саханов и Жердева	Гл. лаборат. I гр. Азнефти
$t°$ размягчения по Кр.-Сарн.	63	84
Проницаемость при 25°	77	2
Растяжимость при 25°	2,6	—
Уд. вес	1,1	—
Зола в %	2,7	—

Испытание А. н. При оценке асфальтов на их пригодность для дорожных, строительных и других целей руководящую роль играет исследование их на проницаемость, растяжимость, уд. в. и растворимость. Проницаемость характеризует консистенцию, твердость А. н. и выражается глубиной проникания, в десятых долях *мм*, стандартной иглы под давлением груза в 100 *г* за 5 ск., при $t°$ испытуемого асфальта в 25°. Растяжимость есть мера эластических и цементирующих свойств и выражается числом *см*, на которое растягивается при $t°$ 25° отлитый в определенную форму кусок асфальта — вплоть до разрыва. $t°$ размягчения (иногда называется также $t°_{пл.}$), по Кремер-Сарнову, есть та $t°$, при которой 5 *г* ртути продавливаются под собственной тяжестью через слой асфальта толщиной 5 *мм*. Удельный вес дает возможность отличать А. н. различного



Фиг. 3. Свойства продувочных асфальтов.

происхождения. Растворимость в сероуглероде, хлороформе, четыреххлористом углероде и легком бензине характеризует чистоту А. н., а также дает указания на состав его и на неправильности режима производства, влияющие на цементирующие свойства асфальта.

Применение А. н. Главная масса А. н. потребляется ныне для асфальтировки дорог. В зависимости от способа работы и климатических условий, заграничная, гл. обр. американская, практика выработала богатый сортамент различных асфальтовых цементов для дорожного строительства. Эти цементы или мастики, удовлетворяющие различным технич. требованиям, представляют собой изготовленные в заводском масштабе смеси твердых и жидких А. н. В строительном деле А. н. широко применяются для изоляции от сырости и покрытия крыш (в виде кровельного толя или асфальтового слоя). Меньшие количества его идут в электротехнике для кабельных масс и для изготовления лаков. Для этих целей берутся А. н. высокой чистоты, удовлетворяющие ряду специальных требований. Среди областей применения А. н. отметим еще брикетирование каменноугольной мелочи и покрытие трубопроводов из железа и дерева. По данным И. Н. Стрижова, потребление А. н. в С.-А. С. Ш. в 1923 г. было следующее:

На постройку дорог	1 280 740 *m*	54,0%
На производство кровельных материалов	914 956 »	38,5 »
Прочие применения	178 680 »	7,5 »
Итого . . .	2 374 376 *m*	100,0%

Упаковка и транспорт. Первоначально А. н. транспортировался в деревянных бочках и барабанах из кровельного железа. Стоимость тары и фрахта препятствовали распространению А. н. для дорожного дела и принудили к поискам других, более дешевых методов транспорта. В наст. время перевозки на средние и дальние расстояния производятся в С.-А. С. Штатах и в Европе (фирмой Shell-Mexphalt) наливом в цистернах на автомобильном или ж.-д. ходу. Цистерны снабжаются паровыми змеевиками для растапливания асфальта в месте назначения глухим паром, для чего достаточен паровой котел в 10 HP. Отогрев вполне остывшей цистерны емкостью в 14 *m* длится в среднем 10 часов. Тарная упаковка сохраняется для высокоплавких, кабельных и других специальных А. н., а также и для обычных дорожных асфальтов в случае отправки местным потребителям или в случаях нерегулярных отправок в отдаленные районы.

Лит.: Маркуссон И., Асфальт, М., 1926; Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, изд. 5, М., 1925; Добрянский А. Ф., Анализ нефтяных продуктов, М., 1925; Белл А. В., Америк. методы переработки нефти, пер. с англ., М., 1925; Власенко Б. Е., Руководство по переработке нефти, Баку, 1926; Саханов А. Н., Нефтяные асфальты и смолы, «Нефт. хоз.», *11—12*, М.—Л., 1924; Саханов А. Н. и Васильев Н. А., Содержание асфальтенов и смол в нефтях и нефтепродуктах СССР, «Нефт. хоз.», том 9, *8*, М.—Л., 1925; Саханов А. Н. и Васильев Н. А., О методе анализа асфальтов и смолистых веществ, нефтей и нефт. продуктов, «Аз. нефт. хоз.», *5*, Баку, 1925; Саханов А. Н. и Жердева Л. Г., Асфальт. гудроны, «Нефт. хоз.», *3*, М. — Л., 1926; Саханов А. Н. и Жердева Л. Г., Асфальтовые гудроны калужской нефти, «Аз. нефт. хоз.», *6—7*, Баку, 1926; Благодаров М., Искусственный асфальт из бинагадинской нефти, «Аз. нефт. хоз.», *1* — Асфальт нефтяной, Баку, 1925; Гутт И. Ф., Асфальт из кислого отброса, «Аз. нефт. хоз.», *3*, Баку, 1926; Шапиро, Заявочное свидетельство СССР № 38767, 1925; Власенко Б. Е., Использование отбросов, получаемых при хим. очистке нефтепродуктов, «Аз. нефт. хоз.», *3*, Баку, 1926; Стрижов И., Изготовление асфальта из нефти, «Горный журнал», *9*, М., 1925; Poole I., «Refiner» March, 1927; Abraham H., Asphalts a. Allied Substances, N. Y., 1920; Day D. T., Handbook of the Petroleum Industry, N. Y., 1923; Cross R., Handbook of Petroleum, Asphalt a. Natural Gas, Kansas, 1924; Köhler H.—Graefe E., Die Chemie und Technologie der natürl. u. künstl. Asphalte, Braunschweig, 1913.

В. Шиперович.

АСФАЛЬТЕНЫ, твердые органические составные части асфальтов, нефтей и других битумов, растворимые в сероуглероде и хлороформе, но нерастворимые в легком летучем масле (бензине) метановых нефтей (с плотностью 86—88° Bé, уд. в. ок. 0,645), с содержанием 85% дистиллатов между 35 и 65°. А. придают битуминозному веществу твердость, температурную и атмосферную стойкость и связывающие свойства (сцепление). Уд. в. А. выше 1; по внешнему виду А. представляют черный или темнобурый порошок. При нагревании А. не плавятся, а разлагаются на уголь и газообразные продукты. Химич. состав А., содержащегося в асфальте с о-ва Тринидад, по Ричардсону: С 82%, Н 7,8—10,9%. А. образуются при действии кислорода или серы на большинство нефтяных машинных масел (сначала образуются нефтяные смолы). Аналитические реакции для А.: при введении в дымящую азотную кислоту образуются продукты нитрации с 5—6% N, растворимые в ацетоне; после обработки спиртовым раствором едкой щелочи А. легко растворяются в воде.

Лит.: Маркуссон И., Асфальт, 1926; Marcusson I., Die natürlichen u. künstlichen Asphalte, Lpz., 1921; Le Gavrian P., Les chaussées modernes. P., 1922; Richardson Cl., Modern Asphalt Pavements, N. Y., 1908.

АСФАЛЬТИРОВАННЫЙ КАБЕЛЬ, кабель, изоляция или свинцовая оболочка к-рого пропитана или покрыта асфальтом. См. *Кабель*.

АСФАЛЬТИТЫ, род битумов, природные асфальтоподобные вещества, отличающиеся высокой $t°_{пл.}$, свыше 98°. Состоят из углеводородов, свободны от окисленных соединений и кристаллизующихся парафинов, содержат иногда значительные количества минеральных примесей. Неминеральные конституенты тугоплавки, но легко растворимы в сероуглероде, а дистиллаты от 300 до 350° в серной к-те. Они разделяются на три класса: гильсонит, или уинтаит, блестящая смола, или маньяк, и грагамит. Все получаются в качестве дериватов от метаморфоза нефти, как стадии одного и того же процесса, т. е. происходя один из другого. По Абрагаму, между этими А. существует соотношение:

Классы асфальтитов	Черта	Уд. вес при 25°	$t°_{пл.}$ в °Ц.	Тв. углер. в %
Гильсонит, или уинтаит.	Бурая	1,05—1,10	98—125	10—20
Блестящая смола, или маньяк . . .	Черная	1,10—1,15	125—180	20—30
Грагамит .	Черная	1,15—1,20	180—310	30—50

По составу близки к *асфальту* (см.), но менее тверды. Применяются в дорожной технике и при производстве изоляционных смолок.

АСФАЛЬТОВАЯ КОРИЧНЕВАЯ, краска, изготовляемая из твердых сортов *асфальта* (см.); для этой цели асфальт сплавляется с венецианским терпентином и льняным маслом. В зависимости от сорта асфальта получаются различные оттенки, от коричневого до черного. При добавлении различных *белил* (см.), кроме свинцовых, напр. цинковых, литопона, тяжелого шпата, мела, получаются коричневые краски различных оттенков; они известны под названиями: бронзовая коричневая, терракотовая коричневая, оливковая коричневая и т. д. Эти краски применяются при печатании обоев и в малярном деле.

АСФАЛЬТОВОЕ МАСЛО, промежуточный продукт при образовании асфальта из нефти в природных условиях. А. м. похоже на каменноугольную смолу, но менее вязко; применяется как пылесвязывающее средство в дорожной технике. См. *Асфальт.*

АСФАЛЬТОВЫЕ ЛАКИ, коллоидные растворы естественных или искусственных асфальтов или иных асфальтообразных веществ в испаряющихся жидкостях, служащие для наводки или пропитки асфальтом. В тонком слое асфальтовая пленка имеет бурый цвет, в толстом — глубоко-черный. Вид ее либо блестящий («глянцевые А. л.»), либо шелковистый («полуматовые А. л.»), либо тусклый («матовые А. л.»). Она отличается твердостью и полной нерастворимостью в спирте. Кроме того, она водоупорна, не имеет запаха, кислотоупорна и выдерживает разбавленные щелочи. А. л. приготовляются как для воздушной, так и для печной сушки. Первые просыхают при комнатной темп-ре, примерно в течение суток, вторые — при 60—150°, в течение 5—8 час., а в нек-рых случаях, когда требуется особенно быстрая сушка, при 300°. Из асфальтовых минералов для А. л. применяются г и л ь с о н и т, доставляемый главным образом месторождениями Мертвого моря («сирийский асфальт»), и бурый асфальт с о-ва Куба (Бейюкаль), дающий поверхность матовую. Чем более растворим в спирте асфальт, тем менее пригоден он для А. л. $t°_{пл.}$ гильсонита — ок. 100°. Из искусственных асфальтов в лаковом деле применяют пеки — каменноугольный, буроугольный, древесный, нефтяной и кислотный нефтяной гудрон, а из асфальтообразных веществ — пеки: глицериновый, стеариновый, костяной, канифольный, жиропотовый. Сюда же надо отнести еще церезиновые остатки, как сланцевый (весьма ценный продукт), лак торфяной и вообще торфяные смолы (материалы, не оцененные пока в промышленности). Из ходовых материалов наиболее подходящим по свойствам к естественному асфальту считается практиками пек нефтяной, а наименее ценным для лаковой промышленности (но зато дешевым)—пек каменноугольный, как обусловливающий медленную сушку А. л., смешивающийся с другими подобными веществами и, наконец, требующий специальных растворителей. Особенно упругую пленку дает пек стеариновый. Наряду с асфальтами в А. л. идут также разные другие составные части, определяемые специальными свойствами А. л. В естественных асфальтах содержатся к-ты; когда требуется полная нейтральность лака, то они связываются основаниями—свинцовым глетом, гашеной известью, окисью цинка и т. д. Будучи довольно прозрачными, А. л. дают пленку бурую, лишь при большой толщине получающую глубоко-черный тон. Там, где требуется таковой и при тонких пленках, применяют следующие меры: лакируемую поверхность (напр. кожи) подгрунтовывают спиртовым раствором метилвиолета, или в лак добавляют анилиновые краски (при избытке замедляющие, однако, сушку), или добавляют «голубое масло» (льняное масло, сваренное с парижской голубой), или в лаке размешивают тончайшую сажу и жженую слоновую кость. В последнем случае лак дает матовую поверхность. Матовость достигается также прибавлением воска, церезина, озокерита или глины и применением асфальта с о-ва Куба. Обычно матовые лаки идут на грунтовку, а по ним наводят лаки глянцевые. Если требуются особая твердость и блеск поверхности, то добавляют канифоль (иногда в виде смолянокислого кальция), тропические смолы (копалы — конго, каури и др.) или янтарь. Пленка из одних только асфальтов или асфальтообразных веществ хрупка; кроме того пленка из естественного асфальта светочувствительна и под действием прямых солнечных лучей полностью разрушается в течение короткого времени. Тот и другой недостаток устраняют добавкой в А. л. льняной олифы, древесного (тунгового) масла и т. д. Высокое содержание древесного масла придает А. л. особую водоупорность и некоторую стойкость против соды. В зависимости от количественного содержания маслянистых составных частей А. л. бывают т о щ и м и или ж и р н ы м и; первые предназначены гл. обр. к воздушной сушке, а вторые к печной. Сушка А. л. ускоряется прибавкой сиккативов линолевокислых и смолянокислых свинца, марганца, пинка и т. д. Кроме того, быстрой сушке способствует предварительная переплавка асфальта. В качестве растворителя для А. л. применяются бензин, бензиново-скипидарная смесь (1:1), бензол и сольвент-нафта, для каменноугольного пека—исключительно последние; разжижителем же А. л. служит скипидар, иногда бензол и т. д.; при этом необходимо иметь в виду возможность выпадения из лака от несоответственного разжижителя мельчайших крупинок.

Технич. эффект пленок А. л. определяется как свойствами их, общими с прочими лаковыми пленками, так и своеобразными свойствами асфальта, а именно: 1) предохранять железо от ржавчины, 2) водоупорностью, 3) прилипанием к металлам, 4) близостью коэфф. теплового расширения (для чистого асфальта 0,00005—0,00007) к таковому же железа (0,00003), 5) отсутствием запаха, 6) кислотостойкостью, 7) теплостойкостью, 8) эластичностью пленок.

А. л. тощие, воздушной сушки, идут на наводку посредством покрытия всевозможных железных частей, преимущественно большого размера (ворота, решетки, корыта, вместилища для питьевой воды, фонари, печи, машины, станы экипажей, толевые крыши), а тощие печной сушки — на наводку посредством погружения мелких железных изделий (крючья, ушки, клещи, скобы), при более высоком качестве — на покрытие подставок для микроскопов и оптических приборов, частей швейных и пишущих машин и т. д. А. л. полужирные и жирные, воздушной и печной сушки, идут на пропитки, грунтовки. При содержании янтаря или тропических смол жирные А. л. применяются в виде эмали. А. л. специальные предназначаются для покрытия кожи, экипажных станов, изделий из папье-маше, кожухов счетчиков, алюминия и т. д. К А. л. специального назначения относятся также весьма важные в электрич. машиностроении лаки изоляционные. Рецепт одного из таких лаков: 20 *кг* асфальта расплавляют при помешивании с 4 *кг* серы и 50 *кг* льняного масла; сплав проваривают в течение 6 ч. при $t°$ ок. 170° и по охлаждении разжижают терпентинно-бензиновой смесью. Изоляционные А. л. весьма разнообразны и применяются как для наводок, так и для пропиток; некоторое общее представление о них можно получить на частном случае определенного производства. Ниже указаны свойства черных изоляционных лаков под германской маркой «Гарантоль», асфальтовых и для сравнения—спиртовых.

Свойства черных изоляционн. лаков.

Род сушки	Марка лака	Время сушки в часах при 18—22°	Время сушки в часах при 80°	Время постав-ления в часах при 80°	Пробойная крепость в kV/0,1 *мм* до по-старения	Пробойная крепость в kV/0,1 *мм* после поста-рения
Печная	Специальн. черный	70	5	2 000	9,05	10,25
Воздушн.	Черный экстра 7 230	12	1	20	6,10	7,00
Спиртовая	Черный S I	1	1/6	1/2	2,40	2,65

В заключение даем таблицу рецептов наиболее характерных А. л.

Цены на А. л. весьма различны: в довоенное время от 36 пфенигов за 1 *кг*; хорошие А. л. стоили 4—5 мар. за 1 *кг*.

Лит.: Боттлер М., Производство лаков и олифы, М., 1926; Soeligmann Fr. u. Zieke E., Handbuch d. Lack- u. Firnisindustrie, 3 Aufl., p. 426—447, B., 1923; Andés L., Die Fabrikation d. Siegel- u. Flaschenlacke, 3 Aufl., Wien, 1923; Kissling R., Chemische Technologie des Erdöls usw. (Neues Handbuch d. Chem. Technologie, B. 9), Braunschweig, 1915; Creuzburg H., Die Lackierkunst, 12 Aufl., Lpz., 1921; Flight W. S., «El. Rev.», t. 89, p. 771, 1921; Wanderberg E., «ETZ», Jg. 43, H. 25, Berlin, 1922; Scheiber J., Lacke und ihre Rohstoffe, Leipzig, 1926; Scheiber J., «Elektro-Journal», Jg. 3, 2, Charlottenburg, 1923.

П. Флоренский.

АСФАЛЬТОВЫЕ МОСТОВЫЕ, покрываются слоем асфальта (асфальтирование) по бетонной подготовке. А. м. считаются одним из лучших видов мостовых. См. *Дороги* и *Мостовые*.

АСФАЛЬТОВЫЕ ПИРОБИТУМЫ, название природных битуминозных веществ, состоящих из неплавких и нерастворимых в сероуглероде углеводородов и сравнительно свободных от окисленных соединений. Среди них различают *элатерит* (см.), *вурцилит* (см.), *альбертит* (см.) и *импсонит* (см.). Они содержат обычно меньше 10% минеральных примесей; при преобладании последних над неминеральными веществами такие породы получают название асфальтовых пиробитуминозных или битуминозных сланцев. Все четыре происходят от метаморфоза нефти и представляют, повидимому, разные стадии дальнейших изменений ее подобно *асфальтитам* (см.). Между собою они различаются, при содержании в них меньше 10% минеральных веществ, следующими свойствами:

Асфальтовые пиробитумы	Черта	Уд. вес при 25°	Тв. углерода в %
Элатерит . .	Светлобурая	0,90—1,05	2— 5
Вурцилит . .	Светлобурая	1,05—1,07	5—25
Альбертит .	Бурая, до черн.	1,07—1,10	25—50
Импсонит . .	Черная	1,10—1,25	50—85

АСФАЛЬТОВЫЕ ПОРОДЫ. Известняки и песчаники, пропитанные в своих месторождениях природными асфальтовыми битумами, носят название А. п. или асфальтового камня. Содержание асфальт. битумов в А. п. зависит от их пористости и трещиноватости и всегда довольно неравномерно.

Таблица рецептов наиболее характерных А. л.

Составные части в *кг* / Лак	Сирийск. асфальт	Вар	Копал	Янтарь	Канифоль	Воск	Сажа	Парижск. синяя	Свинцовый глет	Терпентин-бензин (1 : 1)	Масло
Железный	12	—	—	12	—	—	—	—	1,0	40	Сгущ. 10
Экипажный (репаратурный)	20	5	—	—	—	—	2	—	—	50	—
Швейно-машинный	5	—	12	—	—	—	—	—	—	24	Олифы 12
Парижский (черный японский)	18	—	Копал+янт. 18		—	—	—	3	1,5	90	Льнян. сырого 25
Каретный	22	—	60	—	—	—	—	—	—	140	Хорошо просуш. 22
Алюминиевый	2	—	—	—	2	2	—	—	—	10	—
Черный для крючьев и петель	5	2	—	—	—	—	—	—	—	Бензина 23	Олифы 2
Кожный	80	—	—	—	—	—	—	Умбры 40	—	До желаемой густоты	Олифы 200

При пропитывании пористых пород асфальтовые битумы образуют в них отдельные участки линзообразного, пластообразного и штокообразного характера, отличающиеся по степени пропитанности от слабо или вовсе непропитанных участков более темным цветом и б. ч. запахом, особенно при ударе. Чем больше содержание битума, тем А. п. темнее. На выходах А. п. под влиянием солнечных лучей происходит стягивание битума к поверхности, и здесь он обнаруживается в виде более темных пятен и даже частью в виде жидких и вязких натеков, которые служат внешними признаками А. п. Содержание битума в А. п. колеблется в широких пределах. Промышленным считается содержание уже 3—5% битума. Лучшие А. п. содержат от 7 до 15%, в виде исключения в месторождениях попадаются участки и более богатые. По самому процессу проникновения битума в пористые породы последние не м. б. пропитаны равномерно ни по площади, ни по мощности пород, образуя в них участки разного содержания битума, а потому и разной промышленной ценности. Это определяет размеры и промышленную ценность как отдельных участков, так и всего месторождения и выгодность их эксплоатации применительно к условиям места и времени. По характеру залегания пластов известняков и песчаников с многочисленными выходами на поверхность, они разрабатываются или открытыми карьерами, или шахтами и другими подземными выработками. Способ открытых и подземных работ зависит от площади, мощности, контуров и относительной равномерности пропитки, а также от богатства месторождения,т. е. от содержания асфальтового битума. Прочность как самих А. п., так и заключающих их напластований позволяет вести подземные работы в виде высоких и широких камерных пещерообразных выработок при помощи взрывных работ, б. ч. совсем без крепления и только частично с закладкой пустой породой. Открытые работы ведутся теми же методами, что и в обыкновенных каменных карьерах, с выдачей из карьеров А. п., имеющей промышленную ценность, и оставлением на месте пустой или слишком бедной и невыгодной для использования породы. Асфальтовые известняки и песчаники отличаются друг от друга по качеству заключающихся в них битумов и по способу их использования. Разница в качестве битумов происходит, вероятно, вследствие разной адсорбирующей (поглощающей) способности пород по отношению к пропитывающим их битумам и благодаря влиянию пород на изменение свойств битумов с момента их проникновения в породы. Битумы асф. известняков отличаются большим содержанием асфальтенов, а асфальтовых песчаников — большим содержанием масел. Отсюда вытекают и разные способы использования асфальтовых известняков и песчаников. Добытый асфальтовый известняк дробится и идет в тонкий помол для непосредственного затем применения в подогретом виде на прессованый асфальт или, с добавкой природного или нефтяного битума, перерабатывается горячим путем на асфальтовую мастику или асфальтовое вяжущее вещество для литого асфальта. Добытый асфальтовый песчаник после дробления подвергается вываривaнию для выделения асфальтового битума или экстрагируется при нагревании сероуглеродом или другими растворителями, с получением чистого асфальтового битума или гудрона (торговый термин) для дальнейшего использования. Месторождения асфальтовых известняков и песчаников весьма многочисленны, но только некоторые из них получили по своему качеству мировую известность. Главная масса асфальтовых материалов, полученных из природных асфальтов, производится не из чистых их разновидностей, а из асфальтовых известняков и песчаников.

Месторождения асфальтовых известняков. В Европе: в Германии — в Ганновере (8,3—13,4%), в Брауншвейге (8,5%); во Франции — в деп. Эн (8,1%), в Эльзасе (12,3%); в Швейцарии — в Валь де Травер (10,1%); в Италии—в Сицилии (8—9,2%), С.-Валентино в Абруццах; в Юго-Славии—Далмация (9,2%); в Греции—Маратополис (15—25%). В Азии: в Японии, Сирии, Месопотамии, Аравии. В Африке: в Алжире, Нигерии, Родезии. В Америке: в С.-А. С. Ш. — Техас (12,2%), Индейская территория Равья (3,4—10,8%).

Месторождения асфальтовых песчаников: Татарос и Дерна в Венгрии (15—22%); Пехельбронн (15—18%) в Эльзасе; С.-А. С. Ш.—Кентукки (4—12%), Оклахома (12,5%), Техас (7—10%); Канада — пров. Альберта (19%).

Месторождения асфальтовых пород в СССР. В Сызранском уезде Самарской губ., по берегу Волги добываются пермские оолитовые доломиты и доломитовые брекчии и плотные доломиты пермокарбона и верхнего карбона. Содержание битума — от 5 до 19%, т. е. по содержанию битума наши А. п. не ниже лучших европейских. В Крыму, близ Керчи, на мысу Голубинка разрабатываются битуминозные песчаники с содержанием 14,67% битума. Асфальтовые или гудронные песчаники разрабатываются в Самарской Луке, в 10 *км* от д. Бахиловой; содержание в них битума 7,9 — 18,7%. Известны асфальтовые известняки в Гаграх, на берегу Черного моря, с содержанием на выходах до 4,5% битума; в Закавказьи — месторождение гудронного песчаника в 2 *км* от Нотанеби (Зак. ж. д.), с содержанием битума ок. 22,5%; в Гудермесском и Брагунском хребтах Сев.-Кав. края — битуминозные известняки. На Кавказе известен еще ряд неразведанных месторождений асфальтовых пород.

Лит.: Маркуссон И., Асфальт, М., 1926; Моисеев А. С. и Караваев Н. М., Асфальт, сборн. «Нерудные ископаемые», т. 1, Л., 1926; Наследов Б. Н., Месторождения асфальтового камня в Самарской Луке и сызранская асфальтовая промышленность, «Вестн. Геологич. комитета», *2*, Л., 1925; Наследов Б. и Около-Кулак Е., Месторождения гудр. песчаника и гудр. промыш. Самарской Луки, «Вестник Геолог. комитета», *3*, Л., 1925; Abraham H., Asphalts and Allied Substances, N. Y., 1920. **П. Пальчинский.**

АСФАЛЬТОВЫЙ БЕТОН, строительный материал из смеси щебня, гравия и песка с асфальтовым вяжущим веществом,

допускающим переработку. Иногда А. б. называют битуминоз. бетон. А. б. по способу производства м. б. горячим и холодным. Первый производится перемешиванием при нагревании щебня, гравия и песка с битумом и мелким асфальтовым порошком. Асфальтовый порошок может быть заменен асфальтовым вяжущим веществом или асфальтовой мастикой при соответственном уменьшении битума. Холодным способом А. б. производится перемешиванием тех же каменных обломочных материалов с битуминозной эмульсией или с растворами битумов в летучих растворителях. Свойства А. б. зависят от свойств входящих в состав частей, их соотношения, условий обработки и от силы трамбования. Отличительными свойствами А. б. являются: а) водонепроницаемость, б) пластичность, в) вязкость, г) большая скорость затвердения, д) возможность вести работу в морозы, е) ничтожный износ от трения, ж) допустимость переработки материала, бывшего в употреблении, и простота ремонта, з) значительное сопротивление механич. воздействиям, в особенности ударным, — затухание сотрясений в А. б. происходит значительно полнее, чем в других строительных материалах. А. б. пригоден для постройки дорог, облицовок каналов и плотин, покрытий и фундаментов под паровые молоты, т. е. тех сооружений и частей их, в которых требуется водонепроницаемость, атмосферная стойкость, сопротивление ударному действию и сотрясениям, а также малый износ от трения. В зависимости от назначения А. б. различается по составу как в отношении абсолютной и относительной крупности каменных обломочных материалов (гранулиметрический состав), так и по содержанию битума. Для сооружений массивных м. б. допущен крупный щебень (до 7 *см*); чем тоньше укладываемый слой А. б., тем мельче д. б. щебень (или гравий). Как предел наибольшей крупности для щебня и гравия д. б. принято ½ толщины укладываемого слоя в готовом виде, (т. е. после трамбования или укатки). В состав А. б., как всякого другого бетона, входит смесь вяжущего вещества с песком (т. е. каменным обломочным материалом, с зернами не крупнее 5 *мм*), называемая асфальтовым строительным раствором. Асфальтовый раствор м. б. применен как строительный материал для одежды дорог, устройства кровель, изоляционных прослоек и т. д. Асфальтовый раствор, применяемый за границей для мостовых, содержит битума 9,5—12%, известняковой пыли 10—20% и песка 70—80%.

А. б. производится в специально устроенных машинах для непрерывного и периодического способов. На схеме изображен тип оборудования, дающего от 10 до 12 *т* (7—8 *м*³) А. б. в час (патентован). Главные части машины: котел и паровая машина 25 HP—*1*, элеватор — *E*, воронка для загрузки — *2*, вращающийся цилиндр для нагрева и перемешивания — *3* и *4*, форсунка для мазута, насос для накачивания битума, котлы для плавления битума, бадья с автоматич. весами для загрузки битума — *5*.

Состав А. б., рекомендуемый Гаврианом (класс В): щебня 45—60%, песка 30—45%, каменной пыли 3 — 5% и чистого битума 5—8% по весу. При пользовании отечественными материалами в виде битума, экстрагированного из битуминозных песчаников или песков и асфальтового порошка, выработан более простой способ производства — в одном барабане, служащем одновременно для нагревания и перемешивания. Относительные количества щебня, гравия, песка, асфальтового порошка и битума определяются в зависимости от сооружения. А. б. для массивных сооружений, при крупном щебне (6 — 3 *см*): щебня 40%, гравия (2,5 — 0,5 *см*) 35 — 30%, песка 12,5 — 15,5%, асфальтового порошка 10%, битума 3,5 — 4,5%. Для тонких слоев: щебня (3 — 1,5 *см*) 30%, гравия (2,5 — 0,5 *см*) 40%, песка 14%, асфальт. порошка 11 — 12%, битума 4 — 5%.

Входящие в состав А. б. каменные обломочные породы д. б. крепкие, с большим сопротивлением выветриванию. Лучшим материалом для щебня являются плотные кварциты (например шокшинский), диабазы, некоторые виды гранитов и т. п. сплошные крепкие горные породы. Песок м. б. естественный и искусственный. Он должен проходить через сито 5 *мм* и весь оставаться на сите 0,25 *мм*, относительные размеры зерен должны отвечать наибольшей плотности. Асфальтовый порошок должен быть получен измельчением асфальтовых известняков или доломитов (наприм. сызранских); чем мельче помол, тем более он выполняет свое назначение. Содержание битума в асфальтовом порошке должно быть по возможности больше.

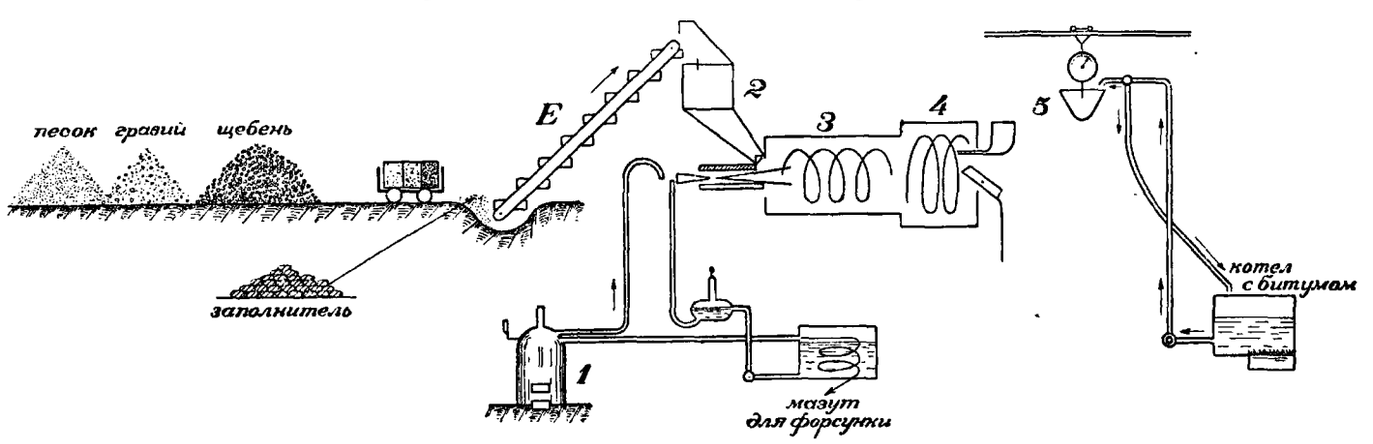


Схема производства асфальтового бетона.

От свойств битуминозного сырья сильно зависят строительные свойства готового материала. Поэтому д. б. обращено особое внимание на выбор и испытание битуминозных материалов для А. б. Необходимыми условиями правильного производства А. б., кроме целесообразных соотношений и свойств составных частей, являются: а) надлежащий термический режим, т. е. $t°$ нагрева не должна превосходить опасную, при которой происходят химические изменения битуминозного вещества; б) достаточное перемешивание для равномерного распределения битуминозного вещества по всей поверхности каменных обломочных материалов и для создания однообразной смеси; в) применение для кладки А. б. с достаточно высокой $t°$, т. е. устранение охлаждения, вызывающего загустение битума и уменьшение подвижности; г) предупреждение попадания воды в А. б. во время работы с ним до окончательного уплотнения; д) достаточно сильное трамбование и укатка. Как правило, слой А. б. для трамбования д. б. не толще 10 *см*, а при укатке не толще 5 *см*.

Т. к. строение А. б., обусловливающее его свойства, зависит от точного соотношения составных частей и свойств битума, то во время производства А. б. и работ с ним должно определять в лаборатории: а) содержание битума (экстрагированием в центрифугальном аппарате или другим способом), б) физич. свойства экстрагированного битума, в) гранулиметрический состав каменных обломочных материалов, г) механич. свойства — сопротивление сжатию и растяжению при статической и динамической нагрузке и стиранию, д) водопроницаемость, е) температурную стойкость. Установление состава А. б. должно производиться также на основании лабораторных опытов. Для получения удовлетворительных результатов во время производства А. б. и работ с ним тщательное соблюдение приведенных выше условий должно быть признано существенно необходимым.

Применение А. б. началось в С.-А. С. Штатах для постройки дорог около 40 лет тому назад. У нас А. б. впервые применен на опытном участке дороги в 1910 г. на одном из асфальтовых заводов близ Сызрани; для крепостных сооружений А. б. начал применяться с 1911 г. Первое боевое испытание А. б. получил во время империалистической войны (в 1914 и 1915 гг. при осаде крепости Осовец), где укрепления из А. б. выдержали бомбардировку тяжелых орудий в течение 9 мес. В 1915 г. из А. б. были построены русской армией при осаде крепости Перемышль 4 осадные батареи для 11-дм. мортир, сыгравших решающую роль в овладении крепостью. В настоящее время А. б. является наиболее совершенным материалом для дорог, быстро распространяясь как в Америке, так и в европейских государствах (например дороги, выходящие из Парижа).

Лит.: Сахаров П. В., О битуминозном (асф.) бетоне, «Изв. Русск. об-ва испытания материалов», *1*, СПБ., 1914; его же, 1) Асфальтовый бетон, его состав, свойства и лаборат. исследование, 2) Применение асф. бетона для крепостн. сооружений, «Инж. журн.», М., 1921 и 1922; его же, Асфальтовый (битуминозный) бетон, его состав и способ производства, «С. П.», *10*, М., 1924; его же, Свойства асф. материалов в зависимости от рода битуминозного сырья, «*Поверхность и недра*», *7—9*, *Л.*, *1926*; Richardson Cl., The Modern Asphalt-Pavements, N. Y., 1908; Boulnois H. P., Modern Roads, L., 1919; Le Gavrian P., Les chaussées modernes, P., 1922; Schneider Ed., Moderner Strassenbau, B., 1926; Kerkhoff B., Asphalt- und Teerstrassen (Asphalten Teerwegen), B., 1925; The Asphalt Association,— brochures, pocket references, circulars, reprints, pointers, N. Y., 1925—27. **П. Сахаров.**

АСФАЛЬТОВЫЙ СПОСОБ ПЕЧАТАНИЯ, один из способов фотомеханической репродукции. Он основан на открытой Нисефором Ньепсом в 1827 г. светочувствительности асфальта. Если последний растворить в бензоле и нанести раствор тонким слоем на металлич. пластинку, то по высыхании бензола на ней останется прозрачная золотисто-желтая пленка асфальта. При экспонировании ее под негативом или гравюрой, освещенные места асфальта делаются нерастворимыми в эфирных маслах, скипидаре и пр. Проявляют обыкновенно французским (не содержащим кислот) скипидаром, который растворяет асфальт на неосвещенных местах и оставляет его нерастворенным — в освещенных. Для ускорения проявления прибавляют русский скипидар, для замедления — бензин, лигроин или деревянное масло. Т. о. получают асфальтовый позитив (под негативом) или негатив (под позитивом). Если он нанесен на металлич. пластинку, рисунок можно перевести на эту пластинку путем травления к-той. Если асфальтовый оттиск получен на литографском камне, им можно воспользоваться для изготовления плоского литографского клише: оставшийся в «тенях» изображения асфальт принимает жирную литографскую краску, а обнажившийся в «светах» камень ее не принимает.

Обыкновенный асфальт недостаточно светочувствителен для указанных способов репродукции, так как печатание на нем продолжается иногда по несколько дней. Его светочувствительность повышают следующим образом. «Сирийский асфальт», размолотый в грубый порошок, растворяют в хлороформе; получается тестообразная масса; из этого раствора светочувствительный чистый асфальт осаждают эфиром, многократно приливая его, встряхивая и сливая получившуюся эфирную вытяжку. Оставшийся чистый асфальт выгружают на бумагу и сушат в темноте (под тягой). 4 *г* такого асфальта, растворенные в 100 $см^3$ бензола, служат для получения светочувствительной пленки. Для уменьшения хрупкости слоя прибавляют 3—4 $см^3$ лавандового масла (иногда также миндальное масло, каучук, воск, смолы и друг. вещества), для придания ему большей прочности — копалового лака, а затем фильтруют через бумагу. Печатание на асфальтовом слое такого состава продолжается на солнце от $^1/_4$ до $^1/_2$ ч.. на рассеянном дневном свету — от 1 до 2 ч. Затем следует проявление скипидаром (см. выше), промывка сильной струей воды и дальнейшая обработка, в зависимости от того вещества, на котором нанесен асфальтовый слой.

При асфальтовой фотографии на металле следует многократное травление

медной или цинковой пластинки растворами азотной кислоты постепенно увеличивающейся концентрации (см. *Травление*). При асфальтовой фотолитографии по способу Давана производится закатывание камня жирной литографской краской. Вместо камня можно воспользоваться цинковой пластинкой, ведущей себя по отношению к жирной краске как литографский камень.

А. с. п. применяется также для изготовления клише при трехцветном печатании.

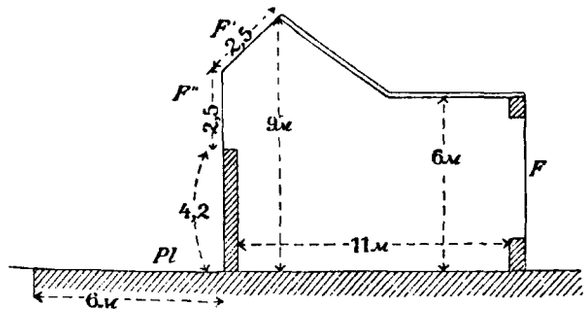
Лит.: Адрианов Н. А., Репродукц. фотография при фотомеханич. процессах и печати тремя красками, СПБ., 1902. **А. Рабинович.**

АТВУДА МАШИНА, см. *Ускорение.*

АТВУДА ФОРМУЛА, ф-ла, дающая возможность определить статический момент остойчивости судна. См. *Остойчивость судов.*

АТЕЛЬЕ, специальные застекленные мастерские, оборудованные и приспособленные для работ художников, скульпторов и фотографов. Тяжеловесность материалов, применяемых в искусстве ваяния, вынуждает сооружать А. для скульптурных работ в виде одноэтажных наземных зданий; все А. прочих назначений, ради лучшего освещения и во избежание световых рефлексов от окружающих предметов, стремятся устраивать как можно выше над землей. Рассеянный дневной свет сев. части небосклона дает самое целесообразное для ваяния, живописи и фотографии освещение. Солнечного света по возможности избегают. Главн. световое отверстие располагают по середине сев. стены здания, при чем верхней половине оконной рамы придают уклон в 45° к горизонту. В А. для скульптурных работ часто устанавливают приспособление в виде поставленной на рельсы платформы, благодаря которой скульптурное произведение можно легко выкатить из помещения под открытое небо через устроенные в стене здания ворота. Такое приспособление дает возможность видеть, как на открытом воздухе распределены на этом произведении свет и тени, что существенно важно для скульптора. Вообще освещение предметов под открытым небом мало отличается от освещения внутри зданий, если эти здания снабжены фонарями с т. н. верхним светом. Художники-пейзажисты, к-рые вынуждены всегда считаться со световыми эффектами освещения под открытым небом, часто устраивают в своих А. приспособление для верхнего света. Ниже приводится описание устройства А. по их назначению.

А. для скульпторов и художников. На фиг. 1 показан разрез А. для живописи, с площадью пола в 10×11 *м*². Состоящую из двух частей оконную раму *F'F''* делают шир. в 2½ *м* при такой же высоте каждой из частей. В обращенной на Ю. стене А. устроено окно *F*, выс. 4 *м*, шир. 2 *м*, которое обычно занавешено, но в случае надобности дает возможность получить непосредственное освещение солнечными лучами. Для живописных работ на воздухе служит платформа *Pl*, шир. ок. 6 *м*; часто возле А. устраивают застекленные со всех сторон платформы. Помещения А. прежде окрашивали преимущественно в серый или коричневый цвет, в настоящее время нередко применяют окраску в белый цвет. Описанное А. рассчитано для работ над монументальными картинами больших размеров; для более мелкой, напр., портретной живописи достаточно вдвое меньшее помещение, с сохранением при этом для

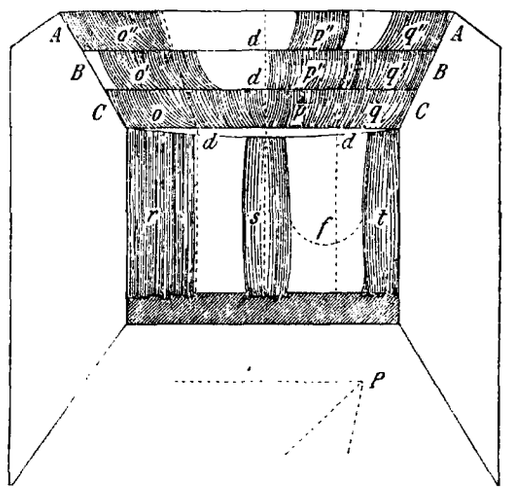


Фиг. 1.

обращенного на С. окна возможно бóльших размеров. Под А. для скульпторов строят помещения такого же расположения и устройства, как и для художников, но более высокие (7 *м* и больше).

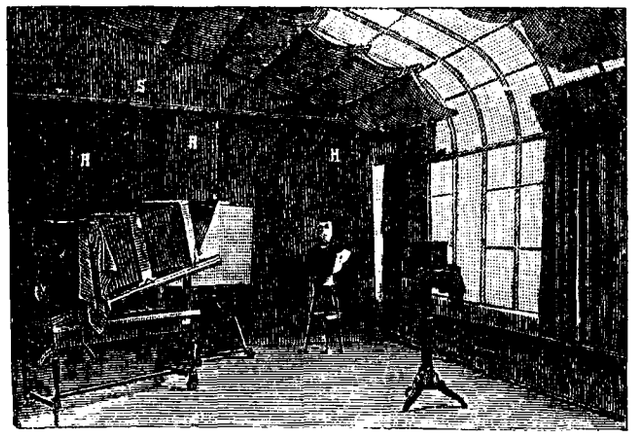
А. для фотографич. съемок. Существенно важно создать такие условия освещения снимаемого объекта, чтобы его тени и полутени, во избежание потери деталей в них, отражали достаточное количество химически активных лучей; для съемок при дневном свете это м. б. достигнуто лишь при изобилии равномерно рассеянного света и вынуждает устраивать в А. приспособления для бокового или верхнего света. Общеизвестно, что по мере удаления от окна сила света значительно падает (см. *Освещение*); поэтому нерационально под А. для фотосъемок строить столь же высокие помещения, как, напр., под мастерские для художников. Излюбленная художниками темная окраска А. нецелесообразна для фотосъемок, т. к. значительно уменьшает количество отраженного света. В настоящее время, после многочисленных опытов, признано рациональным устраивать А. для фотосъемок по изображенному на фиг. 1 типу — со сплошь стеклянной, обращенной на С., фронтальной стеной и со стеклянной наклонной крышей. Непосредственное освещение солнечными лучами дает нежелательные резкие контрасты света и теней; поэтому для регулирования света необходимо вдоль стеклянной стены и под крышей иметь раздвижные занавески; иногда для этой цели стеклянную крышу делают из матового стекла, поглощающего около 50% падающего света, — обстоятельство, к-рое создает нежелательные затруднения, особенно в пасмурную погоду в зимнее время года. Помещение под А., предназначенное исключительно для репродукции, м. б. более высокое. Важна хорошая вентиляция помещения. На фиг. 2 и 3 изображено внутреннее устройство фотоателье. Раздвижное приспособление для 3—4 висящих занавесок *r*, *s*, *t* состоит из надетых на латунную проволоку *dd* и передвигающихся вдоль нее колец, к к-рым пришита материя занавесок. Такие же проволоки натянуты под застекленной частью крыши, при чем каждая из занавесок *o*, *p*, *q* прикреплена к кольцам на двух таких проволоках. При помощи длинного шеста можно, передвигая занавески

o,p,q, либо закрыть совершенно свет (CC), либо открыть в любом месте крыши произвольно большие отверстия для него (AA и BB). Подобные же комбинации освещения можно



Фиг. 2.

создать при помощи висящих занавесок r,s,t. Чтобы, напр., затемнить пол помещения в точке P, необходимо закрыть нижнюю часть стеклянной стены, что легко сделать, если затянуть нижние концы занавесок s,t и прикрепить их одну к другой на высоте f при помощи деревянной схватки. Для портретных съемок необходимо ставить отражающие свет экраны H из натянутой на деревянную раму белой или окрашенной ткани. Экраны устраивают так, чтобы их можно было при помощи угольников с роликами подвесить к горизонтальным направляющим шинам S, вдоль к-рых они, благодаря роликам, могут легко передвигаться (фиг. 3). Высота и ширина рамы 3 *м*.



Фиг. 3.

Чтобы в поисках за удовлетворительным освещением облегчить быструю замену одного экрана другим, устраивают несколько таких приспособлений с соответствующим числом направляющих шин. Помещение А. окрашивают в белый или светлоголубой цвет, дающие наибольшее количество отраженного света, что существенно важно для осветления теней.

Процессы светописи (см. *Фотография*), кроме специального помещения для съемок, нуждаются еще в целом ряде других помещений, совокупность к-рых составляет неотъемлемую принадлежность фотографич. А. Необходимы: 1) для негативного процесса: а) лаборатория для приготовления химических реактивов; б) темная комната для проявления; в) комната для ретуширования пластинок и отпечатков; 2) для позитивного процесса: а) А. для копирования; б) слабо освещенное помещение для копирования с последующим проявлением; это помещение служит одновременно для промывки всяких отпечатков; в) комната для наклеивания отпечатков (тут же и переплетная мастерская), контора и помещение для посетителей.

В последнее время часто для фотосъемок, и главным образом для репродукции, устраивают А. с искусственным светом, без непосредственного участия дневного света в процессе светописи; иногда в этих А. наравне с искусственным применяют боковой дневной свет, без т. н. верхнего света. Под такое А. может быть легко оборудовано любое жилое помещение подходящих размеров. Источниками света служат гл. обр. электрич. дуговые лампы, но могут найти применение и другие источники сильного света, напр. вспышки магния, ацетиленовые горелки и т. п.; для целей репродукции обычно пользуются светом от 2—4 дуговых ламп, в 1 000—2 000 свечей каждая; для портретных съемок необходимо дуговые лампы окружить рассеивающими свет стеклами, тканями или бумагой, либо пользоваться отражающими свет экранами.

А. для кинематографии см. *Кинопавильон*.

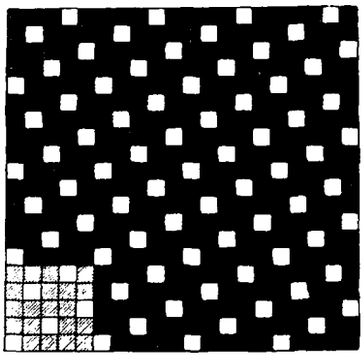
Лит.: Eder J., Handbuch d. Photogr., 2 Aufl., B. 1, Halle a/S., 1893; Vogel H. W., Handbuch d. Photogr., 4 Aufl., T. 4, B., 1897; Fritz G., Photolithogr., Halle a/S., 1894; Stolze F., Handwerksbuch f. Photogr., Halle a/S., 1898 u. 1899; Miethe A. u. Mente O., Lehrbuch. d. prakt. Photogr., 4 Aufl., Halle a/S., 1922.

АТЛАС, в ткацком деле, ткань атласного переплетения, поверхность которого застлана основой; если поверхность покрыта утком, ткань носит название сатина. А. бывают правильные и неправильные. Наименьший раппорт (см. *Ткацкое производство*) правильного А. — 5. Атласное переплетение, принадлежащее к классу основных фундаментальных переплетений, отличается небольшим числом переплетений основы и утка, благодаря чему поверхность ткани получается состоящей преимущественно из пряжи одного вида (основы или утка) и приобретает однородный блестящий вид. В виду сложности А., переплетение для своего построения требует соблюдения ряда условий: 1) сдвиг одной пересечки нити от другой д. б. не меньше двух; 2) числа, выражающие сдвиги пересечек (горизонтальный и вертикальный), не д. б. делимы одно на другое; 3) те же числа не должны иметь общего делителя; 4) сдвиги не должны быть равны по величине. При этих условиях возможны следующие атласные переплетения:

5-ремизный	А.	со	сдвигами		2×3	Наиб. употр.
7	»	»	»	»	2×5 или 3×4	
8	»	»	»	»	3×5	
9	»	»	»	»	2×7 или 4×5	
10	»	»	»	»	3×7	
11	»	»	»	»	2×9 или 3×8 или 4×7 или 5×6	
12	»	»	»	»	5×7	

Из неправильных А. применяются 4- и 6-ремизные, однако построенные неправильно и частично имеющие сдвиги саржевого

переплетения (см. *Ткацкое производство*); эти А. не дают такой однородной блестящей поверхности как правильные А. Атласное переплетение широко применяется в ткачестве для производства плательных, подкладочных, мебельных тканей, а также для платков, скатертей и полотенец. А. (см. фиг.) всегда работается лицом вниз, в целях облегчения подъема ремизок и предохранения лицевой стороны атласной ткани от пыли и загрязнения.



Строение основного атласного переплетения (атлас $^5/_1$).

Лит.: Ланговой Н. П., Построение атласного переплетения, «Изв. С.-Петербургского технологического ин-та» за 1891 и 1892 гг.; Котурницкий П. В., Квинкункс и его применение в естествознании и ткацком деле, «Изв. С.-Петербургского технолог. ин-та» за 1893 г.; Lamoitier P., Étude des armures-satins, P., 1902. **С. Молчанов.**

АТЛАСНОЕ ДЕРЕВО, сатиновое, древесина нескольких древесных пород; употребляется для изящных токарных и столярных поделок, легко поддается полировке, приобретая атласный блеск. К деревьям, древесина к-рых носит название А. д., принадлежат: Chloroxylon swietenia D. C. (сем. Meliaceae) из Ост-Индии; Fagara flava Krug et Urb. и Zantoxylon coribaceum Lam. (сем. Rutaceae), произрастающие в Юж. Америке и Вест-Индии; Leucadendron argenteum Lamb. (сем. Prateaceae) из южной Африки (Капланд); Ferolia guinensis Aubl. (сем. Rosaceae) — дерево Гваделупы и Гвианы; берека — Sorbus torminalis (сем. Pomaceae) — дерево, произрастающее на Ю.-З. СССР и на Кавказе, и др. породы.

АТМОСФЕРА, мера давления, применяется в различных значениях. Первоначально Торичелли, Паскаль и др. принимали давление в 1 А. равным тому давлению, к-рое уравновешивается в барометрической трубке столбом ртути в 760 *мм* высоты на широте 45° при темп-ре 0°. Имея в виду, что при названных условиях 1 $м^3$ Hg имеет вес 13 596 *кг*, 1 А. соответствует давлению p_0 на 1 $м^2$, где $p_0 = 1 \times 0{,}760 \times 13\,596 = 10\,333$ *кг*. Давлению в n А. соответствует удельное давление $p = 10\,333\,n$ $кг/м^2$, находящееся в равновесии со столбом ртути высотой в $h = 0{,}760\,n$ *м*. Т. о. мы имеем следующее соотношение:

$$n = \frac{p}{10\,333} = \frac{h}{0{,}760}, \qquad (1)$$

где p выражено в $кг/м^2$, h — в *м* и число А. равно n.

В технике в качестве атмосферного давления обозначается давление в 10 000 $кг/м^2$, или 1 $кг/см^2$ (т. н. техническая или метрическая А.); оно соответствует весу столба ртути высотой в $\frac{10\,000}{10\,333} \cdot 0{,}760 = 0{,}735514$ *м*. Тогда вместо (1) имеем:

$$n = \frac{p}{10\,000} = \frac{h}{0{,}7355}. \qquad (2)$$

В этом смысле n А. соответствует n $кг/см^2$. Следует, таким образом, различать: физическую А., соответствующую атмосферному давлению на широте 45°, от технической А., соответствующей давлению 1 $кг/см^2$; последнюю называют также метрической А. или новой А. Физическая А. уравновешивается столбом Hg в 760 *мм* при 0°, техническая А. — столбом воды в 10 *м* и при 4°. Уд. в. Hg при 0° относительно воды при 4° равен 13,59545. Поэтому:

1 атмосфера физич. = 1,033254 атм. технич.
= 1,033254 $кг/см^2$
= 10,33254 *м* водяного столба (при 4°)

1 атмосфера технич. = 0,967816 атм. физич.
= 735,540 *мм* столба Hg при 0°.

АТМОСФЕРА, газообразная оболочка земного шара. Высоту и верхнюю границу А. точно определить нельзя, т. к. плотность воздуха с высотой быстро уменьшается и А. постепенно переходит в межпланетное пространство. Исходя из законов Бойля-Мариотта и Гей-Люссака, можно вычислить изменение давления А. в зависимости от высоты. На уровне моря давление А. равно в среднем весу столба ртути в 760 *мм*, на выс. 10 *км* — 192,2 *мм*, 20 *км* — 42,2 *мм*, 50 *км* — 0,32 *мм* и 100 *км* — 0,02 *мм*. Т. о. половина всей массы А. находится ниже 5,5 *км*, а 0,1 массы А. выше 18,5 *км*. Если бы плотность А. была одинаковой во всех ее высотах, то верхняя граница А. лежала бы на высоте около 7,8 *км*. Различные атмосферные явления происходят не по всей толще А., а только до известных пределов по высоте. Так, наибольшая высота облаков 13 *км*, сумерек 60—80 *км*, серебристых (светящихся) облаков 80 *км*, падающих звезд 200—300 *км*, северных сияний 300 *км* и выше. Атмосферный воздух состоит из механической смеси азота (78%), кислорода (21%), аргона (0,9%) и в незначительном количестве углекислоты, неона, гелия, криптона и ксенона. Нижний слой А., примерно до 10,5 *км*, находится, благодаря циркуляции А., а также нагреванию и охлаждению земли, в состоянии постоянного перемешивания, поэтому состав А. постоянен. На больших высотах газы распределяются слоями, по своей плотности: до 110 *км* А. состоит по преимуществу из азота, от 110 до 250 *км* — из гелия, а с 250 *км* преобладает водород. В А. находится от 0 до 4% водяных паров и кроме того атмосферная пыль, — последняя по преимуществу в низших слоях. Атмосферная пыль способствует сгущению водяных паров, уменьшает прозрачность воздуха, образует мглу, наблюдаемую при продолжительной сухой погоде, и обусловливает, отчасти, голубой цвет неба. Вследствие неравномерного нагревания земли у экватора и полюсов происходит постоянное перемещение, циркуляция воздушных масс. Эта циркуляция имеет место в нижних слоях А. В более высоких слоях имеется ряд пластов с особым для каждого из них направлением воздушных течений. Помимо общей циркуляции А., наблюдается еще вторич. циркуляция

под влиянием областей высокого и низкого давления. Этой циркуляцией в значительной мере определяется состояние погоды в отдельных областях земного шара.

Лит.: Клоссовский А. В., Метеорология, Одесса, 1918; Воейков А. И., Метеорология, 4 ч., СПБ., 1903; Молчанов П. А., Атмосфера, Л., 1923; Hann S., Lehrbuch der Meteorologie, Lfg. 1—9, Lpz., 1922—1925. **А. Эссен.**

АТМОСФЕРА СТАНДАРТНАЯ, в авиации — принятый в СССР международный условный закон изменения давления, $t°$ и плотности воздуха с изменением высоты для любого времени наблюдений; А. с. установлена для приведения к одинаковым атмосферным условиям результатов полетных испытаний самолетов. Начальные значения (на уровне моря) А. с. таковы: $t°=15°$, давление $p_0=760$ *мм* Hg, весовая плотность воздуха $\gamma=1{,}225$ *кг/м*³. Принято, что при изменении высоты Z от 0 до 11 000 *м* $t°$ изменяется линейно, при градиенте 6°,5 на 1 000 *м*, т. е. по формуле:

$$t_z°=15-0{,}0065\,Z.$$

Изменение давления и плотности воздуха с высотой от 0 до 11 000 *м* вычисляют по формулам Бьеркнеса:

$$\frac{p_z}{p_0}=\left(1-\frac{Z}{44\,300}\right)^{5{,}256};\quad \Delta=\frac{\rho_z}{\rho_0}=\left(1-\frac{Z}{44\,300}\right)^{4{,}256},$$

где Δ — относительная плотность воздуха на высоте Z. От $Z=11\,000$ *м* и выше $t°$ воздуха считается неизменной и равной $-56°{,}5=\text{Const}$, а отношения давления при высоте Z и высоте 11 000 *м* равны отношению соответствующих плотностей и могут быть выражены формулой Галлея:

$$\frac{p_z}{p_{11}}=\frac{\rho_z}{\rho_{11}}=e^{-\frac{z-11\,000}{6340}}.$$

Влиянием влажности воздуха пренебрегают для всех высот. Численные значения международной А. с. от 0 до $Z=14\,000$ *м*, принятой в 1927 г. для СССР, приведены в следующей таблице:

Высота в *м*	$\frac{p_z}{p_0}$	p в *мм* Hg	$t°$	γ в *кг/м*³	$\Delta=\frac{\rho_z}{\rho_0}$
0	1,0000	760,0	+15,0	1,2250	1,0000
1 000	0,8870	674,1	+ 8,5	1,1120	0,9074
2 000	0,7845	596,2	+ 2,0	1,0068	0,8216
3 000	0,6918	525,8	− 4,5	0,9094	0,7420
4 000	0,6082	462,3	−11,0	0,8193	0,6686
5 000	0,5330	405,1	−17,5	0,7363	0,6008
6 000	0,4655	353,8	−24,0	0,6598	0,5384
7 000	0,4051	307,9	−30,5	0,5896	0,4810
8 000	0,3512	266,9	−37,0	0,5252	0,4285
9 000	0,3032	230,5	−43,5	0,4664	0,3806
10 000	0,2606	198,2	−50,0	0,4127	0,3367
11 000	0,2230	169,4	−56,5	0,3636	0,2967
12 000	0,1903	144,6	»	0,3104	0,2533
13 000	0,1628	123,7	»	0,2653	0,2165
14 000	0,1390	105,6	»	0,2266	0,1849

АТМОСФЕРНАЯ РЕФРАКЦИЯ, см. *Рефракция.*

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. Земля несет на себе заряд отрицательного электричества, благодаря чему в атмосфере существует электрическ. поле, направленное к поверхности земли. Величина градиента потенциала (напряженность поля) вблизи земной поверхности колеблется от 100 до 150 V/*м*, постепенно уменьшаясь, по мере удаления от поверхности земли, благодаря ионизации атмосферы. Сравнительно большая напряженность поля вызвала попытки промышленного использования А. э., однако ничтожная плотность электрич. зарядов в атмосфере (плотность тока в атмосфере порядка 10^{-16} А/*см*²) делает это использование нереальным. Более реальным является использование А. э. для улучшения растений и ускорения их роста (см. *Электрокультура*). А. э. при *радиоприеме* (см.) оказывает сильные мешающие действия (см. *Атмосферные помехи*).

Лит.: Graetz L., Handbuch d. Elektrizität u. d. Magnetismus, B. 3, Lfg. 2, Lepzig., 1915; Kähler K., Luftelektrizität, B., 1921. **Я. Шпильрейн.**

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ, продукты сгущения содержащихся в атмосфере водяных паров, достигшие поверхности земли,— туман, облака и так наз. в метеорологии гидрометеоры. Роса и иней образуются на месте их осаждения; при низкой $t°$ почвы наблюдается гололедица; дождь, снег, крупа и град падают на землю уже образовавшимися. Нередко А. о., проходя через воздушные пространства различной $t°$, теряют присущую им первоначальную форму. Снег, крупа и град часто при падении превращаются в дождь. Когда капли дождя переохлаждены, т. е. $t°$ их ниже точки замерзания, они от соприкосновения с твердыми предметами мгновенно отвердевают, и происходит образование гололедицы. В этом случае $t°$ почвы никакого непосредственного влияния на это образование не оказывает. Сгущение водяных паров в А. о. происходит гл. обр. при восхождении влажных воздушных масс; достигая больших высот, массы воздуха расширяются, поглощая на эту внутреннюю работу тепло и вследствие этого охлаждаясь. Гораздо меньшую роль при образовании А. о. играет смешение влажных воздушных масс различных $t°$. К задачам *метеорологии* (см.) относится измерение количества выпадающих А. о., изучение распределения их на земной поверхности, выяснение суточной и годичной периодичности их колебаний. Измеряются А. о. толщиной слоя выпавшей воды, который образовался бы на горизонтальной поверхности земли при условии, если бы вода не растекалась, не просачивалась в почву и не испарялась в атмосферу. Количество осадков для определенного промежутка времени (сутки, месяц, год) характеризуется суммой всех выпавших за это время и измеренных *дождемером* (см.) осадков. Помимо количества А. о. часто приводятся данные об их интенсивности, т. е. количестве, выпавшем в единицу времени. Осадки, интенсивность к-рых превышает 1 *мм* в 1 мин., называются ливнями. Распределение А. о. на земной поверхности зависит от целого ряда факторов, как-то: наличия суши и моря, рельефа местности, особенно направления и высоты горных хребтов, морских течений, направления ветров. В областях с восходящими токами теплого и влажного воздуха имеются наибольшие количества осадков, в областях нисходящих токов и лежащих далеко вглубь континентов, недоступных влажным атмосферным течениям, осадки минимальны. Пассатные полосы, где

воздух из более холодных стран переносится в более теплые и, нагреваясь, отходит от насыщенного водяным паром состояния,— бедны осадками, тогда как область муссонов, наоборот, наиболее богата А. о. В среднем, количество осадков—наибольшее у экватора и постепенно понижается к полюсам. В европ. части СССР наибольшее количество осадков, от 500—550 *мм*, приходится на з. и с.-з. часть; эта область, постепенно сужаясь, доходит до Урала. Ю.-В. дает значительно меньшее количество осадков, от 200—300 *мм*. Черноморское побережье дает наибольшее количество осадков, доходящее у Батума до 2 000 *мм*. В азиат. части СССР распределение А. о. более равномерно. В средней ее части количество осадков держится около 400 *мм*, на С. и в Ср. Азии — около 200 *мм* и у Тихоокеанского побережья — около 800 *мм*.

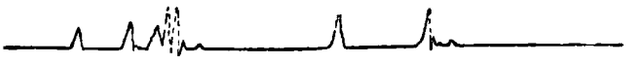
Лит.: Клоссовский А. В., Метеорология, Общий курс, изд. 3, Одесса, 1918; Воейков А. И., Метеорология, 4 ч., изд. Картогр. зав. А. Ильина, СПБ., 1903; Небольсин С. И., Атлас карт среднего распределения атмосф. осадков в Европ. России, Геодезический сборник, т. 3, в. 1, 2, 1916; Hann J., Handbuch d. Meteorologie, B. 2, Stuttgart, 1908—1910.

АТМОСФЕРНЫЕ ПОМЕХИ. Помехи в радиотехнике — электромагнитные возмущения при радиоприеме, отличающиеся от возмущений, производимых радиопередающими устройствами. А. п. получают свое происхождение где-то в атмосфере и зависят от ее особенностей и совершающихся в ней изменений. А. п. (в англо-американской литературе они именуются также статиками или X-ами, во франц. — паразитами) являются серьезнейшей помехой при всякого рода связи; граница слышимости дальних радиостанций в настоящее время определяется степенью А. п. в заданных условиях [вернее, отношением: $\frac{S}{A}$, $\frac{\text{сигнал}}{\text{помеха}}$ (см. *Радиоприем*)].

Нахождение способов борьбы с А. п. при радиоприеме доныне является серьезнейшей из еще неразрешенных проблем радиотехники.

А. п. производят в телефоне приемника разнообразные шумы и трески, которые группируются в следующие категории: 1) «треск» — громкий и внезапный, появляющийся отдельными группами; причиной его являются близкие или отдаленные грозовые разряды; 2) «шипение и свист» — длящийся свистящий шум; встречаются сравнительно редко и вызываются главным образом непосредственным соприкосновением заряженных частиц газа с антенной («статические помехи»); 3) «скрип» — длящийся треск; именно последняя категория А. п. наблюдается почти всегда и, меняясь по своей силе, оказывает наибольшую помеху радиоприему; эта категория А. п. вызывается, вероятно, процессами, происходящими в верхних слоях атмосферы.

Производящиеся последние 15 лет исследования А. п. велись в трех направлениях: 1) определения числа и силы помех в зависимости от длины волны, места приема и состояния атмосферы; 2) изучения направлений, откуда приходят А. п.; 3) определения характера отдельных помех. Эти исследования, вначале производившиеся отчасти методом параллельных омов (см. *Компараторы*), в последние годы ведутся помощью более совершенных компараторов и *ондуляторов* (см.), особенно пригодных, ибо они отмечают не только число, но и относительную величину А. п. На фиг. 1 представлена запись А. п. 18 июля 1927 г. в Москве, в Гос. эксперим. эл.-техн. ин-те, на волне 1 000 *м*. Так как А. п. являются доминирующими среди помех вообще, то характеристикой интенсивности А. п. в данном месте может считаться напряженность поля



Фиг. 1. Радио-помехи в 5 ч. 50 м. 18/VII 1927 г.

электромагнитных волн мешающего характера; на практике измеряют нек-рую величину, находящуюся в известном отношении к напряженности (рабочего) радиополя (см. *Компараторы*).

Исследования Остина и др. показали, что сила А. п. во всех местах земного шара возрастает приблизительно пропорционально длине волны.

Изучение зависимости А. п. от местности дает указания, что на всех волнах замечается сильное увеличение А. п. по мере уменьшения географической широты. Как общее правило, берега значительно меньше подвержены А. п., чем местности, расположенные внутри континента (пример: для ответственного приема Америки в Берлине оказалось наиболее выгодным устроить приемную радиостанцию за 400 *км* от Берлина, на берегу моря). В гористой местности атмосферные помехи усиливаются.

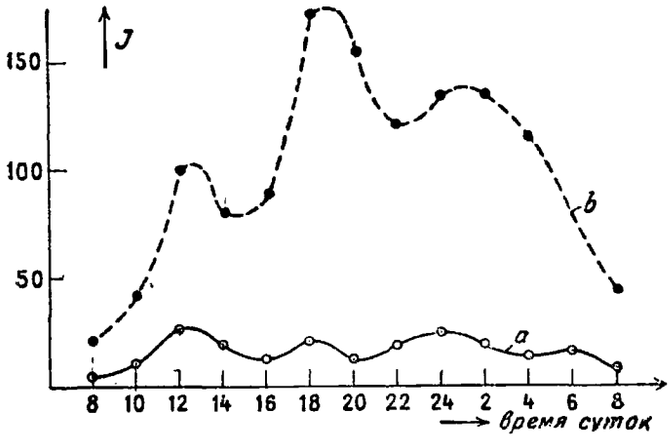
Замечена тесная связь А. п. с повторяемостью грозовых явлений в данном месте; местности с малым средним числом гроз в год дают всегда достаточно благоприятные условия для работы приемной радиостанции.

Зависимость силы А. п. от высоты местности выражается в возрастании интенсивности А. п. с высотой места. Однако наблюдения А. п. в голых или изолированных проводах, закопанных под землей, указывают на отсутствие резкой разницы в числе и силе атмосферных помех сравнительно с обычными на земле.

Ясной зависимости А. п. от метеорологических факторов (облачность, влажность, скорость ветра и т. д.) пока не существует. Установлено лишь появление сильных А. п. при барометрических депрессиях; А. п. совпадают по направлению с азимутом местности, имеющей в данный момент пониженное давление. В 1927 г. в Америке на морских судах начали применять определение помощью *пеленгаторов* (см.) направления А. п., чтобы до известной степени узнать путь движения циклонов и т. д. При всякого рода резких изменениях погоды замечается усиление А. п.

Связь А. п. с явлением северного сияния пока недостаточно ясна; при солнечных затмениях всегда наблюдается уменьшение атмосферных помех с наступлением темноты и постепенное возвращение к прежней величине по окончании затмения.

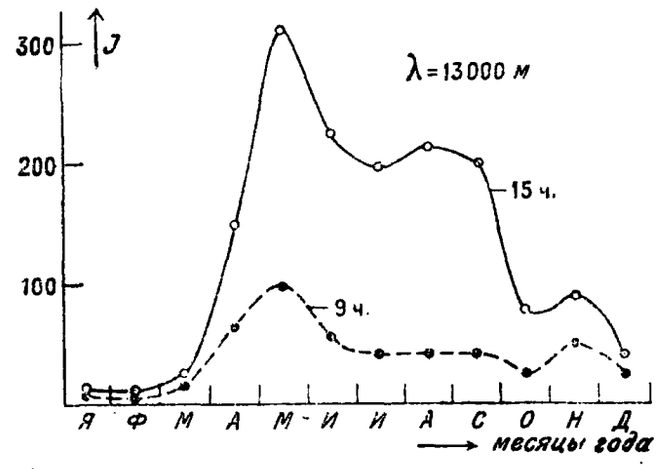
Периодические изменения А. п. бывают двух родов: а) с у т о ч н ы е, представленные кривыми на фиг. 2: сплошной линией — для зимнего времени, пунктирной — для летнего; влияние длины волны на ход этой периодичности незначительно; от местности



Фиг. 2. Суточные колебания А. п.: кривая *a* — зимний тип, кривая *b* — летний тип.

последняя также почти не зависит; б) г о д о в ы е, независящие от длины волны и местности и характеризующиеся (подтверждено наблюдениями в Сев. Америке и Германии) кривыми на фиг. 3: сплошная линия — для наблюдений в 15 часов, пунктирная — в 9 час.; *J* — интенсивность А. п.

Определение н а п р а в л е н и я А. п. может производиться обычными технич. пеленгаторами, предпочтительно односторонними. Путем таких исследований выяснилось, что, например: 1) очаг А. п. для Сев. Америки лежит в Мексике, для Зап. Европы — в европейской части СССР (особенно в летние месяцы); 2) существуют суточные и



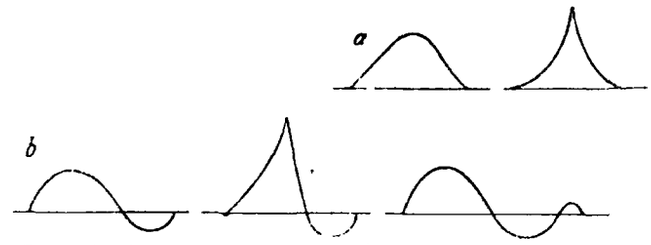
Фиг. 3. Годовые колебания А. п.

годичные периодические изменения направления А. п.; чаще всего в утренние часы направление главных А. п. лежит в плоскости север — юг, в то время как около полудня это направление склоняется к востоку; 3) летом А. п. почти всегда имеют резко выраженное направление; 4) существует целый класс А. п. (в том числе все названные первой категорией — см. выше «треск»), не имеющих направления.

Изучением самого процесса разряда атмосферного электричества занялись лишь в последние годы, при чем наблюдения производились помощью трубки Брауна и специальных электронных *осциллографов* (см.). В результате наблюдений найдены две группы атмосферных разрядов: а) апериодические — средняя продолжительность их $3{,}1.10^{-3}$ ск. и б) периодические, со средним временем $1{,}9.10^{-3}$ ск. Формы кривых атмосферных разрядов в функции времени представлены на фиг. 4.

При коротковолновом приеме А. п. значительно меньше, чем, отчасти, и объясняются успехи радиосвязи на таких волнах (3,5 до 100 *м*). При коротких волнах характер А. п. также несколько меняется: они становятся резче и более кратковременными; почти совершенно пропадает наиболее затрудняющая радиоприем третья категория (см. выше) А. п.; нет резкой разницы в распределении А. п. по часам суток; только после захода солнца число А. п. увеличивается. Остальные зависимости А. п. при коротких волнах пока еще не выяснены.

Математически А. п. могут быть представлены в виде интеграла Фурье, охватывающего весь спектр частот, в котором д. б. все длины волн от нуля до бесконечности. Т. о.



Фиг. 4. Формы отдельных А. п.: *a* — апериодические, *b* — периодические.

при определенной настройке на волну сигнала приемной радиостанции всегда существует энергия помехи, соответствующая данной настройке; поэтому трудно избавиться от А. п., ибо с достижением ослабления А. п. уменьшается одновременно и принятая энергия от сигнализирующей радиостанции.

Лит.: Ш у л е й к и н М., Курс радиотехн., М., 1923; K o e r t s A., Atmosphär. Störungen in der drahtlosen Nachrichtenübermittlung, B., 1924. **В. Баженов.**

АТМОСФЕРНЫЙ РАЗРЯД. Когда напряженность электрического поля в атмосфере превышает известные пределы, то начинается разряд электричества в атмосфере, сопровождаемый световыми явлениями. Бурный разряд называется м о л н и е й. Предположения о колебательном разряде молнии недостаточно обоснованы, но во всяком случае изменение силы тока происходит чрезвычайно быстро. Косвенные измерения дают возможность оценить электрич. напряжение при атмосферных разрядах в сотни миллионов вольт. Это указывает на необходимость защиты зданий (см. *Громоотводы*) и электрических проводов. А. р. в технике связи см. *Беспроволочная связь* и *Атмосферные помехи*.

АТОМНАЯ ДИСПЕРСИЯ, см. *Дисперсия*.

АТОМНАЯ РЕФРАКЦИЯ, см. *Рефракция*.

АТОМНАЯ ТЕОРИЯ считает, что все тела состоят из отдельных тождественных друг другу частиц, называемых м о л е к у л а м и, которые в свою очередь состоят из еще более мелких частиц — а т о м о в. Молекулы находятся в непрерывном движении, сталкиваются друг с другом и своим движением обусловливают тепловую форму энергии, воспринимаемую организмом.

Средняя скорость движения молекул тела пропорциональна квадратному корню из его $T°$. Средний свободный пробег молекулы приблизительно обратно пропорционален плотности тела (см. *Кинетическая теория*).

Даже при низкой $t°$ скорость теплового движения молекул громадна по сравнению с их размерами; молекула газа пролетает расстояние, равное своему диаметру, за промежуток времени порядка 10^{-13} ск. Среднее расстояние между молекулами газа при нормальных условиях равно ок. $3{,}3.10^{-7}$ *см*. При этих условиях молекулы занимают только 0,001 пространства, занимаемого газом. Расстояние между молекулами раз в десять больше их поперечника. Это расстояние изменяется обратно пропорционально кубическому корню из давления газа. Однако и в твердых телах расстояния между молекулами довольно значительны.—Слово «атом» значит «неделимый». Атом представляет собой мельчайшую частицу материи, которая до последнего времени считалась неразложимой на основные части. Масса отдельного атома ничтожна; так, напр., масса водородного атома равна $1{,}65.10^{-24}$ *г*. Поэтому массу атомов измеряют в относительных единицах, принимая условно массу молекулы кислорода = 16. Масса атома, выраженная в этих единицах, называется атомным весом или, правильнее, атомной массой данного вещества. Молекулярным весом данного тела называется сумма ат. весов всех элементов, из которых составлена данная молекула. В связи с этим определением, граммолекулой данного тела называют такое количество вещества, масса которого, выраженная в граммах, численно равна его молекулярной массе. В каждой молекуле может заключаться только целое число атомов. Поэтому массы, приходящиеся в хим. соединении на долю отдельных элементов, не м. б. произвольными, но относятся между собой, как числа, кратные ат. весам этих элементов. Это и есть закон кратных отношений, или закон Дальтона. Кинетическая теория газов приводит к заключению, что в равных объемах всех газов при одинаковых условиях $t°$ и давления содержится одно и то же число молекул. Это заключение называется законом Авогадро, который можно формулировать так: граммолекула любого газа при одинаковом давлении и одинаковой $t°$ занимает один и тот же объем. Следовательно в граммолекуле любого газа заключается одинаковое число молекул. Оно называется числом Авогадро (N). Тщательные измерения, построенные на самых разнообразных опытах, дали для этого числа значение $= 6{,}06.10^{23}$. Граммолекула любого газа занимает при 760 *мм* и при 0° объем в 22,4 *л*. В 1 $см^3$ любого газа заключается при этих условиях $2{,}77.10^{19}$ молекул (число Лошмидта, обозначаемое N_0).

Чрезвычайно важным оказалось распространение закона Авогадро на растворы: при одинаковых объеме и $t°$ растворы, имеющие одинаковое осмотическое (см. *Осмос*) давление, содержат одинаковое количество молекул растворенного вещества. Пользуясь этим законом, удалось определить молекулярный вес тел, к-рые трудно было бы получить в газообразном виде. Определение ат. массы твердых тел м. б. произведено на основании закона Дюлонга и Пти, по к-рому ат. теплоемкость твердых тел (произведение ат. массы на удел. теплоемкость) для всех хим. элементов равна 6,4. Этот закон получил в настоящее время теоретическое обоснование, однако он имеет только приближенное значение. Атомные массы всех известных элементов по данным интернациональной комиссии приведены в «Справочнике важн. физ., хим. и технолог. величин». Сокращенные обозначения атомов составлены из одной или двух букв их латинского названия. Все тела образованы из атомов хим. элементов путем соединения этих атомов в молекулы, к-рые построены либо из атомов одного и того же элемента (простые тела), либо из атомов двух или многих элементов (химические соединения). Иногда каждая молекула хим. соединения содержит в своем составе десятки и даже сотни атомов. Такие сложные молекулы встречаются в органич. соединениях. Даже имея одинаковый хим. состав и формулу, тела могут обладать различными физ. свойствами, что объясняется различным пространствен. расположением атомов в молекуле. Структуру молекул и пространственное расположение атомов изучает *стереохимия* (см.). Мощным орудием для исследования структуры молекул явился рентгеновский анализ. Первые попытки обнаружить преломление или дифракцию рентгеновских лучей не удались. Это и не удивительно, ибо длина волны рентгеновских лучей—порядка 10^{-9} *см*. Понятно, что самая тонкая дифракционная решетка (см. *Дифракция*) была слишком грубой для столь коротких волн. Лауэ пришла в голову мысль воспользоваться естественной пространственной решеткой, кристаллом, у к-рого отдельные атомы правильно расположены в пространстве на расстоянии друг от друга порядка 10^{-13} *см*. Пропуская рентгеновские лучи через кристаллы, Лауэ удалось получить *интерференцию* (см.) этих лучей, но только не в виде полос, а в виде правильно расположенных пятен. Открытие Лауэ, подтвердившее атомную структуру кристаллов, дало вместе с тем возможность анализировать спектр рентгеновских лучей и, наоборот, просвечиванием при помощи лучей определенного спектра исследовать структуру различных тел.

Строение атома. Уже давно накоплялись признаки, находившиеся в противоречии с неделимостью атомов. Электропроводность жидкостей (см. *Электролиз*), ионизация газов, радиоактивные излучения (см. *Радиоактивность*) — все эти явления и привели к той мысли, что атомы построены из электрич. частиц. Применение *катодных ламп* (см.) основано на испускании раскаленными телами атомов электричества — электронов. Масса одного электрона $= 0{,}903 . 10^{-27}$ *г*, т. е. приблизительно в 1 800 раз меньше массы атома водорода. Электрон имеет отрицательный заряд, равный $1{,}591.10^{-19}$ кулонов. Заряд электрона т. о. $= 1{,}769.10^{-8}$

кулонов на *г*. Кроме отрицательных элементарн. зарядов, существуют еще равные им положительные заряды, но они более тесно связаны с массой атома. Масса водородного атома, заряженная одним положительным зарядом, называется протоном. По современным воззрениям каждый атом представляет собою планетную систему, в центре которой помещается ядро, состоящее из протонов, при чем в строении ядра иногда кроме протонов могут принимать участие несколько электронов. Вокруг ядра, имеющего всегда положительный заряд, вращаются электроны, притягиваемые к ядру по закону Кулона, подобно тому как планеты притягиваются к солнцу по закону Ньютона. Разница только та, что электроны взаимно отталкиваются, тогда как планеты притягиваются друг к другу. В нейтральном атоме число электронов, вращающихся вокруг ядра, равно разности между числом протонов и числом электронов в ядре, т. е. в точности компенсирует результирующий положительный заряд ядра. Однако атомы могут с большей или меньшей легкостью отдавать или принимать электроны, превращаясь в заряженные атомы, которые называются ионами. Если у них нехватает электронов для компенсации заряда ядра, то это—ионы положительные; если у них электронов больше, чем требует заряд ядра, то это—ионы отрицательные. Простейшим является атом водорода, состоящий из одного протона, вокруг которого вращается один электрон. Если каким-либо способом отклонить этот электрон с его пути, то останется положительно заряженное ядро — ион водорода или протон. Следующим по сложности является атом гелия. Его ядро состоит из четырех протонов и двух электронов и имеет, т. е., двойной положительный заряд. Ат. в. гелия равен 4, тогда как он должен был бы равняться учетверенному ат. в. водорода, т. е. 4,03. Уменьшение ат. в. гелия объясняется излучением энергии при уплотнении четырех протонов и двух электронов в одно ядро: по *теории относительности* (см.) масса тела пропорциональна заключенной в нем энергии. Т. о. излучению энергии E соответствует потеря в массе Δm по ф-ле $\Delta m=\frac{\Delta E}{c^2}$, где $c=3.10^{10}$ *см/сек*. При образовании атома гелия излучается громадное количество энергии; этим объясняется чрезвычайная устойчивость атома гелия. Ядро гелия имеет двойной положительный заряд. Поэтому в нейтральном атоме гелия вокруг ядра вращаются два электрона. Если удалить эти два электрона, то получится ион гелия с двумя свободными положительными зарядами. Этот ион гелия получил название α-частицы. Такие частицы излучаются радиоактивными телами (см. *Радиоактивность*). Еще более сложным является атом лития, состоящий из ядра с тремя свободными положительными зарядами. Вокруг этого ядра вращаются три электрона. Остальные элементы имеют еще более сложную структуру. Так, например, в нейтральном атоме железа вокруг ядра вращаются 26 электронов, а в атоме тория 90 электронов. Так. обр. орбиты электронов в сложных атомах образуют весьма запутанную систему кривых. Исследование этих орбит может привести к объяснению многих основных физич. и химич. свойств элементов. С точки зрения обыкновенной электродинамики непонятно, каким образом могут электроны вращаться вокруг ядра, потому что вращение есть движение ускоренное, а всякое ускорение электрона связано с излучением энергии. Приходится поэтому искать объяснения, почему электроны не излучают энергии. Это объяснение находят в теории *квант* (см.), по к-рой энергия может переходить только определенными порциями, кратными некоторой основной величины, называемой квантом энергии. Скорость устойчивого движения электрона на любой орбите определяется равновесием между центробежной силой и притяжением электрона к ядру. Каждой скорости соответствует определенная энергия движения. Поэтому электрон в атоме не может двигаться по любой орбите, а только по таким орбитам, при которых энергия движения электрона кратна определенной величине, т. е. удовлетворяет квантовым условиям. Каждый электрон в атоме может вращаться только по определенным орбитам, при чем наиболее устойчивым движением будет то движение, которое соответствует наименьшей потенциальной энергии, т. е. орбите, наименее удаленной от ядра. Однако по каждой орбите может двигаться только ограниченное количество электронов. На первой их м. б. не более двух. Если в атоме имеется больше двух свободных электронов, то остальные должны вращаться уже по второй, более удаленной от ядра орбите. На второй орбите может вращаться не более восьми электронов. Следующие должны попасть на третью орбиту, на к-рой может разместиться 8 электронов, на последующей 18 и т. д. Движение электронов не слишком устойчиво и по этим орбитам не является обязательным; электроны могут, под влиянием внешних воздействий, перемещаться на более отдаленные орбиты. Такое смещение электрона называется возбуждением атома, а самая орбита, на к-рую переместился электрон,— орбитой возбужденного атома. Возбуждение атомов может происходить от самых разнообразных причин, например от воздействия на атомы электромагнитной волны, т. е. видимого света или рентгеновских лучей. Слишком сильное возбуждение соответствует отрыву электрона, т. е. ионизации атомов. При первом удобном случае, однако, электроны возвращаются с возбужденных орбит к своим прежним, более устойчивым орбитам. Это перескакивание электрона с одной орбиты на другую, а следовательно уменьшение его энергии на нек-рое количество квант, сопровождается излучением энергии. Датский физик Бор предположил, что частота ν этого излучения определяется по формуле $h\nu=W_2-W_1$, где h — универсальная постоянная Планка ($h=6{,}55.10^{-27}$ эрг/сек.), а W_2 и W_1 — энергии электрона на более отдаленной (возбужденной) и на более близкой (устойчивой) орбите. Это предположение Бора блестяще

оправдалось на опыте: рассчитывая все возможные перескакивания электронов, можно по ф-ле Бора заранее определить частоту, а следовательно и длину волны всех колебаний, к-рые может излучать данный атом. Теория Бора позволяет предсказывать спектры света, излучаемого различными атомами. Эти предсказания оправдались с совершенно исключительной точностью. Перескакивания в области внешних орбит соответствуют видимому свету. Перескакивания на внутреннюю орбиту, наиболее близкую к ядру, создают излучения весьма большой частоты, т. е. короткие волны, относящиеся уже не к видимому свету, а к рентгеновским лучам. Поразительное совпадение во всех деталях между предсказаниями теории и действительным спектром (видимым и рентгеновским) не только блестяще подтверждает теорию, но и дает возможность изучать строение отдельных атомов. Здесь надо учесть еще то обстоятельство, что расположение электронов в атоме определяется свободным зарядом его ядра. Поэтому мы можем пронумеровать все атомы, называя а т о м н ы м н о м е р о м, или а т о м н ы м ч и с л о м, число свободных положительных зарядов их ядер. Если к ядру с определенным ат. номером присоединить один протон, то ат. номер ядра увеличится на единицу; если, однако, одновременно присоединить к ядру один электрон, то отрицательный заряд электрона будет компенсировать положительный заряд протона, и ат. номер ядра не изменится, несмотря на то, что его масса увеличилась. Такие атомы, у которых ядра имеют различную массу и одинаковый ат. номер, называются *изотопами* (см.). Все их внешние свойства — химические и физические — совершенно одинаковы, и потому смесь двух изотопов нельзя разделить хим. способом. Таких изотопов существует большое количество. Напр., существуют атомы Cl оба с ат. номером 17, но с ат. массами 35 и 37. Их смесь образует обыкновенный элемент Cl с ат. массой 35,458. Этим смешением изотопов объясняется, что ат. массы нек-рых тел так сильно отличаются от целых чисел, тогда как все атомы, будучи составлены из протонов и электронов, должны были бы иметь атомные массы, выражаемые целыми или близкими к целым числами. Еще Менделеев заметил, что свойства элементов являются периодической функцией их ат. масс. Ему удалось построить периодическую систему элементов, состоящую из восьми столбцов, при чем элементы каждого столбца обладают аналогичными свойствами. По этой таблице Менделеев предсказал даже существование еще не найденных элементов и приблизительно указал их свойства. И действительно, найденные элементы — галлий, скандий, германий — вполне оправдали предсказание Менделеева. В настоящее время естественная система хим. элементов классифицирует их по ат. номерам. Периодическая таблица, в которой указаны атомные массы и атомные номера, а также перечень всех известных элементов и таблицы изотопов, помещены в «Справочнике важн. физ., хим. и технолог. величин».

Свойства атомов, расположенных в таблице, м. б. объяснены рассмотрением орбит их электронов. Так, напр., наиболее устойчивыми являются атомы нулевой группы. У этих атомов электроны расположены т. о., что по внешней электронной орбите вращается такое количество электронов, к-рое соответствует наибольшей электромеханич. устойчивости системы всего атома. Поэтому-то элементы нулевой группы, благородные газы, не вступают в соединение с другими элементами, т. е. обладают нулевой валентностью. Так, напр., гелий имеет 2 электрона, вращающихся по единственной (первой) орбите. Далее, неон имеет 2 электрона на первой орбите, остальные же 8 вращаются вокруг ядра, занимая на своих орбитах положение, соответствующее двуквантовому количеству энергии, при чем в этом случае наибольшей устойчивостью обладает как раз система из 8 электронов. Аргон имеет 2 электрона на одноквантовой орбите, 8 на двуквантовых и 8 на трехквантовых орбитах. Атомы первого столбца имеют на внешнем поясе всего по 1 электрону и склонны легко терять этот электрон, уступая его другим атомам при столкновении с ними. Литий имеет 2 одноквантовых электрона и 1 двуквантовый. Натрий имеет 2 одноквантовых электрона, 8 двуквантовых и 1 трехквантовый. Атомы второго столбца тоже склонны отдавать электроны своей внешней орбиты, при чем у них имеется по 2 таких неустойчивых электрона. Этим объясняется, что атомы первого столбца одновалентны (см. *Валентность*), образуют ионы с одним положительным зарядом, замещают в соединениях один атом водорода, а атомы второго столбца двувалентны и замещают в соединениях два атома водорода. У атомов седьмого столбца нехватает 1 электрона до устойчивого числа электронов внешних орбит (до 2,8 и т. д.). Это тоже одновалентные элементы, но они являются одновалентными уже по другой причине: они склонны п р и с о е д и н я т ь один электрон, при чем это присоединение соответствует не электрич. нейтрализации, а электромеханич. стабилизации атома. Целый ряд других физ. и хим. свойств атомов м. б. объяснен расположением их электронных орбит: магнитные свойства, теплоемкость и т. д.

Мы видим, т. о., что вся материя состоит из электричества, при чем этим электричеством заполнена только ничтожная часть пространства, занимаемого видимыми телами. Все остальное — пустота, через которую передаются электромагнитные воздействия. Физ. и хим. свойства тел объясняются игрой движения электронов по их орбитам. Т. о. химия в значительной мере сводится к электромеханике электронов. Ядра атомов почти не участвуют в превращениях вещества. Изменение состава ядра соответствует превращению одного элемента в другой. Первые попытки в этом направлении были сделаны Рёзерфордом, разложившим азот и целый ряд других элементов, при чем им был выделен в качестве составной части атомов этих элементов — водород. Пока в этой области сделано еще очень мало. Энергия, связанная

с разрушением или соединением атомных ядер, громадна, но в настоящее время еще рано говорить о перспективах, связанных с использованием этой энергии.

Лит.: Френкель Я. И., Строение материи, ч. I—II, П., 1922—24; Зоммерфельд А., Строение атома и спектры, М.—Л., 1925; Крамерс Г. и Гольст Г., Строение атома и теория Бора, М.—Л., 1926. **Я. Шпильрейн.**

АТОМНОЕ ПРЕЛОМЛЕНИЕ, см. *Рефракция*.

АТОМНОСТЬ, см. *Валентность*.

АТОМНЫЙ ВОДОРОД, газообразный водород в таком состоянии, когда его молекулы диссоциированы на атомы. А. в. получен Лангмюиром (Гл. электрич. исследоват. лаборатория в Скенектеди, С.-А. С. Ш.) при пропускании в атмосфере водорода вольтовой дуги между вольфрамовыми электродами. Первоначально Лангмюиром было количественно исследовано излучение тепла от вольфрамовой нити накала при прохождении через нее электр. тока в атмосфере водорода. Потеря оказалась много выше теоретической, из чего можно было заключить, что часть энергии затрачивается на процесс диссоциации на атомы молекулярного водорода. При выдувании такого А. в. из пламени вольтовой дуги его диссоциированные атомы вновь соединяются в молекулы с обратным выделением поглощенной при диссоциации энергии, что обусловливает очень высокую $t°$ образующегося газообразного водорода, дающую возможность легко осуществлять *автогенную сварку* (см.) металлов, в том числе одного из наиболее тугоплавких, молибдена, без участия кислорода. При этом А. в. при соприкосновении в отсутствии кислорода со сварочным металлом способствует, подобно водороду «in statu nascendi», но в еще более значительной степени, восстановлению окислов, образующихся на поверхности металлов, чем значительно улучшает автогенную сварку. Следует, однако, обратить внимание на то обстоятельство, что кварц, плавящийся при более низкой $t°$, чем молибден, не расплавляется при обработке А. в.

АТОМНЫЙ РАСПАД, см. *Радиоактивность*.

АТОФАН (α-фенилцинхониновая или, иначе, α-фенилхинолин-4-карбоновая к-та) впервые получен в 1887 г. Дэтнером (Dötner) и Гифеке (Gifeke) конденсацией анилина с бензальдегидом и пировиноградной к-той; м. б. также получен действием водных щелочей на смесь изатина и ацетофенона. Применяется А. как очень хорошее средство против подагры и сочленовного ревматизма, вызывающее усиленное выделение мочевой кислоты в моче. До революции в России α-фенилхинолин-4-карбоновая кислота (А.) не выделывалась вовсе. Ныне производство А. по несколько видоизмененному методу, разработанному на опытном хим.-фармацевтическом заводе 2 МГУ проф. А. М. Беркенгеймом, устанавливается на хим.-фармацевтическом заводе «Имени 8 марта», Московского аптекоуправления, в масштабе всесоюзной потребности (2500—3000 *кг*).

АТРАКТИЛИС-КАУЧУК, из растения Atractylis gummifera L., дико растущего в ср. и южн. Италии, Греции и сев. Африке. Веретенообразный корень растения содержит белый млечный сок, медленно свертывающийся на воздухе и дающий каучукообразное вещество, давно известное и применяемое в указанных странах.

АТРОПИН, тропиновый эфир троповой к-ты. А. относится к группе *алкалоидов* (см.), встречается во всех частях белладонны (Atropa belladonna), в семенах дурмана (Datura stramonium). В последних он находится вместе со своим оптическим изомером гиосциамином. Под влиянием слабой щелочи гиосциамин изомеризуется в А. Для получения А. белладонну обрабатывают спиртом; из спиртового экстракта А. после очистки выделяется в виде кристаллов; $t°_{пл.}$ 115—115°,5, нерастворим в воде, малорастворим в эфире, бензоле, хорошо растворяется в спирте, хлороформе. Имеет большое значение в медицине благодаря своему свойству расширять зрачок, к-рое проявляется от одной капли раствора 1:130 000. Применяется в глазной практике, а также при атонии кишек, при спазмах. В СССР атропин готовится из семян дурмана и корня мандрагоры, через гиосциамин. Обычно употребляется сернокислая соль атропина, которая легко растворяется в воде.

АТТЕНУАЦИЯ, в пивоваренном производстве — разжижение сусла в результате сбраживания. При брожении из экстракта сусла исчезает часть превращающегося в спирт сахара, отчего уд. в. пива меньше, чем уд. в. сусла. По величине уменьшения уд. в. сусла при сбраживании его в пиво определяют степень сбраживания, содержание алкоголя и экстракта в пиве и плотность основного сусла. В сусле сахарометр показывает действительное содержание экстракта, в пиве его показания не соответствуют действительному содержанию экстракта благодаря присутствию алкоголя, понижающему удельный вес. Поэтому сахарометр в пиве показыает видимый экстракт. Если нужно определить действительное содержание экстракта в пиве, то предварительно следует отогнать от него алкоголь и дополнить водой до первоначального объема. Разность между действительным и видимым экстрактом пива соответствует содержанию в нем алкоголя. Если E — содержание экстракта (показание сахарометра) в первоначальном сусле, $E_в$ — видимый экстракт пива, E_w — действительный экстракт пива, то $E-E_в$ будет видимая А., $E-E_w$ действительная А., $E_w-E_в$ разность А. Из E весовых частей экстракта основного сусла остается в пиве $E_в$ вес. частей видимого экстракта, т. е. сбродило $E-E_в$ вес. ч. Следовательно, из 100 вес. частей экстракта сбродило $\frac{E-E_в}{E} \cdot 100$ вес. ч. Это — видимая степень сбраживания $V_в$. Таким же путем найдем, что действительная степень сбраживания $V_w=\frac{E-E_w}{E} \cdot 100$. Очевидно, что количество алкоголя должно находиться в определенном отношении как

к видимой, так и к действительной А., а также и к разности их. Эти отношения не совсем постоянны, но изменяются с величиной E. Баллинг установил эти отношения экспериментальным путем и определил факторы, помножая на к-рые указанные разности ($E—E_s$, $E—E_w$, $E_w—E_s$), получим содержание алкоголя в пиве. Он назвал их алкогольными факторами и составил таблицу их для разных плотностей основного сусла.

Извлечение из таблицы Баллинга.

Содержание экстракта основного сусла в %	Алкогольные факторы для		
	видимой А.	действительной А.	разности А.
E	F_s	F_w	F
4	0,4036	0,49411	2,2058
5	0,4054	0,4967	2,2076
6	0,4073	0,4993	2,2096
7	0,4091	0,5029	2,2116
8	0,4110	0,5047	2,2137
9	0,4129	0,5074	2,2160
10	0,4148	0,5102	2,2184
11	0,4167	0,5130	2,2209
12	0,4187	0,5158	2,2234
13	0,4206	0,5187	2,2262
14	0,4226	0,5215	2,2290
15	0,4246	0,5245	2,2319

Если известно содержание экстракта основного сусла E для данного пива, то для определения содержания спирта в пиве нужно только определить сахарометром плотность последнего E_s и разность $E—E_s$ помножить на фактор F_s, соответствующий данной плотности основного сусла. Напр., для основного сусла с 12% экстракта F_s = =0,4187; если сахарометр показывает в пиве 4,3%, то содержание алкоголя A будет:

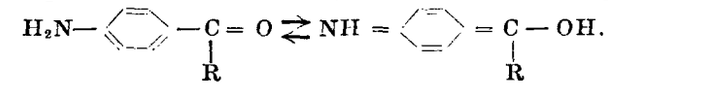
$$A=(12—4{,}3).0{,}4187=7{,}7.0{,}4187=3{,}22\%.$$

Если плотность основного сусла неизвестна, то ее вычисляют приблизительно. Для этого сначала определяют E_s и E_w, помножают $E_w—E_s$ на 4,3* и прибавляют к произведению действительный экстракт пива E_w, т. е. $E=(E_w—E_s).4{,}3+E_w$. Если $E_w=6{,}5$ и $E_s=5{,}0$, то $E=(6{,}5—5{,}0).4{,}3+6{,}5=12{,}95$ или кругло 13. Затем берут из таблицы фактор F, соответствующий плотности сусла 13, и помножают на $E_w—E_s$. Для взятого примера $A=(6{,}5—5{,}0).2{,}2262=3{,}34\%$.

Лит.: Pawlowski F., Die brautechnischen Untersuchungsmethoden, München, 1920. **А. Шустов.**

АУДИОН, одноламповый радиоприемник, в котором электронная лампа используется в качестве детектора. Благодаря особенностям электронной лампы в А. одновременно с детектированием осуществляется также и некоторое усиление принятых сигналов. В общепринятом международном обозначении схем радиоприема А. символически изображается знаком «0—V—0». См. *Детекторы*.

АУКСОХРОМОВЫЕ ГРУППЫ (ауксохромы), группы NH_2, NR_2, NHR, OH, OR, где R—жирный или ароматический остаток. Термин этот введен впервые О. Виттом для обозначения групп, «помогающих развитию цвета» органич. соединения, т. к. при введении их в какой-нибудь хромоген, т. е. соединение, составленное из хромофора — «носителя цветности» и ароматических остатков, цвет тела сильно углубляется, т. е. спектр поглощения его передвигается к красному концу. Вначале ауксохромами считали лишь амидные и гидроксильные группы, однако впоследствии был констатирован с несомненностью ауксохромный характер и оксалкильных, и оксарильных, и даже метиленовых групп. Яснее всего проявляется ауксохромное действие всех этих групп тогда, когда они стоят в *о-* или *п*-положении к хромофору, что, несомненно, связано тесным образом с состоянием бензольного ядра в таких *о-* и *п*-замещенных, в к-рых один заместитель (хромофор) является ненасыщенной группой с двойными связями. Это дает повод сторонникам т. н. «хиноидной теории цветности» предполагать возможность таутомерной перегруппировки ядра с перемещением водорода от ауксохрома к хромофору и образованием хиноидного кольца, напр.:



Кроме помогающего развитию цвета действия, А. г. имеют и иное значение для химии ароматических соединений: они направляют заместителей, вступающих в ядро, где имеются А. г., в *о-* или *п*-положение к себе; кроме того, амидные А. г. придают красителям основной характер, а гидроксильные — слабокислый, что играет роль в способности красителей окрашивать те или иные волокна. См. *Крашение*.

Лит.: Mayer F., Chemie d. organ. Farbstoffe, Berlin, 1924; Kaufmann H., Die Auxochrome, Stuttgart, 1907.

АУРАМИН, хлоргидрат тетраметилдиаминобензофенонимида, золотисто-желтые кристаллы с $t°_{пл.}$ 267°. При кипячении водного раствора разлагается. А.—основной краситель группы дифенилметана, служит для получения желтых окрасок по шерсти, таннированному хлопку и в печати. Имеет применение для крашения бумаги и в медицине как антисептик Pyoktaninum aureum.

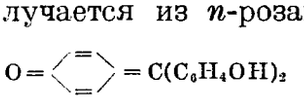
Лит.: Schultz G., Farbstoff-Tabellen, *193*, B., 1923; Colour-Index, *655*, L., 1924.

АУРАНЦИЕВЫЙ КОЛЛОДИЙ, двупроцентный раствор коллодия, окрашенный ауранцией; служит для приготовления цветных (желтых) пластинок в фотографии.

АУРАНЦИЯ, аммониевая соль гексанитродифениламина, оранжевый порошок, растворимый в воде. А. получается нитрованием дифениламина или динитродифениламина с последующей обработкой водным аммиаком. А.—нитрокраситель, имеет ограниченное применение при крашении кожи и шелка, а также применяется в фотографии—как светофильтр.

Лит.: Colour-Index, *12*, L., 1924.

АУРИН, производное трифенилметана, получается из *п*-розанилина обработкой его водным раствором азотистой кислоты, при чем группа NH_2 замещается группами OH. Заводским путем А. изготовляется нагреванием до 120—130°



* Число 4,3 — не постоянный множитель, а показание сахарометра для данного сусла.

фенола (1 ч.) с серной к-той 66° Bé (0,5 ч.) и щавелевой к-той (0,6 ч.); нагревание производят до тех пор, пока не прекратится выделение углекислоты. Получ. т. о. А. есть смесь собственно А., розоловой к-ты (ее гомолога) и производных розоловой к-ты; он называется кораллином; в продажу поступает в виде желто-коричневых кусочков; малорастворим в воде, окрашивает ее в оранжево-желтый цвет, хорошо растворяется в щелочах, давая раствор малиново-красного цвета, в алкоголе растворяется с золотисто-желтой окраской; служит для приготовления спиртовых лаков и в фотографии.

АУРИПИГМЕНТ, минерал хим. состава As_2S_3; тв. 1,5, уд. в. 3,5. Цвет лимонно-желтый, блеск перламутровый. Рудная жила, заключающая А., имеет промышленное значение при содержании мышьяка не менее 15—20%. Для получения As_2O_3 руду подвергают окислительному обжигу, а затем приготовляют разнообразные соли мышьяка — калиевую, кальциевую и свинцовую (инсектициды). Сульфиды мышьяка применяют как депиляторы (средство для удаления волос). Некоторые соли употребляются для окраски тканей, в медицине и в военном деле—для приготовления удушливых газов. В СССР месторождения А. встречаются в Грузии, но не разрабатываются.

АУСТЕНИТ, структурная составляющая стали—твердый раствор углерода или углеродистого железа в *гамма-железе* (см.). В углеродистой стали он устойчив при $t°$ выше 700°, при обыкновенной же $t°$ может быть получен только самой энергичной закалкой, и то в смеси с продуктом частичного его распада—*мартенситом* (см.). В специальных сортах стали А. содержит отчасти или целиком специальные примеси, вследствие чего он становится более устойчивым и может быть получен в чистом виде слабой закалкой, а при большом содержании их—даже медленным охлаждением стали. А. немагнитен, обладает умеренной твердостью, пониженной упругостью, значительной прочностью и большой вязкостью; эти свойства присущи и всякой стали, содержащей А. См. *Сталь*.

АУТАН, дезинфекционное средство для жилых помещений, состоит из смеси перекиси бария и формальдегида. При обливании смеси водой выделяются пары воды и формальдегида, к-рые и являются дезинфицирующим средством. В последнее время появилось много препаратов, аналогичных А.: переутан, параган и др., к-рые б. ч. продаются в виде двух отдельных пакетов—перекиси металла и *n*-формальдегида. См. *Дезинфекция* и *Дезинфицирующие средства*.

АУЭРА ГОРЕЛКА, см. *Газокалильное освещение*.

АУЭРА ЛАМПА, электрическая лампа, называемая так по имени изобретателя Auer von Welsbach, взявшего патент (1898 г.) на изготовление нити лампы из тугоплавкого металла осмия (Os), $t°_{пл.}$ которого 2 700°. В настоящее время вытеснена лампами с вольфрамовой нитью. См. *Лампы электрические*.

АФФИНАЦИЯ, операция предварительной очистки сахарных песков, поступающих на рафинировку, применяемая на заграничных сахарорафинадных заводах. См. *Сахарное производство*.

АФФИНИРОВАНИЕ, аффинаж, металлургические процессы, имеющие целью очищение металлов от посторонних примесей. Более распространенным является термин *рафинирование* (см.). А. в узком смысле слова называется отделение благородных металлов от неблагородных и друг от друга. См. *Платина*, *Серебро*, *Золото*, *Медь*.

АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ, такое преобразование пространства (замещение каждой точки другой), при котором прямые преобразовываются в прямые же и параллельные прямые преобразовываются в параллельные же прямые (как часто говорят, бесконечно удаленная прямая не меняется). Если x, y, z — декартовы координаты точки, x_1, y_1, z_1 — координаты точки, к-рая ее заменяет после преобразования, то А. п. выражается ур-иями, где

$$x_1=a_{11}x+a_{12}y+a_{13}z,$$
$$y_1=a_{21}x+a_{22}y+a_{23}z,$$
$$z_1=a_{31}x+a_{32}y+a_{33}z,$$

числа a_{ij} ($i=1,2,3$; $j=1,2,3$) суть постоянные коэфф-ты, определитель которых отличен от нуля. На переменные x, y, z можно смотреть также, как на компоненты радиуса-вектора точки. Можно поэтому сказать, что А. п. заменяет радиус-вектор r радиусом-вектором r_1, так что $r_1=\Phi r$, где Φ есть оператор, определяемый компонентами a_{ij}.

Изучение А. п. можно вести, исследуя компоненты аффиноров, но можно вести его и непосредственным вычислением с аффинорами, без помощи координат. Методы вычислений с аффинорами изучаются отраслью математики, назыв. аффинорным исчислением. Оно применяется в теории упругости, в гидро- и аэродинамике, в изучении электромагнитных полей, в дифференциальной геометрии. См. *Тензорное исчисление*.

Лит.: Schouten J., Grundlagen d. Vektor- u. Affinoranalysis, Lpz., 1914; Spielrein J., Lehrbuch der Vektorrechnung, Hütte, 25 Aufl., B 1, 1926; Burali-Forti C. e Marcolongo R., Omografie vettoriali, Torino, 1909; Blaschke W., Vorlesungen über Differentialgeometrie, B. 2, B., 1923.

АХРОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СТЕКОЛ предназначена для устранения хроматической аберрации. Если мы рассмотрим две тонкие линзы со средними фокусными расстояниями f и f', сделанные из разных сортов стекла, так что для первой линзы показатели преломления для красных, фиолетовых и средних лучей будут n_r, n_v и n, а для второй линзы n_r', n_v' и n', то получим для системы следующие ур-ия:

$$\frac{1}{F_r}=\frac{n_r-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f}+\frac{n'_r-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f'},$$
$$\frac{1}{F_v}=\frac{n_v-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f}+\frac{n'_v-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f'}.$$

Если подобрать стекла так, чтобы правые части этих равенств были равны, то получим $F_r=F_v$, и спектры наложатся друг на друга так, что хроматическая аберрация исчезнет. На практике наилучшие результаты получаются, когда желтые D-лучи налагаются на голубовато-зеленые F-лучи.

Итак, условие для ахроматизма системы:

$$\frac{n_r-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f}+\frac{n'_r-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f'}=$$

$$=\frac{n_v-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f}+\frac{n'_v-1}{n-1}\cdot\frac{1}{f'},$$

или

$$\frac{n_v-n_r}{n-1}\cdot\frac{1}{f}+\frac{n'_v-n'_r}{n-1}\cdot\frac{1}{f'}=0.$$

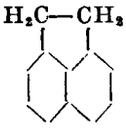
Так как $n_v > n_r$ и $n'_v > n'_r$, то условие м. б. удовлетворено, если f и f' имеют разные знаки. Следовательно, одно стекло д. б. собирательным, а другое рассеивающим. Обычно берут двояковыпуклую линзу из кронгласа, сильнее собирающего синие лучи, и выпукловогнутую линзу из флинтгласа, сильнее рассеивающего синие лучи. Обе линзы, во избежание излишней потери света при отражении, склеивают канадским бальзамом. Свободная поверхность кронгласа обращена к падающим лучам.



Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 2, ГИЗ, Берлин, 1923; Эдсер Э., Оптика, С.-Петербург, 1913.

И. Эльцин.

АЦЕНАФТЕН, $C_{12}H_{10}$, твердый углеводород ароматического ряда (производное нафталина), с $t°_{пл.}$ 95° и $t°_{кип.}$ 279°, находится в каменноугольной смоле, откуда и добывается; его получают из погонов тяжелых масел фракционной перегонкой. Находящийся в продаже А. обычно не чист (содержит около 5—10% примесей). Чистый А. получают кристаллизацией из его растворов в алкоголе или бензине в виде длинных бесцветных игол. Синтетически А. можно получить: 1) разложением α-этилнафталина в раскаленных фарфоровых трубках ($C_{10}H_7\cdot C_2H_5 = C_{12}H_{10}+H_2$), 2) действием этилена на нафталин. При окислении А. дает аценафтенон, аценафтенхинон, нафтоловую к-ту. А. и его продукты окисления находят применение в красочной промышленности.



АЦЕНАФТЕНХИНОН, $C_{12}H_6O_2$, получается окислением аценафтена с ледяной уксусной кислотой и бихроматом натрия. А. кристаллизуется желтыми иглами, $t°_{пл.}$ 261°; применяется в красочной промышленности для получения индигоидных красителей (циба-алый).



АЦЕТАЛИ, диоксиалкильные производные углеводородов. А. можно рассматривать как простые эфиры гидратированных *альдегидов* (см.) и *кетонов* (см.), т. н. *о*-альдегидов и *о*-кетонов, отвечающих общим ф-лам $RCH(OH)_2$ и $R_2C(OH)_2$. Подобная трактовка А. соответствует факту их образования из альдегидов или кетонов и алкоголей—процессу, протекающему по ур-иям:

$$RCHO + 2\,C_2H_5OH = RCH(OC_2H_5)_2 + H_2O,$$

альдегид — этиловый алкоголь — ацеталь альдегида

$$R_2CO + CH_2(OH)\cdot CH_2(OH) = R_2C(O\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot O) + H_2O.$$

кетон — гликоль — ацеталь кетона

Для получения А. альдегид растворяют в соответствующем алкоголе, к к-рому прибавлено небольшое количество хлористого водорода, играющего роль катализатора (см. *Катализ*) (способ Э. Фишера). Этим путем легко получаются А. альдегидов жирного ряда и А. кетонов с дву- и многоатомными спиртами. Для получения А. кетонов с одноатомными спиртами прибегают к другому способу, заключающемуся в действии на кетоны эфиров *о*-муравьиной кислоты:

$$R_2CO + HC(OC_2H_5)_3 = R_2C(OC_2H_5)_2 + HCOOC_2H_5.$$

этил. эфир *о*-мурав. к-ты — А. кетона

Фишеровский способ непригоден для получения А. ароматических альдегидов типа бензальдегида; в этом случае пользуются обходным методом, через анилы (продукты взаимодействия ароматических альдегидов и анилинов). Так, например, из бензальдегида сначала получают бензальанилин $C_6H_5CH : NC_6H_5$, который после обработки минеральной кислотой в растворе соответствующего спирта дает А.:

$$2\,C_6H_5CH : NC_6H_5 + 4\,ROH + H_2SO_4 =$$

$$= 2\,C_6H_5CH(OR)_2 + (C_6H_5NH_2)_2H_2SO_4.$$

Большая часть А.—жидкости с приятным эфирным запахом; они довольно устойчивы по отношению к растворам щелочей, а кислотами разлагаются на первоначальные компоненты. Этим свойством в органическом синтезе пользуются для выделения и очистки альдегидов: сырой альдегид сначала подвергают ацетилированию; полученные А. промывают водной щелочью от кислых примесей, перегоняют, а затем, после обработки кислотами, выделяют альдегид. Наибольшее значение имеют следующие А.: метилаль $CH_2(OCH_3)_2$ — прозрачная жидкость, $t°_{кип.}$ 42°, применяется в медицине как снотворное средство, отличный растворитель для многих органич. веществ; ацеталь $CH_3CH(OC_2H_5)_2$ — бесцветная жидкость с эфирным запахом, устойчив по отношению к щелочам, кислотами разлагается на ацетальдегид и этиловый алкоголь, $t°_{кип.}$ 102°, 1 вес. ч. растворяется в 18 ч. воды; метиленфенилгликолевый эфир $C_6H_5\cdot CH(O\cdot CH_2\cdot O)\cdot CH_2$ — бесцветная жидкость с запахом жасмина, $t°_{кип.}$ 103° при давлении в 12 *мм*, $t°_{кип.}$ 218° при давлении в 36 *мм*, применяется в парфюмерии.

С. Медведев.

АЦЕТАЛЬДЕГИД, уксусный альдегид, этаналь, $CH_3\cdot CHO$, находится в винном спирте-сырце (образуется при окислении этилового алкоголя), а также в первых погонах, получающихся при ректификации древесного спирта. Прежде А. получали окислением этилового спирта бихроматом, но теперь перешли к контактному способу: смесь паров этилового спирта и воздуха пропускается через нагретые металлы (катализаторы). А., получающийся при разгонке древесного спирта, содержит ок. 4—5% различных примесей. Некоторое техническое значение имеет способ добывания А. разложением молочной кислоты нагреванием ее. Все эти способы получения

А. постепенно теряют свое значение в связи с разработкой новых, каталитических методов получения А. из *ацетилена* (см.). В странах с развитой хим. промышленностью (Германия) они получили преобладающее значение и дали возможность использования А. в качестве исходного материала для получения других органическ. соединений: уксусной кислоты, альдоля и др. Основанием каталитического способа является реакция, открытая Кучеровым: ацетилен в присутствии солей окиси ртути присоединяет одну частицу воды и превращается в А. — $CH:CH+H_2O=CH_3\cdot CHO$. Для получения А. по немецк. патенту (хим. ф-ка Грисгейм-Электрон в Франкфурте-на-Майне) в раствор окиси ртути в крепкой (45%) серной к-те, нагретой не выше 50°, при сильном помешивании пропускается ацетилен; образующиеся при этом А. и паральдегид периодически сливаются сифоном или отгоняются в вакууме. Наилучшим, однако, является способ, заявленный французским патентом 455 370, по которому работает завод Консорциума электрич. промышленности в Нюрнберге. Там ацетилен пропускается в горячий слабый раствор (не выше 6%) серной кислоты, содержащий окись ртути; образующийся при этом А. в течение хода процесса непрерывно перегоняется и сгущается в определенных приемниках. По способу Грисгейм-Электрон некоторая часть ртути, образующаяся в результате частичного восстановления окиси, теряется, т. к. находится в эмульгированном состоянии и не может быть регенерирована. Способ Консорциума в этом отношении представляет большое преимущество, т. к. здесь ртуть легко отделяется от раствора и затем электрохимическим путем превращается в окись. Выход почти количественный, и полученный А. очень чист. А.—летучая, бесцветная жидкость, $t°_{кип.}$ 21°, удел. вес 0,7951. С водой смешивается в любом соотношении, из водных растворов выделяется после прибавления хлористого кальция. Из химических свойств А. следующие имеют техническое значение:

1) Прибавление капли концентрированной серной к-ты вызывает полимеризацию с образованием паральдегида:

$$\underset{\text{ацетальдегид}}{3\,C_2H_4O} = \underset{\text{паральдегид}}{C_6H_{12}O_3}.$$

Реакция протекает с большим выделением тепла. Паральдегид — жидкость, кипящая при 124°, не обнаруживающая типичных альдегидных реакций. При нагревании с к-тами наступает деполимеризация, и получается обратно А. Кроме паральдегида, существует еще кристаллический полимер А. — так называемый метальдегид, являющийся, вероятно, стереоизомером паральдегида.

2) В присутствии нек-рых катализаторов (соляная к-та, хлористый цинк и особенно слабые щелочи) А. превращается в *альдоль* (см.). При действии крепких едких щелочей наступает образование альдегидной смолы.

3) При действии алкоголята алюминия А. переходит в уксусноэтиловый эфир (реакция Тищенко): $2\,CH_3\cdot CHO=CH_3\cdot COO\cdot C_2H_5$. Этим процессом пользуются для получения этилацетата из ацетилена.

4) Особенно большое значение имеют реакции присоединения: а) А. присоединяет атом кислорода, превращаясь при этом в уксусную кислоту: $2\,CH_3\cdot CHO+O_2=2\,CH_3\cdot COOH$; окисление ускоряется, если к А. заранее прибавлено нек-рое количество уксусной к-ты (Грисгейм-Электрон); наибольшее значение имеют каталитические способы окисления; катализаторами служат: окись-закись железа, пятиокись ванадия, окись урана и в особенности соединения марганца (подробности см. *Уксусная кислота*); б) присоединяя два атома водорода, А. превращается в этиловый алкоголь: $CH_3\cdot CHO+H_2=CH_3\cdot CH_2OH$; реакция ведется в парообразном состоянии в присутствии катализатора (никель); в некоторых условиях синтетический этиловый спирт успешно конкурирует со спиртом, получаемым брожением (см. *Этиловый алкоголь*): в) синильная кислота присоединяется к А., образуя нитрил молочной кислоты: $CH_3\cdot CHO+HCN=CH_3\cdot CH(OH)CN$, из которого омылением получается *молочная кислота* (см.).

Эти многообразные превращения делают А. одним из важных продуктов химической промышленности. Дешевое его получение из ацетилена в последнее время позволило осуществить целый ряд новых синтетических производств, из которых способ производства уксусной к-ты является сильным конкурентом старому способу ее добывания путем сухой перегонки дерева. Кроме того, А. находит применение как восстановитель в производстве зеркал и идет для приготовления хинальдина—вещества, применяемого для получения красок: хинолиновой желтой и красной и др.; кроме того, он служит для приготовления паральдегида, применяющегося в медицине в качестве снотворного средства. **С. Медведев.**

АЦЕТАНИЛИД, см. *Анилиды*.

АЦЕТАТНЫЙ ШЕЛК, вид искусственного волокна из ацетилцеллулозы; А. ш. производится из клетчатки в форме хлопкового волокна—*линтера* (см.) или очесов хлопкопрядения. Ацетилирование клетчатки ведется уксусным ангидридом при участии катализатора—хлористого цинка—и серной кислоты. Продукт ацетилирования растворяется в ацетоне. Прядение раствора, т. е. получение из него нити, производится обычно сухим способом без восстановительной ванны. Раствор продавливается через очень тонкие отверстия фильеры (нить А. ш. в 75 денье состоит обычно из 20 волокон, в 150 денье — из 40 волокон); полученная нить проходит через трубку с нагретым воздухом, где высушивается; ацетон при этом испаряется. Воздух с парами ацетона удаляется, при чем удается возвратить лишь небольшую часть ацетона. А. ш. представляет собою сложный эфир клетчатки (вместо чистой клетчатки других видов искусственного шелка), обладает наименьшею среди прочих волокон гигроскопичностью—5,8%. Уд. вес его, по А. Герцогу, 1,25, вместо обычного 1,52. Во влажном состоянии А. ш.

теряет, по П. Крейсу, лишь 16,4% крепости на разрыв, тогда как другие виды искусственного шелка теряют от 27,3 до 50%. Все эти преимущества делают А. ш. особенно ценным среди других искусственных волокон. А. ш. в два раза дороже вискозного. Из 63 000 000 *кг* мировой продукции искусственного шелка в 1924 г. А. ш. было лишь 1 800 000 *кг*, или 2,8%. В последнее время найдены новые способы получения А. ш. из древесной целлулозы, что удешевляет стоимость производства. См. *Волокна искусственные.*

Лит.: Herzog A., Die mikroskopische Untersuchungen der Seide mit besonderer Berücksichtigung d. Erzeugnisse d. Kunstseidenindustrie, B., 1924; Hottenroth V., Die Kunstseide, Lpz., 1926. **В. Линде.**

АЦЕТАТЫ, общей формулы CH_3COOR, соли и эфиры *уксусной кислоты* (см.).

АЦЕТИЛЕН, C_2H_2. Молек. вес 26. А. по своим физич. свойствам представляет собой бесцветный газ, в чистом состоянии обладающий слабым своеобразным запахом; несколько легче воздуха (уд. в. 0,9056). 1 *л* А. весит ок. 1,17 *г*. Растворим в воде, в спирте и очень легко, под давлением, в ацетоне; 1 объем ацетона растворяет под давлением 12 *atm* ок. 300 объемов А.; жидкость при этом сильно увеличивается в объеме. А. при 25° и 94 *atm* сгущается в бесцветную легко подвижную жидкость, кипящую под атм. давл. при —83°,8, уд. в. 0,451; $t°_{крит.}$ +37°, крит. давление 68 *atm*. При дальнейшем охлаждении жидкого А. он застывает в белую снегообразную массу. Так как $t°_{пл.}$ лежит очень близко к $t°_{кип.}$, то такой твердый А. испаряется, не плавясь, — возгоняется. Химически А. представляет собой непредельный углеводород, являющийся первым членом гомологического ряда аналогичных углеводородов. Все они характеризуются присутствием в частице так наз. тройной связи между углеродными атомами и имеют общую формулу C_nH_{2n-2} (n=2,3,4,...). Строение А. изображается ф-лой CH ⋮ CH. Согласно представлениям, развиваемым в органическ. химии, такого рода соединения являются менее прочными, чем соединения предельные, не содержащие кратных связей (двойной или, как в А., тройной). Эти соединения являются эндотермическими. Образование А. может быть изображено следующим ур-ием: $2C+2H=C_2H_2-61$ cal. А., подобно всем эндотермич. соединениям, может при подходящих условиях разлагаться со взрывом. Однако при обыкновенном давлении он безопасен и получает свойства взрывчатого вещества лишь при повышении давления свыше 2 *atm* или в жидком виде. Смеси А. с инертными газами или его растворы значительно более безопасны. А. горит светящимся и коптящим пламенем на воздухе. При полном горении 1 объем А. дает 2 объема двуокиси углерода и 1 объем водяных паров. Для полного сгорания 1 объема А. теоретически требуется 2,5 объема кислорода или 12,5 объема воздуха. Молекулярная теплота горения А. 312,9 cal. при постоянном давлении. 1 *л* А. при 0° и 760 *мм* имеет теплотворную способность 14 100 cal. Температура светящегося пламени около 1 900°; $t°$ горения смеси 0,6 объема А. и 1 объема кислорода (обычное соотношение при автогенной сварке) ок. 2 400°; $t°$ вспышки смесей А. с воздухом и кислородом лежит в пределах 400—500°. При $t°$ 650—800° А. отчасти распадается на элементы, отчасти полимеризуется с образованием жидких и твердых углеводородов. При $t°$ выше 1 500° образуются этилен и этан.

Смеси А. с кислородом и воздухом крайне взрывчаты. Смеси с воздухом, содержащие больше 5 и меньше 80% А., взрывают от пламени, электрич. искры и т. п. Как непредельное соединение А. характеризуется способностью к реакциям присоединения. Галоиды (хлор, бром) энергично взаимодействуют с А., в виду чего реакцию приходится вести в растворах, с образованием галоидопроизводных углеводородов: этана и этилена. Иодистый и бромистый водород также прямо присоединяются к А. Присоединение хлорноватистой к-ты (HClO) даже в водных растворах может сопровождаться взрывом. Разведенные водные растворы гипохлоритов (солей хлорноватистой к-ты, напр. белильная известь) почти не действуют на А., концентрированные—реагируют бурно. Сухая белильная известь на холоду действует лишь на примеси технического А., чем и пользуются для его очистки, но всегда с добавкой избытка щелочей (чтобы избежать возможности образования взрывчатых соединений). А. может в присутствии катализаторов (Ni) присоединять водород, образуя этилен, этан и ряд жидких углеводородов. Азотная к-та окисляет А.; при этом частью идет присоединение воды и нитрация; нек-рые из получающихся продуктов взрывчаты. Щелочные растворы перманганата калия окисляют А. до угольного ангидрида, частью до муравьиной и щавелевой к-ты. При действии на А. хромовой к-ты образуются ацетальдегид и уксусная к-та. Водные растворы хромовой кислоты на А. не действуют, чем можно пользоваться для очистки технич. А. При пропускании А. в смеси с аммиаком над окисью алюминия получаются при $t°$ 300—400° пирролы и пиридиновые основания (А. Чичибабин). При пропускании А. над пиритом (серный колчедан) образуются тиофен и его гомологи (Штейнкопф). А. присоединяет элементы воды с образованием ацетальдегида при пропускании его в серную к-ту, содержащую соли окиси ртути (Кучеров). Характерна для А. его способность образовывать нерастворимые в воде взрывчатые осадки производных меди, серебра и некоторых других металлов. Красный осадок ацетиленистой меди (состава CCu_2, иногда $CCu_2 \cdot H_2O$) получается при пропускании А. через растворы (нейтральные) медных солей или через аммиачный раствор окиси меди. В сухом виде осадок взрывает от ничтожных причин. Аналогично образуются ацетилиды серебра и ртути. Влажный А. в присутствии аммиака (технич. А.) действует и на металлич. медь. На соли железа, никеля, кобальта, свинца, кадмия, платины, цинка и олова А. не действует. Металлич. производные меди, серебра и ртути разлагаются к-тами, выделяя обратно А. Производным А. является и т. н. карбид кальция CaC_2; этот ацетилид кальция легко разлагается

уже водой с образованием А. и гидрата окиси кальция. Карбид получается сплавлением в электрической печи (~ 3 000°) извести и угля. Эта реакция воспроизводится теперь в большом масштабе технически, и этот карбид служит источником технического ацетилена.

Синтетически А. был получен впервые Бертело; он помещал вольтову дугу, образованную между угольными электродами, в атмосферу водорода. А. часто образуется при пирогенных процессах из более сложных соединений. Технически А. теперь получают, как выше сказано, разложением карбида кальция водой.

С момента появления карбида в 1895 г. как массового продукта А. предсказывали блестящее будущее. Считали, что он сможет вытеснить светильный газ из обихода. Это не оправдалось. Причины лежали в неприятных свойствах А.: его взрывчатости, способности давать взрывчатые соединения с медью как материалом арматуры, отвратительном запахе и ядовитости примесей технич. А. Кроме того, устройство горелок требовало особой их конструкции. А. горит блестящим и некоптящим пламенем лишь в том случае, если он поступает в воздух под нек-рым давлением и если устройство насадок у горелок обеспечивает возможность достаточного смешения с воздухом, а также если в такой насадке не образуются продукты распада (графит) или полимеризации А. под влиянием высокой $t°$. Эта проблема разрешена, но ацетиленовым освещением пользуются лишь для установок малого размера или переносного типа. Высокая $t°$ и малый объем ацетиленокислородного пламени обусловили широкое применение А. для т. н. *автогенной сварки* (см.). Перед мировой войной в Германии не менее 30—40% карбида шло на эту отрасль применения А.

В собственно хим. промышленности широко пропагандировались и получили распространение некоторые галоидопроизводные, получаемые из А. и хлора. Это—жидкости, превосходно растворяющие жиры, смолы и т. п. вещества, негорючие, с малой теплотой парообразования; они с успехом заменяют огнеопасные бензины и эфир для целей экстракции упомянутых веществ. Проще всего получить первоначально тетрахлорэтилен, обладающий, однако, нек-рыми практически неудобными свойствами (реагирует со щелочами и действует в присутствии воды на железо); поэтому нагреванием с известковым молоком этот продукт превращают в трихлорэтилен C_2HCl_3—жидкость с $t°_{кип.}$ 85°, индифферент. даже в присутствии воды по отношению к железу, меди, свинцу, цинку и олову. Довоенное перепроизводство хлора нашло в этих продуктах новый способ реализации на рынке избыточного хлора. Вздорожание продуктов сухой перегонки дерева, в частности уксусной кислоты, необходимой для синтеза индиго (через фенилглицин из анилина и хлоруксусной кислоты), вызвало применение трихлорэтилена для замены уксусной кислоты в этой отрасли синтеза красителей. Нагреванием трихлорэтилена с алкоголятом натрия получался дихлорвиниловый эфир по схеме:

$$C_2HCl_3+NaOC_2H_5=NaCl+C_2HCl_2OC_2H_5.$$

Нагреванием с водой этого последнего получался хлоруксусный эфир:

$$C_2HCl_2OC_2H_5+H_2O=HCl+ClCH_2COOC_2H_5.$$

В послевоенные годы начинает приобретать все большее значение следующий цикл реакций. Пропускание А. в горячую 6%-ную серную к-ту, содержащую соли окиси ртути (реакция Кучерова), дает уксусный альдегид по реакции: $C_2H_2+H_2O=CH_3\cdot CHO$. Альдегид можно окислить кислородом воздуха, растворив его в готовой уксусной к-те; окисление идет в присутствии небольших количеств марганцовых солей. Получается синтетич. уксусная к-та $CH_3\cdot CHO+O=CH_3COOH$. Можно конденсировать две частицы альдегида в одну частицу уксусного эфира (реакция Тищенко) в присутствии алкоголята алюминия: $2\,CH_3\cdot CHO=CH_3COOC_2H_5$. Как видно, все эти реакции, в сущности, нуждаются лишь в дешевом А., ибо остальные исходные материалы—вода и кислород воздуха—ничего не стоят, катализаторы же регенерируются в процессе работы. Вопрос возможности конкуренции уксусной к-ты, полученной этим способом, с уксусной к-той, получаемой при сухой перегонке дерева,—это вопрос дешевизны А. или, в конечном счете, вопрос о дешевой электрич. энергии для получения карбида. Во всяком случае получение уксусно-этилового эфира таким путем уже сейчас практикуется в технич. масштабе и вполне рентабельно. **П. Сергеев.**

АЦЕТИЛЕНОВАЯ САЖА получается из ацетилена разложением под увеличенным давлением при действии электрич. искры; А. с. содержит 99,8% углерода и служит для приготовления туши, типографской и литографской черной краски. См. *Сажа*.

АЦЕТИЛЕНОВЫЕ РУДНИЧНЫЕ ЛАМПЫ, лампы, употребляемые для освещения рудников металлических и каменноугольных, в которых нет газа и где требуется яркое освещение. Ацетилен получается в самой лампе действием воды на карбид кальция CaC_2. См. *Освещение рудничное*.

АЦЕТИЛИРОВАНИЕ, см. *Ацилирование*.

АЦЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА, эфир целлюлозы, получающийся взаимодействием уксусного ангидрида с целлюлозой в присутствии катализаторов. По своему составу и свойствам А. крайне разнообразна; получаемая технически представляет смесь ди- и триацетатов. Различают два основных вида А.: растворимую в хлороформе или в смесях спирта с хлороформом и растворимую в ацетоне. Техническое применение имеет исключительно последняя.

Исходным материалом для получения А. служит большей частью целлюлоза в виде ваты или непроклеенной бумаги. Ацетилирование помощью уксусного ангидрида, разбавленного ледяной уксусной к-той, протекает в присутствии разнообразных катализаторов, из к-рых серная кислота является наиболее энергичным и чаще всего употребляемым. Процесс ведут в специальных машинах при низких $t°$ (20°) и тщательном

непрерывном перемешивании. По окончании ацетилирования получают вязкий прозрачный сироп—раствор А. (триацетата) в уксусной к-те; из такого раствора при разбавлении его водой триацетат выпадает в виде белых хлопьев, растворимых в хлороформе, уксусной к-те, муравьиной к-те, нитробензоле, анилине и др., но не растворимых в ацетоне и уксусном эфире. Для получения растворимой в ацетоне А. готовый триацетат по выделении его или же в виде первоначального уксуснокислого раствора подвергают частичному гидролизу помощью разбавленных кислот или аммиака, анилина, воды и др.

Содержание уксусной к-ты в А. падает при гидролизе с 62,5% примерно до 52%. В зависимости от степени гидролиза получают продукты, имеющие различную растворимость; одни растворяются в чистом ацетоне, другие только в водном, или одни в чистом уксусном эфире, другие только в смеси его со спиртом. Готовая А. должна быть тщательно промыта в воде для возможно полного удаления свободной серной кислоты, наличие которой вредно отзывается на качестве и устойчивости продукта. А. хорошего качества должна давать вязкий прозрачный раствор в ацетоне, оставляющий по испарении гибкую, не изменяющуюся со временем пленку.

В виду того, что уже незначительные колебания в $t°$ и продолжительности ацетилирования и гидролиза влияют на растворимость, вязкость и друг. свойства А., изготовление ее в больших количествах представляет большие затруднения. В настоящее время лишь очень небольшое число фабрик выпускает А., имеющую одинаковые свойства и дающую гибкие, не изменяющиеся от времени пленки.

Вследствие своей малой горючести А. имеет неоспоримое преимущество перед нитроцеллулозой и получила самое разнообразное применение: из нее готовят аэролаки для покрытия несущих поверхностей аэропланов (взамен ранее употреблявшихся для этой цели нитроцеллулозных лаков), быстро высыхающие лаки для металла, дерева, кожи и пр., изоляционные лаки, получившие широкое применение в виду высоких изоляционных свойств А., трудногорючие кино- и фотопленки, ацетилцеллулозный, т. н. *ацетатный шелк* (см.), пластичные изоляционные массы и пр.

Нет сомнения, что по мере преодоления трудностей, заключающихся в приготовлении и переработке А., а также уменьшения ее высокой стоимости, обусловленной гл. обр. стоимостью уксусного ангидрида, А. найдет обширное применение взамен нитроцеллулозы и, прежде всего, в области изготовления негорючей кинофильмы, трудно воспламеняющихся пластичных масс, искусственного шелка и пр. **К. Хомяков.**

АЦЕТИЛЦЕЛЛУЛОЗНЫЙ ЛАК, коллоидальный раствор ацетилцеллулозы в ацетоне, уксусном эфире и др. органич. растворителях или их смесях. Наряду с легко летучими растворителями А. л. содержит высококипящие жидкости (бензиловый спирт, ацетол и пр.), которые имеют целью умерять процесс испарения при высыхании лакового слоя и тем самым предотвращать конденсацию влаги на высыхающем слое, ведущую к выпадению ацетилцеллулозы. Для получения очень эластичных пленок в лак добавляются т. н. наполнители—трудно летучие вещества (триацетин, трифенилфосфат, эфиры фталевой к-ты и пр.), растворяющие ацетилцеллулозу и образующие с ней гибкую пленку.

А. л. находит обширное применение для пропитки несущих поверхностей аэропланов (см. *Аэролаки*), для изоляции проводов и обмотки моторов, для изготовления трудно воспламеняющихся кинофильм, для лакировки металла, дерева, кожи и пр.

АЦЕТИЛЬНОЕ ЧИСЛО, количество *мг* едкого кали, к-рое необходимо для нейтрализации уксусной кислоты, полученной в результате омыления 1 *г* ацетилированного органического соединения. Способ определения А. ч. основан на свойстве алкоголей, лактонов и оксикислот реагировать с уксусным ангидридом с образованием ацетилированных продуктов, к-рые после гидролиза выделяют уксусную кислоту в количестве, эквивалентном числу гидроксильных групп. Таким образом А. ч. является величиной, характеризующей данный продукт по содержанию в нем гидроксильных производных. Определением А. ч. чаще всего пользуются при исследовании растительных масел, жиров и восков.

Определение А. ч. в маслах, жирах и восках. 10—20 *г* нерастворимых в воде жирных кислот и неомыляемых веществ, полученных после определения числа Генера (см. *Генера число*), кипятят с равным количеством уксусного ангидрида 2 часа, а затем, после добавления 500 *см*³ воды, еще ¼ часа. По охлаждении воду сливают сифоном, приливают снова 500 *см*³ воды, опять кипятят и повторяют эту операцию до полного удаления уксусной кислоты. Ацетилированную смесь жирных кислот и «неомыляемого» остатка отделяют, фильтруют (для этого растворяют в эфире или в другом каком-нибудь растворителе, к-рый потом испаряют) и сушат; 3—4 *г* этой смеси растворяют в спирте и нейтрализуют титрованной щелочью (количество *мг* едкого кали, пошедшего на нейтрализацию 1 *г*, называется ацетилкислотным числом). Затем приливают избыток ½*N* раствора едкого кали, кипятят с обратным холодильником ¼ часа и обратным титрованием ½*N* соляной кислотой определяют количество едкого кали, связанного уксусной кислотой. Это количество, выраженное в *мг* и отнесенное к одному *г* к-ты, представляет собою искомое А. ч. Число, получаемое сложением ацетилкислотного числа и А. ч., называется числом ацетиломыления.

Б. ч. масел и жиров имеет очень малые А. ч.; при окислении А. ч. обычно увеличиваются.

АЦЕТИН, смесь моно-, ди- и небольшого количества триацетилглицерина, получается кипячением глицерина с двойным количеством ледяной уксусной кислоты в течение 48 ч. с обратным холодильником и последующей отгонкой избытка уксусной кислоты. Применяется в ситцепечатании, гл. обр. для растворения индулинов, ибо другие растворители (как, напр., винная кислота) ослабляют при запаривании волокно, тогда как А. безвреден. Существенно применение А. при тех расцветках, где в печатную краску входит *ронгалит С* (см.), ибо уксусная кислота в этом случае преждевременно разрушает ронгалит.

Лит.: Ristenpart E., Chemische Technologie d. Gespinstfasern, T. 1, B., 1923; Gassmann, Die Anwendung v. organ. Lösungsmitteln im Zeugdruck, «Lehne's Färber Ztg.», p. 12, B., 1908.

АЦЕТИНОВЫЙ ГОЛУБОЙ (ацетиндулин, индулин для печати), раствор индулина в ацетине (см. *Красящие вещества, Индулины*); употребляется при ситцепечатании; стоек к свету и мылу.

АЦЕТОМЕТР, ареометр, служащий для определения содержания уксусной кислоты в водных растворах. См. *Ареометрия.*

АЦЕТОН, диметилкетон, хим. состав $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$, простейший представитель группы *кетонов* (см.); играет очень важную роль в различных отраслях хим. промышленности, где применяется или в качестве растворителя, или как исходный материал для приготовления ценных хим. веществ. Известен с 1732 г. как продукт сухой перегонки солей уксусной кислоты и прежде назывался пироуксусным эфиром (Pyroessigäther). Его состав впервые определен Либихом и Дюма (в 1832 г.), а Вильямсон установил настоящую ф-лу строения, которая позднее была подтверждена синтезом А. из цинкметила и хлористого ацетила. Первое производство А. было осуществлено в Австрии, которая до 90-х годов 19 в. была его главным поставщиком. В последнее время, в связи с возрастающей потребностью в А. и разработкой новых дешевых способов его получения, производство А. прочно утвердилось во Франции, Англии и С.-А. С. Ш.

Физ. и хим. свойства А. Бесцветная легко подвижная жидкость с запахом, слегка напоминающим запах мяты, $t°_{кип.}$ при 760 *мм* 56°,2; $t°_{пл.}$ —94°,9; $t°$ вспышки 18°; $t°_{крит.}$ 232°,6; давл. крит. 522 *atm*; уд. в. (при 15°) 0,79726; скрытая теплота испарения для 1 *кг* 125,28 Cal (при 56°,2).

Упругость пара А. при различных $t°$ в *мм* ртутного столба.

$t°$	*мм* ртутн. столба	$t°$	*мм* ртутн. столба
—5	53,27	70	1 189,38
0	69,51	80	1 611,05
10	117,40	90	2 141,66
20	186,30	100	2 797,27
30	284,60	110	3 593,96
40	425,30	120	4 546,86
50	620,90	130	5 669,72
60	860,48	140	6 974,43

Уд. в. водных растворов с различным содержанием А. при 20°.

%А.	Уд. рес	%А.	Уд. вес
100	0,79197	45	0,93091
95	0,80748	40	0,94075
90	0,82197	35	0,94931
85	0,83588	30	0,95748
80	0,84381	25	0,96490
75	0,86129	20	0,97210
70	0,87545	15	0,97831
65	0,88785	10	0,98513
60	0,89953	5	0,99169
55	0,91053	0	0,99826
50	0,92051		

А. не только легко смешивается в любом соотношении с водой, спиртом, эфиром, бензином и многими другими органич. растворителями, но, будучи прибавлен к двум не смешивающимся между собой растворителям, переводит их в состояние однородного раствора. С другой стороны, А. является превосходным растворителем для смол, жиров, дубильных кислот и других органических соединений.

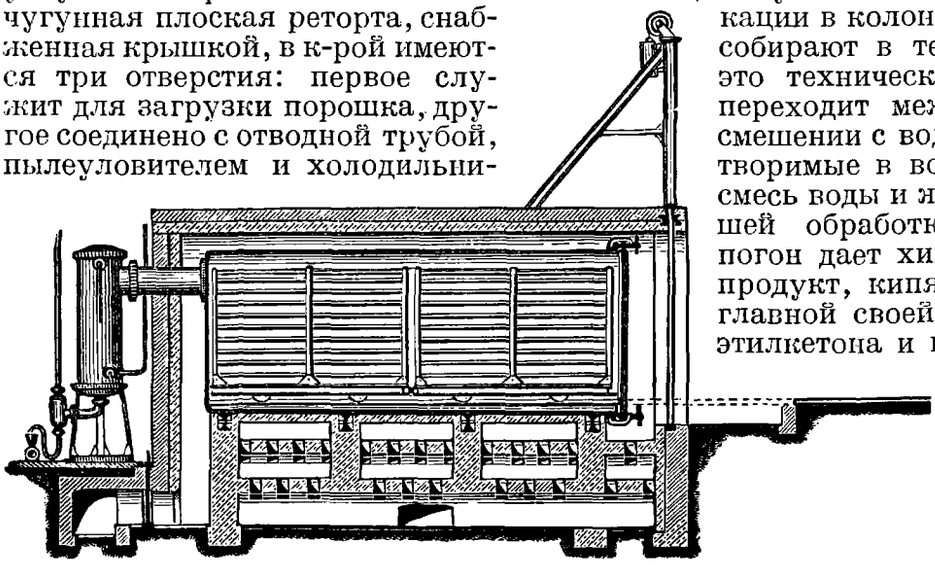
В химическом отношении А. представляет собой кетон, поэтому он присоединяет кислые соли сернистой к-ты, аммиак; с гидроксиламином образует оксим, с гидразинами—гидразоны; при восстановлении превращается во вторичный спирт—изопропиловый алкоголь $(CH_3)_2CH \cdot OH$. Под влиянием определенных катализаторов А. конденсируется, давая различные продукты уплотнения (форон, окись мезитила и т. д.). Металлическим натрием в водном растворе восстанавливается в двуатомный спирт—пинакон $(CH_3)_2 \cdot C(OH) \cdot C(OH) \cdot (CH_3)_2$, к-рый в последнее время нашел себе применение как исходный продукт для получения синтетического каучука. При действии галоидов — хлора или иода — в присутствии растворов едких щелочей А. превращается в хлороформ или иодоформ (чувствительная реакция на А. при условии отсутствия этилового спирта).

Получение А. Среди различных способов получения А. технич. значение имеют: 1) методы, основанные на переработке продуктов *сухой перегонки дерева* (см.), 2) ацетоновое брожение углеводов и 3) синтетические методы.

1) В сыром древесном спирте, в том виде, как он получается при сухой перегонке дерева, всегда находится А., количество которого колеблется в нек-рых пределах, в зависимости от породы дерева, условий ведения сухой перегонки и т. д.; в среднем содержание его составляет 10 — 20% от веса спирта. При дистилляции этого спирта-сырца в колонных аппаратах получаются первые погоны, содержащие ок. 50% А. Из этих погонов повторными перегонками выделяют фракции, еще более богатые А., к-рые, однако, не представляют собою чистого А., т. к. содержат в качестве примесей вещества, к-рые обладают $t°_{кип.}$, близкой к А. (метиловый эфир уксусной к-ты), и к-рые поэтому невозможно отделить от А. дистилляцией; следовательно, для таких производств, где требуется А. большой чистоты (напр. приготовление пироксилина, кордита и т. п.), этот продукт не годится. Самым старым, но еще до сих пор пользующимся наибольшим распространением является способ получения А., основанный на термич. разложении уксуснокислого кальция, т. н. «уксусного порошка» — продукта сухой перегонки дерева, получающегося при нейтрализации уксусной к-ты известью. Процесс образования А. выражается ур-ием $(CH_3COO)_2Ca = CH_3COCH_3 + CaCO_3$ и протекает при $t°$ ок. 400°. Т. к. технич. уксуснокислый кальций — уксусный порошок — содержит в лучшем случае 80% чистой уксуснокальциевой соли, то из 100 его вес. ч. теоретически должно было бы получиться 30 в. ч. А. На практике, однако, выход А. бывает значительно ниже вследствие целого ряда побочных процессов, протекающих наряду с основной реакцией. Вместе с А. образуются высшие кетоны (метилэтилкетон $CH_3 \cdot CO \cdot C_2H_5$), альдегиды, к-ты, газообразные продукты (метан) и смолы. Поэтому

выход ацетона почти никогда не превышает 20—21% от веса уксусн. порошка (80%-го).

При нагревании порошка в заводских аппаратах перегонка начинается при 110—125°. Сначала перегоняется вода, находящаяся в уксусном порошке, затем вода с небольшим содержанием А., наконец наступает небольшой перерыв в дистилляции, после к-рого начинается собственно разложение уксуснокислого кальция. При этом меняется цвет и уд. в. погона, и начинается обильное выделение газа. Перегонку продолжают почти до полного прекращения образования жидкого погона. После этого в реторту, в к-рой ведется разложение, пропускают пар для полного удаления А. Одной из наиболее старых конструкций аппаратов для заводского получения А. из уксусного порошка является железная или чугунная плоская реторта, снабженная крышкой, в к-рой имеются три отверстия: первое служит для загрузки порошка, другое соединено с отводной трубой, пылеуловителем и холодильником, в третье вставлена мешалка. Назначение пылеуловителя—удерживать мелкую пыль, образующуюся при перемешивании порошка. Несмотря на присутствие пылеуловителя, уксусный порошок вследствие своей легкости распространяется по помещению и засоряет дистиллят. Кроме того, при непосредственном соприкосновении порошка с раскаленными стенками и дном реторты всегда происходит б. или м. сильное его пригорание, отчего выход А. в аппаратах этого типа бывает на 10—12% ниже, чем в аппаратах новых конструкций, где порошок нагревается лучистой теплотой. Достигается это тем, что порошок тонким слоем раскладывают на полки, помещенные на вагонетке. Вагонетка на рельсах вкатывается в горизонтальную реторту, которая со всех сторон равномерно обогревается топочными газами. Дистилляция продолжается 10—24 ч. По окончании ее в реторту пропускают пар для разложения остатков уксуснокислого кальция и для удаления А., после чего вагонетку заменяют новой. Этим путем достигается непрерывность процесса. Выход А. составляет около 70% теоретического.



Установка (нового типа) для получения А. из уксусного порошка.

Кроме этих двух типов аппаратов в технике применяют еще третий, отличающийся от них тем, что нагревание порошка происходит при помощи перегретого пара. В этом случае устраняется всякая возможность местного перегрева, но получающийся А. сильно разбавлен водой (10%-ный вместо 30—40%-ного), что экономически не представляется выгодным, т. к. нек-рый выигрыш в выходе целиком покрывается расходами, связанными с затратой тепла на концентрирование водных растворов А. Полученный по одному из этих способов А. представляет собою жидкость, разделяющуюся на два слоя: нижний — светложелтый, в нем преобладает А., и верхний — маслянистый, темнобурый, состоящий из высших кетонов, смолистых веществ, углеводородов, фенолов и других продуктов. Для очистки А. сырец обрабатывают водой в особых барабанах с мешалками. Выделившиеся при этом маслянистые, окрашенные в темный цвет вещества отделяют, а водный раствор А. нейтрализуют известью и подвергают ректификации в колонных аппаратах. Первый погон собирают в темп-рных пределах 54—60°— это технически чистый А. (97%); второй переходит между 60—85°— жидкость, при смешении с водой выделяющая трудно растворимые в воде высшие кетоны; третий— смесь воды и желтого масла. После дальнейшей обработки и ректификации первый погон дает химически чистый А., второй— продукт, кипящий при $t°$ от 70 до 120°, в главной своей части состоящий из метилэтилкетона и называемый белым ацетоновым маслом; из третьего получается желтое ацетоновое масло с $t°_{кип.}$ от 120 до 250°.

2) Первое наблюдение над образованием А. из углеводов в результате ферментативного процесса (при участии Bacillus macerans) было сделано в 1905 г. Шардингером. Целым рядом исследовательских работ, из которых особенного внимания заслуживают исследования Фернбаха в Ин-те Пастера, было обнаружено, что под влиянием определенных видов микроорганизмов (Bacillus butylicus B. F., Granulobacter pectinovorum, B. acetoaethylicus) крахмал превращается в А. и бутиловый спирт. Практическое применение брожения для получения А. начинается с 1912 г. (Фернбах и Стрэндж, Г. П. 323 533). В начале империалистич. войны этим способом заинтересовалось англ. правительство, нуждавшееся в больших количествах А. для приготовления особого вида бездымного пороха (кордита). Затем, в конце войны, способ брожения начали применять в С.-А. С. Ш., где в настоящее время он достиг большой степени совершенства и получил преобладающее значение. В качестве исходного материала для получения А. могут служить различные виды злаков, картофель и многие другие вещества, содержащие крахмал. На практике, однако, почти всегда пользуются кукурузой, т. к. она содержит достаточное количество азотистых соединений, необходимых для успешного протекания процесса.

По одному из существующих способов получение А. ведется следующим образом. После освобождения кукурузы от шелухи ее размалывают и муку размешивают в

особых аппаратах с горячей водой (на 1 ч. муки берут 10 ч. воды), отчего содержащ. в муке крахмал переходит в мелко-дисперсное состояние и частично гидролизуется; этим же достигается стерилизация массы. Затем стерилизованную смесь перекачивают в бродильные чаны и после охлаждения прибавляют чистую культуру Granulobacter pectinovorum. Бродильные чаны снабжены гидравлич. затворами, через к-рые свободно выходят образующиеся при процессе газы, состоящие из окиси углерода (60%) и водорода (40%). Во время брожения строго соблюдают стерильные условия и поддерживают $t°$ в 30—35°. По окончании брожения полученные продукты (А., этиловый и бутиловый спирт) разделяются дистилляцией в колонных аппаратах. Первым перегоняется А., вторым — этиловый спирт, а затем — смесь бутилового спирта и воды, содержащая ок. 68% бутилового спирта. Из такого погона дальнейшей обработкой получают чистый бутиловый спирт. При этом из 1 бушеля (36,4 *л*) зерна получается 4,319 *кг* полезного продукта, состоящего из 60% А., 30% этилового и 10% бутилового спирта.

3) Синтетический А. может быть получен двумя путями: а) контактным — из окиси углерода и водорода (водяного газа) и б) из карбида кальция — через ацетилен, ацетальдегид и уксусную кислоту.

Контактный способ является наиболее молодым из всех существующих способов добывания А. Он возник в связи с осуществлением синтеза метанола (см. *Метиловый алкоголь*). А. получается, наряду с высшими кетонами, альдегидами и другими соединениями, при определенном изменении условий ведения синтеза метилового спирта из водяного газа; от примесей А. отделяется фракционированием. Т. о. А. является здесь побочным продуктом; относительно его выхода точных сведений не имеется, но, судя по нек-рым данным, выход не м. б. большим.

Относительно промежуточных стадий получения А. из карбида кальция см. *Ацетилен*, *Ацетальдегид*, *Уксусная кислота*. Из последней А. может быть получен контактным путем — при пропускании паров уксусной кислоты через карбонат или ацетат бария или иной катализатор. При этом, однако, полного превращения не происходит: нек-рая часть уксусной к-ты проходит неизмененной и требует дополнительной обработки. Это обстоятельство и имеющее место в качестве побочной реакции образование этана являются большим затруднением на пути промышленного осуществления этого способа. Из всех описанных приемов добывания А. экономически наиболее выгодным является брожение: здесь не требуется сложной аппаратуры, затраты на оборудование сравнительно невелики и применяется дешевое сырье. Преимущества способа брожения настолько значительны, что, напр., в С.-А. С. Ш., несмотря на сильно развитую промышленность сухой перегонки дерева, А. почти исключительно получается брожением. По последним американским данным, себестоимость А. не превышает себестоимости этилового спирта.

Применение А. Большая часть А. служит для растворения и желатинизации нитроклетчатки с целью приготовления из нее бездымного пороха и целлулоида. Нитроклетчатка в небольшом количестве А. набухает и превращается в студенистую массу, которая легко вальцуется и формуется и потому особенно пригодна для различных поделок. Ее растворы в А. применяются также в качестве клея. В виду того, что А. — хороший растворитель для жиров, смол, дубильных кислот и др. органич. веществ, им широко пользуются для экстракции этих веществ из растительных продуктов. Довольно много А. идет для приготовления автогаза, получаемого растворением ацетилена в А. Продукты соединения А. с солями сернистой и гидросернистой кислот находят широкое применение в фотографии, в печатании и крашении тканей в качестве проявителей и восстановителей. Многие искусственные смолы и пластические массы получаются конденсацией А. с казеином и формалином. А. находит также применение в лакокрасочном производстве; кроме того служит исходным материалом для приготовления ряда ценных органич. продуктов: хлороформа, иодоформа, сульфонала, ионона, синтетич. индиго, изопрена и пинакона; два последних, в свою очередь, являются исходными веществами для приготовления синтетического каучука.

Лит.: Remler R. F., Acetone, its Properties a. Uses, Bradford, Pa., 1924; Remler R. F., Acetone, its Properties, Technology a. Uses, «Chem. Age», *31*, p. 342, L., 1923; Bühler, Acetondarstellung, «Ztschr. f. ang. Ch.», Jg. 13, p. 639, B., 1900; Nasmith M. E., Butyl Alkohol a. Aceton from Starch, «Chem. Met. Eng.», *24*, 534, N. Y., 1921; F., Acetongewinnung, «Farben-Ztg.», Jg. 32, p. 3119, B., 1927; Herzog W., Über die Gewinnung v. Butanol u. Aceton aus Mais nach dem Weizmann Verfahren, «Farbe u. Lack», Jg. 32, p. 148, 159, Hannover, 1927; Патенты на способ добывания ацетона брожением Fernbach, Strange, Г. П. 323 533, Ricard, Ам. П. 1 385 888 и Ан. П. 176 284. **С. Медведев.**

АЦЕТОН-СУЛЬФИТ, кристаллическое соединение А. с кислым сернистокислым калием или натрием, применяется в фотографии наряду с другими кислыми сернистокислыми солями, в виду консервирующего и замедляющего действия на проявители; принадлежит к числу дорогих препаратов.

АЦЕТОНОВОЕ МАСЛО, фракция перегонки ацетона, переходящая при 60—85°; с водой не смешивается, содержит высшие кетоны. Перешедшие погоны первой ректификации смешиваются с водой и подвергаются вторичной перегонке; при этом выделяется «белое» А. м. с $t°_{кип.}$ 70 — 120°; главная составная часть его — этилметилкетон. Оставшаяся смесь желтого А. м. и воды отстаивается, отделяется от воды и подвергается новой перегонке; при этом получается «желтое» А. м. с $t°_{кип.}$ 120—250°. Применяется в качестве растворителя.

АЦЕТОНОВЫЕ ПРОЧНЫЕ ДРОЖЖИ, зимин, медицинский препарат, приготовляемый из пивных дрожжей высушиванием их и обработкой в ацетоне. Применяются А. п. д. как наружное — в виде порошка (присыпка для ран) и как внутреннее — для поднятия питания.

АЦЕТОНОВЫЙ ЛАК, целлулоидный лак с преимущественным содержанием ацетона

как растворителя. Напр., лак, применяемый для покрытия как металлических, так и деревянных поверхностей, имеет состав: целлулоида 5 ч., амилацетата 25 ч., ацетона 70 ч. См. *Цапонлаки*.

АЦЕТОУКСУСНЫЙ ЭФИР, этиловый эфир ацетоуксусной кислоты. Химич. строение $CH_3COCH_2 \cdot COOC_2H_5$. Впервые получен Гейтером в 1863 г. А. э. готовится в медных аппаратах растворением металлического натрия в совершенно сухом, тщательно очищенном уксусном эфире. После того как пройдет бурная реакция и растворится весь натрий, содержимое аппарата переводится в разбавленную (50%-ную) уксусную к-ту, взятую в количестве, обеспечивающем кислую реакцию после прибавления всей реакционной смеси. Водный раствор уксуснонатриевой соли спускают, а А. э., содержащий избыток уксусного эфира, подвергают перегонке. Фракция А. э. перегоняется предпочтительно в вакууме.

А. э.— приятно пахнущая жидкость, кипящая при 181° (754 *мм*) и 71° (12,5 *мм*). Уд. в. 1,0282 при 20°,4 и 1,0307 при 16°,3. Чистый А. э. кипит почти нацело в пределах 180—181° при 750 *мм*. Играет видную роль в технике получения органических препаратов вследствие своей способности вступать в различные реакции. Применение А. э. основано на следующих его свойствах:

1) Обычный А. э. представляет собой смесь, состоящую из 2 форм: кетонной $CH_3CO \cdot CH_2 \cdot COOC_2H_5$ и энольной $CH_3C(OH):CH \cdot COOC_2H_5$, между которыми существует равновесие, зависящее от различных условий, главным образом от $t°$ и природы растворителя. В обычных условиях преобладает кетонная форма (ок. 97%). Энольная форма обладает явно выраженными кислотными свойствами, давая со щелочами соли и с хлорным железом характерное фиолетовое окрашивание. При действии металлического натрия на А. э. равновесие нарушается, и преобладающая кетонная форма нацело переходит в энольную, давая натрацетоуксусный эфир $CH_3 \cdot C(ONa):CH \cdot COOC_2H_5$.

2) Натрацетоуксусный эфир легко реагирует с галоидными алкилами, арилами, эфирами и т. п., отщепляя при этом галоидный натрий и образуя соответственные замещенные, которые вследствие перегруппировки переходят в производные кетонной формы:

$$CH_3 \cdot C(ONa) : CH \cdot COOC_2H_5 + RJ = CH_3 \cdot C(OR) : CH \cdot COOC_2H_5 + NaJ;$$

$$CH_3 \cdot C(OR) : CH \cdot COOC_2H_5 \rightarrow CH_3COCHRCOOC_2H_5.$$

Подобным же образом замещается и 2-й водород метиленовой группы—сначала на натрий, а затем на органический радикал, давая двузамещенный А. э.

3) При действии слабых кислот и щелочей А. э. и его замещенные претерпевают т. н. кетонное расщепление, дающее в результате соответствующий замещенный кетон:

$$CH_3 \cdot COCHR \cdot COOC_2H_5 + H_2O = CH_3 \cdot CO \cdot CHR + CO_2 + C_2H_5OH.$$

Под влиянием крепких спиртовых щелочей происходит т. н. кислотное расщепление, дающее соответствующую замещенную уксусную кислоту:

$$CH_3CO \cdot CRR'COOC_2H_5 + 2H_2O = CH_3COOH + RR'CHCOOH + C_2H_5OH.$$

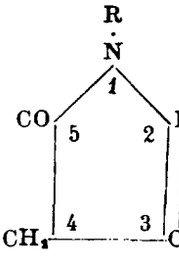
Кетонное и кислотное расщепления делают возможным получение через А. э. ряда многочисленных кетонов и кислот.

4) Метиленовая группа CH_2 А. э. отличается особой подвижностью атомов водорода, выражающейся в способности А. э. давать с азотистой кислотой изонитрозосоединение $CH_3COC(:NOH)COOC_2H_5$, что сделало А. э. ценным для получения диметилглиоксима — т. н. чугаевского реактива на никель. А. э. конденсируется с альдегидами, с выделением воды, давая соединения альдегида с 1 или 2 молекулами эфира. Т. о. получается метиленацетоуксусный эфир $CH_3COC(:CH_2)COOC_2H_5$; цитраль (альдегид гераниевой к-ты) дает цитрилиденацетоуксусный эфир, изомеризующийся в β-иононкарбоновый эфир, а из последнего легко м. б. получено ценное в парфюмерии душистое вещество с запахом фиалки — ионон. Метиленовая группа также легко реагирует с *диазониями* (см.), давая диазосоединения. Особенно ценны диазосоединения анилидов (толуидидов, ксилидидов и т. п.), получаемых при действии анилина, толуидина, ксилидина и т. п. на А. э. Общий тип этих соединений:

$$CH_3 \cdot CO \cdot CHCONHAr$$
$$\dot{N} : NAr'$$

[Ar и Ar'—различные *арилы* (см.)]. Некоторые из них имеют применение в качестве красителей.

5) А. э. или его замещенные и амины способны вступать во взаимодействия с рядом веществ, образуя кольцеобразные соединения из классов пиридина, хинолина, пиразола, пиримидина, изоксазола, фурана, кумарина и друг. Особенно ценны в технике соединения с замещенными гидразинами, дающие производные пиразолона следующего строения:



К ним принадлежит 1-фенил-3-метил-5-пиразолон, из которого при метилировании в положении 2 получают антипирин. Эти пиразолоны легко сочетаются своей метиленовой группой с диазосоединениями, образуя ряд технически ценных пиразолоновых красителей.

О. Магидсон.

АЦЕТОФЕНОН, метилфенил кетон $CH_3 \cdot CO \cdot C_6H_5$, простейший ароматический кетон; находится в небольшом количестве в каменноугольной смоле, но добывается не из нее, а синтетическим путем—кипячением бензола и хлористого ацетила в хлористом алюминии: $C_6H_6 + Cl \cdot CO \cdot CH_3 = C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_3 + HCl$ (общий способ получения ароматических кетонов). А. представляет собою большие бесцветные кристаллические пластинки характерного запаха (черемухи); $t°_{пл.}$ 20°,5, $t°_{кип.}$ 202°. А. нерастворим в воде, легко растворяется в органических растворителях. Применяется в медицине как снотворное средство под именем гипнона.

АЦИДАЛЬБУМИНЫ, см. *Белковые вещества*.

АЦИДИМЕТРИЯ, метод объемного анализа (см. *Анализ химический*) для определения кислоты в растворе путем нейтрализации ее щелочью.

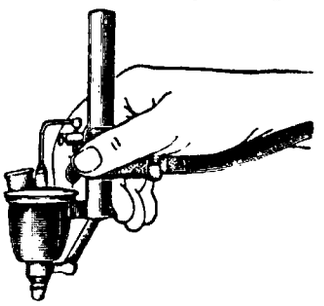
АЦИЛИРОВАНИЕ, введение в амидную или гидроксильную группу органич. соединения, вместо водорода, кислотных (ацильных) остатков, т. е. получение замещенных амидов к-т или соответствующих сложных эфиров к-т с фенолами. В технике чаще всего пользуются введением остатков к-т уксусной CH_3CO— (ацетилирование), бензойной C_6H_5CO—, муравьиной HCO—. А. производится действием к-т, их ангидридов или хлорангидридов на амины, фенолы или их соли, иногда просто при нагревании, под давлением или без него, иногда в присутствии веществ, отнимающих воду (H_2SO_4, HCl и т. п.), или щелочей (реакция Шоттен-Баумана). А. предохраняет амины и фенолы от окисления, сильно понижает реакционную способность аминов и фенолов, напр. способность диазотироваться, нитрозироваться, сочетаться с диазосоединениями и т. п. При других реакциях, особенно часто при нитровании ароматических соединений, введение ацильного остатка изменяет направление вступающего заместителя (нитрогруппы). Так, анилин нитруется преимущественно в *м*-месте, а ацетанилид—в *п*-месте и немного в *о*-месте. Ацильные производные б. или м. легко омыляются щелочами или к-тами, так что по миновании надобности ацильный остаток можно удалить, освободив ауксохромовую группу NH_2 или OH.

Лит.: Ворожцов Н. Н., Основы синтеза красителей, Л., 1925; его же, Ступени в синтезе красителей, Л., 1926; Lange O., Zwischenprodukte d. Teerfarbenfabrikation, Lpz., 1920; Wahl A., L'industrie des matières colorantes organiques, t. 1, Paris, 1921.

АЭРАЦИЯ ПОЧВЫ выражается или числом $см^3$ воздуха в почве (абсолютная), или в процентах воздуха от всего объема почвы (относительная). А. п. имеет значение как для растения, для развития корней к-рого необходим кислород, так в особенности для биологической деятельности почвы, — при отсутствии воздуха почвенные процессы пойдут в неблагоприятном направлении. Воздух обычно занимает в почве все промежутки, не занятые влагой, которая т. о. является антагонистом воздуха в почве. Воздух почвы содержит больше углекислоты и меньше кислорода, в отличие от атмосферного воздуха. Поэтому важно, чтобы почва не только содержала достаточное количество воздуха, но чтобы в ней происходил постоянный газообмен с наружным воздухом (дыхание почвы). Факторами газообмена почвы обычно являются изменения барометрического давления, и $t°$ воздуха и почвы, ветер, проникновение в почву влаги, выталкивающей воздух и т. п. При недостаточном газообмене процент углекислоты в почвенном воздухе может сильно возрасти — ее источниками служат дыхание корней растений и разложение органич. веществ. Тяжелые глинистые грунты обычно имеют низкую А. п., легкие песчаные, наоборот, высокую. На подзолах А. п. ниже, чем на черноземе. С глубиной она резко понижается. А. п. зависит от структуры почвы и ее прочности. Обработка почвы и внесение органического вещества повышает аэрацию почвы. Под культурой растений почва обычно уплотнена, и аэрация почвы понижена.

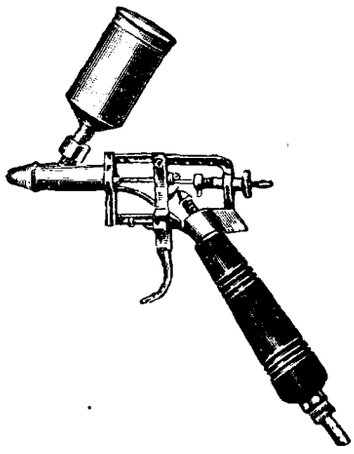
Лит.: Дояренко А. Г., К изучению аэрации почвы, «Изв. Моск. с.-х. ин-та», М., 1915; его же, Факторы воздушного режима почвы, «Н.-агр. журн.», *3*, 1925; его же, Почвенный воздух как составная часть почвы, там же, *3*, 1926; Маслова А. Л., К вопросу о скважности и аэрации черноземных почв, Харьков, 1924; Глинка К. Д., Почвоведение, М., 1927; Russel E., Soil Conditions and Plant Growth, L., 1927. **Н. Соколов.**

АЭРОГРАФНЫЙ СПОСОБ РАСЦВЕТКИ (печатания текстильных тканей) заключается в нанесении на них пульверизацией (разбрызгиванием), с помощью сжатого воздуха, растворов (суспензов) красителей. Аэрографная установка состоит из воздушного насоса, подающего сжатый воздух, регулятора давления, пульверизатора, с помощью к-рого разбрызгивают раствор красителя, рабочего стола, на к-ром производят печатание шаблонов, позволяющих получать определенные рисунки на ткани, и вентиляции. Сжатый воздух подается с помощью поршневого насоса, приводимого в действие от электромотора; перед поступлением в сеть воздух фильтруется через суконную ткань для удаления пыли и других твердых частиц, могущих засорить пульверизатор. После насоса воздух попадает в железные цилиндры, являющиеся регуляторами давления; последнее колеблется от 2,5 до 3 *atm*. Во избежание разогрева, насос и железные цилиндры охлаждаются холодной водой. Размеры железных цилиндров имеют существенное значение; в нек-рых установках насос выключают, когда в цилиндрах имеется достаточное для пульверизации давление. В малых аэрографах для пульверизации применяют бомбы с сжатой углекислотой. Пульверизатор в общих чертах состоит из двух концентрических трубочек (с узкими отверстиями), вставленных одна в другую. При открывании отверстия внутренней трубочки, закрытого тонкой иглой, в нее поступает раствор красителя из резервуарчика, приделанного к пульверизатору. Одновременно происходит открытие отверстия в кольцевое пространство между внутренней и наружной трубками; сюда устремляется сжатый воздух, увлекает раствор красителя из внутренней трубки и распыляет его в виде конуса. Пульверизатор соединен каучуковой трубкой с воздухопроводной сетью. Диаметр отверстия трубочек у пульверизатора имеет существенное значение; поэтому в новейших аппаратах имеются приспособления, регулирующие величину отверстия. Встречающиеся в продаже пульверизаторы бывают различных систем. На фиг. 1 и 2 приведены весьма распространенные пульверизаторы: первый—для тканей, находящихся в горизонтальном положении, второй—для тканей,

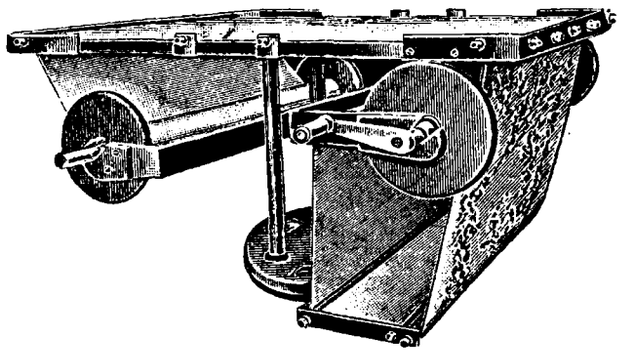


Фиг 1.

находящихся в вертикальном положении. Товар, предназначенный для печати, закрепляется на рабочем столе, могущем вращаться (фиг. 3). Плита стола деревянная, покрыта сукном, под ней закреплены ролики для подкладки и чистой ткани. С другой стороны имеется ролик, на к-рый накатывается готовый печатный товар. Для получения расцветок на ткани применяют шаблоны, изготовляемые из листового цинка или проолифенного картона с вырезанными на них рисунками (в нек-рых случаях пользуются веревочными сетками или просто делают на ткани узлы). Пульверизируя раствор красителя через шаблоны, на ткани получают цветной рисунок. Для многоцветной печати по очереди накладывают на то же место несколько шаблонов, представляющих части одного рисунка. Обыкновенно ограничиваются 2—4, в редких случаях 10 шаблонами. Так как разбрызгивание растворов красителя происходит конусом, то,

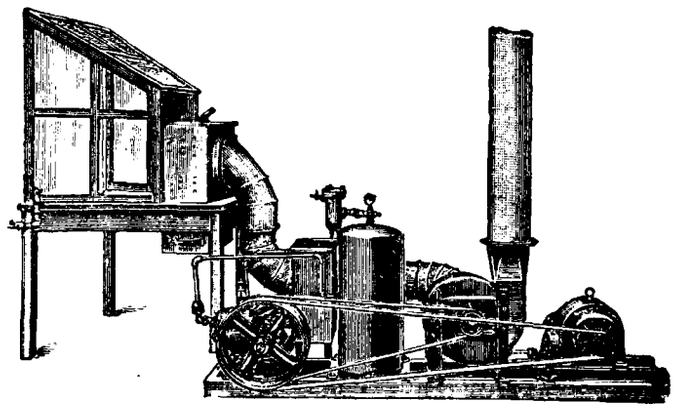


Фиг. 2.



Фиг. 3.

меняя расстояние пульверизатора от поверхности ткани, а также меняя продолжительность пульверизации, можно наносить различное количество красителей и получать весьма нежные переходы оттенков цветов, чего нельзя достичь другими способами печати. В виду этого А. с. р. применяется для получения художественно исполненных расцветок на скатертях, дорожках и других тканях. При А. с. р. ткань в натянутом состоянии закрепляют на рабочем столе, плотно укладывают на нее шаблоны и пульверизируют раствор красителя; рабочий стол должен находиться в хорошо освещенном помещении. При аэрографном способе печати работающим приходится вдыхать распыленные растворы красителей, что может вредно отразиться на здоровьи. Во избежание этого, рабочие столы помещают в вытяжных шкафах, соединенных с хорошо работающей вентиляцией (фиг. 4). Подготовка товара к аэрографной печати такая же, как и при обыкновенном печатании. Печатные краски, применяемые при А. с. р., по существу не отличаются от обычных, но в виду того, что их приходится пульверизировать, они д. б. жиже и, следовательно, должны содержать меньшее количество загустителей. Для хлопчатобумажных и льняных тканей чаще всего применяют прочные красители—индантреновые, протравные, индигоидные; для шелковых и шерстяных—кислотные, протравные, основные и субстантивные. Прочность получаемых окрасок при А. с. р. несколько меньше, чем при



Фиг. 4.

печатании валами, т. к. здесь краситель наносится поверхностно и не вдавливается в ткань, как это бывает при печатании валами. Проводка товара после аэрографной печати такая же, как и товара, печатанного валами. А. с. р. применяется также для окраски фарфора, фаянса, стекла, бумаги, фасадов зданий и металлических изделий. См. *Бочки металлические.*

Лит.: Георгиевич Г., Хим. технология волокн. веществ, СПБ., 1913; проспекты и каталоги фирмы А. Крауценбергер (Лейпциг); Walther B., Spritzdruck, «Deutscher Färberkalender», Jg. 34, p. 74, Wittenberg, 1925. **Д. Грибоедов.**

АЭРОДИНАМИКА, наука, изучающая движение газообразных жидкостей (здесь газ рассматривается как идеальная жидкость) и реакции, которые получаются на помещенные в них твердые тела. А.—часть *гидродинамики* (см.). Принципиальная разница между А. и собственно гидродинамикой заключается в том, что газообразная жидкость, с которой оперирует А., является жидкостью сжимаемой, тогда как в гидродинамике рассматривается жидкость капельная, несжимаемая. Однако и в А. во многих случаях принимают газообразную среду (воздух) также несжимаемою. Свое техническое приложение А. получает гл. обр. в авиации, где она касается изучения обтекания твердых тел определенных форм и нахождения сил, действующих на эти тела. Как и в гидродинамике, А. рассматривает главн. образом совершенную, идеальную газообразную жидкость, без вязкости, ибо интегрирование ур-ий движения вязкой жидкости настолько сложно, что м. б. выполнено лишь в немногих частных случаях. Для случая несжимаемой вязкой жидкости задача частично решена только для обтекания шара (задача Стокса) и эллипсоида; поэтому в А. в большинстве случаев приходится отказаться от рассмотрения того сопротивления тел, движущихся в жидкости, которое зависит от трения, а рассматривать лишь сопротивление, зависящее от

возмущения телом набегающего на него потока жидкости. А. идеальной жидкости рассматривает только силы, получающиеся перпендикулярно направлению движения, т. н. подъемные силы, и лишь в самое последнее время в А. стала развиваться самостоятельная часть, т. н. теория индуктивного сопротивления, которая учитывает также вызываемое сбегающими с тела вихрями лобовое сопротивление, то есть сопротивление, направленное по движению потока. Вследствие идеализирования жидкости теоретическая А. не может дать для практики полного ответа о возникающем сопротивлении жидкости движущемуся в ней телу; поэтому приходится пользоваться опытными данными и с помощью соответствующих коэфф-тов исправлять и дополнять те выводы о величине сопротивления, к-рые дает теория. А. состоит из двух частей: теоретической, опирающейся на общие законы классической механики, и прикладной, или экспериментальной, оперирующей с опытными данными, дополняющими общие выводы теоретической аэродинамики.

I. Аэродинамика теоретическая.

Общие уравнения движения жидкости в форме Эйлера будут следующие:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} = X - u\frac{\partial u}{\partial x} - v\frac{\partial u}{\partial y} - w\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial u}{\partial t},$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y} = Y - u\frac{\partial v}{\partial x} - v\frac{\partial v}{\partial y} - w\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial v}{\partial t},$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z} = Z - u\frac{\partial w}{\partial x} - v\frac{\partial w}{\partial y} - w\frac{\partial w}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial t},$$

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} + \frac{\partial(\varrho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\varrho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\varrho w)}{\partial z} = 0,$$

где X, Y, Z—силы, действующие на массу, u, v, w—компоненты скорости по осям координат, а p и ϱ—давление и плотность. Последнее ур-ие выражает собой условие непрерывности упругой жидкости. Здесь надо находить 5 неизвестных: p, ϱ, u, v, w как функции x, y, z и t—поэтому этих ур-ий недостаточно. Для установления связи между ϱ и p рассматривают процесс изменения состояния воздуха адиабатическим или политропическим. Зависимость между p и ϱ можно выразить след. образом: $p = \xi . \varrho\gamma$, где γ — коэфф., выражающий отношение удельных теплот газообразной жидкости, в случае адиабатического процесса для воздуха равный 1,408; ξ—коэфф., характеризующий степень сжимаемости. Продифференцировав это ур-ие, найдем, $dp = \xi\gamma\varrho^{\gamma-1}d\varrho$ или $dp = \gamma\frac{p}{\varrho}d\varrho$. Т. к. скорость звука в данной среде выражается ф-лой $c = \sqrt{\gamma\frac{p}{\varrho}}$, то имеем $c^2 = \frac{dp}{d\varrho}$, т. е. изменение плотности в зависимости от давления пропорционально квадрату скорости звука в данной среде. Вследствие того, что скорость звука в воздухе только в четыре раза меньше, чем в воде, во многих вопросах или задачах А. можно принимать воздух несжимаемым и лишь при больших скоростях движения, приближающихся к скорости звука, приходится принимать во внимание сжимаемость воздуха. Уравнение непрерывности в этом случае примет вид:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

Установившимся движением жидкости называется такое движение, когда в любой точке в потоке скорость не зависит от времени. Уравнения движения в этом случае для несжимаемой жидкости примут вид:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} = X - u\frac{\partial u}{\partial x} - v\frac{\partial u}{\partial y} - w\frac{\partial u}{\partial z},$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y} = Y - u\frac{\partial v}{\partial x} - v\frac{\partial v}{\partial y} - w\frac{\partial v}{\partial z},$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z} = Z - u\frac{\partial w}{\partial x} - v\frac{\partial w}{\partial y} - w\frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

Обозначим через $\overline{V}$ полную скорость частиц, т. е. $\overline{V} = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$. Подставляя это выражение в ур-ие движения и производя соответствующие преобразования, получим:

$$X - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\partial(\overline{V}^2)}{\partial x} = 2(\eta w - \zeta v),$$

$$Y - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y} - \frac{\partial(\overline{V}^2)}{\partial y} = 2(\zeta u - \xi w),$$

$$Z - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z} - \frac{\partial(\overline{V}^2)}{\partial z} = 2(\xi v - \eta u),$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

где введены обозначения: $\xi = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}\right)$; $\eta = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}\right)$; $\zeta = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right)$. Эти выражения называются компонентами вихри и представляют собою проекцию на оси координат угловой скорости вращения частиц жидкости. Положим, что жидкость не завихрена, тогда $\xi = \eta = \zeta = 0$; а отсюда $\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial z}$; $\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial x}$; $\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial y}$. Эти ур-ия показывают, что должна существовать нек-рая функция φ, обладающая свойством: $\frac{\partial\varphi}{\partial x} = u$; $\frac{\partial\varphi}{\partial y} = v$; $\frac{\partial\varphi}{\partial z} = w$. Функция φ называется функцией потенциала скоростей и аналогична потенциальной (силовой) функции в механике. Т. о. в установившемся невихревом потоке должна существовать функция потенциала скоростей. Семейство поверхностей $\varphi(x, y, z) = \varphi$ называется эквипотенциальными поверхностями, при чем скорости частиц жидкости нормальны к эквипотенциальным поверхностям. Решить задачу о движении потока в трех измерениях представляет значительные трудности, поэтому приходится прибегать к упрощающим схемам, как двухразмерный поток или плоскопараллельный поток. Разработанная до сих пор теория крыльев — теория несущих поверхностей — оперирует гл. обр. с плоскопараллельным потоком, при чем задачи

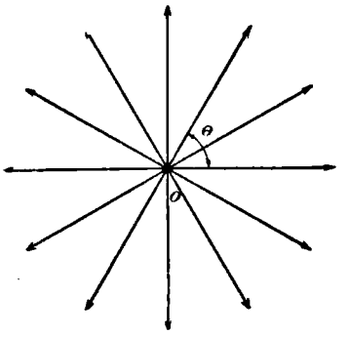
этой теории могут с некоторыми поправками быть перенесены и для случая трехразмерного потока, обтекающего аэропланное крыло. До нек-рой степени эти поправки вводит теория индуктивного сопротивления. Плоскопараллельным потоком называется поток, текущий между двумя параллельными плоскостями; скорости в нем имеют одну и ту же величину и направление во всех точках, лежащих на одной нормали к этим плоскостям. Семейство линий тока, т. е. линии, к-рые описывают частицы жидкости при своем движении, м. б. выражено в виде ур-ия $\psi(x, y) = \psi$, где ψ называется функцией тока; скорость, нормальная к направлению s, будет выражаться ф-лой $q_n = \frac{\partial \psi}{\partial s}$, а компоненты скорости по двум взаимно перпендикулярным направлениям выразятся так: $u = +\frac{\partial \psi}{\partial y}$; $v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}$. Т. о. быстрота изменений функции тока характеризует собою скорость потока. Для случая плоскопараллельного потока общие уравнения движения для несжимаемой жидкости примут вид:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} = X - u\frac{\partial u}{\partial x} - v\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial t},$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y} = Y - u\frac{\partial v}{\partial x} - v\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial t},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0.$$

Интегрирование даже этих уравнений плоскопараллельного потока представляет большие трудности, поэтому для решения многих вопросов А. прибегают к искусственным методам; одним из таких методов является применение теории источников.

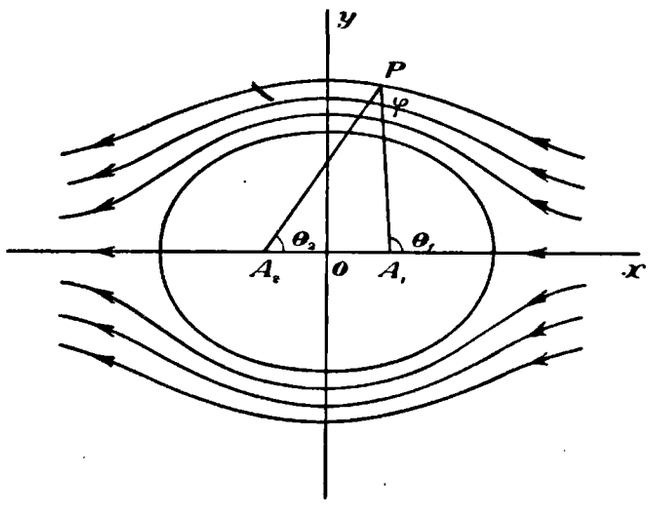


Фиг. 1. Схема линейного источника.

Источником называется точка в пространственном потоке, из к-рой в единицу времени вытекает одинаковый объем жидкости (иногда рассматривается источник с переменным расходом, т. е. пульсирующий источник). Отрицательным источником, или стоком, называется точка в пространстве, через к-рую жидкость уходит из потока. Силой, или напряжением, источника называется объем жидкости, выходящей в единицу времени из источника. В случае плоскопараллельного потока источники и стоки называются линейными, ибо жидкость в линейном источнике приходит или уходит из потока через линию, нормальную к потоку. В случае наличия линейного источника в первоначально покоящейся жидкости, из источника жидкость будет выходить по радиальным направлениям; если m—сила источника, то радиальная скорость на радиусе r выразится ф-лой: $u' = \frac{m}{2\pi r}$. Линии тока в этом случае будут радиусами (фиг. 1), исходящими из источника, а функция тока ψ выразится так: $\psi = \frac{m}{2\pi}\Theta$.

Если рассматривать источник в потоке, движущемся равномерно со скоростью V, параллельной оси X, то функция тока в этом случае будет иметь вид: $\psi = -V \cdot y + \frac{m}{2\pi}\Theta$. При одновременном действии источника и стока с равными силами (фиг. 2) функция тока принимает вид: $\psi = \frac{m}{2\pi}(\Theta_1 - \Theta_2) = \frac{m}{2\pi}\varphi$, где Θ_1, Θ_2 и φ — углы, указанные на чертеже. Полагая начало кординат проходящим через точку, находящуюся на середине между источником и стоком, и обозначая расстояние между ними через $2s$, получим выражение для функции тока в таком виде: $\psi = \frac{m}{2\pi}\operatorname{arc\,tg}\frac{2ys}{x^2+y^2-s^2}$. Если теперь приложить к нашим потокам равномерный поток, текущий параллельно оси X со скоростью V, то функция тока такого сложного потока будет иметь вид:

$$\psi = -V.y + \frac{m}{2\pi}\operatorname{arc\,tg}\frac{2ys}{x^2+y^2-s^2}.$$

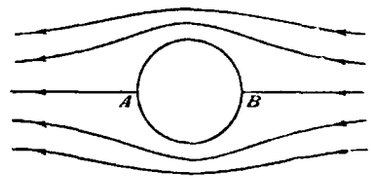


Фиг. 2. Схема источника и стока.

Полученная функция тока может быть приложена для изучения обтекания потоком тел, имеющих в сечении продолговатую форму. Изменяя силы источников и принимая очертание замкнутой линии тока, проходящей через критические точки, т. е. точки с нулевой скоростью, за очертание сечения твердого тела, к-рое похоже на очертание сечений тел, применяемых в авиации, можно этим методом изучить те давления, к-рые получаются в этих формах. В случае пространственного потока методом источников изучают давление на дирижабли. Положим теперь, что источник и сток приближаются друг к другу, при чем произведение силы источника на расстояние между источником и стоком имеет постоянное значение $\mu = 2ms$. Такие совмещенные источники и стоки носят название дублетов; функция тока в случае дублета примет вид: $\psi = \frac{\mu}{2\pi}\cdot\frac{y}{x^2+y^2} = \frac{\mu}{2\pi}\sin\Theta$. Прибавим к рассматриваемому потоку равномерный поток, текущий || оси X со скоростью V;

функция тока будет иметь вид: $\psi = -V.y + \frac{\mu}{2\pi}\cdot\frac{y}{x^2+y^2}$. Линия тока $\psi = 0$ будет состоять из оси X и из круга $x^2 + y^2 = \frac{\mu}{2\pi V}$. Т. о., принимая очертания линии тока $\psi = 0$ за сечение твердого тела, мы получаем обтекание этого тела потоком, движущимся со скоростью V. Источники и стоки, а также и дублет обладают свойством независимости действия, т. е. к действию источников можно прикладывать любые потоки, при чем сложение скоростей делается геометрически, а потенциалов — алгебраически.

Для решения многих задач А. бывает удобно применять теорию функций комплексного переменного, которая дает возможность сравнительно просто строить потоки несжимаемой жидкости. Это применение основано на том свойстве функции тока и функции потенциала скоростей, что $\frac{\partial\varphi}{\partial x} = \frac{\partial\psi}{\partial y}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial y} = \frac{\partial\psi}{\partial x}$; этим же свойством обладает функция комплексного переменного вида: $f(z) = \varphi + \psi i$. Функции φ и ψ обладают еще тем свойством, что кривые, семейство к-рых они собою выражают, взаимно ортогональны. Рассмотрим функцию $f(z)$ комплексного переменного $z = x + iy$, однозначную и конечную на всей плоскости. Пусть ξ и η — действительная и мнимая части этой функции: $f(z) = \zeta = \xi + i\eta$. Кривые постоянных значений ξ и η м. б. представлены на плоскости z как семейство взаимно ортогональных линий, соответствующих потенциальной функции и функции тока. С другой стороны, ξ и η можно рассматривать как абсциссу и ординату новой системы координат, в которой ζ есть комплексное переменное. Каждая кривая на плоскости z м. б. перенесена на новую плоскость ζ. Т. о. семейство кривых линий плоскости z трансформируется в семейство взаимно ортогональных прямых плоскости ζ. Так, напр., бесконечно малый треугольник на плоскости z преобразуется помощью указанного способа в бесконечно малый треугольник на плоскости ζ, с сохранением величины углов. Преобразование описанного вида называется конформным преобразованием, и в А., гл. обр. в теории крыльев, это преобразование получило большое применение, т. к., поставив условие, что функции потенциала скоростей и расходы потока при этом преобразовании не меняют своей величины, получаем возможность, зная потоки в одной плоскости, находить соответственные им потоки в другой; при этом линии тока и эквипотенциальные линии в одной плоскости конформно преобразуются в таковые же линии в другой плоскости, расходы же и разности потенциалов скоростей на соответствующих друг другу конформно отрезках кривых остаются неизменными. Кроме того, можно доказать, что при конформных преобразованиях потоков циркуляция (см. *Вихревая теория*) не меняет своей величины. Так. обр., если найден поток обтекания тела какой-либо формы, то помощью конформного преобразования можно найти другой соответствующий этому преобразованию поток и, следовательно, поток, соответствующий обтеканию другого тела. Вся трудность в такого рода построении потоков заключается в подборе подходящей функции преобразования.—В теории крыльев обычно исходят от потока, обтекающего цилиндр, ибо выражение этого потока можно легко найти, пользуясь потоком, создаваемым дублетом. Мы выше уже получили выражение для функции тока дублета; принимая очертание линии тока $\psi = 0$ за сечение цилиндра, помещенного в потоке, получим:



Фиг. 3. Обтекание цилиндра.

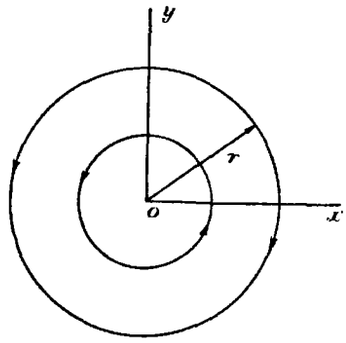
$$\psi = -V.y\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) = -V\left(r - \frac{a^2}{r}\right)\sin\Theta,$$

где a—радиус цилиндра (фиг. 3). Радиальная и тангенциальная скорости в любой точке потока будут:

$$u' = \frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial\Theta} = -V\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right)\cos\Theta,$$

$$v' = -\frac{\partial\psi}{\partial r} = V\left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right)\sin\Theta.$$

Как видим, на поверхности цилиндра радиальная скорость равна нулю; кроме того, величины скоростей симметричны относительно осей координат. Т. о., в силу того, что количества движения при таком обтекании не создается, тело не испытывает никакого сопротивления движущемуся потоку. Этот вывод в обобщенном виде носит название парадокса Эйлера. В точках A и B цилиндра имеются две критические точки, в которых и тангенциальная скорость равна нулю. Для целей практики более интересным случаем обтекания цилиндра является несколько иной случай. Рассмотрим так наз. циркуляционный поток (фиг. 4), то есть поток, в котором частицы жидкости двигаются по концентрическим окружностям. Такой поток м. б. вызван прямолинейным вихрем (см. *Вихревая теория*) с циркуляцией J. Пусть начало координат находится в центре вихря; радиальная составляющая скорости будет равна нулю, а скорость по окружности v' выразится так: $v' = -\frac{\partial\psi}{\partial r} = \frac{J}{2\pi r}$. Отсюда получаем выражение для функции тока $\psi = -\frac{J}{2\pi}\lg r$.



Фиг. 4. Схема циркуляционного потока.

Сложим теперь согласно принципу независимости два потока, обтекающих цилиндр: один с функцией тока $\psi = -V.y\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right)$, а

другой, циркуляционный $\psi = -\frac{J}{2\pi}\lg r$; иными словами, мы заменяем наш цилиндр дублетом и прямолинейным вихрем, проходящим через ось цилиндра (фиг. 5). В полученном сложном потоке функция тока будет иметь вид:

$$\psi = -Vy\left(1-\frac{a^2}{r^2}\right) - \frac{J}{2\pi}\lg r.$$

Радиальная и тангенциальная скорости выразятся уравнениями:

$$u' = \frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial\Theta} = -V\left(1-\frac{a^2}{r^2}\right)\cos\Theta,$$

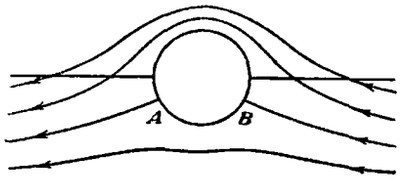
$$v' = -\frac{\partial\psi}{\partial r} = V\left(1+\frac{a^2}{r^2}\right)\sin\Theta + \frac{J}{2\pi r}.$$

На поверхности цилиндра будем иметь:

$$u' = 0 \quad \text{и} \quad v' = 2V\sin\Theta + \frac{J}{2\pi a}.$$

Критические точки A и B, т. е. точки нулевой скорости на поверхности цилиндра, найдем, полагая $v' = 0$, т. е. $\sin\Theta = -\frac{J}{4\pi aV}$.

В данном случае образуется нек-рое количество движения, и поэтому появляется и нек-рая сила сопротивления. Эта сила получается за счет разности давлений с одной и другой стороны цилиндра, при чем эта разность давлений, в свою очередь, получается вследствие различных скоростей в этих местах. Зависимость между давлением и скоростью дается по уравнению Бернулли (см. *Гидродинамика*): $p + \frac{\rho v^2}{2} = \text{Const}$. На одной стороне цилиндра имеется пониженное давление и повышенная скорость, а на другой—повышенное давление и пониженная скорость. Подставим в ур-ие Бернулли значение скорости на поверхности цилиндра:



Фиг. 5. Обтекание цилиндра с циркуляцией.

$$p + \frac{\rho}{2}\left(2V\sin\Theta + \frac{J}{2\pi a}\right)^2 = \text{Const}.$$

Полное давление на цилиндр длиной dz будет:

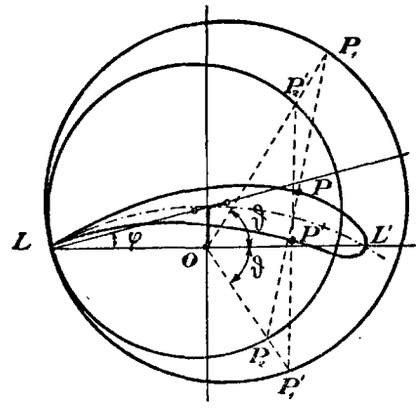
$$dP = dx\int_0^{2\pi} p\sin\Theta . a\, d\Theta.$$

Подставляем сюда выражение для давления на цилиндре:

$$dP = dz\int_0^{2\pi}\left\{\text{Const} - \frac{\rho}{2}\left(2V\sin\Theta + \frac{J}{2\pi a}\right)^2\right\}\sin\Theta . a\, d\Theta.$$

Проинтегрировав это выражение, получим: $dP = \rho JV dz$, т. е. сила реакции жидкости на цилиндр с циркуляцией J перпендикулярна направлению скорости в бесконечности, равна плотности жидкости, помноженной на циркуляцию, на скорость потока в бесконечности и на длину цилиндра dz. Направление этой реакции получается, если взять вектор, представляющий скорость в бесконечности, и повернуть его на прямой угол в сторону, обратную циркуляции. Это — теорема Жуковского, на которой основывается вся теория крыльев. Здесь дан вывод ее только для цилиндра, Жуковским же она обобщена и потому приложима и определению подъемной силы любых тел, движущихся в потоке. Т. о. сила сопротивления тела, движущегося в идеальной жидкости, получается лишь при наличии циркуляции, при чем эта сила сопротивления является подъемной силой, т. е. силой, перпендикулярной к скорости движения. Сила лобового сопротивления до последнего времени совсем не учитывалась, и лишь с возникновением теории индуктивного сопротивления этот парадоксальный вывод А. идеальной жидкости был до известной степени восполнен. Зная обтекание цилиндра, то есть имея для него выражение функции тока и подъемной силы, можно найти и обтекание других тел, делая конформные преобразования потока, обтекающего цилиндр. Наиболее интересными преобразованиями являются преобразования, предложенные проф. С. А. Чаплыгиным («О давлении плоскопараллельного потока на преграждающие тела»). Некоторые из них подверглись детальному изучению за границей и носят название преобразований Жуковского. Преобразования Жуковского лишь по методу отличны от преобразований Чаплыгина, хотя оба приходят к одному и тому же результату. Функция этих преобразований имеет вид: $\zeta = \frac{1}{2}\left(z + \frac{a^2}{z}\right)$.

Помощью этой функции можно преобразовать круг в различные виды кривых, к-рые, являясь инверсиями кривых второго порядка, по своему очертанию очень хорошо подходят к профилям крыльев аэроплана. Трефцем (Trefftz) предложен очень простой геометрический метод построения этих профилей, основанный на геометрических свойствах конформных преобразований. Пусть мы имеем круг и внутри его другой соприкасающийся (фиг. 6); проведем из точки соприкосновения под углом φ к прямой, соединяющей эту точку с центрами кругов, прямую; из точки O на этой прямой проведем два луча под одинаковыми углами ϑ к прямой; соединяя точки пересечения этих лучей с кругами прямыми линиями с противоположными точками пересечения и деля эти отрезки прямых пополам, получим искомую точку на кривой профиля. Изменяя угол ϑ от 0 до π, получим весь профиль. При угле наклона прямой φ равном нулю получается симметричный профиль. Такого рода профиля суть инверсии параболы и за границей носят название профилей Жуковского.



Фиг. 6. Построение инверсии параболы по методу Трефца.

Если немного раздвинуть два круга так, чтобы один оставался в другом, и произвести такие же построения, получим профиля, предложенные Чаплыгиным, — инверсии эллипса. У инверсий эллипса, в отличие от инверсий параболы, не будет заостренного заднего кончика. — Мы рассматривали крыло только в плоскопараллельном потоке, т. е. отрезок крыла, равный ширине потока; в трехразмерном потоке это будет соответствовать крылу бесконечно большого размаха; на практике же приходится иметь дело с конечным размахом. Разница в обтекании крыльев бесконечно большого и конечного размаха заключается гл. обр. в том, что в последнем на концах образуются сбегающие вихревые жгуты, на образование которых тратится некоторая энергия; кроме того, эти вихри изменяют поле около крыла. В теории *индуктивного сопротивления* (см.) рассматриваются эти потери, а также и те поправки, которые необходимо сделать, прилагая к крылу конечного размаха выкладки теории крыла в плоскопараллельном потоке.

II. Аэродинамика экспериментальная.

А. экспериментальная базируется гл. обр. на основном законе сопротивления, к-рый дает зависимость сопротивления тел, движущихся в жидкости, от плотности и вязкости среды, в которой движется тело, размеров, скорости движения и формы его. Общее выражение этого закона можно дать в виде следующей ф-лы:

$$R = \varrho l^2 v^2 F(\varrho, l, v, \nu), \qquad (1)$$

где R — сопротивление тела, ϱ — плотность жидкости, l — линейный размер тела, v — скорость движения тела и F — функция указанных величин и вязкости жидкости ν. Посмотрим, как выражается вязкость ν. Пусть ds — элемент площади в жидкости и n — нормаль к этой площади; в точке жидкости, находящейся на расстоянии dn по нормали от элемента ds, скорость будет $v + \frac{\partial v}{\partial n} dn$. Согласно гипотезе Навье-Стокса, тангенциальная сила на рассматриваемый элемент выразится:

$$p\,ds = \mu \frac{\partial v}{\partial n} ds. \qquad (2)$$

Коэфф. μ называется коэфф-том вязкости. Чаще рассматривают другой коэффициент $\nu = \frac{\mu}{\varrho}$, где ϱ — плотность жидкости. Коэфф. ν называется кинематическим коэфф-том вязкости. Его размерность найдется из ф-лы (2) и будет [$кг^0 м^2 сек^{-1}$]. В общей ф-ле сопротивления размерность $\varrho l^2 v^2$ есть размерность силы, следовательно $F(\varrho, l, v, \nu)$ должна иметь размерность нуль, а это получается при одной только комбинации величин ϱ, l, v и ν, именно, полагая $F(\varrho, l, v, \nu) = F\left(\frac{vl}{\nu}\right)$. Таким образом имеем:

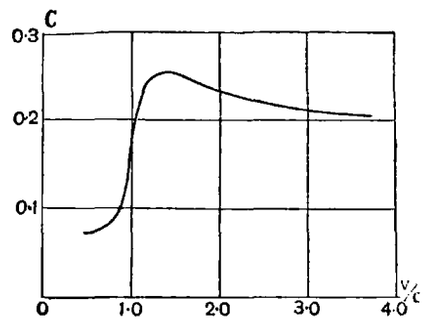
$$R = \varrho l^2 v^2 F\left(\frac{vl}{\nu}\right). \qquad (3)$$

Следовательно, два течения можно считать подобными только в том случае, если величина $\frac{vl}{\nu}$ остается одной и той же. Это есть выражение закона аэродинамич. подобия; $\frac{vl}{\nu}$ называется числом Рейнольдса. Ф-ла (3) обычно пишется в следующем виде:

$$R = C\varrho S v^2, \qquad (4)$$

где S — миделевое сечение тела (наибольшая площадь сечения тела, перпендикулярного направлению движения) или какое-нибудь другое измерение площади, характеризующее величину тела, и C — нек-рый коэфф., зависящий от формы тела. Если считать C независящим от скорости, то, как показывает опыт и как явствует из выражения (3), не на всем диапазоне скоростей будет справедливо выражение (4): на малых скоростях (до 1 *м/сек*) оправдывается закон первой степени скорости; при больших скоростях, близких к скорости звука, повидимому, имеет место закон кубов; при скоростях же выше звуковой опять наблюдается закон квадратов. Принимая всюду закон квадратов, следует ставить коэффициент C в зависимость от скорости. На фиг. 7 представлена зависимость этого коэфф-та от отношения скорости движения тела к скорости звука. Однако на том диапазоне скоростей, при к-ром приходится иметь дело с аэропланными деталями (от 20 до 80 *м/сек*), закон квадратов скоростей довольно хорошо оправдывается. Вообще говоря, законы сопротивления тел при скоростях выше 100 *м/сек* пока еще недостаточно хорошо изучены. Сверхзвуковые скорости имеют место в артилл. снарядах, и поэтому изучение сопротивления при таких скоростях относится к области внешней баллистики (см. *Баллистика*). Коэфф. C в ф-ле сопротивления (4), как видно из выражения (3), является безразмерным, поэтому этот коэфф. называется абсолютным коэфф-том. Иногда ф-лу сопротивления пишут: $R = KSv^2$, т. е. $K = C\varrho$, так что K зависит от плотности среды. В Германии сопротивление относят не просто к скорости, а к скоростному напору, т. е. пишут: $R = C'qS$, где $q = \frac{1}{2}\varrho v^2$. Т. о. зависимость между различными коэфф. выразится так:

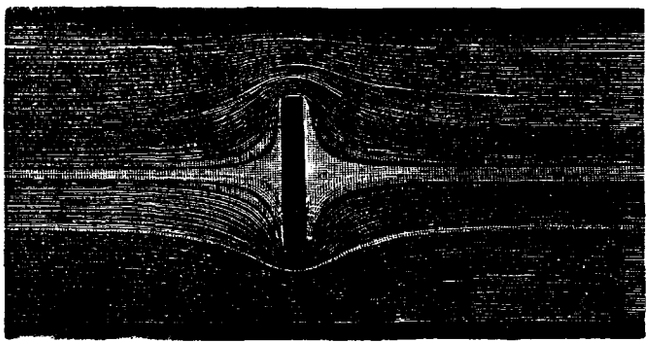
$$C = \frac{K}{\varrho} = \frac{C'}{2}.$$



Фиг. 7. Зависимость коэфф. сопротивления от скорости.

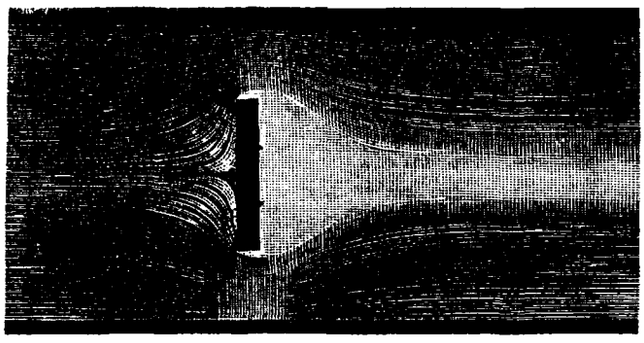
Мы уже видели, что в идеальной жидкости тела не испытывают лобового сопротивления. На самом деле полного обтекания потоком тел не бывает, а за телом образуется б. или м. интенсивное завихрение, к-рое вместе с трением и создает наблюдаемое сопротивление. Это вихреобразование зависит от места возникновения срыва струи от поверхности тела и поэтому зависит от формы тела; этим и объясняется зависимость

коэффициента C от формы тела. Одним из наиболее неустойчивых по вихреобразованию тел является шар. Исследования вихреобразования производятся получением т. н. аэродинамич. спектров, т. е. фиксированием каким-либо образом линий токов в данном течении (см. ниже). На фиг. 8



Фиг. 8. Обтекание плоской пластинки на малой скорости.

дано обтекание плоской пластинки, поставленной перпендикулярно потоку, при малых скоростях; в этом случае вихреобразования не наблюдается, и поток почти симметричен; лобовое сопротивление в данном случае создает почти одно только трение. На фиг. 9 — обтекание той же пластинки при бо́льших скоростях, когда начинают появляться вихри. Сопротивление плоской квадратной пластинки, поставленной нормально к потоку, в экспериментальной А. иногда служит эталоном для сравнивания сопротивления различных тел. Сопротивление данного тела приводят к сопротивлению т. н. эквивалентной пластинки по ф-ле: $R = C\rho\sigma v^2$, где R — сопротивление данного тела, C — коэфф. сопротивления плоской пластинки, принимаемый равным 0,64, и σ —



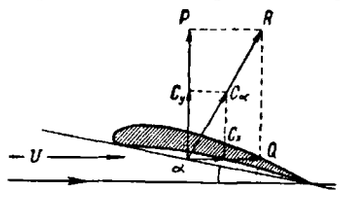
Фиг. 9. Обтекание плоской пластинки на большой скорости.

площадь пластинки. По этой формуле находится площадь эквивалентной пластинки $\sigma = \frac{R}{0{,}64\,\rho v^2}$, которой и характеризуется сопротивление данного тела. В таблице даны коэффициенты лобового сопротивления C для некоторых форм:

Плоская квадратная пластинка, поставленная нормально к направлению потока	0,64
Круглый плоский диск, поставленный нормально к направлению потока	0,56
Шар	0,25
Эллипсоид с большой осью, направленной перпендикулярно потоку	0,30
То же, но с большой осью по потоку	0,035
Веретенообразные тела с передним тупым, а задним заостренным концом (тело наилучшего обтекания), при отношении длины к диам. 4 (ось по току)	0,013
Цилиндрические тела, имеющие в сечении форму тела наилучшего обтекания (стойки аэроплана) с осью ⊥ к потоку	0,045
Цилиндрические тела, имеющие в сечении круг (круглые трубы, проволока)	0,60
Профилированная проволока — в зависимости от отношения размеров сечения	0,15—0,20
Фюзеляжи — в зависимости от формы	0,35—0,50

В приложениях А. наибольший интерес представляют тела малого сопротивления, а такими будут тела, при движении к-рых вихреобразование получается наименьшим. Как показывает опыт, наименьшее вихреобразование получается для форм вытянутого вида, с утолщенным передним концом и заостренным задним. Подобные формы теперь обычно придаются дирижаблям и по возможности всем деталям аэропланов, находящимся в потоке воздуха. В теоретической аэродинамике мы видели, что если вокруг тела получается циркуляция, т. е. получается некоторая разность скоростей с одной и с другой стороны тела, то возникает также сила, перпендикулярная направлению движения. В виду того, что в авиации эта последняя сила играет большую роль, рассмотрим формы тел, которые дают эту силу сравнительно большой.

Рассмотрим тело крылообразной формы, т. е. цилиндрическое тело, имеющее в сечении, перпендикулярном образующим, одну свою размерность меньшей, чем другую; положим, что сечение этого крыла имеет форму, представленную на фиг. 10. Это сечение называется профилем крыла, или дужкой крыла. Край этого профиля, на который набегает поток, называется передним краем профиля, или дужки, а с к-рого сбегает поток — задним краем. Угол между хордой нижнего очертания сечения и направлением потока называется углом атаки крыла. Хорда сечения крыла является линией условной. Обычно в профилях, имеющих одну сторону вогнутой или плоской, за эту условную линию принимается направление прямолинейной рейки, которая, будучи приложена к этой стороне, прикасается к очертанию профиля не менее как в двух точках. В профилях, имеющих выпуклые очертания с обеих сторон, такого положения рейки найти нельзя, и поэтому в этих случаях фиксируют какую-либо линию, принимая ее за хорду, и от нее делают отсчет углов атаки. Для симметричных профилей за хорду принимают продольную линию симметрии. Если крыло имеет нецилиндрическую форму и его хорды непараллельны друг другу, то углы атаки в разных сечениях будут разные. Из нецилиндрических крыльев наиболее употребительными являются формы, составленные из двух конических поверхностей; однако употребляются также и другие, более сложные крылья (см. *Аэроплан*). Полная сила сопротивления будет результирующей сил — подъемной и лобовой. С изменением угла атаки полная сила сопротивления меняет как свою величину, так



Фиг. 10. Схема разложения силы действия на крыло.

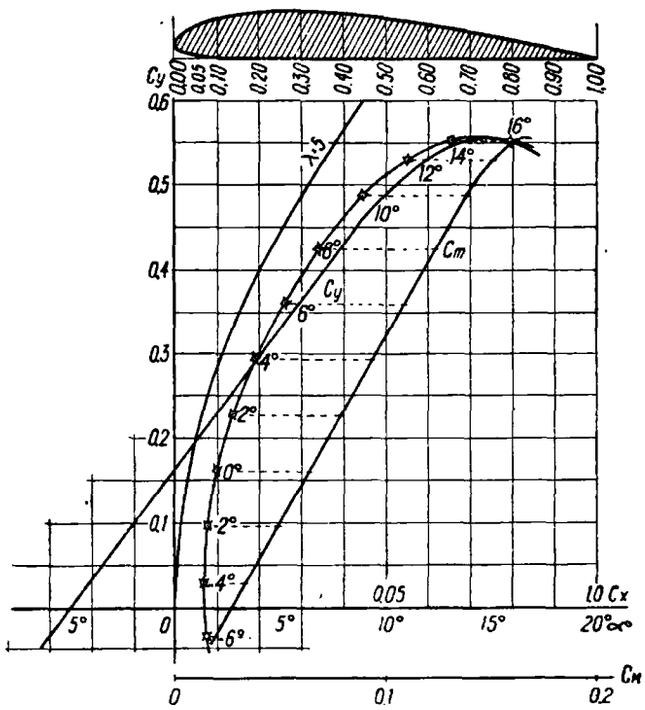
наклон и место приложения на профиле. Для удобства исследования обыкновенно рассматривают на крыле не самую силу, а соответствующий коэффициент сопротивления, который ей пропорционален. Таким образом имеем:

$$R = C_\alpha \rho S v^2, \quad (5)$$

$$P = C_y \rho S v^2, \quad (6)$$

$$Q = C_x \rho S v^2, \quad (7)$$

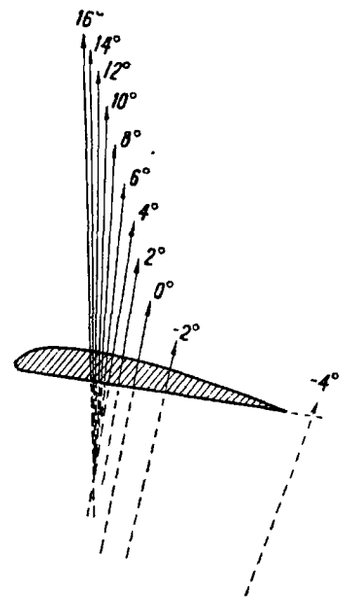
где C_α называется коэфф-том полной силы, C_y — коэфф-том подъемной силы, C_x — коэфф. лобового сопротивления и S — площадь крыльев, то есть в случае цилиндрических крыльев—площадь, получаемая умножением ширины крыла (т. е. длины отрезка хорды, отсекаемого перпендикулярами к хорде, касающимися передней и задней кромок крыла) на размах (то есть длину между крайними точками крыла, измеряемую параллельно образующим). Рассмотрим изменение величины этих коэфф-тов в зависимости от угла атаки. — Подъемная сила с увеличением угла атаки увеличивается до некоторого максимального значения, а потом снова начинает падать; угол, соответствующий максимальной подъемной силе, называется **критическим углом**; величина его для различных профилей разная (примерно около 15—20°). На фиг. 11



Фиг. 11. Характеристика крыла.

представлена указанная зависимость; как видим, закон изменения C_y, почти точно прямолинейный до критического угла, при больших углах атаки нарушается, вследствие появления срыва струй. — При угле атаки 0° для несимметрич. профиля имеется некоторая подъемная сила. Линия, фиксированная на профиле и параллельная движению потока при нуле подъемной силы, иногда называется **нулевой линией**. Для симметричных же профилей подъемная сила при угле атаки 0° равна нулю. Для авиации обычно бывает интересен лишь небольшой диапазон т. н. **летных углов**, примерно от —10° до +20°, поэтому и эксперименты делаются обычно в этих пределах и только для каких-либо специальных целей находят зависимость подъемной силы или полной силы от углов атаки в пределах от 0° до 360°.

Сила лобового сопротивления с увеличением угла атаки тоже увеличивается, имея минимум на углах около 0°, при чем увеличение это близко подходит к параболическому закону. В авиации важно иметь возможно бо́льшую подъемную силу и возможно меньшее лобовое сопротивление; таким образом качество крыла оценивается величиной $\frac{C_y}{C_x}$. На фиг. 11 показано также изменение качества с углом атаки. Из фиг. 10 видно, что величина, обратн. качеству, т. е. $\frac{C_x}{C_y}$, есть tg угла наклона вектора полной силы к подъемной силе; этот наклон имеет нек-рый минимум, соответствующий наибольшему качеству, после чего он начинает опять увеличиваться. При угле атаки, соответствующем нулю подъемной силы, вектор полной силы обращается в лобовое сопротивление и направлен по потоку. Центр приложения вектора полной силы также меняет свое положение, при чем при наибольшей подъемной силе, т. е. при критическом угле, он расположен обычно в наиболее переднем положении (обычно около $^1/_3$ от передней кромки), с уменьшением же угла атаки точка приложения отходит назад (фиг. 12). Полная сила сопротивления образуется за счет разных скоростей по профилю крыла, а следовательно, и разных давлений в этих местах. Как показывает опыт, давление по профилю распределено т. о., что разрежение с верхней стороны больше, чем давление снизу; т. о. крыло поддерживается в воздухе главн. обр. не давлением снизу, а присасыванием сверху. С уменьшением угла атаки в передней части профиля начинает появляться сила, противоположная получающейся в задней, и при угле атаки, соответствующем нулю подъемной силы, эти две силы становятся равными и противоположными. Следовательно, при нуле подъемной силы имеется не только лобовое сопротивление, но также и еще пара сил, к-рая стремится повернуть крыло на еще меньшие углы. Т. о. мы видим, что при набегании на крыло потока с определенной скоростью на крыле получается сила сопротивления, которая относительно какой-либо точки на крыле дает момент. Обычно для удобства этот момент относят к носику профиля, т. е. при цилиндрическом крыле — к точке пересечения хорды

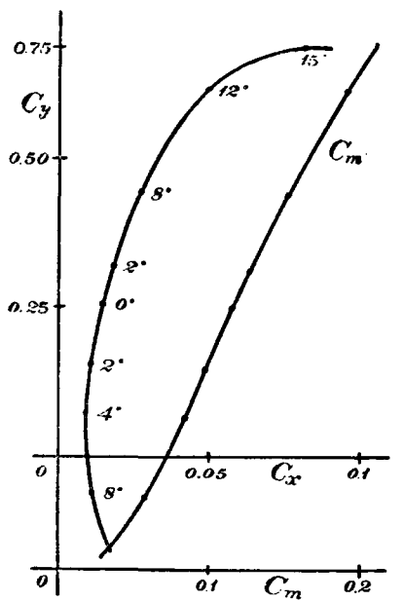


Фиг. 12. Положения равнодействующей на профиле крыла.

профиля с перпендикуляром к ней, касающимся передней кромки. Момент относительно передней кромки будет

$$M = C_m \varrho S b v^2, \qquad (8)$$

где C_m — т. н. коэфф. момента, а b — длина хорды профиля — ширина крыла (в случае нецилиндрических крыльев момент относят к какой-либо точке крыла, например к наиболее выступающей вперед кромке и т. п.). Коэфф. момента наносится на общую диаграмму. Эта диаграмма, на к-рой нанесены в зависимости от углов атаки коэфф-ты подъемной силы, лобового сопротивления, момента и иногда качество, называется характеристикой данного крыла. Иногда более удобными бывают характеристики несколько иного вида: по оси абсцисс откладывается коэффициент лобового сопротивления, а по оси ординат — коэффиц. подъемной силы, углы же атаки наносятся на самой кривой как параметры; такого вида характеристика называется полярой Лилиенталя 1-го рода; она представляет удобства в том отношении, что на ней сразу находятся и полная сила, и ее направление, и качество; последнее будет tg угла наклона прямой, проведенной из начала координат к определенной точке кривой, соответствующей данному углу атаки (см. фиг. 13). Очень часто, для удобства построения поляры, масштабы осей ординат и абсцисс принимают разными (обычно масштаб C_x берут в пять раз больше, чем масштаб C_y); в этом случае при нахождении качества и вектора полной силы приходится принимать во внимание разные масштабы. В вопросах устойчивости аэропланов часто приходится находить коэфф-ты сопротивления компонентов сил не по направлению потока и ему перпендикулярному, а по хорде крыла. В этом случае получаются два компонента:



Фиг. 13. Поляра Лилиенталя 1-го рода.

$$R_n = C_n \varrho S v^2 \text{ и } R_t = C_t \varrho S v^2,$$

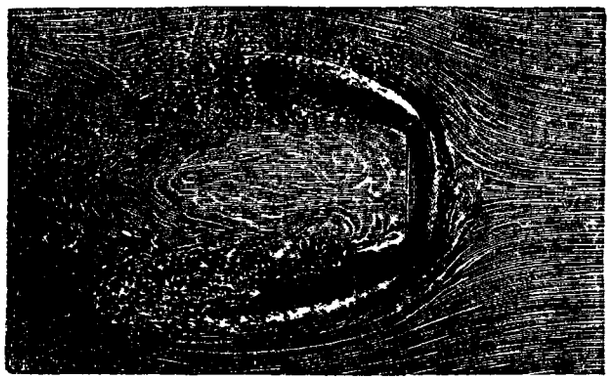
где первая сила направлена по перпендикуляру к хорде, а вторая — по хорде. Если построить диаграмму, исходя из этих сил, т. е. откладывая их соответственно по оси ординат и абсцисс, то получится поляра Лилиенталя 2-го рода. Также и здесь, для удобства построения, масштабы осей координат иногда принимаются разными.

Вид характеристики в значительной мере зависит от формы профиля, однако можно подметить некоторую закономерность в течении того или иного элемента характеристики. Так, напр., профиля с большой кривизной обычно имеют бо́льшую подъемную силу, следовательно и бо́льшую максимальную подъемную силу; последняя величина чрезвычайно важна для аэропланных крыльев; с другой стороны, тонкие кривые профиля имеют быстрый срыв струй на отрицательных углах. Толщина профиля играет до некоторой степени роль кривизны, т. е. можно сказать, что толстый профиль, имеющий одинаковую среднюю кривизну (т. е. кривизну линии, делящей пополам разность ординат верхней и нижней линий очертания профиля), до некоторой степени подобен тонкому профилю с такой же средней кривизной; однако толстые профиля обычно имеют более плавную поляру в диапазоне *практически применяемых углов атаки*. Профиля симметричные, т. е. с нулевой средней кривизной, имеют сравнительно небольшой прямолинейный участок на кривой подъемной силы, т. е. срыв струй у них наступает уже при сравнительно малых углах. Помещение на одном крыле разных по размаху профилей, а также установка этих профилей под разными углами (сложные крылья) могут значительно изменять аэродинамич. характеристику всего крыла по отношению к характеристикам входящих в это крыло профилей. К этому виду сложных крыльев относятся также и сдвоенные или строенные крылья, расположенные или одно над другим, или одно сзади другого; в первом случае мы имеем бипланы и трипланы, а во втором — тендемы. За последнее время теория таких сложных крыльев довольно хорошо разработана (см. *Индуктивное сопротивление*), и поэтому систематического испытания их в аэродинамических трубах почти не производят, кроме испытаний в уже готовых аггрегатах — моделях аэропланов.

Аэродинамические исследования разделяются на два типа: на качественные и количественные. В первом случае явление исследуется с чисто формальной стороны, не затрагивая измерения элементов, вызывающих или сопутствующих данному явлению. К ним относится снятие аэродинамических спектров. Во втором случае измеряются те силы и скорости, которые в данном объекте исследования появляются. Снятие спектров производится различными способами. Пуская цветной дым в поток, набегающий на исследуемую модель, можно соответствующим образом зафиксировать на фотографической пластинке линии токов этого течения. В 1909 г. японский проф. Танакадате производил опыты со снятием спектров потока вокруг вращающегося винта, впуская к лопастям нагретый воздух и фотографируя видимые вихри. За последнее время в Америке были получены спектры потоков, обтекающих модели крыльев с почти звуковой скоростью. Фотография получалась благодаря большому изменению плотности вокруг крыла и конденсации водяных паров, содержащихся в воздухе. Д. П. Рябушинский в Аэродинамической лаборатории в Кучине получал спектры помощью ликоподия (фиг. 14). Одним из наиболее простых способов

получения спектров является помещение в потоке ряда маленьких флажков и фотографирование их направления. Кроме получения спектров в воздухе, гораздо легче получаются спектры в воде путем подкрашивания впускаемых струек (Хейль-Шау-Карефоли).

Количественные исследования могут производиться двумя путями. Для определения величины сопротивления потока на



Фиг. 14. Спектр Рябушинского. Обтекание плоской пластинки.

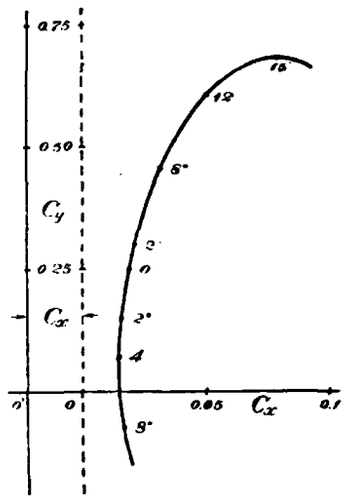
тело можно или тело двигать в жидкости, или, наоборот, создавать движущийся поток, набегающий на неподвижное тело. В первом случае необходимо испытуемое тело двигать или прямолинейно, например на какой-нибудь тележке, поставленной на рельсовый путь (тележка Saint-Syr), или же на автомобиле (опыты Duc de Guiche), или по кругам, — вращая его на конце рычага около укрепленного центра (ротативная машина). Однако такого рода исследования на открытом воздухе распространения не получили, вследствие того, что движение тела в неспокойном воздухе не позволяет создать обстановки, в которой можно было бы учесть влияние различных факторов на точность измерения, — в закрытом же помещении трудно создать необходимые скорости. Поэтому в настоящее время при аэродинамич. исследованиях почти всегда пользуются вторым путем, оставляя тело неподвижным и создавая движущийся поток. Этот поток получается в аэродинамических трубах (см. ниже), и самые исследования производятся в аэродинамических лабораториях. В виду того, что создание в аэродинамич. трубе цилиндрического потока большого диаметра и большой скорости требует затраты большой мощности, исследования в аэродинамическ. трубах ведутся обычно на сравнительно малых моделях. Т. к. весьма часто аэродинамич. исследования, произведенные на моделях, приходится применять на практике для больших объектов, должен возникнуть вопрос о возможности применения выведенных зависимостей к большим объектам. Закон аэродинамическ. подобия говорит, что при соблюдении одинаковости числа Рейнольдса можно считать течения подобными, а следовательно, и коэфф-ты сопротивления, найденные в одном случае, применять в другом. Оперируя в одной и той же среде, числитель дроби, выражающей число Рейнольдса, vl, называют характеристикой опыта. Обычно в аэродинамических трубах испытывается модель аэропланного крыла в $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ натуральной величины; следовательно, чтобы выдержать числа Рейнольдса, получающиеся в натуре, необходимо иметь скорость в трубе в 10—20 раз большую, что, конечно, чрезвычайно затруднительно. Т. о., с точки зрения применения экспериментальной А. для практических целей авиации, можно говорить лишь о пределах чисел Рейнольдса, при которых следует производить аэродинамич. испытания. Вопрос еще усложняется при испытании моделей, имеющих различные линейные размеры своих элементов, — в этом случае модели испытываются по большей части без мелких деталей (например без проволок-растяжек, тонких стоек и т. п.); эти детали испытываются в натуральную величину при скоростях полета аэроплана, и их сопротивление прибавляется к сопротивлению, полученному при испытании модели. Этим делается допущение независимости аэродинамического действия отдельных деталей. В натуре характеристики опыта для аэропланных крыльев обычно бывают в пределах 50—150 $м^2/сек$, в аэродинамич. же трубах — ок. 6—30 $м^2/сек$; следовательно, эти числа далеки от действительно наблюдаемых. Для выяснения пределов применимости испытаний при малых характеристиках опыта, производятся также испытания целых аэропланов в полете. Как оказывается, наибольшее расхождение получается при углах атаки, близких к критическим, при чем б. ч. наблюдается в моделях более раннее наступление срыва струй, чем в натуре, а следовательно, и меньшее значение максимальной подъемной силы для тонких крыльев, и обратное — для толстых. Для соблюдения числа Рейнольдса, в Америке была выстроена аэродинамическ. труба с сжатым воздухом, где давление доводилось до 20 atm и этим увеличивалась плотность воздуха. Вследствие уменьшения кинематического коэффициента вязкости воздуха с увеличением плотности, в этой трубе достигались характеристики опыта порядка 50 $м^2/сек$. Как показывают имеющиеся в настоящее время исследования, при характеристиках опыта приблизительно в два-три раза меньших, чем в натуре, расхождение получается, повидимому, порядка 10% на участках характеристик крыльев, не близких к критическим положениям (малые и большие углы атаки). Что касается лобового сопротивления различных тел, то для хорошо обтекаемых тел пределы чисел Рейнольдса гораздо значительнее, чем для тел плохо обтекаемых. Вообще зависимость сопротивления от числа Рейнольдса недостаточно хорошо изучена, и поэтому в настоящее время нет еще достаточно четкого критерия для перехода от модели к натуре. Обычно полагают, что модели, испытанные при характеристиках опыта выше 6 $м^2/сек$, дают результаты, которые можно применять и к аэропланам в натуре.

В связи с запросами конструирования новых типов аэропланов, аэродинамич. исследования моделей широко применяются

в изучении свойств аэроплана и его деталей, как-то: в определении его статической устойчивости, эффектов действия органов управления, исследовании винтов и т. п. У нас в СССР всякая вновь сконструированная машина, до выпуска ее в первый полет, д. б. испытана в виде модели в аэродинамической трубе на устойчивость.

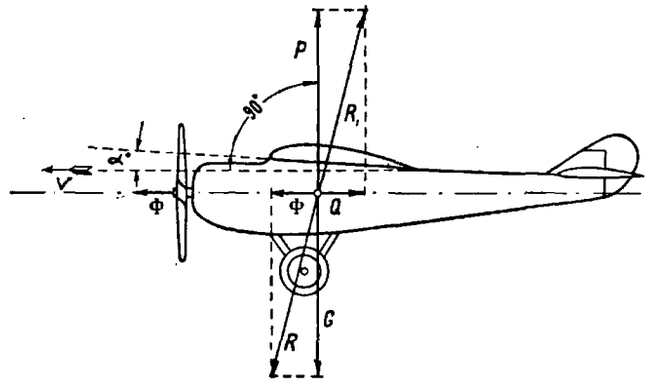
Кроме нахождения сил, действующих на тела, помещенные в поток, аэродинамическ. исследования касаются также нахождения распределения давления около этих тел, определения скоростей в потоке, т. е. нахождения т. н. скоростного поля, и т. п. Эти исследования производятся как в аэродинамич. трубах с моделями, так и с действительными объектами в натуральную величину. Примером последнего может служить нахождение распределения давления по крыльям летящего аэроплана, которое находится путем дренирования крыльев аэроплана и записью соответствующими манометрами, число которых иногда доходит до нескольких сот. Отдельно стоят аэродинамические исследования аэропланов в неустановившемся движении. Эти исследования ведутся гл. обр. с аэропланами в натуре и заключаются в нахождении помощью соответствующих приборов моментов и сил, действующих в этом случае на летящий аэроплан (см. *Динамика полета*).

Экспериментальная А. применяется во многих отраслях техники, но наибольшее применение она получила в авиации — в теории аэроплана. В аэроплане часть элементов имеет лобовое сопротивление и подъемную силу, а часть — только лобовое сопротивление. Т. о. если к лобовому сопротивлению крыльев прибавить лобовое сопротивление других частей аэроплана, то мы получим полное лобовое сопротивление аэроплана. Обычно подъемной силой других частей, кроме крыльев, пренебрегают; т. о. можно получить характеристику уже всего аэроплана, если к характеристике крыльев прибавить это полное лобовое сопротивление ($C_\alpha = C_x + C'_x$). Если предполагать также, что от угла атаки это добавочное лобовое сопротивление не зависит, то поляру Лилиенталя для всего самолета мы получим, отодвинув всю кривую ‖ оси ординат на эту добавочную величину (фиг. 15). Отношение $\frac{C_y}{C_\alpha}$ будет качеством всего аэроплана; его можно найти, проведя лучи из начала к соответств. углам на поляре (при одинаковых масштабах осей координат). Максимальное качество равно tg угла наклона касательной, проведенной из начала координат (обычно это качество изменяется для различных аэропланов в пределах от 6 до 12).



Фиг. 15. Поляра Лилиенталя всего самолета.

На аэроплан в равномерном установившемся горизонтальном полете (фиг. 16) действуют силы: 1) вес аэроплана G, 2) подъемная сила аэроплана P, 3) лобовое сопротивление Q и 4) сила тяги винта Φ. При указанных условиях полета равнодействующая всех сил и момент относительно центра тяжести аэроплана д. б. равны



Фиг. 16. Схема усилий в горизонтальном полете аэроплана.

нулю. Б. ч. при аэродинамич. расчете моменты сил, вследствие их небольшой величины, не принимаются во внимание (т. к. предполагается, что летчик рулями устанавливает равновесие аэроплана), а рассматривают только равнодействующую сил. Т. о. надо, чтобы сила тяги была равна лобовому сопротивлению, а сила тяжести — подъем. силе; это приводит нас к условию:

$$\Phi = C_\alpha \rho S v^2 \qquad (9)$$

и

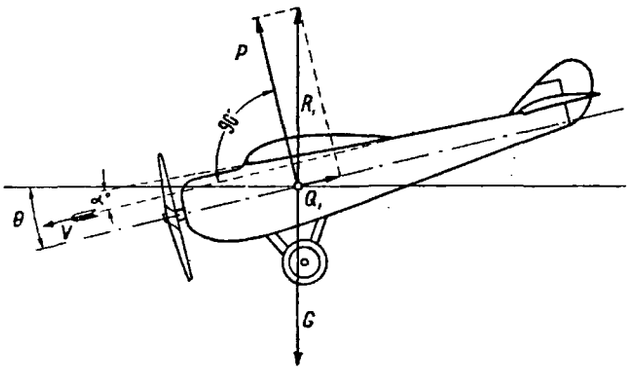
$$P = G = C_y \rho S v^2. \qquad (10)$$

Эти формулы являются основными формулами аэродинамического расчета самолета. Мощность в HP, потребляемая аэропланом при горизонтальном полете на различных углах атаки, выразится:

$$N = \frac{\Phi v}{75} = \frac{1}{75} C_\alpha \rho S v^3. \qquad (11)$$

Вместе с предыдущим равенством (9) мы получаем тяги и мощности, потребные для горизонтального полета аэроплана. Можно, т. о., составить кривые тяги и мощностей в зависимости от скорости полета для данного аэроплана, т. е. аэроплана данного веса, аэродинамически определяемого соответствующей ему характеристикой, по формулам (9) и (11), принимая во внимание равенство (10), к-рое обусловливает горизонтальность полета. Такие кривые называются кривыми Пэно. Т. к. с высотой плотность воздуха меняется, то, изменяя ρ соответствующим образом (см. *Атмосфера стандартная*), или просто изменяя масштаб скорости, можно найти кривые Пэно и для разных высот. Кривые Пэно имеют минимумы как тяги, так и мощности. Угол атаки, при котором тратится наименьшая тяга для самолета при горизонтальном полете, называется наивыгоднейшим углом атаки, угол же, при к-ром тратится наименьшая мощность — экономическим углом атаки. Экономический угол атаки всегда больше наивыгоднейшего, поэтому и скорость, соответствующая наивыгоднейшему углу, больше экономической скорости. Движение аэроплана по наклонным к горизонту траекториям без

тяги винта, т. е. под влиянием составляющей силы тяжести, называется планированием. На фиг. 17 дано распределение сил при планировании под углом Θ к горизонту; как видим, угол планирования равен углу между полной силой сопротивления и подъемной силой, т. е. tg его равен



Фиг. 17. Схема усилий в планирующем аэроплане.

обратному качеству самолета, или он равен углу, составленному с осью ординат прямой, проведенной из начала к соответствующему углу атаки на поляре Лилиенталя для всего аэроплана. Минимальным углом планирования будет, следовательно, угол, составленный с осью ординат касательной, проведенной из начала к поляре Лилиенталя. Скорость планирования определяется из формулы:

$$v = \sqrt{\frac{G}{S}\frac{1}{C_\alpha \varrho}}, \qquad (12)$$

где C_α находится из поляры для соответствующего угла планирования. При планировании под углом около 90°, когда подъемная сила крыльев равна нулю и все сопротивление сводится к лобовому сопротивлению, имеется случай установившегося пикирования. В данном случае $R_\alpha = G$, и скорость пикирования находится из уравнения $G = C_\alpha \varrho S v^2$, где C_α соответствует значению $C_y = 0$.

Основной прибор всякой аэродинамич. лаборатории—аэродинамич. труба—строится на основании соответствующих опытов и выводов экспериментальной А., к-рая дает необходимые для расчета коэффициенты, как качество трубы, коэффициенты трения воздуха о стенки и, следовательно, падение напора вдоль трубы и т. п. Аэродинамическая труба в основной своей части представляет цилиндрический канал, в котором помощью вентилятора создается поток воздуха значительной скорости (обычно 30—50 *м/ск*). Поместив в этот поток какое-либо тело (модель самолета, крыла и т. п.), можно наблюдать как течение воздуха (съемка спектра), так и те силы, к-рые текущий воздух вызывает на теле. Поток в такой трубе, для получения точных и однородных результатов, д. б. постоянен по времени и иметь в различных точках сечения одну и ту же скорость. Для получения такого потока перед цилиндрической частью трубы помещается плавно сходящийся насадок, «коллектор», в который вставлена направляющая решетка. Поверхность стенок трубы делается возможно более гладкой, и помещение, в котором находится труба, строится с гладкими стенами, без ниш, выступов и т. п., благодаря чему получается минимальная, возможная в данных условиях, неравномерность потока, доходящая в хороших трубах по сечению лишь до 1—2%, а по времени до 0,5—1,5%. При конструировании труб вопрос об их экономичности имеет большое значение, и в настоящее время, когда мощность моторов на трубах превосходит 200 HP, экономия в мощности является существенно важной. Все потери д. б. уменьшены. Коллектор, устраняя сжатие струи при входе, уменьшает потери, связанные с этим сжатием. Далее идут потери на трение в рабочей части, после чего воздух с полной рабочей скоростью выбрасывается из трубы и происходит явление удара, на к-рое тратится полностью вся живая сила. Эта потеря, весьма значительная, уменьшается во много раз применением расширяющегося канала — диффузора, к-рый с небольшими потерями обращает кинетическую энергию струи в потенциальную. Сумма всех потерь энергии д. б. пополняема двигателем, передающим свою энергию потоку посредством вентилятора с некоторым кпд $\eta_{вент.}$ Приравняв секундную энергию, отдаваемую вентилятором, энергии потерь и выразив последнюю в долях живой силы секундной массы воздуха в рабочем сечении, получим:

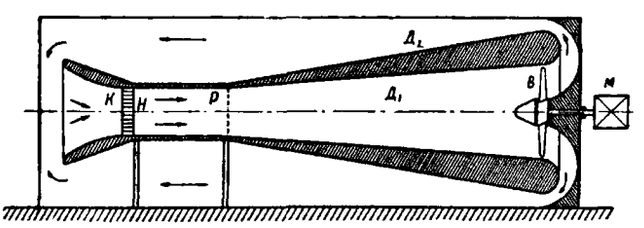
$$\sum \xi \frac{m v^2}{2} = N \eta_{вент.},$$

где ξ — коэфф. потерь на различных участках трубы, а N — мощность мотора в *кгм*.

$$N = \frac{\frac{m v^2}{2}}{\frac{\eta_{вент.}}{\sum \xi}}.$$

Величина $\frac{\eta_{вент.}}{\sum \xi} = \chi_{тр.}$ называется качеством трубы. Принимая массовую плотность воздуха $\varrho = \frac{1}{8}$, получаем: $\chi_{тр.} = \frac{F v^3}{1\,200\,N}$, где F — площадь рабочего сечения в $м^2$, а N — мощность мотора в HP.

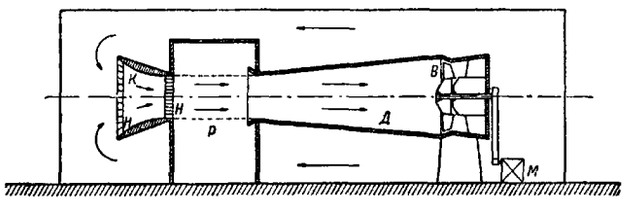
А. т. можно разделить на 3 типа. Тип I (фиг. 18)—незамкнутая А.т., открытая с концов, с замкнутым потоком. Воздух засасывается из помещения, пройдя сквозь к-рое



Фиг. 18. Открытая труба (СССР—Англия): *К*—коллектор, *Р*—рабочая часть, $Д_1$, $Д_2$—диффузор, *В*—вентилятор, *М*—мотор, *Н*—направляющая решетка.

выбрасывается и по помещению возвращается обратно. Поток в рабочей части отделен от внешнего пространства стенками. Этот тип применяется в СССР и в Англии. Тип II (фиг. 19)—незамкнутая А.т. со свободным потоком. Стенки рабочей части раздвинуты и образуют герметическую камеру (камера Эйфеля), к-рую и пронизывает поток.

Тип этот распространен во Франции. Тип III (фиг. 20)—замкнутая труба со свободным потоком. Выходное отверстие связано со всасывающим герметическим обратным каналом. Поток в рабочей части открыт и сообщается с окружающим помещением.

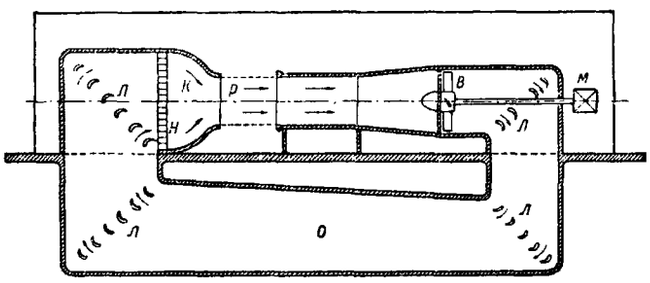


Фиг. 19. Труба Эйфеля (Франция): *К*—коллектор, *Р*—рабочая камера, *Д*—диффузор, *В*—вентилятор, *М*—мотор, *Н*—направляющая решетка.

Давление в потоке атмосферное. Тип этой трубы применяется в Германии (труба Прандтля).

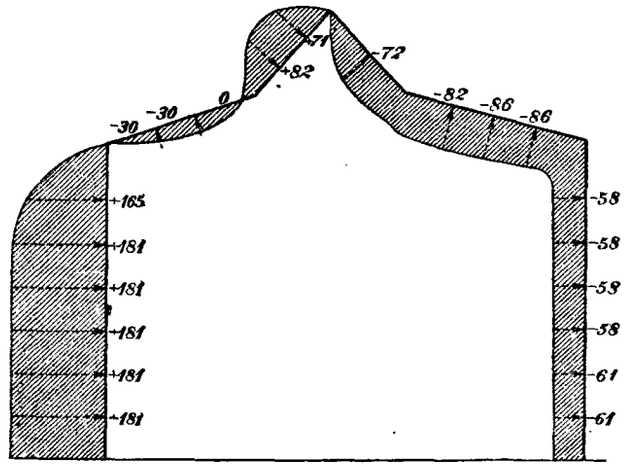
Измерение скорости потока в аэродинамической трубе, а равным образом и на аэроплане, производится, кроме тарированных анемометрических приборов-вертушек, также и манометрическим способом, путем измерения скоростного напора в потоке помощью разного вида насадок, обычно присоединяемых к различным манометрам.

Исследование аэродинамич. труб и применяемых в них лопастных вентиляторов дает возможность до нек-рой степени применять эти выводы и к таким промышленным сооружениям, как вентиляционные каналы и коридоры в сушильнях, вентиляциях большого расхода и т. п. Старые



Фиг. 20. Замкнутая труба Прандтля (Германия): *К*—коллектор, *Р*—рабочая часть (открытая), *В*—вентилятор, *Л*—направляющие лопатки, *О*—обратный канал, *М*—мотор, *Н*—направляющая решетка.

нормы давления на крышу здания от ветровой нагрузки давали эти давления положительными, т. е. давящими на крышу сверху; однако опыты, произведенные в аэродинамич. лабораториях, показали, что на крышу здания действует гл. обр. присасывающий эффект (фиг. 21); поэтому во многих случаях нормы эти имели преувеличенное значение, а следовательно, вели к перетяжелению конструкции и удорожанию, давая вместе с тем ослабление крыши на отрывание.—Аэродинамич. исследования охватывают также и определение давления ветра на другие гражданские сооружения, как, напр., мосты, мачты, дымовые трубы и т. п. Вопросы, касающиеся защитных от снега ж.-д. щитов—их установки, относительной высоты и расстояния от полотна, изучаются помощью аэродинамических спектров моделей таких устройств. Быстрое развитие и прогресс транспорта, заключающийся в увеличивающихся скоростях передвижения, приводят к необходимости учитывать сопротивление воздуха, которое с увеличением скорости получает преобладающее значение. Поэтому и приборам транспорта приходится придавать в некоторых случаях, для уменьшения



Фиг. 21. Схема давления ветра на здания.

сопротивления, аэродинамич. формы. Изучению подвергаются также кузова автомобилей, составы поездов и быстроходные корабли. В заключение необходимо упомянуть об аэродинамич. исследованиях *ветряных двигателей* (см.). Таким исследованиям подвергаются профиля, применяемые в лопастных ветряках, модели ветряков и т. д.

Лит.: Жуковский Н. Е., Теоретические основы воздухоплавания, изд. 2, М., 1925; Саткевич А. А., Аэродинамика как теоретическая основа авиации, изд. Студ. б-ки Ин-та инж. пут. сообщ., П., 1923; Голубев В. В., Теория крыла аэроплана в плоскопараллельном потоке, Труды ЦАГИ, вып. 29, М., 1927; Аппель П., Руководство теоретической (рациональной) механики, т. 1—3, пер. с франц., М., 1911; Pröll Art., Flugtechnik.—Grundlagen des Kunstfluges, München, 1919; Drysdale C., Mecanical Properties of Fluids, N. Y., 1923; Fuchs R. u. Hopf L., Aerodynamik, Handbuch d. Flugzeugkunde, Berlin, 1922; Lamb H., Hydrodynamics, Cambridge, 1924; Glauert H., The Elements of Aerofoil a. Airscrew Theory, Cambridge, 1926; Bairstow L., Applied Aerodynamics, L., 1920.

В. Александров.

Месторождения. АСФАЛЬТ, АСБЕСТ, АЛМАЗЫ и А

- Алмаз (карбонат)
- Корунд
- Наждак
- Карборунд, алунд и др. (производство)
- Асбест.
- Асфальт натуральный
- „ битуминозный
- „ нефтяной

Абразионные материалы.

Крупные значки указывают на мировое месторожд. Малые—на государств.

Меридианы от Г

Города с колич. жителей:
- свыше 1 милл. жит.
- от 500 т. до 1 м. ж.
- меньше 500 т. ж.

Гравировал А. Черкасов

АВТОТРАНСПОРТ

Число жителей на 1 автомоб. в 1927 г.
- около 5 челов.
- от 10 до 20 челов.
- от 20 до 40 „
- от 40 до 100 „
- от 200 до 300 „
- свыше 300 челов.
- свыше 20.000 чел.

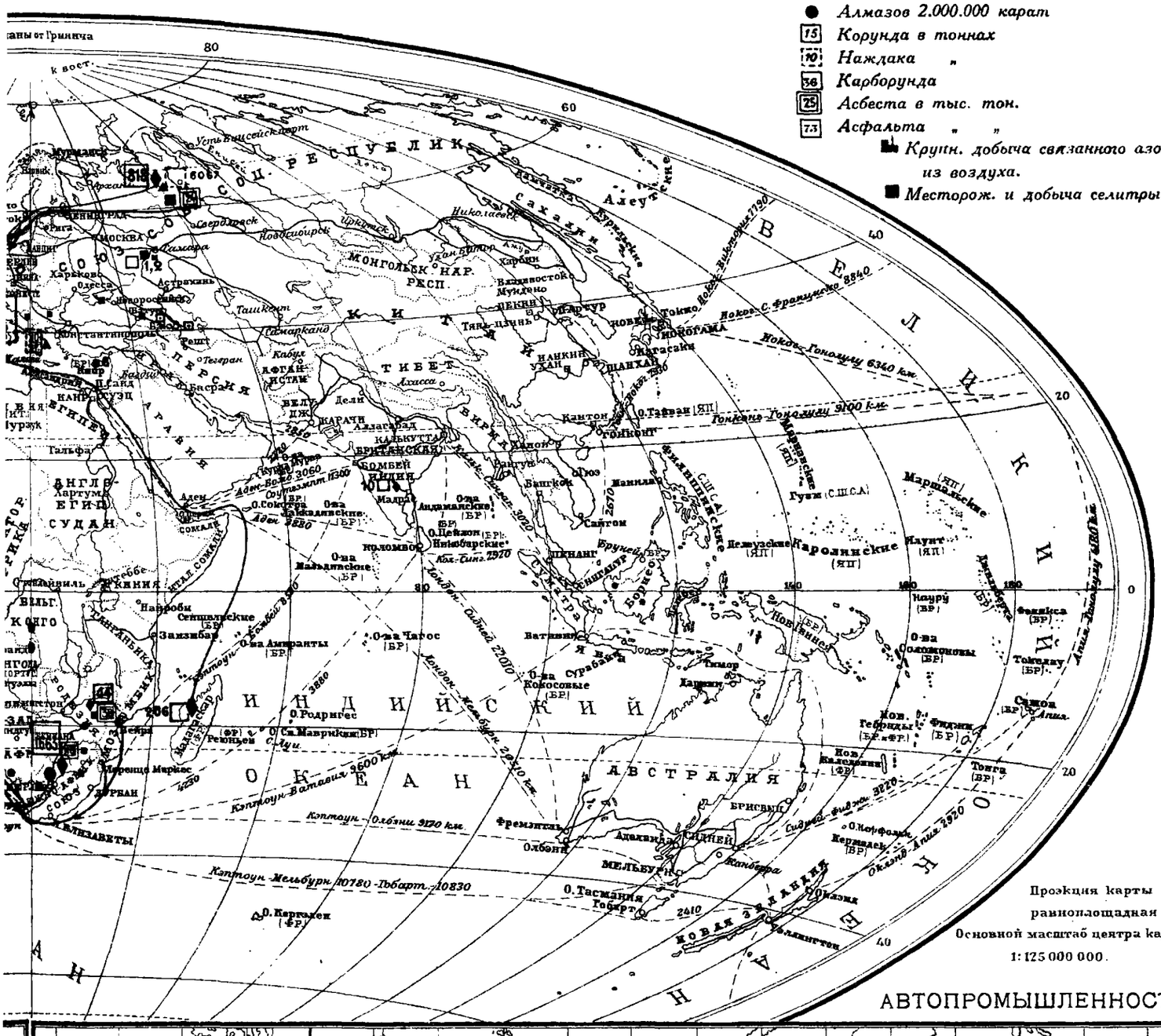
Цифры обозначают число автомобил. по стран. в 1927 г. в тыс.

Т. Э. Проф. М. Силищенский. Награвировано Картоизд

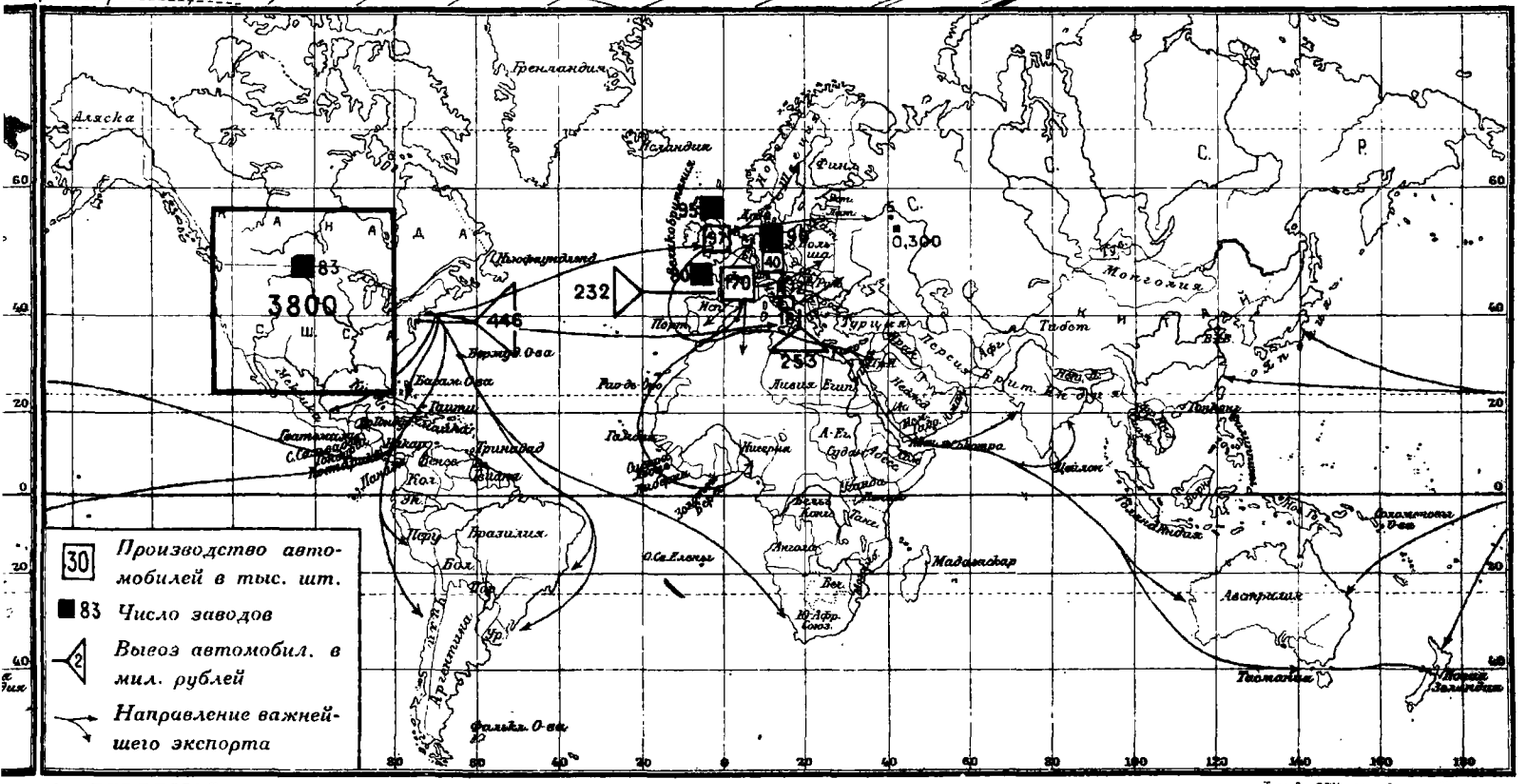
и АБРАЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

Добыча по странам.

- ● *Алмазов 2.000.000 карат*
- 15 *Корунда в тоннах*
- 10 *Наждака „*
- 36 *Карборунда*
- 25 *Асбеста в тыс. тон.*
- 75 *Асфальта „ „*
- *Крупн. добыча связанного азота из воздуха.*
- *Месторож. и добыча селитры.*



АВТОПРОМЫШЛЕННОСТЬ



Картоиздат НКВД РСФСР

Типо-Лит. 8 ТУим. тов. Дунаева Москва

АСБЕСТ, АСФАЛЬТ, АЛЕБАСТР и АБРАЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.



Асбест | **Асбошиферн** } зав.
Асботекстильн. }
Асфальтовый камень
Асфальт нефтяной
Корунд
Наждак
Алебастр, гипс
Точильный камень
Жерновой "
Тальк

Месторождения асбеста

1. по р. Мойве
2. по р. Анчук
3. по р. Сосьве
4. Красноуральск.
5. Вознесенское
6. Алапаевское и
7. Курмановское
8. Баженовское
9. Асбест. гора
10. Саманная гор.
11. Миасское
12. Верхнеуральские
13. Верхнеуральские
14. Верхнеуральские
15. г. Ирендык
16. по р. У.-Зелаир
17. у дер. Песянчиной

Месторождения корунда

1. Ильменск. горы
2. Кизылташское
3. Теченское
4. Борзовское
5. Теченское (нажд.)

Месторождения асфальта

1. Чистопольское (гудрон. песчан.)
2. Тетюшское (битумин. известн.)
3. Бахиловский з. (гудрон. песчан.)
4. Первомайск. з. (асфальт. кам.)
5. Батракский з. (асфальт. кам.)
6. Керченское и Керченский зав.
7. у г. Гагры
8. у ст. Нотанеби
9. у ст. Гудермес
10. Апшеронское
11. Стерлитамак.

Месторождения алебастра и гипса и заводы

1. Артемовское
2. Крематорское
3. Ашанск. завод

Т. Э. Проф. М. Силищенский.

Масштаб 1:20 000 000

200 100 0 200 400 600 клм.

Типо-Лит ВТУ им. тов. Дунаева Москва

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К I ТОМУ Т. Э.*

Аберрационная постоянная 18.
Абсолютная шкала 29.
Абсолютные единицы 25.
Абсолютный нуль 29.
Авиаматка 35.
Авиамоторная лаборатория 41.
Авиамоторные заводы 40.
Авогадро закон 795.
Авогадро число 795.
Авральные работы 86.
Австралийская камедь 350, 351.
Автовагоны 256.
Автогетеродин 106.
Автодрезина 255.
Автоканвас 111.
Автокорд 111.
Автоматический пистолет 158.
Автопнев 111.
Автосани 211.
Автостоп 264.
Автотред 111.
Автохтонная теория 271.
Агалаховое дерево 471.
Агатовое стекло 282.
Агломерирование 282.
Аденин 443, 449.
Адиабатическое расширение 296.
Адиабатическое сжатие 296.
Адмиралтейский никель 299.
Адос (газоанализатор) 573.
Адреналин 442, 444.
Адрианопольский красный 435.
Адсорбент 300.
Адсорбционное равновесие 301.
Адсорбционные формулы 301.
Азарон 303.
Азимуты магнитные 304.
Азимуты условные 304.
Азороза 314.
Азот свободный 317.
Азот связанный 317.
Азотистая кислота 327.
Азотистый ангидрид 326.
Азотистый натрий 329.
Азотноватистая кислота 327.
Азотноуксуснокисл. алюмин. 515.
Азотный ангидрид 328.
Айлантовый шелкопряд 348.
Акажу-камедь 349.
Акажу-масло 349.
Аккомет 400.
Аккумобили 398.
Аккумулятор Рутса 358.
Аккумуляторная кислота 385.
Аккумуляторные баки 391.
Аккумуляторн. электровозы 398.
Акоины 405.
Акридиновый желтый 406.
Акридон 405.
Акриловый альдегид 406.
Акселератор 168.
Акселерометр 185.
Аксонометрич. проекция 411.
Активация 414.
Активирование кислорода 259.
Актинолит 731.
Аланин 531.
Алейронат 474.
Ализарин-бордо 434.
Ализарин-виридин 437.
Ализарин-иризоль 437.
Ализарин оранжевый 433.
Ализарин-сафироль 437.
Ализарин-хинолин 433.
Ализариновый желтый 437.
Ализариновый зеленый 437.
Ализариновый коричневый 654.
Ализариновый синий 433.
Ализариновый фиолетовый 437.
Алинеометр 438.
Алифатические амины 532.
Алкалиметрия 589.
Алкалоидные реакции 440.
Алкогольные факторы 803.
Аллантоин 448.
Аллилен 464.
Аллохтонные глины 271.
Аллохтонные угли 271.
Аллохтонный торф 272.
Аллювиальные отложения 466.
Алмазный желтый 313.
Алоксит 22.
Альбуминный хлеб 474.
Альдегидоспирты 482.
Альдольная конденсация 482.
Алькании 482.
Алудур (сплав) 493.
Альпакс (сплав) 491.
Альфа-бумага 486.
Альфериум 497.
Алюминат натрия 516.
Алюминатный щелок 502.
Алюминаты 510.
Алюминит 495.
Амбра серая 522.
Амбраин 522.
Амбранол 522.
Амбретол-мускус 523.
Амброид 521.
Американская сцепка 114.
Американский копал 478.
Амидная связь 526.
Амидо-группа 530.
Амилаза 528.
Амилацетат 528, 529.
Амилбутират 529.
Амиленгидрат 526.
Амилоазотистый эфир 526.
Амилобиоза 528,
Амиловый спирт 527.
Амилоизовалериановый эфир 529.
Амиломасляный эфир 529.
Амилотриоза 529.
Аминоянтарная кислота 531.
Аммоний молибденовокислый 555.
Аммоний роданистый 555.
Аммоний сернистый 555.
Аммоний углекислый 554.
Аммоний хлористый 553.
Аммонийная селитра 553.
Амортизаторы 175.
Аморфное состояние вещества 283.
Амофосы 344.
Анакардовая кислота 348.
Анализ органич. соединений 595.
Анализ физиолог. веществ 595.
Аналлатическая точка 633.
Анальгезин 648.
Анальцит 519.
Ангиковое дерево 351.
Ангобирование 610.
Андезито-дациты 613.
Анемометр Робинсона 615.
Анизотропные тела 620.
Анилиновая вода 625
Анилин черный 475.
Анодинин 648.
Анталогический полюс 600.
Антенный канатик 638.
Антиокислители 647.
Антисептики 649.
Антофиллит 731.
Антрагидрохинон 655.
Антрапурпурин 430.
Антраценовый желтый 313.
Антраценовый коричневый 654.
Апоморфин 448, 453.
Аппретоломная машина 668.
Аппреты 665.
Арабин 682.
Аравийская камедь 350.
Аргентал 684.
Аргенталь 498.
Аргилит 497.
Аргинин 531.
Аргирофан 685.
Арекаидин 443, 445.
Ареколин 442, 445.
Арканзас 22.
Арки простые со сплошной стенкой 695.
Арккосинус 713.
Арккотангенс 713.
Арктангенс 713.
Ароматические амины 532.
Арочные фермы 692.
Асан 730.
Асарезинотаннол 730.
Асбестовая вата 732.
Асбестовые ткани 738.
Асбестовый шлам 735.
Асбофарфор 742.
Астрономическая аберрация 18.
Асфальтогеновые кислоты 762.
Атоксил 720.
Атом 794.
Атомная масса 795.
Атомно-водородная сварка 105.
Атомное число 799.
Атомный вес 795.
Атомный номер 799.
Ауксохромы 803.
Аутоловый красный 314—315.
Африк. сандальное дерево 612.
Аффинаж 806.
Аффинорное исчисление 806.
Ацеталь 808.
Ацетатовый провод 644.
Ацетиленовые аппараты 99.
Ацетилирование 825.
Ацетилкислотное число 816.
Ацидальбумины 477.
Ацидиметрия 589.
Аэронавигационные приборы 76.

* В указателе перечислены термины, которые встречаются в статьях этого тома; цифры указывают столбец. Каждый том будет снабжен предметным указателем.

Баблаха 350.
Баллинга формула 688.
Баллонные пневматики 275.
Барботин 611.
Бариевая селитра 335.
Бастовка 672.
Безъемкостные аккумуляторы 400.
Белый махагони 348.
Бенгальский клей 281.
Бензидам 621.
Бензидин 315.
Бензиномеры 76.
Бензоилэкгонин 446.
Бензольно-кислородная сварка 104.
Бензо-прочный синий 315.
Бензофлавин 406.
Бергамский мрамор 608.
Берберин 447.
Бесполевошпатовые породы 33.
Бетаин 443.
Бибрихский алый 312.
Бикарбонат аммония 554.
Бисмарк коричневый 312.
Битуминозный бетон 779.
Битумы 772.
Биурет 466.
Блаугазо-кислородная сварка 104.
Бледит 755.
Блестящая смола 772.
Боксит 501.
Болотный газ 570.
Бонбоны 333.
Бора формула 799.
Борт 21, 466.
Бразильский орешник 524.
Брожение 527.
Бромгидрохинон 302.
Бронзовая коричневая 773.
Бруцин 331, 444.
Брызгальные машины 669.
Бурты 331.
Бутиролактон 109.

Валентинера способ 335.
Валяльная глина 516.
Вектор 598.
Вентиль 272.
Вератрин 449.
Верилит (сплав) 498.
Веркблей 32.
Верньеры 427.
Вертикальная антенна 636.
Вертикальные квадранты 310.
Вертушка 245.
Весовой анализ 588.
Взлетная площадка 36.
Взрывчатые вещества 335.
Вильда прибор 616.
Винтомоторная группа 43.
Вискозиметр 760.
Внешняя характеристика мощности 45.
Внутренняя характеристика мощности 45.
Водород 569.
Водородно-кислородн. сварка 104.
Водородный ион 371.
Водяной затвор 100.
Водяной очиститель 100.
Воздухораспределитель 143.
Воздушное охлаждение 44, 53, 54.
Воздушные резонаторы 423.
Воздушный винт 68.
Волновой коэффициент 636.
Волочение проволоки 469.
Ворсовальные машины 672.
Впускные клапаны 60.
Вращательная система 123.
Всасывающий клапан 226.
Втулка винта 65.
Вульфовы склянки 30, 333.
Вуцин 447, 451.
Выпускные клапаны 60.
Высота тона 422.
Высотные двигатели 47.
Высотомер 484.
Выхлопной клапан 216, 226.

Габан 612.
Габера—Боша метод 540.
Габрилло 486.
Газоанализатор автоматический системы Сименса и Гальске 574.
Газовая вода 536.
Галактоза 281.
Гамбаль 612.
Гамма-железо 805.
γ-кислота 531.
Гарантоль (лак) 775.
Гевея 405.
Гедда 350.
Гезире (камедь) 350.
Гексаметилен 438.
Гелиограмма 303.
Гелиограф 303.
Гелоза 281.
Гематинон 755.
Гератол 99.
Героин 448, 453.
Гетеродинный прием 106.
Гетероциклич. соединения 438.
Гиалин 475.
Гиббса формула 301.
Гиббсит 501.
Гиганты (пневматики) 276.
Гигрин 442, 443, 444.
Гидразобензол 315.
Гидраргиллит 501.
Гидрастин 443, 447.
Гидрастинин 448.
Гидрат глинозема 502.
Гидрат закиси азота 327.
Гидрат окиси алюминия 510, 515.
Гидроароматические углеводороды 438.
Гидростатические авиабомбы 33.
Гидросульфид аммония 555.
Гидрофоны 423.
Гидрохинин 447, 451.
Гидрохинон 302.
Гидроцинхонин 447.
Гильсонит 772, 773.
Гиосциамин 445, 454.
Гиосцин 454.
Гипоксантин 442, 449.
Гипсометрическая таблица 484.
Гистазарин 429.
Гистамин 448.
Гликоген 529.
Гликоколь 531.
Глинка 516.
Глинозем 501.
Глютеновая мука 474.
Горденин 444.
Горизонтальные углы 310.
Горная кожа 731.
Горная пробка 731.
Горная смола 759.
Горное мясо (асбест) 731.
Гороховник 351.
Горчичное эфирное масло 464.
Горячее прессование 673.
Грагамит 772.
Градусы Боме 687.
Граммолекула 795.
Гранат 21.
Гремучая ртуть 335.
Гризамбрен 522.
Грифельные сланцы 747.
Грозовой переключатель 640.
Грузошина 279.
Гуанидин 443.
Губчатый свинец 371.
Гудрон 778.
Гуммиарабик 350.
Гуммировка 276.
Гутмана способ 333.
Гюиньетова зелень 475.

Дагор (анастигмат Герца) 601.
Дальномерные термометры 229.
Дальтона закон 31, 795.
Двуокись азота 327.
Двухшарнирные арки 702.
Декалин 439.
Декатировка 672.
Декартовы координаты 598.
Декатировочные машины 673.
Дюлонга и Пти закон 796.
Дельфинидин 653.
Денсиметр Флейшера 687.
Депилятор 805.
Детонация 645.
Диабабуль (диабабулевое дерево) 350.
Диазо яркий алый 314.
Диаминовый зеленый 314.
Диаминовый чисто-синий 314.
Дианиловый желтый 314.
Диаспор 501.
Диатрема 467.
Дигексозан 528.
Дизакрил 407, 408.
Диметиламин 455, 532.
Диметиланилин 456.
Диметилкетон 817.
Диметрическая проекция 412.
Динамические свойства автомобиля 186.
Диоксистеариновая кислота 437.
Дионин 448, 453.
Дирициновая кислота 437.
Дисазокрасители 313.
Дисковые шарниры 171.
Дитеребентил 19.
Дифеназин 310.
Дифференциал 172, 185.
Диэтиламидобензиламин 312.
Диэтиламин 455.
Диэтиланилин 456.
Дрезина 255.
Дроссельная заслонка 234.
Дужка крыла 840.
Дуктилометр 760.
Дуралюминий 193, 225.
Дымящая азотная к-та 330, 333.

Едкий аммоний 533.

Желтый акароидный лак 350.
Жердели 24.
«Жесткость» среды 422.
Жидкий азот 316.
Жиклер 234.
Жирные амины 532.
Жуковского теорема 836.

Зажигание 72, 230, 238.
Зазор 223.
Закись азота 326, 569.
Замбези черный 314.
Замкнутые антенны 643, 644.
Занзибарский эбен 352.
Зарядка аккумуляторов 371.
Затвор 148.
Зацепление 195.
Звездообразные моторы 54.
Земляной шеллак 349.
Зенитная стрельба 161.
Золотниковое распределение 220.
Зона катаморфизма 600.
Зрельник 546.
Зрительная сигнализация 304.
Зубчатая передача 257.

Изложницы 273.
Изоамиламин 443.
Изоамилен 526.
Изоамиловый спирт 527.
Изогоны 286.
Изол 741.
Изолихенин 528.
Изометрическая проекция 412.
Изотропные тела 620.
Изэнтропический процесс 295.
Имид фталевой кислоты 526.
Импсонит 776.
Индиана 22.
Индикаторное давление 214.
Индикаторы 589.
Индулины 311.
Инозит 439.
Инсектициды 805.
Иодометрия 590.
Ионы 797.
Иохимбин 449.
Искатели 120.
Испанская трава 485.

Кавальерная перспектива 412.
Казале метод 541.
Каламбак 471.
Каландрение 670.
Каландры 670.
Калиевые квасцы 512.
Калихе 332.
Камера 272, 273.
Камера сгорания 237.
Каналовые лучи 635.
Кантилеверные рессоры 174.
Каолин 516.
Кап-алоэ 471.
Капельный анализ 590.
Капский асбест 731.
Карбены 762.
Карбоиды 762.
Карбоксилмочевина 466.
Карбонадо 21, 466.
Карбонат 21.

Карбонат аммония 554.
Карбонизация 675.
Карборунд 22.
Карбюратор 233.
Карбюратор «Зенит» 238.
Карбюрация 71.
Карданный вал 169.
Кардофан 350.
Карнеолоникс 281.
Картер 67.
Кассова 720.
Кастилоа 405.
Катализатор 109, 284.
Каталитическое действие 414.
Катание 671.
Катапульта 36.
Катеху 351.
Катки гидравлические 671.
Катки ящичные 671.
Качественный анализ 585.
Качественный анализ красителей 578.
Квант энергии 798.
Квасцовый камень 472.
Квасцы 513.
Кекуле формула 718.
Кератин 475.
Кетонное расщепление 823.
Кетоноспирты 482.
Кианоль 621.
Кимберлит 468.
Кислород 569.
Кислородные батареи 95.
Кислородные блоки 95.
Кислотное расщепление 823—824.
Кислотные азокрасители 312.
Кислый углекислый аммоний 554.
Клапаны 59.
Клейковина 427.
Клинчер 274.
Клода метод 541.
Кодеин 448, 452.
Кокаин 443, 446, 453.
Колебательный контур 635.
Коленчатый вал 65, 225.
Количественный анализ 588.
Количественный анализ красителей 579.
Коллаген 475.
Коллектор 714.
Коллоидная химия 287.
Колориметрический анализ 596.
Колориметрический анализ красителей 579.
Колористич. исследование 576.
Колотильные машины 676.
Колофен 19.
Колочение 671.
Компенсирующее устройство 66.
Комплексное число 299.
Комптонит 519.
Конгидрины 445.
Конго красный 313.
Конденсатор 203.
Конденсатор Аббе 17.
Конденсационные угли 417.
Кондуктометрический анализ 597.
Кониин 442, 443, 445.
Коницеины 445.
Контактные щетки 120.
Контроллер 168.
Координаты 598.
Кораллин 805.
Корд 180.
Корибульбин 447.
Коридалин 447.
Корнваллийские котлы 608.
Коробка передач 165, 185.
Коробка скоростей 165, 185.
Корунд 21, 471.
Костра 332.
Котарнин 448.
Кофеин 443, 449.
Коэффициент связи 270.
Коэффициент трения 191.
Крабб-машины 678.
Красный акароидный лак 349.
Крахмаление 666.
Крахмальные плюсовки 667.
Кремовое дерево 352.
Кривые Пэно 848.
Криолит 511.
Кристаллохимический анализ 597.
Критический угол 841.
Кровельные аспидные сланцы 747.
Кровяной альбумин 477.
Крокидолит 731.
Крокус 23.
Крон желтый 475.
Крон оранжевый 475.
Кроссбредная шерсть 610.
Кроцеиновый алый 312.
Кроцеиновый яркий 312.
Ксантин 442, 449.
Ксантопурпурин 428.
Ксанторезинотаннол 349.
Ксилидин 314.
Кулирный станок 609.
Кульминация 307.
Кумби 483.
Купреин 451.
Курарин 449.
Куруга 24.
Кэб-сигналы 264.
Ланкаширские котлы 608.
Лауданин 442.
Лауталь (сплав) 493.
Ледяная роза 314.
Ледяные азокрасители 314.
Лжеакация 350.
Либоллит 473.
Лизароль 437.
Лизин 531.
Лимб 427.
Линда прибор 617.
Линит (сплав) 497.
Литоловый красный 315.
Литровая мощность 186, 219.
Лицендрат 644.
Лишайный крахмал 528.
Лобовая площадь сопротивл. 190.
Ложный конский волос 485.
Лошмидта число 795.
Лучистый камень 731.
Люизит 721.
Люстрирование 681.
Люфт 180.
Лягушечья перспектива 412.
Магма 284.
Магналий (сплав) 490.
Магналит (сплав) 498.
Магнето Бош 230.
Магнитометрический анализ 597.
Мальтены 762.
Малюминий (сплав) 497.
Маниока 720.
Мартенсит 805.
Масляный насос 70, 218.
Массивные автошины 279.
Матрицы 386.
Медицинские угли 418.
Медная лазурь 347.
Мезтин 519.
Мексиканский копал 478.
Мелинит 335.
Мельница Ренара 245.
Мериносовая шерсть 610.
Мессинское масло 294.
Металлическое армирование 42.
Металлографический анализ 597.
Метальдегид 809.
Метаниловый желтый 312.
Метил 458.
Метилаль 808.
Метиламин 442, 443, 455, 532.
Метиланилин 456.
Метиленфенилгликол. эфир 808.
Метиловый фиолетовый 456.
Метод сравнительн. выкрасок 579.
Микроминералогич. анализ 597.
Микрохимический анализ 596.
Миллиамперметр 563.
Минерализатор 284.
Мирозин 465.
Многократная антенна 641.
Могер 612.
Молекулы 794.
Молибденовые проволоки 469.
Молочнокислый алюминий 515.
Монотропные модификации 465.
Монтаниум (сплав) 497.
Моральный износ 556.
Морская латунь 348.
Морфин 443, 448, 452.
Мотовоз 256.
Мотометр Бойса 229.
Моторный плуг 260.
Мощность мотора 258.
Мультипликатор Бурдона 617.
Муравьинокислый алюминий 515.
Мускарин 441, 443.
Нагнетание масла 70.
Нагнетатели 73.
Надульник 153.
Наждак 21.
Наждачно-бастовальные машины 672.
Наполнители 279, 391, 816.
Нардек 684.
Наркотин 443, 447, 452.
Нарцеин 443, 444, 452.
Натриевые квасцы 512.
Натровое стекло 33.
Нафтаминовый прочный алый 314.
Нафтены 438.
Нафтиламингранат 314.
Нафтол 314, 434.
Нашатырный спирт 533.
Нашатырь 553.
Непрерывные системы 265.
Неслышимые звуки 423.
Нигрит 473.
Нигрозины 311.
Никотеин 445.
Никотеллин 445.
Никотин 442, 443, 445.
Никотиновая кислота 445.
Нирберберин 442.
Нитрид алюминия 512.
Нитробензол 315, 335.
Нитроглицерин 335.
Нитрозамин 456.
Нитрозилсерная кислота 328.
Нитроклетчатка 335.
Нитрон 331.
Нитротолуол 335.
Новакулит 692.
Новодиамантин 22.
Новый фосфин 312.
Номерной диск 120.
Норвежская селитра 345.
Нортоновский колодец 20.
Нулевая линия 841.
Нэви (сплав) 497.
Обепин 630.
Обертоны 423.
Обесцвечивающие угли 418.
Обратная связь 106.
Обри прибор 35.
Объемный анализ 589.
Ограничитель 268.
Озон 569.
Окись азота 326, 570.
Окись алюминия 510.
Окись аммония 546, 547.
Окись углерода 570.
Оксантранол 655.
Оксидированные катоды 413.
Олеум 431.
Олефины 439.
Оливковая коричневая 773.
Оникс 281.
Оптические антиподы 745.
Оптохин 451.
Ордината 598.
Орлиное дерево 471.
Орса аппарат 568.
Ортоклаз 284.
Ослера прибор 616.
Основные азокрасители 312.
Отдача аккумулятора 380.
Отправительные антенны 635.
Отражение звука 424.
Охлаждение клапанов 60.
Охлаждение мотора 54, 227.
Панельная система 123.
Панорама Герца 727.
Пантопон 448, 453.
Папаверин 443, 447, 452.
Пара-желтый 314.
Пара-красный 434.
Пара-нитроанилин. красный 314.
Пара-фиолетовый 314.
Пара-черный 314.
Параган 805.
Паразиты (в радиотехнике) 791.
Паральдегид 809.
Парапланат Герца 662.
Парафины 439.
Паровые автомобили 203.
Партиниум (сплав) 498.
Пассивные силы 420.
Пастилаж 611.
Пастировка 388.
Пастовая смесь 388.

Пеларгонин 653.
Пельтьерин 443.
Пемза 22.
Пентаметилен 438.
Пентасульфид аммония 555.
Пераутан 805.
Перекиси 259.
Перекиси аммония 547.
Петролены 762.
Пигментные азокрасители 314.
Пигментный красный 315.
Пилокарпин 443, 448.
Пилотажные приборы 76.
Пинакон 818.
Пиперин 443, 445.
Пиразолин 648.
Пирролидин 443, 444.
Пистолеты-пулеметы 159.
Планирование 849.
Планисфера 757.
Пневматики 273.
Пневматическая шина 272, 274.
Пневматические бочки 753.
Побел 610.
Подваливание 678.
Подводный звуковой маяк 423.
Подземная антенна 643.
Покрышка 273.
Полевой шпат 23.
Полетный вес мотора 43.
Полиазокрасители 313.
Поливка 611.
Полиметилен углеводороды 438.
Полубаллонные пневматики 275.
Полумассивные автошины 278.
Полуоси 173.
Полупневматики 278.
Поля ассенизации 753.
Поляра Лилиенталя 843.
Поляриметрия 597.
Полярные координаты 598.
Помады 661.
Поплавковая камера 234.
Поршневые кольца 62, 223.
Поршневые пальцы 64, 223.
Поршни 61, 223.
Посадочная площадка 36.
Посадочная скорость 84.
Предыскатель 122.
Прерыватель 232.
Прерывные системы 265.
Приемные антенны 642.
Принудительная смазка 69.
Припой Поллака 392.
Прицельный прибор 35.
Пробег 85.
Проборка 584.
Проводимость электролита 378.
Продувочные асфальты 767.
Продувочные окна 237.
Промывные машины 675.
Протекторная резина 277.
Противовес 44, 65, 635.
Противогазовые угли 418.
Противогазы 418.
Протоалкалоиды 441.
Протон 797.
Прочный желтый 312.
Прочный красный 312.
Проявительные красители 314.
Псевдопурпурин 428.
Пуассона уравнение 295.
Пуговичная аппретоломная машина 668.
Пулемет Гочкиса 156.
Пулемет Кольта 157.
Пулемет Льюиса 155.
Пулемет Максима 152.
Пулемет Шварцлозе 150.
Пулеметы ручные 160.
Пулеметы станковые 160.
Пурпурин 430.
Пурпурное дерево 520.
Путресцин 443.

Рабочая смесь 47, 233.
Рабочие такты 213.
Рабочий цикл мотора 213.
Радиус-вектор 599.
Разбег 85.
Разрядка аккумуляторов 371.
Райское дерево 471.
Ракля 668.
Рамки (приемные антенны) 634.
Рампа 264.
Ранарекс (газоанализатор) 574.
Раппорт 583.
Распределительные валики 66.
Растр 269, 271.
Рафинирование 806.
Рациональная ось 700.
Ребристая пластина 373.
Реверберация 424.
Регистр 122.
Редуктор 68.
Резак 94.
Резерваж 611.
Резерфорд 800.
Резорцин 312.
Рейнольдса число 845.
Рессоры 170.
Рефрактометрия 596.
Решетчатые пластины 375.
Рицинин 445.
Рицинолевая кислота 437.
Роговообманковый асбест 731.
Роданистый алюминий 515.
Розовая древесина 352.
Роликовые подшипники 64.
Ротативные авиационные двигатели 48.
Рубашки цилиндра 56, 223.
Рубэритриновая кислота 428.
Рудничные лампы 400.

Салипирин 649.
Сальварсан 721.
Самозарядные винтовки 159.
Самопуск 73.
Саморазрядка 380.
Самостил 20.
Самострельные винтовки 159.
Сангвинорин 442.
Сардоникс 281.
Сатиновое дерево 787.
Сафранин 311.
Сахарометр 689.
Сварочная проволока 102.
Сварочные порошки 103.
Сварочный редуктор 97.
Свинцовая болезнь 395.
Свинцовые соединения 384.
Свинцовый азид 304.
Сграффито 611.
Селитряницы 331.
Сенегальская камедь 350.
Сепараторы 392.
Серво-тормоз 187.
Серин 531.
Сернистый газ 570.
Сернокислый алюминий 510, 513.
Серпокислый аммоний 344.
Сернокислый свинец 384.
Сернортутная соль 519.
Сероводород 570.
Серьга и штырь 113.
Сивушное масло 527.
Сизаль 280.
Силикагель 300.
Силикат магния 281.
Силумин (сплав) 492.
Симменталы 354.
Синальбин 443.
Синапин 443.
Синигрин 464.
Скин-эффект 638.
Склерон 495.
Сколецит 519.
Скорость звука 422.
Скрап 521.
Смазка 69.
Смесительная камера 236.
Соланины 449.
Соль лизальбиновой кислоты 476.
Соль протальбиновой кислоты 476.
Солянокислый фенилдифеназоний 310.
Спартеин 442, 443.
Спектральный качественный анализ 590.
Спектроскопический анализ 578.
Спектрофотометрич. метод 579.
Спиртомер 459, 689.
Спирты 463.
Сталебронза 267.
Стандарт азотной кислоты 336.
Стахгидрин 443, 444.
Стационарные аккумуляторы 397.
Стеллерит 473.
Стиптицин 448, 453.
Стирацин 349.
Сток 831.
Стокса задача 828.
Стоячие волны 422.
Страз 469.
Стригальная машина 676.
Стрижка 672.
Стрихнин 444, 454.
Ступенчатый отпуск 143.
Субстантивные красители 302, 313.
Сульфатация 372.
Сульфация 372.
Сульфид аммония 555.
Сульфогидрат аммония 555.
Суррогатные антенны 643.
Суррогаты алмаза 470.
Сурьма 383.
Сурьмянистый свинец 384.
Сухой вес мотора 43.
Сферическая аберрация 19.
Сцепка 113.
Сцепной вес 191.
Сюзень 351.

Тапиока 720.
Тартразин 312.
Тасманит 473.
Тебаин 448, 452.
Телеграфные аккумуляторы 397.
Тембр 423.
Теобромин 449, 451.
Теофиллин 449.
Термит 517.
Термитовое железо 517.
Термический анализ 597.
Термический коэффициент полезного действия 213.
Термостат 229.
Термоэлектрический анализ 597.
Терракотовая коричневая 773.
Тессар 601.
Тетралин 439.
Тетраметилен 438.
Тетраметилпутресцин 443.
Тетраоксиантрахинон 658.
Технический анализ 596.
Тиазоловый желтый 314.
Тимол 348.
Тиозинамин 465.
Тиосульфат аммония 555.
Тирамин 443, 444.
Тирозин 531.
Титр 589.
Титрованный раствор 589.
Тищенко реакция 814.
Токособиратель 264.
Толил 690.
Толуол 233.
Торированные катоды 413.
Тормоз Прони 241.
Тормоза 176, 241, 243.
Торпедные авиабомбы 835.
Торфяные насосы 359.
Трактор-танк 725.
Траллеса спиртомер 459.
Трамплин 603.
Траубе правило 301.
Трепел 22.
Трехрядные моторы 53.
Трехточечная схема 269.
Трехшарнирные арки 695.
Триангуляция 305.
Триацетат 815.
Тригексозан 529.
Тригонеллин 445.
Триметиламин 442, 443, 532.
Триметилен 438.
Триметрическая проекция 412.
Триолеин 436.
Трипафлавин 406.
Тририцин 436.
Трихлорэтилен 813.
Тройной клапан 138, 143.
Тротил 335.
Труксиллины 446.
Турбокомпрессоры 73.

Углекислый газ 570.
Угол атаки крыла 840.
Угол прицеливания 35.
Угол сближения меридианов 304.
Угол склонения 304.
Удельная поверхность 372.
Удельный объем 294.
Уинтаит 772.
Уксуснокислый алюминий 514.
Уксуснокислый алюминий 515.

Уксусный альдегид 808.
Уксусный порошок 818.
Ультрамарин 475.
Упорный шарик. подшипник 67.
Управляемая воздушная мина 35.
Уравнители 180.
Уравновешенность мотора 44.
Урюк 24.

Феназон 648.
Фенантрен 429.
Фенетидин 531.
Фенетидиновый красный 314.
Фенил 690.
Фенилаланин 531.
Фенилэтиламин 444.
Ферулокислоты 730.
Физостигмин 445.
Фильц-каландр 679.
Флавиндулин 311.
Флавопурпурин 430.
Флюгер 617.
Формовка электродов 389.
Фосфорит 661.
Французская грушка 83.
Фрейндлиха формула 301.
Фталевая кислота 429.
Фтористый алюминий 511.
Фугасная авиабомба 33.
Фугасная граната 727.
Фулировка 678.

Халцедон 281.
Халцедоникс 281.
Хальфа 485.
Ханаска 483.
Характеристика дан. крыла 843.
Характеристика опыта 845, 846.
Н-кислота 531.
Химические авиабомбы 33.
Химический осушитель 101.
Химический очиститель 101.
Хинализарин 434.
Хинальдин 810.
Хинидин 447, 451.
Хинизарин 429, 430.
Хинин 446, 451.
Хиницин 447.
Хинная кислота 439.
Хлор 570.
Хлоргидрохинон 302.
Хлористый алюминий 511, 515.
Хлорноватокислый алюминий 515.
Холин 443.
Хотолла 350.
Хризамин 313.
Хризотил 731.
Хроматическая аберрация 19.
Хромировочные красители 657.
Хромовая желтая 475.
Хромоген 310, 804.
Хромофор 804.

Центральные сцепки 119.
Цепная передача 169.
Цепные автомобильные сани 211.
Цианамид кальция 345.
Цианидин 653.
Цианистый аллил 465.
Цикл Дизеля двигателя 237
Циклобутан 438.
Циклобутен 439.
Циклогексан 438.
Циклопарафины 438.
Циклопентадиен 439.
Циклопентан 438.
Циклопентен 439.
Циклопропан 438.
Циклопропен 439.
Цилиндры двигателей 56, 223.
Циннамилкокаин 446.
Цинхонидин 447, 451.
Цинхонин 446, 451.
Цитизин 446.
Цитология 602.

Червячный движитель 212.
Черное дерево 352.
Черный альбумин 478.
Чесание 672.
Чилийская селитра 320, 344.
Число оборотов 217.

Шариковые подшипники 64.
Шатуны 62, 225.
Шведская проволока 102.
Шевиллирование 681.
Ширение 669.
Ширилки 669.
Ширильная машина 679.
Шиферные аспидные сланцы 747.
Шиффовы основания 315.
Шланги 714.
Шмальта 743.
Шоттен—Баумана реакция 825.
Шрапнель 727.
Шток-мотор 260.
Шунтирование амперметра 562.

Щавелевокислый алюминий 515.

Эбуллиометр Салерона 462.
Эвдиометрические трубки 568.
Эволюта астроиды 755.
Эврископ Фохлендера 662.
Эзерин 445.
Эйкодал 453.
Эйкупин 447, 451.
Эйлан 682.
Эйлера парадокс 834.
Эйхгорна ареопикнометр 688.
Эйхинин 447.
Экономический угол атаки 848.
Эластик 279.
Эластин 475.
Элатерит 776.
Электрическая передача 257.
Электродные прокладки 392.
Электроды пастированные 373.
Электроды поверхностные 372.
Электромагнитная передача 168.
Электромагн. система мер 26.
Электрометрический анализ 593.
Электромобили 398.
Электрон 224, 796.
Электростатич. система мер 26.
Электрохимический анализ 590.
Эметин 449.
Эмульсия 237.
Энантиопропные модификации 465.
Энзимология 287.
Эрготамин 449.
Эрготионин 448.
Эрготоксин 449.
Эрика В экстра 314.
Эриохромовый красный 313.
Эриохромовый черный 313.
Эритрозим 428.
Эритрорезинотаннол 349.
Эстампаж 611.
Этаналь 808.
Этвеша правило 754.
Этернит 732.
Этил 458.
Этиламин 455.
Этиланилин 456.
Этилен 570.
Этилнитрит 329.
Эфедрин 441, 443, 444.
Эффективное давление 214.
Эффективный коэффициент полезного действия 214.
Эхинопсин 446.

Ювия 524.

Ядро 260.
Яичный альбумин 476.
Янусовые красители 312.
Японская земля 351.
Японский клей 281.