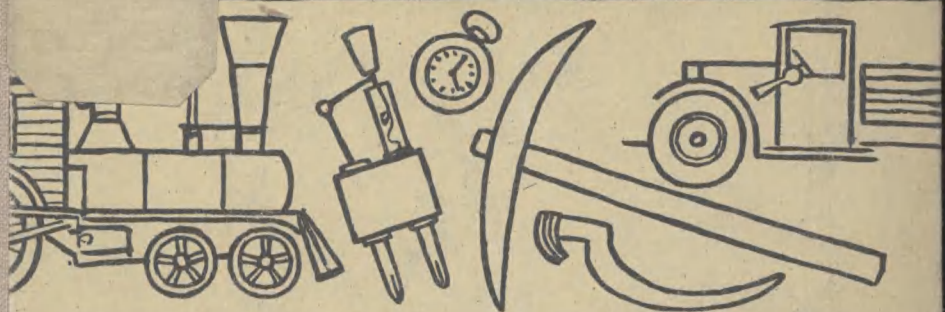
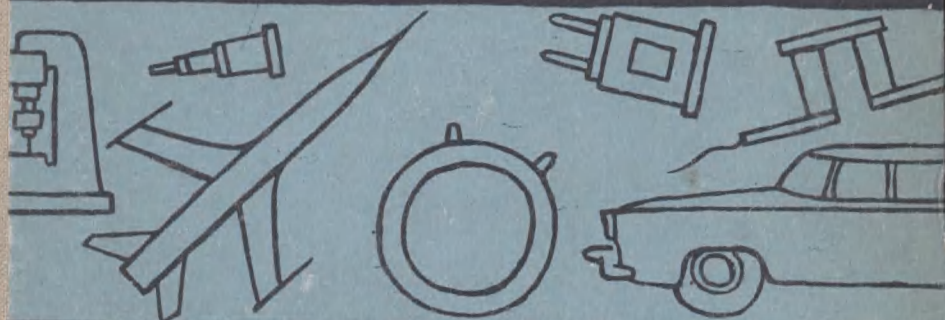


А. И. Штейнгауз



ЗАВОД

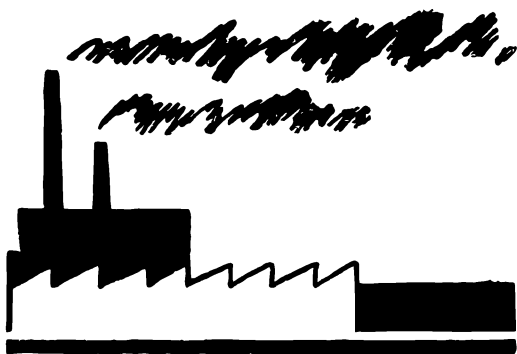


БЕЗ ЛЮДЕЙ

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

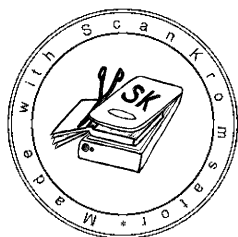
А. И. Штейнгауз

ЗАВОД БЕЗ ЛЮДЕЙ



Государственное Издательство Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР
Москва 1957

Сейчас нет ни одной области производственной деятельности человека — будь то промышленность, транспорт, научные исследования или сельское хозяйство, где бы широким фронтом не внедрялась автоматика. Книга А. Штейнгауза «Завод без людей», выходящая в серии «Наука и техника шестой пятилетки», и посвящена этой важнейшей проблеме всего современного производства. Она рассказывает об огромном труде многих поколений людей, каждое из которых внесло свой вклад в создание и совершенствование механических помощников человека: от первых автоматических устройств древних до последнего достижения инженерного гения человека — полностью автоматических заводов.



Scan AAW

Кто не слышал этого слова, кто не употреблял его?

Это слово носится в воздухе, им полны газеты, его с восторгом произносят трудящиеся нашей страны, с тревогой — трудящиеся капиталистических стран.

Это слово — а в т о м а т и к а.

О том, что же кроется за этим словом, мы и хотим рассказать.

Мы расскажем о некоторых важных этапах развития науки и техники, о том, как изменялись и улучшались орудия труда, о том, как люди учились создавать различные машины и механизмы, как совершенствовались и усложнялись их и как при этом менялся характер труда человека.

Вам расскажут, как появились первые автоматы, которые вы все хорошо знаете, хотя, наверное, никогда не задумывались об их связи со сложнейшими устройствами современности.

И вы увидите, какие предпосылки и условия привели к бурному росту автоматике и возникновению новых, удивительно умелых и умных машин и даже целых автоматических заводов — заводов без людей.

ПОГОВОРИМ О БУДУЩЕМ



живу в Москве. Живу я здесь с рождения. Все вы знаете, что Москва — один из самых больших городов в мире. И часто получается так, что коренной москвич, считающий, что он знает Москву вдоль и поперек, очутившись на какой-нибудь улице, страшно удивляется, что не бывал здесь раньше. А удивляться вовсе и нечему: Москва так велика, что не под силу одному побывать на всех ее улицах и переулках; разве только шоферам такси удается...

Вот и со мной так случилось несколько раз. Однажды поехал я по делам на Якиманку. Пошел по ней, и вдруг показалось мне, что я не в Москве, а в каком-то другом городе. И до того это было странно и почему-то приятно, что я всю эту Якиманку прошел пешком; и только когда увидел в просветах между домами кремлевские звезды, сразу почувствовал, что я в Москве. А ведь Якиманка — большая и известная московская улица...

Во второй раз это случилось со мной недавно. И тут уж совсем странно, на первый взгляд, получилось. Потому что не узнал я улицы, на которой десять лет прожил: все мальчишеские годы, почти до самой Отечественной войны. И не узнал. Только, когда до дома, где я жил, дошел, — узнал. А не был я на этой улице не так уж давно. Раньше я по ней в трамвае проезжал, а теперь в метро под ней езжу. Даже знаю, когда поезд под ней мчится, а вот, как эта улица переменялась, проглядел.

Улица — большая, километра полтора длиной, а за четыре года от старых домов осталось на ней не больше десятка. На месте маленьких деревянных домиков теперь стоят громадные каменные дома.

Но не только этим улица переменялась. Я ее помню такой, какая она в моем детстве была: мощеная щербатым булыжником, с пыльными поросшими чохлой травкой тропинками вместо тротуаров. Проезжал по ней два раза в день грузовик: он очень тарахтел и дымил. Вместо карданного вала у него была цепная передача, вроде как у велосипеда. Зато лошадей было много. С этой московской улицы я даже ездил в ночное. Рядом с нашим двором был конный двор, и возчики нам иногда разрешали ездить на лошадях.

На всей нашей улице был один велосипед. Владел им паренек лет четырнадцати. Когда он появлялся на улице, мы, мальчишки, оравой гнались за ним и просили прокатить. И потом с завистью глядели на счастливика, которого паренек сажал к себе на раму. Если же мы надоедали ему и он отказывался нас катать, мы бежали за ним покуда было сил и кричали: «Буржуй! Буржуй!»

Вы, наверное, думаете, это очень давно было? Нет, не очень — в 1932 году.

А уже через два года забегали по нашей улице грузовики новой, советской модели, изготовленные на московском заводе, который тогда назывался АМО. Теперь грузовики этой модели доживают свой век, но вы их хорошо знаете — это «ЗИС-5». Во всех домах на нашей улице включили электричество, провели воду. Начали строить каменные дома: фабрику-кухню, два пятиэтажных жилых дома.

И хоть на стройках было очень много народа, строили медленно: вывозили землю на лошадях и копали котлованы для фундаментов артели грабарей. У каждого была своя лошадь, подвода, вроде раскрытого гроба, и лопата; ни о каких экскаваторах и подъемных кранах мы, ребята, тогда не знали. Самого строящегося дома из-за деревянных лесов не видно было. А по лесам сновали строители. Даже кирпич поднимали на себе. Одевали на спины специальные носилки — «козу», — в которые накладывали кирпичи, и несли наверх.

Но вот, едва успели закончить эти дома, начали на



Автомобиль «АМО-Ф-15» выпуска 1924 года.

нашей улице строить школу. Начали в мае, а первого сентября я уже пошел в эту школу учиться — очень быстро школу построили. И никаких уже грабарей не было, и кирпич не в «козе» поднимали, а с помощью лебедки и электромотора.

Однако в предвоенные годы улица все-таки мало изменилась, хоть и заасфальтировали на ней тротуары, провели трамвай и засыпали пруды, которых было очень много. В первые послевоенные годы улица тоже мало менялась: дома стояли прежние. Слишком много было разрушено там, где побывали фашистские оккупанты. Но тем не менее провели газ, повесили новые красивые фонари. А зато за последние лет пять, даже за последние три года, улица стала неузнаваемой. Теперь тот дом, в котором я когда-то жил и который был в те годы самым новым и самым большим, кажется маленьким домишком рядом с новыми домами-красавцами.

И сколько в Москве стало таких улиц! Сколько их в других городах! Но скоро их будет во много раз больше, и наши города, поселки и деревни начнут меняться все быстрее и быстрее. Все быстрее и быстрее начнет меняться и сама наша жизнь. Вы тоже, наверное, замечали такие перемены: где был пустырь — выросли за год-два громадные корпуса нового завода или красивые дома жилого поселка. Где была глушь — теперь горят огни новой электростанции или стоят ажурные башни радиостанций или нефтяных вышек. Где раньше едва

пробирались верхом на лошади — теперь мчатся грузовики или поезда. Где летом выгорали от засухи поля — проложены теперь каналы и по ним плывут пароходы.

Мы живем с вами в очень интересное время: когда проносятся в воздухе новейшие реактивные самолеты, плывут по морям громадные корабли, когда люди слышат друг друга за тысячи километров, когда закружились над Землей первые искусственные спутники. Многие открыли и изобрели люди!

Но все-таки еще уживаются рядом многие вещи и явления, которые принадлежат разным эпохам: комбайн и серп; прялка и бесчелночный ткацкий станок; водяное колесо и гидротурбина. У нас, в Советском Союзе, весь народ направляет все свои силы на то, чтобы как можно скорее заменить все устаревшие машины новыми; на то, чтобы везде, где это возможно, заменить ручной труд машинным и облегчить человеческий труд. Но нам, советским людям, важно не только облегчить труд человека. Не менее важно, чтобы труд человеческий стал более производительным, чтобы каждый трудящийся с помощью самых совершенных машин производил как можно больше продуктов труда. Потому что только в этом случае мы сумеем жить все лучше и лучше: строить все больше домов, выпускать больше радиоприемников и телевизоров, дешево продавать не только велосипеды, но и автомобили, фотоаппараты, красивую мебель, одежду, книги и все другие товары.

И мы уже многое сумели сделать, многого добились. Но гораздо больше предстоит сделать, ведь мы строим с вами не просто заводы, не просто электростанции: мы строим на нашей земле коммунизм. А это, прежде всего, новая, несравненно прекрасная жизнь всех и каждого.

Мы помним также, что есть на земле и другие страны, в которых хозяева — капиталисты. В этих странах тоже строят самые разнообразные машины, выпускают много товаров, которые еще нередко даже лучше наших. Но мы знаем, что никогда ни один из капиталистов не заботился о том, чтобы облегчить труд рабочих и крестьян, облегчить их жизнь. И поэтому, хоть и строят в капиталистических странах совершенные машины и новейшие заводы, труд человека не становится там легче.

И как ни дико для нас, во многих странах, угнетенных капитализмом, человеческий труд нередко используется так же, как сотни, даже тысячи лет назад:

Еще плавают в пирогах,

мелют муку ручной мельницей,

жнут урожай примитивными серпами,

еще ездят на людях!

Есть еще рабы,

бурлаки,

еще простаивают в портах подъемные краны, а вместо них уголь и другие товары грузят на корабль люди, на собственных спинах поднимающие непосильные грузы.

И мы, советские люди, сочувствуя угнетенным, одновременно возмущаемся тем, как нелепо, нерасчетливо и унижительно для человека тратится его труд и сама жизнь его. Ведь мы знаем, что теперь есть такие машины, которые могли бы выполнять множество тяжелых работ вместо человека. Но мы знаем также, что машины лишь тогда освобождают людей и их труд, когда ими владеют не капиталисты, а все трудящиеся, весь народ.

Все вы, конечно, читали много фантастических повестей, в которых описывается будущее. Все вы и сами не раз задумывались над тем, каким будет оно. Задумывались вы и над отдаленным будущим, до которого никто из нас не доживет, задумывались и над тем близким будущим, которое наступит для вас, когда вы кончите школу, приобретете специальность и сами начнете отдавать свой труд на общую пользу.

О будущем, наверное, думают все. Думаю о нем и я. И об отдаленном и о близком. И я попытаюсь рассказать то, что, может быть, поможет вам думать о вашем будущем.

НО СНАЧАЛА ПРИДЕТСЯ РАССКАЗАТЬ КОЕ-ЧТО О ПРОШЛОМ..



отя и коротко, но все-таки придется, потому что будущее всегда в какой-то мере определяется не только настоящим, но и прошлым.

Не задавались ли вы вопросом о возрасте окружающих вас вещей? Что самое старое в нашем доме?

Вот, например, телевизор — это очень молодая вещь. Первые телевизоры начали выпускать за несколько лет перед второй мировой войной. Радиоприемник старше телевизора. Еще старше электрическая лампа накаливания. А вот стол, стул, кровать гораздо старше: им уже тысячи лет. Например, кресла с плетеными сиденьями и гнутыми ножками были уже в древнем Египте, им уже около четырех с половиной тысяч лет. Но и они младенцы в сравнении с обычным глиняным кухонным горшком. А ножик, пожалуй, еще старше. Только первые ножи были сделаны из камня, и лишь много позже их научились делать из металла.

И еще вопрос. Вот говорят: «Изобрели паровую машину, изобрели телеграф, радио, изобрели самолет!». А глиняный горшок? Его тоже изобрели? Сел какой-то древний изобретатель, приставил палец ко лбу, подумал, подумал да и изобрел?

Нет, конечно! В те времена люди еще не умели изобретать. Но горшок-то все-таки появился! Как же?

Сейчас все знают, что человек произошел от обезьяны. Известен и путь эволюции от обезьяны до человека. Результаты множества раскопок, проведенных в раз-

личных частях света, рассказывают об этом пути. Он был необыкновенно длительным и тяжелым.

Сперва это была борьба беззащитной и технически невооруженной кучки человекообезьян с природой. Борьба жестокая и неравная. В те далекие времена природа почти неизменно одерживала верх над нашими предками. Но все-таки и тогда, необыкновенно давно, человеку удавалось, хоть изредка, побеждать природу.

Подобранная в лесу палка, сломленная с дерева ветвь или найденный камень становились оружием в руках человека: с их помощью человек охотился, защищал свою жизнь. Но палкой или камнем могли пользоваться, и наверняка пользовались время от времени, простые обезьяны. Однако делали они это почти бессознательно. Предки же человека постепенно стали пользоваться этими орудиями сознательно и, что самое важное, сами начали выделывать и совершенствовать свои орудия.

В этом их главное отличие от обезьян, и с этого и начинается история человека, потому что, начав выделывать орудия, человек стал трудиться.

Труд изменил передние лапы человекообразных обезьян, превратив их в самое совершенное на земле орудие труда — человеческие руки. Но труд создал человеку не только руки. Он научил его ходить на двух ногах, развил мозг, научив говорить и думать.

Умение пользоваться палкой и камнем, умение выделывать из них примитивные орудия, умение ходить и говорить, умение пользоваться огнем — вот величайшие победы, одержанные прародителями сегодняшних людей. И эти победы, возможно, были самыми великими, самыми основными в борьбе человека с природой: ведь они уменьшили зависимость человека от природы, позволили ему жить лучше, чем зверю; позволили ему развиваться все дальше и все быстрее.

Можно ли сказать, что человек изобрел огонь? Нельзя. Можно ли сказать, что человек изобрел первые способы применения огня? Тоже — нет. Можно только сказать, что в течение многих и многих поколений он приспособлялся к огню и приспособлял огонь для своих нужд. Сколько лет, сколько тысячелетий прошло, пока люди привыкли не бояться огня?! Но сколько же

лет понадобилось, чтобы они поняли, как этот огонь поддерживать, не говоря уж о том, чтобы его добыть?!

Точно так же и с глиняным горшком. Его тоже не изобретали. Его учились делать. Также очень долго, как и все другое, что начал изготавливать человек.



Древние каменные (1,2,3,4,6,7) и гончарные (5,8) изделия.

А начал он изготавливать все больше и больше различных вещей и вместе с этим начал учиться понимать окружающую его природу: приручил скот, стал засеивать землю полезными растениями, обрабатывать ее. Стал строить постоянные жилища.

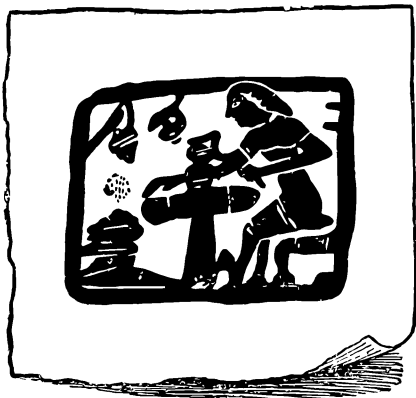
Первые орудия, которые выделывали люди, годились для всего, потому что делать умели они очень немного. Но когда человек научился обрабатывать камень, понадобились и другие орудия. Сами по себе они уже меньше годились для добывания пищи; они пред-

назначались для обработки камня. Для обработки дерева понадобились каменные подобиия ножей. Научился человек плести сети — потребовались грузила. И чем более умелым становился человек, тем больше приходилось ему разнообразить и совершенствовать орудия.

Вначале каждый человек едва мог прокормить себя, своего детеныша. Орудия и методы, которыми он пользовался для добывания пищи, были столь примитивны, что в одиночку человек не смог бы выжить. Поэтому люди сообща, целыми племенами, трудились, владели орудиями производства и поровну делили добытое. Трудились все одинаково. Но по мере того как орудия совершенствовались, стало возможным разделить труд: дети и старики делали более легкую работу, мужчины охотились, женщины собирали растительную пищу. Даже такое, самое простейшее, разделение труда позволило людям добывать больше, чем раньше.

Это, однако, был лишь первый шаг. Постепенно труд стал разделяться между людьми все больше. Но не только между отдельными людьми; появились различия в труде целых племен. Одни племена занялись разведением скота, другие стали обрабатывать землю, а третьи по-прежнему добывали средства к существованию охотой и рыболовством.

Такое разделение труда оказалось очень важным. Теперь людям не приходилось заниматься всеми делами сразу, и поэтому они сумели гораздо быстрее накапливать опыт и знания и совершенствовать свои орудия производства. Скотоводы научились так ухаживать за животными и так подбирать их, что они стали получать от животных больше мяса, жира, молока, шерсти. Земледельческие племена также сумели лучше изучить свойства растений, научились лучше обрабатывать почву.



Древнее изображение гончара.

Росло разделение труда и внутри племен. И, наверное, одной из самых первых специальностей на земле стала гончарная. Когда же научились плавить металл, появились и кузнецы. Они ковали наконечники для стрел и пик, мечи и лемехи для сох и топоры.

Но как мог гончар заниматься только изготовлением глиняной посуды, как мог кузнец только ковать? Зачем посуда, если в ней нет еды, если с ее помощью нельзя защититься от холода? Зачем топор кузнецу: из него ведь не сварить щей, не сошьешь кафтана? Или когда целое племя занимается скотоводством, но не возделывает хлеба, не собирает меда, не добывает металла: как может прожить такое племя?

Вот тут-то и пришел на помощь обмен. Гончар мог обменивать свои продукты труда — свои гончарные изделия — и на топор, и на хлеб, и на мясо, и на одежду — на всё, что было ему нужно. Точно так же кузнец: за свои топоры, копья, лемехи мог он получить и глиняную посуду, и одежду, и другие товары.

Однако такая специализация возникла, когда люди стояли уже на довольно высоком уровне развития; когда их накопленные тысячелетиями знания и опыт стали помогать выделывать значительно более совершенные орудия производства, когда на смену камню стал приходиться металл; когда каждый человек своим трудом мог добывать и выделывать больше продуктов труда, чем нужно ему для самого скудного существования.

Итак, труд стал приносить человеку гораздо большие плоды. Можно было бы трудиться меньше или при той же затрате сил прокормить не только себя, но и еще людей. Казалось бы, должна была наступить эпоха счастливого расцвета человечества. Но этого не произошло. Наоборот, если раньше человечество знало только одну борьбу — борьбу за существование, борьбу с природой, — то после того как люди научились вырабатывать более того, что необходимо каждому в отдельности, человечество разделилось на два враждебных лагеря: лагерь эксплуататоров и лагерь эксплуатируемых, угнетенных. Эксплуататоры заставляли угнетенных работать на себя. Они отбирали у них все выработанные продукты, кроме жалкой доли, необходимой для того, чтобы угнетенный человек — раб — не умер с голоду.

Теперь уже человечеству пришлось вести борьбу на

два фронта. В целом оно продолжало биться за свое существование, бороться с природой, а внутри разделившегося на лагеря человечества разгоралась не менее тяжелая и непримиримая борьба классов.

Человечество отважно боролось с многочисленными врагами, отстаивая свое существование, завоеывая себе само право на жизнь.

И в этой титанической борьбе человек начал прибегать к различным хитростям — изобретать оружие, которое он мог противопоставить страшным зубам и когтям диких зверей, оружие, с помощью которого он мог добывать себе пищу.

Летом 1955 года на выставке достижений Чехословакии много народа собралось возле стендов с прекрасным спортивным инвентарем. Тут было всё: и коньки, и мячи, и хоккейные клюшки, и мотоциклеты, и велосипеды. И каждый посетитель подолгу останавливался перед тем, что ему больше всего нравилось.

Остановился и я. Но не перед мотоциклетом и хоккейной клюшкой, а перед луком и коробкой длинных, красиво оперенных стрел. Лук и стрелы были сделаны, прямо скажем, здорово! Так здорово, что я очень пожалел, почему такие луки и стрелы не изготавливаются у нас и не продаются в магазинах. Я бы с удовольствием пострелял из лука. Это не менее интересно и увлекательно, чем стрельба из хорошей спортивной винтовки. Будем надеяться, что в скором времени у нас тоже привьется спортивная стрельба из лука.

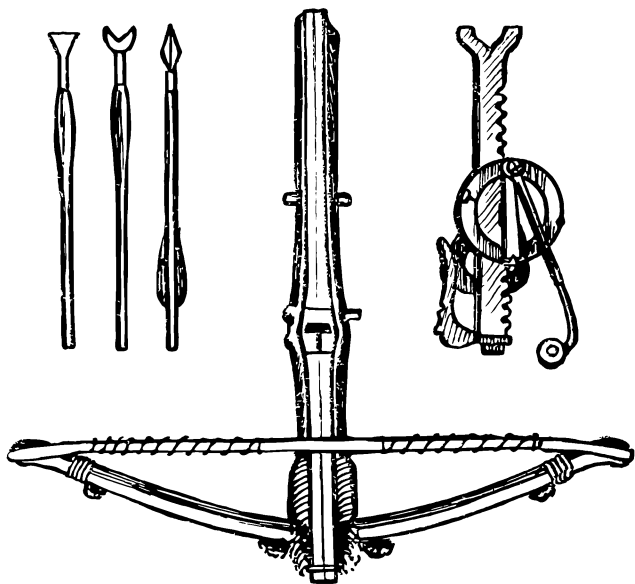
Наверное, все в детстве делали луки. Но наверняка не все делали их как следует. Хотя бы потому, что это совсем не так просто, да и не все знают, как нужно делать. Я тоже делал в детстве луки. И очень неплохие. Даже составные луки, чуть похожие на двухслойную рессору. Высотой они были до полутора метров и при полном натяжении тетивы (я проверял их пружинными весами) давали усилие около пятнадцати килограммов. Очень трудно было делать хорошие прямые стрелы и жалко было ими стрелять: как бы куда не улетела. Потеряется, и весь труд пропадет. А стрелял лук далеко — метров на восемьдесят. Рукой забросить стрелу или даже камень такого веса — дело безнадежное.

Что же тогда говорить о настоящих луках, которые за пятнадцать тысяч лет своего существования были до-

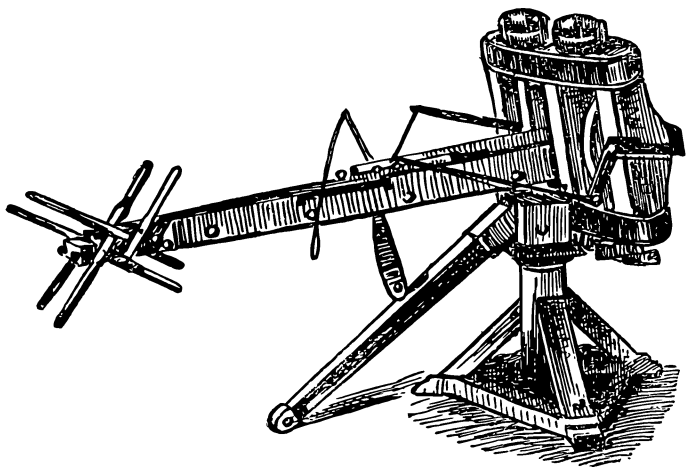
ведены до совершенства! В руках охотников они превращались в грозное оружие, способное соперничать с кремневым ружьем. Вспомните хотя бы об индейцах. Известно, например, что с помощью лука индейцы могли нанести серьезное поражение на расстоянии 80—100 метров. Из тяжелого индейского лука можно было стрелять на расстояние 275, 365 и даже 450 метров! Причем живая сила стрелы была такой, что стрела пробивала человека насквозь на расстоянии трехсот шагов. Более того, стрелы с каменными наконечниками могли навывлет пробить туловище такого огромного животного, как бизон!

И это в то время, когда копьё, брошенное рукой человека, могло поразить добычу не далее как на 30—40 метрах. Нынешний мировой рекорд метания копьё около 80 метров, но не надо забывать, что на таком расстоянии поражающее действие копьё ничтожно.

Чем же объясняется столь большая сила действия лука? Ведь, кажется, он, как и копьё, приводится в действие рукой. Дело в том, что стрела, пущенная из лука,



Самострел.



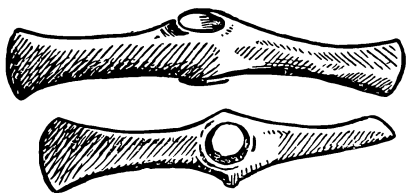
Баллиста.

вылетает не под действием силы руки непосредственно, а под действием весьма упругих тетивы и древка лука. По существу, и древко и тетива представляют собой пружину, лишь взводимую от руки. Чем быстрее сокращается такая пружина, тем больше начальный толчок и тем дальше и быстрее летит стрела. С помощью руки человек никогда не сможет создать столь же большой начальной скорости.

Вот тем-то и отличался лук от других современных ему орудий, что в нем, вероятно совершенно бессознательно, заложена очень важная идея, которой через много веков спустя стали широко пользоваться. Это — идея накопления и преобразования силы и энергии.

Лук и его дети — самострел, или арбалет, и балиста — уже ушли из нашей жизни. Теперь их сыщешь только в музеях. Они уже давно заменены гораздо более совершенным оружием. Но все ли, чему научился человек, что человек изобрел в ту далекую эпоху, устарело столь же безнадежно?

Нет, далеко не все. Очень многими вещами мы пользуемся и по сей день. Очень многие производственные процессы, особенно в сельском хозяйстве, дошли до нас мало изменившись. И, несмотря на то что вещами этими



Медная кирка, найденная в Венгрии.

и процессами пользо-
вались непостижимо
давно, несмотря на то
что мы теперь открыли
огромное количество
тайн природы и нако-
пили множество всяче-
ских знаний и опыта,
вещи, которые дошли
до нас и которые мы

широко применяем, мало изменились в сравнении со
своими далекими предшественниками.

Я недавно видел фотографию медной кирки, най-
денной в Венгрии. Этой кирке ни много ни мало — 4500
лет. Но форма ее почти не отличается от форм совре-
менной!

Мало того, что по сей день мы пользуемся не только
братьями и сестрами вещей и предметов, созданных ты-
сячелетия назад, мы еще применяем и другие завоева-
ния наших предков: они открыли множество очень важ-
ных производственных процессов.

И лук, который большинство из вас, конечно, не раз
держало в руках, — свидетельство первых открытий
человека, первых побед над противодействующими си-
лами природы.

А СЕЙЧАС МЫ ПОЙДЕМ ДАЛЬШЕ



Когда я учился в школе, я тоже мечтал о своем будущем. И год от года мечты мои здорово менялись. Хотел я быть художником, радиотехником, исследователем, вроде Арсеньева, и еще о множестве разных профессий мечтал.

А перед самой войной мне очень захотелось стать археологом.

Получилось это вот как. К нам в школу пришел новый учитель географии Яков Соломонович Минц. Вы не хуже моего знаете, как бывает, когда приходит новый учитель, да вдобавок такой, который каждый раз пишет в дневнике чрезвычайно неприятные вещи. И, конечно, мы стали с ним враждовать. Особенно мальчишки. Вызовет он кого-нибудь показать на карте мира Карпаты или Шпицберген, а отвечающий, словно нечаянно, перебирается через экватор и опять же, словно случайно, натывается на Соломоновы острова.

— Как странно... — задумчиво говорит отвечающий; так, будто ни к кому не обращается. — Как странно... Соломоновы острова... Это не вы их открыли, Яков Соломонович? Или, может, ваш папа был знаменитым путешественником?

Когда такой вопрос задали Якову Соломоновичу в первый раз, он так засмеялся, что в класс заглянула испуганная нянечка. А он даже не мог остановиться и сказать ей, что это он просто так смеется. Он только руками ей замахал. А нянечка от этого еще больше испугалась и побежала за завучем. К счастью, она его не нашла, а когда вернулась, Яков Соломонович уже успоко-

ился и стал рассказывать нам про эти самые Соломоновы острова.

Во второй раз Яков Соломонович тоже засмеялся, но нянечка в коридоре уже не слышала его смеха. В третий — Яков Соломонович очень внимательно поглядел на спрашивавшего, но все-таки вновь рассказал про Соломоновы острова. А в четвертый... Мы все знали, что в тот урок должен был быть четвертый раз. Так вот, в четвертый раз Яков Соломонович первым задал вопрос.

— Покажи мне Соломоновы острова, — попросил он отвечавшего.

Тот не ждал такого вопроса, потому что проходили мы тогда совсем другое. Но все-таки он показал, где они. Это-то он знал. Показал и с торжеством посмотрел на нас и на учителя. Яков Соломонович похвалил и вдруг сказал:

— Теперь расскажи мне все, что ты о них знаешь. Считаю, что это твой урок.

— Да-а! А мы не проходили! — возмутился отвечающий.

— Но я вам трижды про них рассказывал! Вот и повтори, что ты запомнил!

Кончилось дело тем, что Яков Соломонович заставил нас всех записать его рассказ о Соломоновых островах. И когда мы это сделали, стало уже неинтересно задавать о них глупые вопросы. Да и стыдно, потому что мы, сами того не замечая, привыкли к нашему строгому географу и начали уважать его. Когда же стали мы ходить с ним в походы, между нами завязалась крепкая дружба.

Походы у нас были очень интересные. Ходили мы в старые, заброшенные каменоломни, возле Горок Ленинских, исследовать подземные ходы, которые, как говорят, тянутся очень далеко; ходили в разные заповедные места, плавали по речкам в байдарках. Но самым незабываемым для меня оказался поход на речку Волгушу, недалеко от станции Турист.

Там, по берегам реки, тысячу лет назад селилось древнее славянское племя вятичей. На склонах гор, поросших удивительно красивыми лесами, и по сей день сохранилось много их могильников.

Мы основательно подготовились к походу: научились делать съемку местности, измерять рельеф, вести

раскопки. И вот настал день, когда мы под руководством работников Исторического музея и Якова Соломоновича пришли на место раскопок. Пришли мы туда поздно вечером, очень уставшие. Едва хватило сил поставить палатки. Но на следующее утро, не завтракая, мы отправились осматривать могильники.

Глядя на них, многие ребята, и я в том числе, удивленно пожимали плечами. Если бы не наши руководители, мы могли бы тысячу раз пройти мимо могильников, так и не отличив их от больших заросших деревьями кочек. Только опытный глаз археологов мог отличить их от обычных маленьких холмиков, которых много в любом лесу.

Перед началом раскопок мы мечтали найти разные интересные вещи, какие обычно показывают в музеях: мечи, луки, посуду, красивейшие амфоры, статуэтки, бусы, драгоценные — даже золотые! — украшения. Но ничего подобного не нашли. Мы раскопали один курган, обнаружили скелет и... больше ничего, если не считать нескольких кусков камня, про которые наши руководители говорили, что это каменные орудия: скрёбла, рубила, наконечники.

Однако мы не могли отличить их друг от друга. Нам они казались простыми камнями. Мы удивлялись, как бережно обращаются наши руководители с этими камнями, и, грешным делом, думали, что это — все-таки простые камни и что руководители просто не хотели нас расхолаживать.

Гораздо больше нам повезло при раскопках женской могилы. Здесь мы все-таки нашли украшения. Но что это были за украшения! Два свернутые в небольшие спиральки кусочка бронзовой позеленевшей проволоки!

Теперь я понял, что дело не в том, какова находка сама по себе. Важна ее научная ценность, важен новый, доселе неизвестный науке факт, который сообщает она. Но тогда мне хотелось, очень хотелось, чтобы и нам удалось найти что-нибудь подобное находкам, которые делались в Греции, Египте, Италии или у нас в Крыму, на Кавказе и Украине.

Закончив два первых могильника, мы принялись за другие и скоро вместо разочарования почувствовали новый, гораздо больший, чем раньше, интерес. Как-то незаметно для себя мы научились отличать каменные

изделия от обычной речной гальки и простых кремней, научились различать каменные изделия между собой. И, кто знает, может быть, я и стал бы археологом, если бы не война! А она грянула ровно через три дня после возвращения с раскопок. В тот день я последний раз видел своего замечательного учителя — Якова Соломоновича Минца.

Он погиб под Москвой поздней осенью 1941 года. И, может быть, где-то поблизости от тех мест, где был с нами в последние мирные дни.

Теперь мне хочется спросить вас — в чем же причина: почему захоронения, которые мы раскапывали, были очень бедны? Почему так мало сохранилось от тех, кто тысячу лет назад жил на берегах Волгуши? Может быть, время стерло все следы? Но тогда почему сохранились пирамиды в Египте, остатки храмов и зданий в городе, где жизнь не замирала никогда, — в Риме? Почему дошел до нас Парфенон, а кое-где, совсем недавно, ездили по дорогам, сооруженным еще во времена римского владычества?

Конечно, время многое уничтожало, но кое-что и осталось. Того же, чего никогда не было, нельзя было и уничтожить. Все дело в том, что, несмотря на гораздо больший возраст, все названные памятники старины были сооружены в более поздний период развития человеческого общества — в период рабовладельческого строя. Вятичи же еще тысячу лет назад сохраняли родовой строй.

Как мы знаем с вами, при первобытнообщинном строе средства производства находились в общем владении. Не было ни нищих, ни богачей, но все были очень бедны. Бедны оттого, что орудия труда и знания, которыми располагала первобытная община, еще не могли обеспечить сколько-нибудь высокой производительности труда, а разделение труда только-только начинало развиваться. Все трудились одинаково, и ни у кого не было излишков и накоплений.

Другое дело при рабовладельческом строе. Здесь уже не было равных. Были богачи, которые владели всем, и были рабы, не владевшие даже собственной жизнью. Богачей — мало, рабов — почти весь народ. Раб жил очень плохо, подчас гораздо хуже, чем люди во времена первобытнообщинного строя. Но средства тру-

да и орудия производства, которые давал ему хозяин, стали совершеннее. И раб выделывал и добывал гораздо больше, чем член первобытной общины. Сам же он потреблял не больше — почти все шло хозяину. И хозяин богател. Чем больше у него было рабов, тем богаче он становился. Многие богачи заставляли работать на себя тысячи рабов. И именно потому, что тысячи людей работали не каждый на себя, а все на одного человека, и жизнь и труд каждого раба не представляли никакой ценности, создалась возможность даже при крайне примитивных орудиях труда провести большие оросительные системы, проложить дороги, построить те великие сооружения древности, которые поражают и восхищают нас и теперь.

И, хотя жизнь простого человека в те времена была ужасна, хотя государство и правящий класс — преступны, в целом рабовладельческий строй сыграл большую положительную роль в развитии человеческого общества. Потому что только так могло начаться накопление продуктов человеческого труда в обществе, только таким путем могло развиваться разделение труда и расти его производительность.

Эксплуатация рабов позволяла богачам не трудиться, жить в праздности и содержать для удовлетворения своих прихотей многочисленную челядь, а для защиты своего богатства и власти солдат, стражу и духовенство.

Постепенно и среди челяди произошло разделение труда — одни продолжали делать физическую работу, другие же, получая от хозяина содержание, не занимались «черной работой». Они управляли разросшимся хозяйством царя, рабовладельца, храма; вели учет товаров, скота, денег; руководили строительством, ирригацией, наблюдали за природой и делали всю умственную работу. Так, грубо говоря, произошло еще одно очень важное разделение труда — труд разделился на умственный и физический.

Постепенно, в течение многих поколений, люди, занимавшиеся умственным трудом, создали письменность, начала математики, астрономии и других наук, а также изобразительных искусств и литературы.

Сохранилось множество памятников тех далеких времен. По ним мы узнали, какими были орудия труда,

знаем, как жили люди, во что одевались, изучаем их архитектуру, изобразительные искусства, литературу.

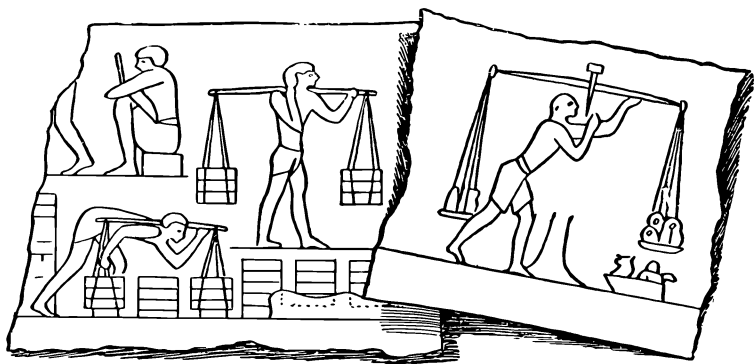
И больше всего, пожалуй, нас поражает несоответствие между орудиями труда и тем, что было создано с их помощью. Рассматривая изображения пирамид, древних храмов и дворцов, мы восхищаемся их величием, красотой и удивляемся этому, тем более что всегда, сознательно или бессознательно, вспоминаем при этом, как и с помощью чего они создавались.

А какой ценой! Тысячи и тысячи рабов отдавали свои силы и гибли при возведении зданий, прокладке дорог, строительстве мостов.

Понятно, что при такой системе труда рабовладельческий строй не мог не рухнуть. Рабовладелец, владевший средствами производства и почти даровой рабочей силой, не был заинтересован в усовершенствовании средств и орудий производства. Для того чтобы получить больший доход, ему было достаточно усилить эксплуатацию, по существу ограбление, рабов или, начав войну, попытаться за счет пленных увеличить количество рабов.

Рабы тоже не были заинтересованы в усовершенствовании орудий производства, в повышении производительности труда. Они знали, что, сколько бы ни выработали они, им всегда достанется только самая малость, остальное отберет хозяин. Более того, рабы, среди которых было много иноземцев, захваченных в плен и обращенных в рабство, ненавидели свой труд, тяжело переживали свое угнетение. Часто они восставали против рабовладельцев и даже добивались временного успеха. Вспомним хотя бы восстание под руководством Спартака. Восстания расшатывали систему рабства, ускоряли ее гибель. Однако полного освобождения трудящимся эти восстания принести не могли. Производительные силы общества были слишком слабы, чтобы обеспечить справедливое распределение достаточного количества продуктов труда между всеми людьми.

Но даже и те производительные силы, которыми располагало рабовладельческое общество, использовались удивительно нерасчетливо и расточительно. Огромные средства растрачивались на забавы, пиршества, драгоценности. И пирамиды — величайшие сооружения древности — не принесли ничего, кроме тысяч челове-



Древнеегипетские весы. Как они похожи на коромысло!

ских жертв и народного обнищания. Ведь это — всего лишь могилы. И вот на строительство этих могил затрачивались гигантские силы и средства. И, несмотря на то, что мы восхищаемся величием пирамид и умением древнего народа, построившего их, мы должны помнить, что более неразумных сооружений в истории человечества, пожалуй, не бывало.

Но должны мы помнить и другое: рабовладельческий строй оставил после себя гораздо больше, чем строй первобытнообщинный. Так, например, даже в первом рабовладельческом государстве — древнем Египте, а затем в Греции и Риме большого совершенства достигли ремесла.

Возникла металлургия и кузнечное дело. Начали выделывать разнообразные ткани, кирпич, стекло; обработка камня достигла необыкновенного совершенства. До сих пор поражают нас своей стойкостью и яркостью краски и цветные глазури, применявшиеся в Египте. А удивительные дамасские клинки — они тоже ведь изготавливались в те времена!

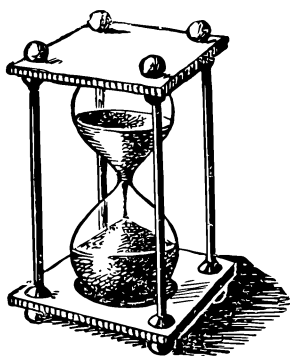
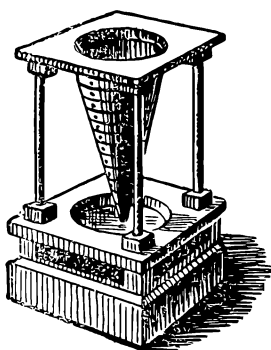
Применение горна позволило повысить температуру в печи для плавки металлов, в 100-х годах до нашей эры появились первые водяные мельницы, правда, труд раба на ручной мельнице оставался более выгодным. Ветер отдал свою силу парусу, установленному в лодке. Сила животных позволила перейти от мотыги к плугу и тем самым повысить урожайность земледелия. Животные позволили улучшить транспорт, вызвали к жизни

такое важное изобретение, как колесо, повозку, боевую колесницу.

В эпоху рабства были созданы и первые машины: подъемные машины, насос; широко начали использовать свойства рычага. Но в основном труд продолжал оставаться ручным, хотя человек значительно увеличил свои силы в сравнении с предыдущей эпохой.

Не менее важные открытия позволили людям научиться считать и измерять. В эпоху рабства множество отраслей человеческой деятельности уже не могли обойтись без счета и меры. Потребовалось измерять расстояния, площади и объемы, необходимо было знать вес многих предметов. Возникло летоисчисление, а следовательно, и измерение времени.

Время стало гораздо более дорогим, чем раньше. Так, например, римские сенаторы не допускали слишком долгих выступлений, и длительность речей измерялась водяными часами. Предполагают, что отсюда и по-



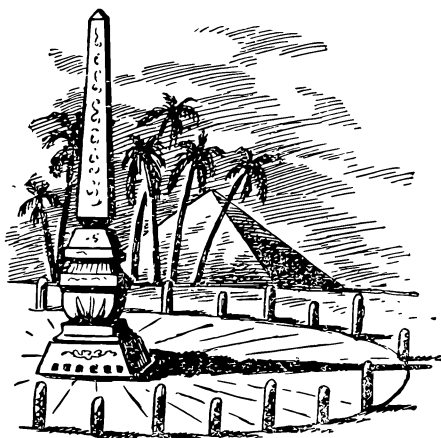
Древние часы: Клепсидра, песочные часы. Они дожили до наших дней.

шла поговорка «лить воду», когда вспоминают про болтуна, и напоминание ораторам «время истекло!».

Не менее важным было открытие понятия о весе и изобретение рычажных весов. На принципе рычага и по сей день строятся одни из наиболее точных весов — аналитические весы.

Мы видим с вами, что в эпоху рабства человек, вы-

полняя разнообразные работы, уже не мог полагаться только на свою собственную мускульную силу и на остроту и точность своих чувств. На помощь себе он призвал силу животных и силу ветра. Усовершенствовал свои чувства, соорудив часы и весы. Более того, многие ученые считают, что первые линзы, которые непосредственно помо-



Солнечные часы.

гали человеку расширить возможности своего основного чувства — зрения, были изобретены в эпоху рабства. И компас, позволивший человеку обрести новое, или, как говорят иногда, — «шестое чувство» — чувство направления, был создан тогда же. Однако при рабстве эти два последних изобретения не получили широкого распространения: техника рабовладельческого строя могла обходиться без них.

Да и управление многими производственными процессами, возникшими тогда, не требовало от человека более того, что могли дать его чувства. Так, «на глазок» можно было поддерживать температуру в плавильном горне, уровень воды в оросительном канале, температуру раскаленного железа. Никакого значительного отклонения от нормального хода процесса при этом не возникало, хотя бы потому, что сами процессы были еще очень несовершенны и грубы.

ЖИВОЙ СВИДЕТЕЛЬ

Это было в 1950 году, зимой. Шел я по людной московской улице. Как это часто случается в Москве, наступила оттепель, и было довольно скользко. Не помню точно, кажется, я шел в кино, но хорошо помню, что я очень торопился. И вдруг попалась мне навстречу старая-старая бабушка. Годы до того согнули ее, что, казалось, она наклонилась в низком-низком поклоне, да так и не распрямилась. Бабушка опиралась на палочку. Палочка была очень коротенькая: осталась только загнутая ручка да небольшой, в полметра, прямой кусок. Словно специально укоротили палочку, чтобы старушке было удобнее. А потом я и палочку разглядел: была она очень старая, и я подумал: «Может, палочку-то никто не укорачивал, просто она от времени стесалась. Палочка стесывалась и укорачивалась от употребления, а бабушка все больше и больше сгибалась от старости. А вместе они друг к другу приладились, и было им удобно».

Старушке, которую я встретил, оказалось, ни много ни мало — сто семь лет. Вот и получается: прожила эта старушка семнадцать лет при феодализме, сорок шесть — при капитализме, и к 1950 году — тридцать три года — при социализме!

Вот вам и слово из учебника истории — «феодализм». Для нас с вами это так далеко, что слово это остается просто понятием, никакой живой образ за ним не стоит. А вот для старушки этой феодализм — часть ее жизни. Хоть и очень давнишняя, но часть жизни!

Правда, феодализм, при котором жила эта старушка, не был уже таковым в полном смысле этого слова, но одно из важнейших его отличий — крепостное право — еще оставалось.

Есть, однако, другой живой свидетель феодализма: это — искусство. Здесь и «Слово о полку Игореве», и «Евгений Онегин», и «Дон-Кихот», и «Мертвые души», и произведения Шекспира, и народные песни, сказки, предания. Здесь и картины величайших живописцев, и музыка величайших композиторов. Созданные гением народа или отдельными гениальными творцами, они рисуют нам живой облик тех времен, делают нас самих как бы свидетелями давно минувшего.

Легче ли стало трудящимся, когда пришел феодализм? Добились ли они своих прав? Мы знаем — не добились. Но все-таки жизнь их изменилась.

Прежде всего потому, что у крестьян теперь было собственное имущество. Крестьянин мог иметь свой дом, свои орудия и мог в известной степени распоряжаться участком земли — «наделом», который выделялся в его пользование помещиком-феодалом. Но крестьяне не были свободны. Часть своего труда они вынуждены были отдавать помещику: выполнять работы в его хозяйстве или отдавать часть продуктов, выработанных собственным трудом.

Какой же человек, имея собственные орудия труда, распоряжаясь участком земли, будет добровольно, ни за что ни про что, отдавать свой труд чужому? Он без этого проживет не хуже!

Только силой можно было принудить человека гнуть спину на помещика. И помещики применяли ее. Крестьянина держали в кабале, в «крепости». Но все-таки он работал с гораздо большей охотой, чем раб. Ведь теперь крестьянин мог рассчитывать, что часть выработанных продуктов получит он сам и его семья. И тем большую, чем больше он сумеет выработать. Правда, очень часто такая надежда не сбывалась и крепостной крестьянин голодал не меньше раба, но у него хоть была надежда, а у раба не было и этого.

В эпоху феодализма, особенно раннего, сельское хозяйство было основным занятием большинства населения. Каждое феодальное хозяйство почти полностью обходилось тем, что вырабатывалось в нем. То есть оно в

основе своей было натуральным хозяйством. В каждом таком хозяйстве среди крестьян и особенно среди дворовых людей феодала имелись ремесленники, удовлетворявшие почти все потребности своего хозяина.

Помните?

«Да чего вы скупитесь? — сказал Собакевич. — Право, недорого! Другой мошенник обманет вас, продаст вам дрянь, а не души; а у меня что ядреный орех, все на отбор...

Вы посмотрите: вот, например, каретник Михеев! ведь больше никаких экипажей и не делал, как только рессорные...

А Пробка Степан, плотник? я голову прозакладую, если вы где сыщете такого мужика.

Милушкин, кирпичник! мог поставить печь в каком угодно доме. Максим Телятников, сапожник; что шилом кольнет, то и сапоги, что сапоги, то и спасибо, и хоть бы в рот хмельного!»

Словом, одного помещика обслуживало множество разных умелых людей. Что же касается самого крестьянина, то ему приходилось быть на все руки мастером. Нужно было не только обрабатывать поле, собирать урожай, ухаживать за скотом, но и одевать себя, обувать, строить себе жилье и службы, изготавливать ткани, орудия труда. И по сей день жива среди крестьян эта сноровка: и шорничать они умеют, и плотничать, и печи класть, и землекопами быть, и многое другое.

По мере того как сельское хозяйство совершенствовалось, по мере того как оно стало давать все больше и больше излишков сельскохозяйственных продуктов, появилась возможность для части населения вовсе не заниматься сельским хозяйством, а добывать себе пропитание только ремеслом или торговлей. Ремесленников становилось все больше и больше. Они уже не всегда могли найти себе работу в своей деревне, в своей округе. Они стали поселяться в старинных городах, уцелевших еще от эпохи рабства, и в новых городах, возникавших на торговых (обычно водных) путях, вокруг монастырей, замков. Так усиливалось обособление города от деревни, ремесла от земледелия, зародившееся еще при рабстве.

Ремесло оказалось выгодным делом. Города начали расти все быстрее, многие крепостные бросали свое хо-

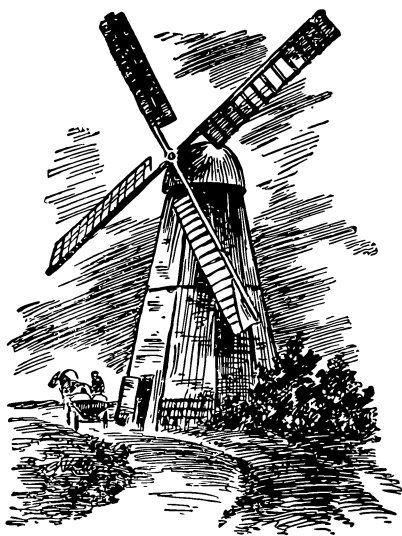
зайство и бежали в города в поисках лучшей доли, становились ремесленниками. Для защиты своих интересов ремесленники одинаковых специальностей объединялись в специальные организации — цехи, они даже часто селились вместе. Например, в Москве многие улицы носят названия по роду деятельности людей, заселявших эти улицы: Ямская, Извозная, Поварская; есть в Москве целые кварталы с такими названиями: Кожевники, Сыромятники.

Гильдии — организации, подобные цехам, создавала и наиболее богатая часть населения — купечество.

В начале своего существования цехи и гильдии были прогрессивными, передовыми организациями. Цехи помогали укреплять ремесло, повышать качество товаров; гильдии занимались не только борьбой с конкуренцией посторонних купцов, но и проводили большую работу по введению новых единообразных и более рациональных мер и весов. И цехи и гильдии вели борьбу с феодалами, отстаивая свои права, что привело к уменьшению зависимости городов от феодалов.

Однако основная классовая борьба велась между правящим классом, классом феодалов, и основным угнетенным классом того времени — классом крепостных крестьян. Восстание Разина и Пугачева в России, Жакерия во Франции, Крестьянская война в Германии — вот, пожалуй, наиболее яркие и трагические события в истории классовой борьбы в эпоху феодализма.

С развитием феодализма ухудшается жизнь городских низов. Цехи из организаций прогрессивных превращаются в реакционные, кастовые. Простому ремесленнику уже почти невозможно стать мастером, и в то же время ему приходится все больше и больше работать на своего мастера, у которого, как считалось, он проходит обучение. Ученики мастеров — подмастерья пытались бороться со своими угнетателями. Они начали организовывать союзы — братства подмастерьев. Но цехи знали, чем грозят такие объединения, и жестоко преследовали братства. Иногда дело доходило до восстаний. Так, во Флоренции в 1378 году восстали чомпи, наемные рабочие — шерстобиты и чесальщики шерсти. Восстание это, поднятое против «жирного народа», оказалось первым в истории крупным выступлением наемных рабочих. Но успеха оно не принесло и было жесто-



Ветряная мельница. Ее недавно можно было увидеть во многих странах.

ко подавлено. В 1300-х годах в богатых городах Фландрии — Брюгге и Генте были крупные восстания ткачей.

Часто в борьбе против феодалов, духовенства и городской знати объединялись крестьяне и ремесленники. Восстания, возникшие во времена феодализма то там, то тут, подрывали его силы и в конце концов привели к буржуазным революциям. В буржуазных революциях основной силой были восставшие крестьяне, но плодами их завоеваний воспользовались не они, а новый класс — буржуазия. Первая буржуазная революция совершилась в Ни-

дерландах в XVI веке, за ней последовала английская революция XVII века и французская революция XVIII века.

В нашей стране царское правительство, ослабленное во время Крымской войны, испугалось крестьянских восстаний и угрозы революции и отменило крепостное право в 1861 году.

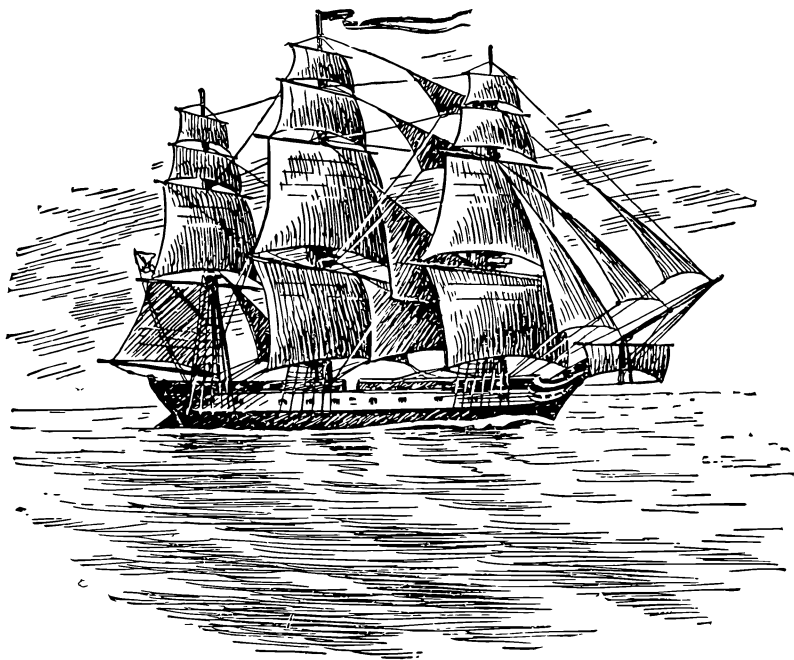
В некоторых других странах, особенно странах Азии, феодализм сохранялся еще позже. По существу, и по сей день сохранилось очень много пережитков феодализма, особенно в тех странах, которые оказались в положении колоний или полуколоний развитых капиталистических государств. И как раз сейчас, в наши дни, национально-освободительное движение, сливающееся с борьбой против феодальных пережитков, разгорелось с новой силой. Так произошло в Индии, в Бирме, в Индонезии, так происходит в странах Арабского Востока. А одна из величайших стран Азии и мира — великий Китай — пошла еще дальше. Завоевав независи-

мость и покончив с остатками феодализма, она не остановилась на этом, а начала строить социализм.

Мы знаем, что феодальный способ производства тоже был основан на ручном труде. Но многие орудия труда стали более совершенными, чем раньше.

Гораздо лучше стала использоваться сила ветра. Если при рабстве с ветряной мельницей успешно конкурировал ручной труд, то при феодализме уже было гораздо выгоднее заставлять работать ветер или воду. Ветер научились использовать лучше и в мореплавании.

Удалось это не сразу. Дело в том, что увеличение площади парусов, или, как говорят, парусности судна, само по себе ни к чему бы, кроме печальных результатов, не привело. Стоило только подуть сильному ветру, и судно перевернулось бы. Значит, для того чтобы увеличить парусность, следовало прежде всего повысить остойчивость корабля. А для этого нужно было делать



Фрегат.

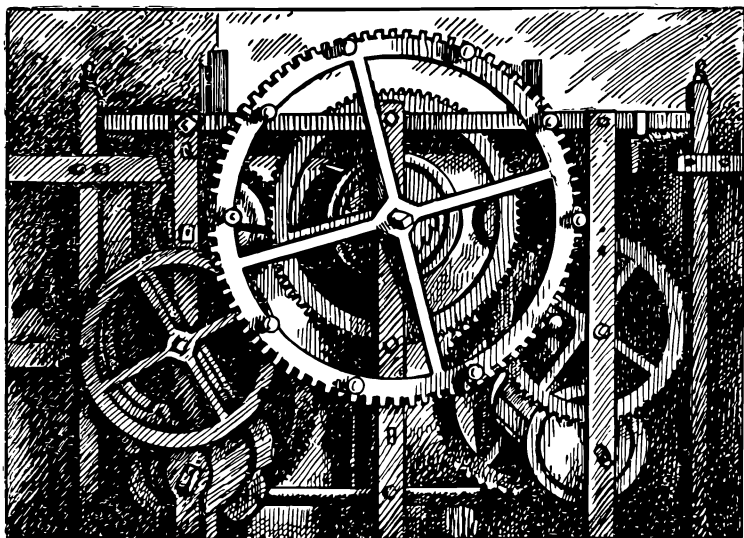
его более глубоко сидящим в воде и гораздо легче управляемым. Сперва у корабля руля не было. Его заменяло рулевое весло, укреплявшееся по правому борту. Оно было громоздким, тяжелым, и судно плохо его слушалось.

Выручил кормовой руль, тот самый, который применяется и в наши дни. Предполагают, что кормовой руль был изобретен в Китае. Его применение повысило маневренность судна, позволило увеличить осадку и тем самым сделало суда гораздо более устойчивыми, или устойчивыми, как говорят моряки. И лишь только после этого можно было значительно увеличивать площадь парусов. Все вы видели рисунки парусных кораблей, часто можно их увидеть и в кино. Вспомните-ка, какая громадная площадь парусов подставляется под напор ветра. Малейшее дуновение ветерка уже заставит двигаться корабль. Но это еще не все; усовершенствование парусного вооружения судна позволило двигаться гораздо круче к ветру, а значит, уменьшило зависимость от направления ветра.

Очень широко стала использоваться энергия падающей воды. Появилось множество водяных мельниц, многие производства также приводились в движение водой. И их тоже часто называли мельницами. Вспомните, например, очень смешное приключение Дон-Кихота и Санчо Пансы в лесу, возле сукновальных мельниц. На сукновальных мельницах, как это явствует из названия, занимались изготовлением сукна, а не помолом. Водой же приводились в движение и кузницы, и меха плавильных печей.

Но не только силу свою стремился увеличивать человек. Как и в прошедшую эпоху, он одновременно совершенствовался в других областях. Так, улучшилась техника измерения, особенно времени. Триста лет назад были изобретены первые часы, в которых оказалось возможным резко повысить точность измерения времени в сравнении с солнечными, водяными часами. Это были механические часы, а устройством, позволившим сделать такие часы точными, был маятник. Часы едва ли не самый первый в мире автомат.

Все нам знакомы обычные часы-ходики. Это — типичные маятниковые часы. Давайте посмотрим, как они работают. Прежде всего: что заставляет ходики ра-



Механизм башенных часов Новгородского кремля.

ботать? Ответ прост: сила земного тяготения. Гиря, подвешенная на цепочке, под действием силы тяжести тянет цепочку. Цепочка, в свою очередь, передает эту силу шестерне. Шестерня, связанная с цепочкой, вращается очень медленно, так, что не заметно глазу. Но она приводит в движение вторую шестерню, вторая — третью и так далее. И каждая последующая шестерня вращается все быстрее.

Можно так подобрать количество зубьев шестерен, что одна из шестерен будет вращаться в двенадцать раз медленнее другой. Та, что вращается медленнее, может быть названа часовой шестерней, та, что быстрее, — минутной. Таким же способом можно получить шестерню, делающую один оборот в минуту; это будет тогда секундная шестерня. Если теперь с осями часовой, минутной и секундной шестерен связать стрелки и нарисовать циферблат, мы получим часы.

Только это будут очень неточные часы. Хоть скорость вращения отдельных шестерен и связана жестко между собой, и часовая шестерня будет вращаться в двенадцать раз медленнее минутной, а секундная ше-

стерня в шестьдесят раз быстрее минутной, нет никакой гарантии в том, что часовая шестерня, а следовательно, и все прочие, повернется за положенное ей время — ровно один час. Стоит измениться весу гири, увеличиться трению в осях шестерен, и сейчас же изменится скорость вращения шестерен. И ничего удивительного в этом нет. Так и должно быть. Но можно ли сделать так, чтобы часы все-таки шли точно?

Есть два пути. Один путь — сложный, громоздкий и ненадежный. Можно поместить механизм в термобаростат, где очень точно поддерживается температура, давление, влажность. Постараться уменьшить до предела трение в осях шестерен, использовать для осей и шестерен особо изнаноустойчивые материалы. Поместить все это сооружение в глубокий подвал, куда не достигают никакие сотрясения почвы. И тогда, может быть, часы год два будут ходить с точностью, вряд ли лучшей точности обычных наручных часов.

Есть и второй путь. По такому пути всегда стремится идти техника. Начинается он с одного неизменного вопроса: можно ли что-либо сделать или придумать так, чтобы и при обычных условиях и обычных материалах устройство работало как требуется? Оказывается, можно. И не нужно помещать механизм часов в какие-то необыкновенные условия, не нужно как-то особенно точно делать детали. Достаточно только одну часть часов сделать точной. Но такую, о которой мы упомянули только вскользь. Эта часть — стабилизирующий элемент. Элемент, который позволяет всегда и при всех обстоятельствах сохранять скорость хода часов. Первым таким элементом, который сумели открыть и применить, был маятник.

Его применение в часах объясняется одним очень важным свойством. Дело в том, что при небольшом размахе колебания период колебания маятника, то есть время, в течение которого маятник успевает откатнуться из одного крайнего положения в другое и вернуться обратно, зависит только от длины маятника.

От знания свойств маятника до мысли применить его в часах и особенно до открытия способа использования маятника в часах — дистанция огромного размера. Но все-таки люди преодолели ее и нашли способ заставить маятник, качания которого всегда отмеряют

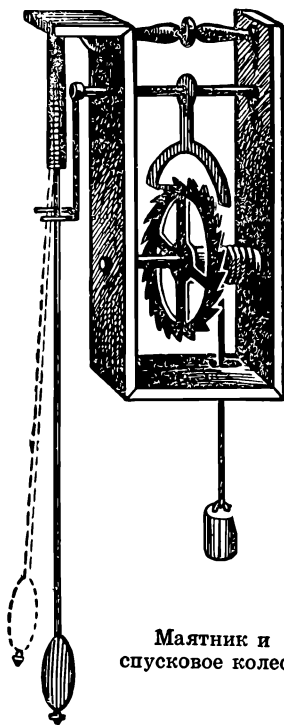
точно одинаковые промежутки времени, поворачивать одну из шестерен часов. А так как шестерня эта связана со всеми остальными, то скорость вращения всех шестерен будет неизменной: шестеренка, поворачиваемая маятником, заставит остальные вращаться как положено.

Оказывается, ввести маятник в часы с гирями и шестернями не так уж сложно, по крайней мере для тех, кто, как мы с вами, изучает часы через триста лет после их изобретения! Первым же это сделал Х. Гюйгенс в 1657 году.

В часах такого типа, о котором вы сейчас читали, потребовалось изменить очень немного. Подвесили маятник и на конце его, противоположном грузу, укрепили штырек. Этот штырек, его кончик, поместили между зубцами спускового колесика, связанного

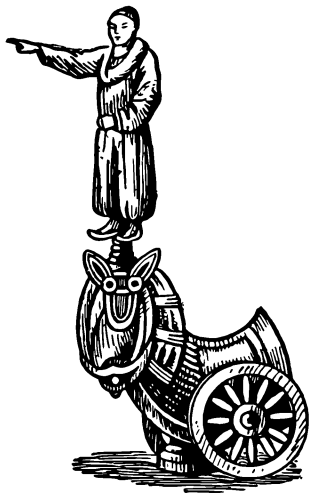
с остальными шестернями. Форма зубцов колесика и форма кончика штырька выбраны были такими, что при отклонении маятника, скажем вправо, штырек не мешал проворачиваться спусковому колесику, и оно успевало повернуться ровно на один зубец, пока маятник был отклонен вправо. Но повернуться на два зубчика сразу колесику не давал штырек. Когда маятник отклонялся в крайнее левое положение, к штырьку успевал подойти следующий зубец спускового колесика. Он упирался в штырек маятника и давил на него, толкал маятник обратно. Этим восполнялась та часть энергии, запасенная маятником, которая потратилась за время предыдущего колебания. Маятник снова отклонялся вправо под воздействием силы тяжести и толчка спускового колесика и снова пропускал еще один зубец.

Так как период колебания маятника постоянен и



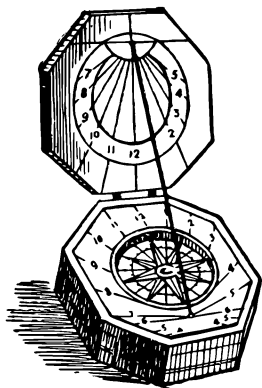
Маятник и спусковое колесо.

так как энергия, расходуемая маятником, восполняется спусковым колесиком, то маятник качается непрерывно и зубчики спускового колесика поворачиваются через строго одинаковые промежутки времени. Теперь уж получилось, что вся точность хода определяется постоянством колебаний маятника. Оно же без особого труда может быть сделано очень точным.



Но откуда берет силу для того, чтобы толкать маятник, спусковое колесо? Более того, каждые уважающие себя башенные часы отзванивают время, разыгрывают музыкальные пьесы, а иногда дают и представления, например с кукушкой. Сила опять та же — сила земного тяготения, вес гирь. Пока гири подтянуты, часы идут.

Но не только часы изобрели во времена феодализма. Было сделано много других очень важных изобретений и открытий, особенно начиная с эпохи Возрождения. Именно в эту эпоху были заложены основы современной науки, которая, в свою очередь, определила состояние современной техники.



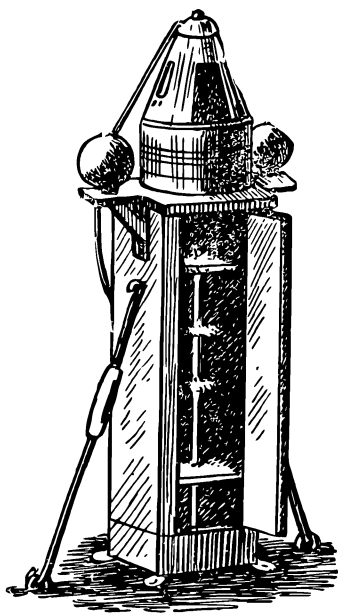
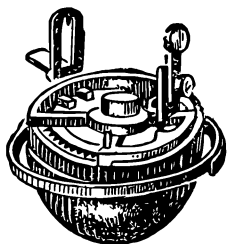
Древние компасы — китайский и русский.

Появились компас и линза. И вы, конечно, представляете, какую роль сыграли они начиная с эпохи великих морских путешествий. Верную службу сослужили морякам и барометр и термометр. Они позволили впервые научно предсказывать погоду. Линза оказалась матерью не только очков и подзорной трубы, но и телескопа и микроскопа.

Казалось бы, ни термометр, ни часы, ни подзорная труба сами по себе не могли влиять на то, как человек трудится и живет. Они ведь не являются инструментами, которыми можно что-то изготовить. Да, в начале своего существования эти приборы не повлияли прямо на способ производства товаров, потому что производство продолжало оставаться ручным. В таком производстве не ощущалось необходимости в помощи приборов. Глаз, осязание, уши человека, дополненные опытом и простейшими измерительными приборами: линейкой, циркулем, отвесом, вполне справлялись с возникавшими задачами. Только мореплавание не могло уже обходиться без их помощи.

И еще одна область человеческой деятельности сразу заинтересовалась этими изобретениями. По существу, она и породила их. Это — наука. Усилив свое зрение с помощью телескопа и микроскопа, ученые необычайно расширили свои знания. Вот что пишет о первых плодах изобретения телескопа профессор Бернал:

«Едва новость о телескопе дошла до профессора физики



Современный морской компас.



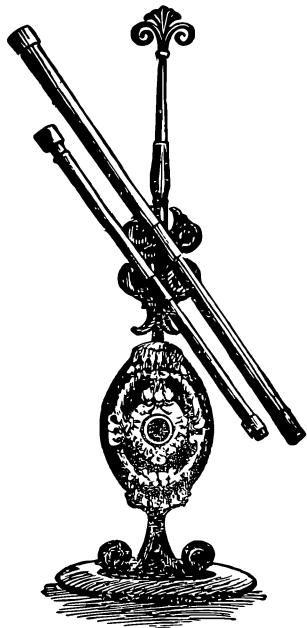
Подзорная труба.



Старинный
чашечный
барометр.

и военно-инженерного дела в Падуе Галилео Галилея (1564—1642 гг.), как он решил сделать себе такой же прибор, чтобы направить его на небо. Галилео уже в то время был убежденным последователем Коперника, причем он одновременно глубоко интересовался движениями маятника и связанной с этим проблемой свободного падения тел. За несколько первых ночей наблюдения неба он увидел достаточно для того, чтобы разгромить всю аристотелевскую картину (которая существовала неопроверженной с трехсотых годов до нашей эры) этой безмолвной стихии. Ибо Луна оказалась не совершенной сферой, а покрытой морями и горами; планета Венера, так же как и Луна, имела фазы, в то время как планета Сатурн казалась разделенной на три планеты. И, что важнее всего, Галилей заметил, что вокруг Юпитера вращаются три звезды или луны — миниатюрная модель системы Коперника, которую каждый смотрящий в телескоп мог увидеть собственными глазами... В течение месяца, в 1610 году, он опубликовал то, что, несомненно, явилось самой ходкой научной книгой того времени — свой труд «Siderius Nuntius», или «Звездный вестник», в котором он сжато и ясно излагал свои наблюдения.

Из этого описания ясно, какую огромную роль сыграло открытие телескопа. Оно позво-



Телескоп Галилея.

лило в чрезвычайно короткий срок убедительно доказать правильность гелиоцентрической системы, предложенной великим польским ученым Коперником. В 1543 году, в год своей смерти, Коперник выпустил книгу «Об обращении небесных сфер». В этой книге он восставал против поддерживаемой религией картины вселенной, по которой Земля считалась неподвижной и находящейся в центре вселенной.

Церковь жестоко мстила последователям Коперника. Сожгли на костре Джордано Бруно. Судили и самого Галилея. Однако Галилей с помощью телескопа сделал свое дело, и никакие мракобесы уже не могли мешать распространению нового знания. Телескоп в руках ученых и до сих пор является одним из сильнейших видов оружия в борьбе с религией, церковью.

НАШ СОВРЕМЕННОК

Не так уж давно существовал феодализм, но нам он кажется чем-то очень-очень далеким. А вот капитализм — наш современник. Хотя мы с вами живем в совершенно другой эпохе, при социализме, все равно: капитализм — наш современник. Да только такой, которому и на покой пора. Еще бы, ему без малого четыреста лет, даже мамонты по столько лет не жили!

Но когда-то капитализм был молодой, здоровый, и, хоть он никогда не был хорош для народа, он все-таки принес в мир много нового и полезного, сменив одряхлевший феодализм. Раньше всех буржуазный строй утвердился в Нидерландах, где национально-освободительное движение, начавшееся с восстания 1566 года, перешло в буржуазную революцию, окончившуюся образованием буржуазной республики.

Если сравнить продолжительность существования буржуазного строя с продолжительностью существования строя феодального или рабовладельческого, то может показаться, что буржуазный строй, строй капиталистический, не так уж стар. На самом же деле это не совсем так, потому что капитализм и капиталистические отношения начали складываться в феодальном обществе, задолго до победы буржуазных революций. Капитализм зародился во времена объединения феодальных княжеств в крупные государства. Особенно способствовали расширению капитализма развитие мореплавания, открытие новых морских путей и новых земель.

Чем же отличаются капиталистические отношения

от феодальных? Мы ведь знаем, что эти отношения также основаны на угнетении и эксплуатации трудящихся.

Отличие большое. Дело в том, что рабство и феодализм строили свое существование на эксплуатации работников, не имевших личной свободы. Что касается капитализма, то лозунгом буржуазных революций были лозунги свободы и равенства для всех людей. И, когда революции буржуазные побеждали, личную свободу получали все. Но, хоть все и становились свободными, эксплуатация человека человеком оставалась и даже возрастала. Итак, основное отличие капиталистических отношений от феодальных состоит в том, что капитализм нашел способы эксплуатировать трудящихся, располагавших личной свободой, — наемных трудящихся. Причем делал это гораздо более эффективно, чем феодализм. Вот и получилось, что личная свобода так и не стала настоящей свободой, о которой мечтали и за которую бились трудящиеся. Какая же это свобода, если человеку приходилось по-прежнему надрываться на хозяина? По доброй воле такого никто не стал бы делать!

Но все-таки что же заставляло одного человека гнуть спину на другого? Казалось бы, не раб, не крепостной: не захочет и не пойдет... Будет сам на себя работать. Но все дело-то в том, что многие городские ремесленники, хоть и были хорошими работниками, не могли работать сами на себя. Потому что, когда начал устанавливаться капиталистический способ производства, они были разорены до такой степени, что у них уже не оставалось ни собственных орудий производства, ни возможностей покупать сырье. А жить, зарабатывать на жизнь все равно ведь было нужно!

И вот стали находиться такие «добрые люди», которые говорили: «Мы дадим вам сырье, мы дадим вам орудия производства, мы даже дадим место для работы. Только приходите и трудитесь. А за то, что мы дадим вам наши собственные орудия труда и сырье, купленные на наши деньги, за то, что мы с вами делимся ими, вы нам заплатите. Нам даже не нужно платить деньгами, мы согласны получить лишь часть тех товаров, которые вы выработаете из нашего сырья, на наших орудиях труда».

Это очень «добрые» люди... Их звали и зовут по сей день капиталистами. А иногда проще — буржуями.

И приходилось идти к таким «добрякам». Если у «свободного» человека оставались в распоряжении только тело и мозг — как прожить, чем прокормиться?! И шел такой человек и нанимался на работу к благодетелю. И платил ему за право работать. Понимаете?! За то, что он работал, он платил! И гораздо больше того, что получал в виде заработка.

Нам с вами такое, на первый взгляд, кажется диким: как это, человек работает, а большую часть плодов своего труда отдает?! Но тем не менее это так и, если сами трудящиеся не владеют средствами производства, не может быть иначе. Мы-то с вами знаем, что нужно было сделать для того, чтобы трудящиеся работали сами на себя, а не на «доброе» дядю, называемого капиталистом.

Следует все же помнить, что во времена своей молодости капитализм был значительно более прогрессивным явлением, чем устарелый феодализм. В начале своего существования капитализм добился личной свободы для всех без исключения, уничтожил власть изжившего себя класса дворян, ослабил силы церкви, привел к расцвету науки.

Как класс дворянство никогда не заботилось о развитии производительных сил. Почти все доходы, которые собирались с подвластных им крестьян, они транжирили на свои развлечения, прихоти. Огромные средства тратились на содержание царского двора, на содержание армии, церкви, разнообразной челяди. Дворянство было чисто паразитическим классом. Оно никогда не трудилось и всякий труд считало зазорным.

Капитализм же в свои молодые годы выглядел куда лучше изнеженного, субтильного дворянства. Он был молод и грубоват, жаден до жизни, до работы, до знаний. Он ходил в простых и не очень чистых рубашках, под ногтями у него тоже было не очень чисто, но при всем при том в кармане позвякивало гораздо больше золота, чем у расфранченного, напوماженного и утонченного дворянства.

В начале своего существования капитализм был великий скопидом. Расчетливый, хитрый и жестокий, он не тратил своих денег зря. Он тратил их на расширение дела: строил фабрики, заводы, железные дороги, дома и шахты и многое другое. И, сам того не ведая, обо-

гащал не только себя, но и всю землю. Вот что написано о буржуазии тех времен в «Манифесте Коммунистической партии»:

«Буржуазия не может существовать, не вызывая постоянно переворотов в орудиях производства, не революционизируя, следовательно, производственных отношений, а стало быть, и всей совокупности общественных отношений. Напротив, первым условием существования всех прежних промышленных классов было неизменное сохранение старого способа производства. Беспредельные перевороты в производстве, непрерывное потрясение всех общественных отношений, вечная неуверенность и движение отличают буржуазную эпоху от всех предшествовавших. Все застывшие, покрывшиеся ржавчиной отношения, вместе с сопутствующими им, веками освященными представлениями и воззрениями, разрушаются, все возникающие вновь оказываются устарелыми, прежде чем успевают окостенеть. Все сословное и застойное исчезает, все священное оскверняется, и люди приходят, наконец, к необходимости взглянуть трезвыми глазами на свое жизненное положение и свои взаимные отношения».

Вспомните «Вишневый сад», вспомните никчемность и неприспособленность Раневской и Гаева. Кажется, не очень плохие, даже симпатичные люди были они. Но объективно и Раневская и Гаев — чистейшие паразиты, занятые только собой, своими мелкими, ничтожными делами. Вспомните Лопахина. Он куда приятнее, хоть он и не так интеллигентен, хоть и не понимает красоты старого, украшавшегося долгие годы дворянского гнезда — вишневого сада и хочет его безжалостно вырубить. Еще более зло показана никчемность дворян Л. Н. Толстым. В «Плодах просвещения» дворяне и внешне уже несимпатичны. Они дошли до полного духовного оскудения. Молодежь ничего не знает, кроме пошлых и грубых забав; старшее поколение не видит ничего реального в жизни, кроме спиритизма. И никто-никто не хочет трудиться и даже не задумывается о необходимости труда.

Зато с каким презрением они относятся к людям, которые кормят их, — к крестьянам!

Новая общественная формация многое переменяла в жизни людей.

Самое главное, к чему привел капитализм, это к рождению нового класса — класса пролетариев, людей, у которых в собственности не имеется ни земли, ни сырья, ни орудий производства. Для того чтобы жить, люди этого класса должны наниматься к капиталисту, продавая ему свою рабочую силу. Таких людей не было или почти не было во времена феодализма. Крестьянин имел дом, соху и косу, имел лошадь, скот, распоряжался участком земли. Ремесленник тоже был собственником: он владел орудиями производства, домом.

У пролетариев нет ничего, кроме рабочей силы. Все, что когда-то было у их отцов и дедов — ремесленников и крестьян, все отобрал капитализм. Сперва он разорил их, а потом превратил в пролетариев, в рабочий класс.

И если крестьянин, даже перебиваясь с хлеба на воду, считал себя хозяином и цеплялся за клочок своей земли; если ремесленник, трудясь не меньше, чем рабочий на фабрике, всеми силами старался выдержать конкуренцию и поэтому ничего не видел вокруг себя, то рабочий был свободен от такого узкого взгляда. Сама жизнь, сам капитализм сделали рабочего таким — человеком, у которого ничего нет, кроме своего тела, своего ума, чувства человеческого достоинства и жажды счастья. Такому человеку «нечего терять» в борьбе за лучшую долю, за подлинную свободу.

И поэтому ничего удивительного нет в том, что борьба между буржуазией и пролетариатом, классовая борьба, разгорелась с невиданной силой. Но, в отличие от прежних времен, угнетенный и эксплуатируемый рабочий класс оказался таким, который повел эту борьбу последовательно и, более того, сознательно. В 1847 году под руководством Карла Маркса и Фридриха Энгельса был организован «Союз коммунистов», а в 1848 году был опубликован «Манифест Коммунистической партии» — первый программный документ марксизма.

В России осенью 1895 года Владимир Ильич Ленин положил начало созданию революционной партии, объединив петербургские марксистские кружки в общую организацию — «Союз борьбы за освобождение рабочего класса». О том, что произошло в России осенью 1917 года, вы знаете не хуже моего. На земле возникло первое в мире государство, где не стало класса угнетателей, государство, в котором впервые со времен перво-

бытнообщинного строя должна была прекратиться классовая борьба.

До сих пор я говорил о молодом капитализме. Но такого давно уже не существует. Наш современник — капитализм совсем другого рода. Хоть и не долго, нашим современником был гитлеризм — самое мерзкое и страшное проявление капитализма монополистического — высшей и последней стадии развития и существования капитализма. Давно уж прошли те времена, когда капитализм обогащал не только себя, но и человеческое общество. Теперь уже не так. Теперь существование капитализма ведет к обеднению общества. Огромные производительные силы расходуются нерасчетливо и непроизводительно. Основные расходы капиталистических государств идут на создание никому не нужной и страшно дорогой военной техники, на ведение жесточайших и разорительнейших войн.

Я приведу только один пример, и его будет достаточно, чтобы понять, как разорительно для людей существование капитализма. В одном из американских радиожурналов я прочитал такие строки:

«В связи с усложнением самолетной радиоэлектронной аппаратуры возрастает стоимость обслуживания самолетов на базах. Если для бомбардировщика «В-17» (первый тип бомбардировщика «Летающая крепость») при стоимости самолета 220 000 долларов стоимость обслуживания составляла 19 000 долларов, для «В-29» («Летающая крепость» конца второй мировой войны) эти цифры были соответственно равны 639 000 и 100 000 долларов, то для «В-47» (средний реактивный бомбардировщик) они составляют 1 900 000 и 205 000 долларов, а для «В-52» (тяжелый реактивный бомбардировщик) они уже дошли до 6 400 000 и 503 000 долларов».

Вот какие колоссальные цифры! Ведь на эти деньги можно было бы столько хорошего и полезного построить! Но нет, капиталисту все равно, что производить, лишь бы прибыль была. Даже, наоборот, выгоднее военные заказы брать, потому что они приносят наибольший барыш.

Но не только гонка вооружений, проводимая капиталистами, обедняет наш мир. Одним из главных условий существования монополистического капитализма, или империализма, является еще большее угнетение и

ограбление колониальных и полуколониальных стран. Даже в наши дни, когда техника производства необыкновенно развита, империалистам выгодно поддерживать в этих странах бесправие, бедность и отсталость трудящихся. Это позволяет получить дешевую рабочую силу, дешевое сырье. Вот почему есть еще такие страны, где плавают в пирогах, мелют муку ручной мельницей, жнут урожай серпами, ездят на людях. Вот почему есть еще рабы, есть бурлаки и многие, многие люди вынуждены жить гораздо беднее и хуже, чем они могли бы жить при теперешнем развитии техники.

Я начинал изучать географию в 1938 году, экономическую географию — двумя годами позже. Тогда на политической карте мира было только одно государство, где не было капиталистов. Но все-таки, даже несмотря на то, что страна наша и тогда была самой большой в мире, если не считать Британской империи, занимавшей тогда одну пятую всей суши, нам при взгляде на карту иногда становилось тревожно. Справа нависает чужая Аляска, слева враждебная, сильная гитлеровская Германия. О том, что война неизбежна, знали не только взрослые, но, наверное, даже октябрята.

И все ребята мечтали о революциях в капиталистических странах, особенно в Германии. В те годы печаталось очень много антифашистских книг и рассказов о немецких коммунистах, и нам очень хотелось верить, что они сумеют свергнуть Гитлера. Но, к сожалению, этого не случилось. А вместо этого началась вторая мировая война, и вскоре фашисты напали на Советский Союз.

Пять с лишним лет шла вторая мировая война. Это были очень тяжелые и долгие годы. Ни одно пятилетие в моей жизни и, наверное, в жизни всех людей не тянулось так долго. Но вообще-то пять лет — очень небольшой срок. А сравните карту издания 1938 года и карту послевоенную. Сколько стран за эти годы, вернее даже с 1944 года по 1945 год, отказались от капитализма и перешли в наш лагерь, лагерь социализма! Но не меньше изменений в политическую карту мира пришлось внести в последующие годы. Я не буду перечислять страны, освободившиеся от колониальной зависимости, не буду вспоминать и те, которые начали строить социализм. Вы их и сами знаете. И вы знаете, о чем говорит

столь быстрое изменение политической карты мира. Не хуже нашего знают об этом и капиталисты. И, смотря на карту, мы не должны льстить себя надеждой, что капитализм слаб, что он умирает по доброй воле или просто от дряхлости. Это было бы большой ошибкой. Капитализм еще очень силен. И чем больше он теряет, чем ясней становится капитализму его историческая обреченность, тем он опасней и беспощадней. Мы всегда должны помнить об этом.

Вот, пожалуй, и все, что следовало рассказать о буржуазном строе. Но о технике, развившейся при капитализме, о промышленности и науке нам с вами придется поговорить побольше. Дело в том, что в эпоху капитализма в технике и науке произошли очень важные изменения, без знания которых мы не сможем хорошо понять технику сегодняшнего дня и ближайшего будущего.

ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ



чего начиналось капиталистическое производство и чем при своем рождении оно отличалось от своего предшественника? По существу, очень малым, потому что переход от ремесленного способа производства к капиталистическому сперва проходил очень медленно и незаметно. Методы изготовления товара, методы обработки материалов, сами орудия производства, короче, все то, что определяется словом «технология», при возникновении капиталистических производственных отношений оставались прежними. Но так было лишь в самом начале. Затем появилась мануфактура.

Что такое мануфактура? Для меня, в детстве, этим словом определялись разнообразные ткани: ситец—мануфактура, сукно — тоже. Сейчас ткани почти никто уже не называет мануфактурой, а лет двадцать — двадцать пять назад почти все так говорили. Когда в школе мы начали изучать историю и услышали, что слово «мануфактура» обозначает совсем другое, мы даже были удивлены.

Вы знаете, что мануфактура — это капиталистическое предприятие, основанное на ручном труде. Слово «мануфактура» происходит от двух латинских слов: «manus» — рука и «facere» — делать. Мануфактура—по существу, мастерская, где занято какое-то количество рабочих. Техника, которой пользуются рабочие, не отличается от ремесленной техники. Но есть громадная разница. Разница в том, что ремесленник, производя какую-нибудь вещь, делал все сам, а каждый рабочий

мануфактуры изготавливает всегда какую-то отдельную определенную часть вещи. Разница очень большая и далеко идущая. Ведь в мануфактуре впервые в больших масштабах было применено разделение труда внутри определенного производственного процесса.

Такое разделение труда не замедлило сказаться. Так, например, в XVIII веке ремесленник-игольщик мог выработать от силы двадцать иголок за день труда. Игольная же мануфактура, а попросту небольшая игольная мастерская с десятью рабочими, из которых каждый производил только одну операцию, выпускала в день 48 тысяч иголок!

Вот какая разница! Чем же она объясняется? В первую очередь разделением труда. Каждый из десяти рабочих выполнял теперь только одну операцию: один, например, заготавливал куски проволоки, другой затачивал концы, третий пробивал ушки и так далее. Каждый рабочий мог очень хорошо натренироваться на выполнении своей операции, мог наиболее выгодно организовать свой труд и, следовательно, значительно повысить его производительность.

Большую роль сыграло и то, что все рабочие зависели от одного хозяина. Хозяин же, как мог, усиливал эксплуатацию, жестоко штрафовал и карал за простои, за плохо выполненную работу; заводил надсмотрщиков, до предела удлинял рабочий день. Над ремесленником же никто непосредственно не довлел, и он мог работать с меньшим напряжением.

Мануфактурное производство резко повысило производительность труда, снизило издержки производства. Разделение труда позволило раздробить производственный процесс на отдельные элементы, настолько простые, что уже не трудным стало догадаться, что каждый производственный процесс состоит из таких простейших элементов — операций, а вслед за этим и придумать орудия труда, приспособления, инструмент и машины, специально предназначенные для производства таких простых операций.

В этом смысле заслуги мануфактуры огромны.

Мануфактурное производство оказалось очень выгодным. Количество мануфактур росло. Росло и число рабочих на мануфактурах. Все более заметно изменялись орудия труда и сама технология производства.

В последней трети XVIII столетия спрос на товары возрос в такой степени, что простое мануфактурное производство уже не в силах было его удовлетворить. Необходимо было переходить на машинное производство.

Но, несмотря на всю выгодность производства с помощью машин, их сперва было еще очень мало. Основной труд оставался ручным. Дело в том, что для своей работы машина требует двигателя. Должна быть какая-то сила, которая будет приводить машину в движение. А какой силой располагали люди в начале развития капитализма? Да той же самой: мускульной силой человека, животного, энергией ветра, воды. Ветер — явление очень непостоянное и капризное. Вода более удобна для использования, но не везде были пригодные для этого реки, да и энергию воды люди не умели отбирать достаточно эффективно и полно.

Но все-таки ею широко пользовались. В основной отрасли мануфактурного производства — в текстильной промышленности (отсюда-то, видимо, и стали называть ткани мануфактурой) — вода приводила в движение появившиеся прядильные машины.

Прядильные машины... С них-то и началось. Началось то, что все теперь называют «промышленной революцией». А началось это так.

В годы начала промышленной революции Англия была наиболее развитой промышленной и торговой страной. В это время в Англию стали завозить новое, до тех пор не применявшееся в ткацкой промышленности сырье — хлопок. До этого хлопчатобумажные ткани не умели выделывать в Англии и завозили их из Индии. Но потом хлопок стали выращивать на плантациях в Америке.

Обработка хлопка-сырца, получение из него пряжи и тканей сильно отличались от производства тканей из шерсти. Поэтому, когда в Англию стали завозить хлопок, там начала создаваться новая, не связанная никакими привычками, традициями и старыми орудиями производства промышленность. Однако это еще не значит, что сразу же были изобретены машины. Сперва в хлопчатобумажной промышленности тоже применялся ручной труд. Но вот в 1733 году был изобретен так называемый «самолетный челнок». Он повысил выработку ткача вдвое. И получилось так, что ткать умели

быстро, а подготавливали пряжу из хлопка все так же медленно. Доходило до того, что ткацким станкам из-за отсутствия пряжи часто приходилось простаивать.

Вот тогда-то и начали изобретать машины для изготовления пряжи. В 1764 году Харгрэвс изобрел первую прядильную машину. Следом за ним, в 1769 году, Аркрайт изобрел прядильную ватерную машину; а затем, в 1779 году, Кромптон изобрел мюль-машину. Теперь уже получилось наоборот. Ткачи продолжали работать по-старому и не успевали перерабатывать всю пряжу. Снова нужно было разрешать противоречие, назревшее в ткацкой промышленности. И оно было разрешено в 1785 году, когда Картрайт изобрел механический ткацкий станок.

Это были великие изобретения. Они механизировали целую промышленность, перевернули устоявшиеся веками методы производства и явились как бы «затравкой», которую опускают в насыщенный раствор, чтобы ускорить образование кристаллов. Переворот в ткацкой промышленности привел к тому, что необыкновенно быстро стали меняться все отрасли промышленности и создаваться новые важные отрасли, такие, как машиностроение. Эти изменения, видимо, уже давно назревали, но для того чтобы они свершились, людям нужно было сделать еще одно, чрезвычайно важное изобретение.

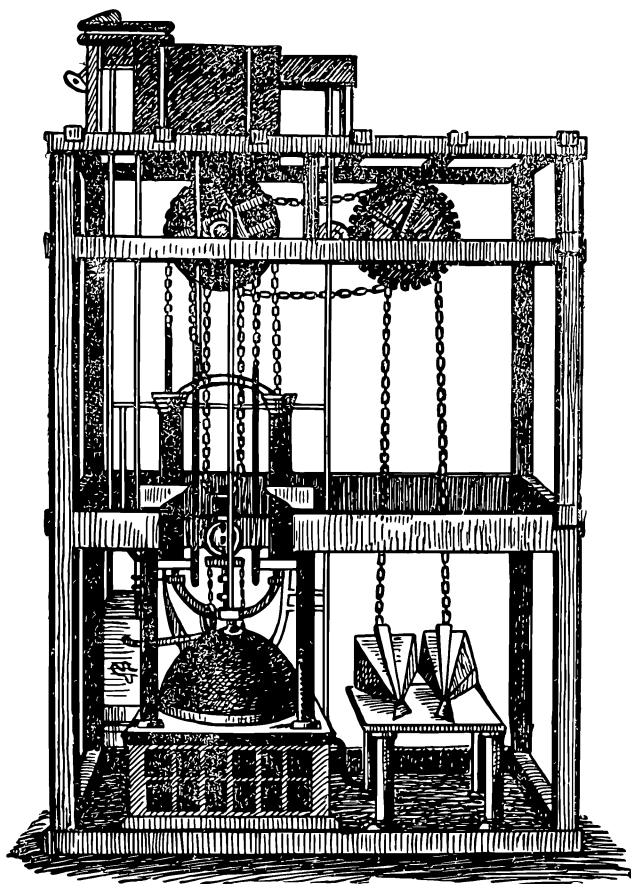
Казалось бы, после того как были изобретены первые машины и все поняли выгодность их применения, все должно пойти очень гладко. Но не тут-то было. Для привода машин по-прежнему использовали энергию воды. Но скоро все сколько-нибудь пригодные для этого реки были бы использованы. Новых машин нельзя было бы устанавливать: все равно их нечем было бы приводить в действие. И снова в промышленности создалось большое противоречие: есть машины, есть сырье, но нет силы, которая заставила бы машины работать. Требовался новый, гораздо более мощный, более стойкий и более удобный источник силы — двигатель.

И такой источник силы появился. Это была паровая машина, или «огнедействующая машина», как назвал ее первый изобретатель паровой машины Иван Иванович Ползунов.

Произошло это всего лишь около двухсот лет назад,

23 мая 1766 года, когда начались испытания машины Ползунова.

Сам изобретатель не дожид всего лишь недели до этого события. Он умер 16 мая 1766 года от скоротечной



Паровая машина Ползунова.

чахотки. Машина не надолго пережила своего создателя: в ноябре 1766 года котел дал течь и машину оставили. Больше она не работала. Затем ее уничтожили, и долго еще то место на берегу Барнаульского пруда,

где стояла машина, народ называл «Ползуновским пелищем».

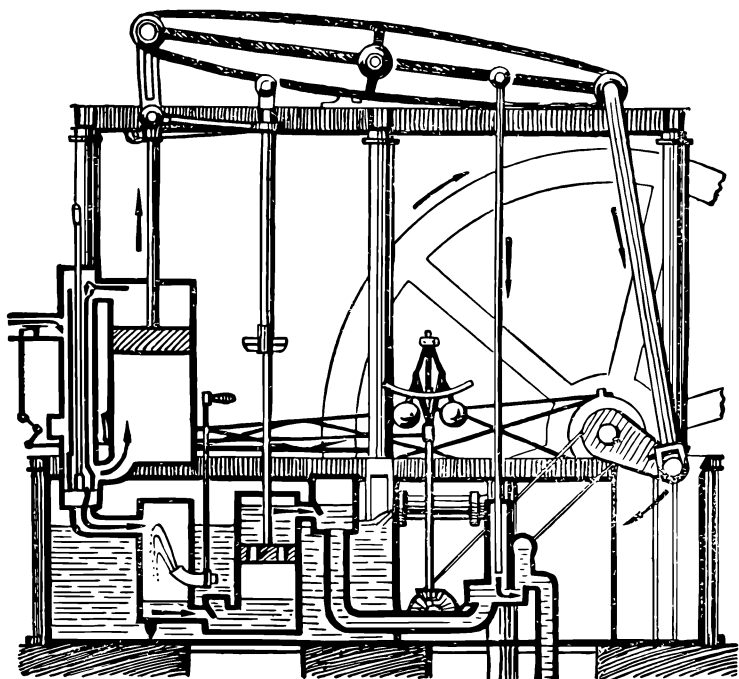
Что ж, об этом тяжело и грустно говорить, но удивительного здесь ничего нет. Труд Ползунова, его идея «огонь слугою к машинам склонить», его мечта «облегчить труд по нас грядущим» не нужны, более того, опасны были для правителей и хозяев феодально-крепостнической России. Для них человек был дешевле машины.

Умер в нищете и Дени Папен, который также работал над изобретением паровой машины. Ему пришлось претерпеть даже, может быть, больше, чем Ползунову. Ползунов хоть построил свою машину. Папену не удалось и этого, хоть он, изобретая паровую машину, шел по правильному пути. В 1708 году Папен просил у секретаря Королевского общества (английской академии наук) пятнадцать фунтов стерлингов на проведение «важного эксперимента», но получил отказ.

Англичанин Джеймс Уатт оказался более счастливым. Вероятно, потому, что его изобретение было сделано тогда, когда промышленность уже задыхалась, не имея подходящего двигателя. Уатт, так же как и Ползунов, не начинал работы на голом месте. В то время уже применялись на шахтах для откачки воды громоздкие и неудобные насосные паровые двигатели.

Стремясь усовершенствовать машину Ньюкомена, Уатт сделал много важных открытий. Он работал очень тщательно и упорно. Его знаменитая паровая машина была создана не сразу. Уатт начал работать над ней еще в 1763 году. Первый патент на паровую машину нового типа он получил в 1768 году. И только в 1784 году Уатт получил патент на универсальный паровой двигатель, именно тот, который мы теперь и называем паровой машиной Уатта.

Эта машина была очень совершенной, настолько совершенной, что наши современные паровые машины, хотя они, конечно, и много лучше, принципиально ничем не отличаются от машин Уатта. О том, как нужен был промышленности новый двигатель, о том, что паровая машина действительно оказалась таким двигателем, который мог удовлетворить промышленность, говорят такие цифры: к 1800 году только завод Уатта и Болтона изготовил более 250 паровых машин.



Паровая машина Уатта.

А в 1826 году в Англии уже было около 1500 машин, суммарная мощность которых составляла 80 тысяч лошадиных сил.

Джемс Уатт сделал великое изобретение. И мы помним это и благодарны ему. Сам Уатт сравнивал мощность машины с мощностью лошади. Мы тоже пользуемся таким методом сравнения. Но мы пользуемся и другой единицей мощности, называемой «ватт» или «уатт», именем великого изобретателя.

Мне хочется обратить ваше внимание на два интереснейших устройства, введенных Уаттом в паровую машину. Я имею в виду золотниковый механизм и центробежный регулятор.

К паровой машине Ньюкомена был приставлен специальный человек для того, чтобы открывать и закрывать клапаны при каждом ходе поршня. Машина Нью-

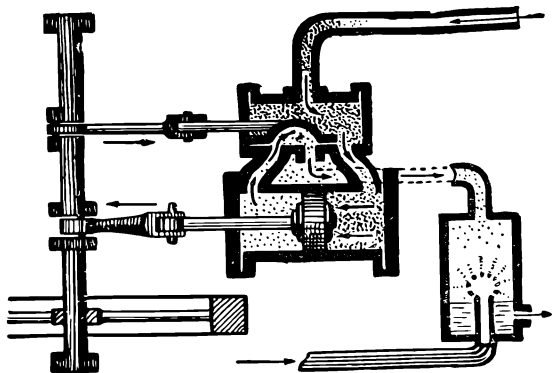
комена была очень тихоходная, и человек вполне успевал справляться с такой работой. Наверное, он еще и уголь в топку мог подкладывать.

Уатт не добился бы успеха, если бы и он для переключения клапанов паровой машины оставил человека. Болей-неволей, для того чтобы успевать переключать клапаны от руки, пришлось бы машину сделать тихоходной, а значит, и малоэффективной. И Уатт, конечно, отказался от такого метода. Человека он заменил парораспределительной коробкой с золотником.

Как устроен золотник, вы знаете, и я не буду напоминать вам о нем. Скажу я лишь о его значении. Ведь золотник, соединенный через систему рычагов и эксцентрик с валом машины, есть чистейший автомат!

Да, автомат. Это, конечно, очень здорово. Но ведь и маятник с храповым колесиком в часах — тоже автомат. Правильно. Однако золотниковый механизм — автомат особого рода. Посмотрите-ка, как он работает.

Давайте впускные отверстия в золотниковой коробке назовем входом машины. Это действительно так: через эти отверстия в цилиндр подается рабочее тело — пар, толкающий поршень. Пар давит на поршень. Шток поршня передает усилие на шатун и кривошип. Криво-



Золотниковая коробка паровой машины.

шипно-шатунный механизм преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное. Это как раз то, что требовалось. Это и есть нужный результат — выход паровой машины. Сила на выходе паро-

вой машины большая, и ее практически не убудет, если мы ее же заставим передвигать золотник. Так на самом деле и происходит.

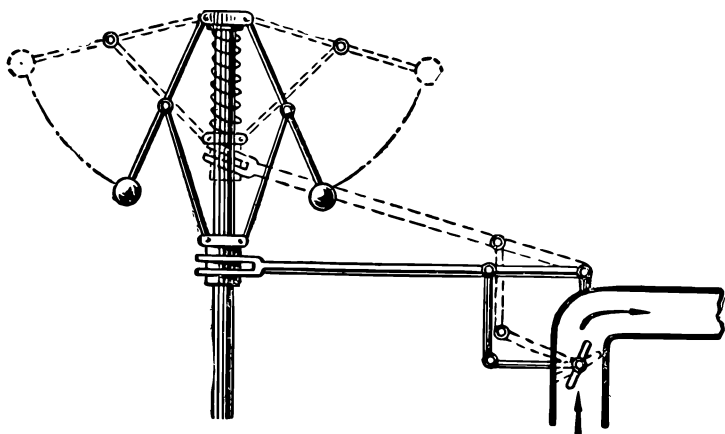
Когда машина останавливается, то золотник может находиться в любом положении относительно впускных отверстий. Как только пар вновь будет подан, он создаст давление на одну из сторон поршня, поршень сдвинется, начнет поворачивать вал, и вместе с вращением вала начнет двигаться золотник. Вот и получается, что вал приводит в движение золотник, а золотник, меняя парораспределение, приводит в движение вал. Машина сама поддерживает свое движение, сама, как говорится, поднимает себя за волосы.

Но все-таки шутка осталась шуткой: поднять себя за волосы нельзя. Так и с машиной. Без пара она работать не будет, и никакие золотники не помогут. Но уж если пар подан, движение в машине действительно будет поддерживать само себя, без помощи человека или каких-либо других внешних причин.

В часах переключение тоже производилось автоматически, но такой связи, как в паровой машине, не было. Парораспределительная коробка с золотником, — пожалуй, первое устройство связи между выходом и входом. Такая связь, когда часть мощности на выходе используется не для производства полезной работы, а отбирается и вновь подается на вход системы для того, чтобы управлять процессом, называется «обратной связью». Обратная связь чрезвычайно важна в технике сегодняшнего дня. Трудно даже представить себе такую область техники, где она теперь не начинает применяться. Но ее широкое использование и особенно понимание ее глубокого физического смысла и универсальности стали распространяться совсем недавно, не более двадцати—тридцати лет назад.

Теперь о втором важном устройстве, введенном Уаттом в паровую машину, — о центробежном регуляторе. Его назначение — регулировать подачу пара в цилиндры машины таким образом, чтобы машина, независимо от нагрузки, давала всегда постоянные обороты.

Как работает центробежный регулятор Уатта, вы знаете. Вал регулятора прикрепленными к нему на шарнирах грузиками приводится во вращение от вала паровой машины. Под воздействием центробежной силы гру-



Центробежный регулятор Уатта.

зика расходятся в стороны. Расходясь, они тянут за собой рычаг, который связан с дроссельной заслонкой, установленной в паропроводе. Чем быстрее вращается машина, тем больше расходятся грузики и тем больше заслонка перекрывает паропровод. Машина начинает вращаться медленнее.

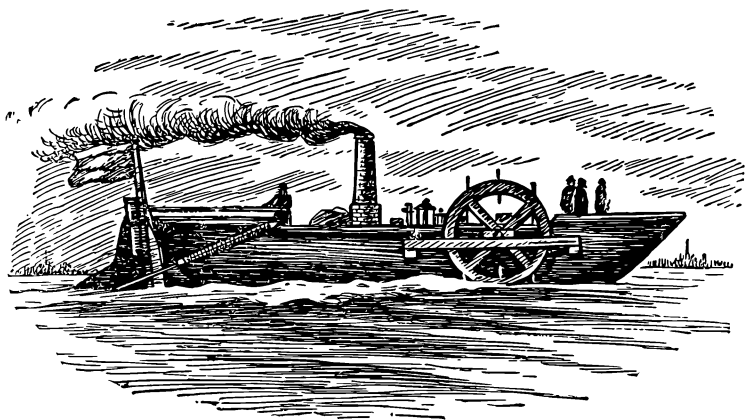
Если заслонка закроется очень сильно, машина сбавит обороты больше, чем нужно. Тогда грузики регулятора снова опустятся, и заслонка увеличит проход пара. Машина снова прибавит обороты. Так работает регулятор. Но это вовсе не значит, что паровая машина будет все время резко изменять свои обороты. Нет, такой регулятор как раз и позволяет поддерживать обороты машины неизменными, если, конечно, он правильно сконструирован и налажен.

И еще мне хочется, чтоб вы подумали вот над чем: что же такое представляет собой центробежный регулятор Уатта? Часть ответа кроется в его названии. Это — регулятор. Он регулирует обороты машины, или, иными словами, управляет работой машины таким образом, что ее обороты остаются постоянными и при изменении нагрузки на валу машины и при изменении давления пара. Но как, с помощью чего регулятор управляет машиной? Если мы подумаем над этим, то мы довольно скоро с вами придем к выводу, что и регулятор — тоже устройство обратной связи.

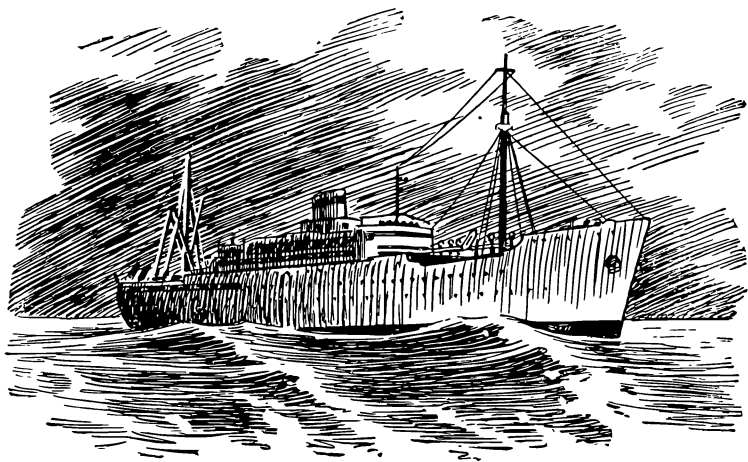
И правда. Ведь положение грузиков регулятора определяется только скоростью вращения вала машины, то есть тем, что происходит на ее выходе. Мощность, необходимая для приведения регулятора в действие, также отбирается с выхода машины. С грузами регулятора соединена заслонка, помещенная в паропроводе, на входе машины. Вот и получается, что регулятор связывает выход машины с ее входом. Только применен он не для приведения машины в действие, а для управления ее работой, для поддержания постоянства оборотов.

Уатт очень хорошо понимал всю важность своего изобретения — паровой машины. Он, наверное, даже знал, что ее ждет великое будущее. Ведь уже на его глазах машина была принята всеми и оценена по заслугам. Но ни Уатт и никто другой из его современников, пожалуй, не догадывались о том, что принципы, заложенные в парораспределительную коробку и в центробежный регулятор, приведут к изменениям в промышленности и во всей нашей жизни не меньшим, чем привело изобретение самой паровой машины. В те годы еще никому не приходило в голову, какую огромную роль в истории человечества предстоит сыграть автоматике и одному из важнейших ее принципов — обратной связи.

Больше, пожалуй, нечего говорить о паровой машине. Скажем только, что было создано с ее помощью.



Первый русский пароход «Елизавета».



Современный океанский пароход.

Прежде всего паровая машина почти повсеместно заменила собой водяное колесо. Ведь паровая машина была значительно удобней. Для ее установки не требовалось громоздких сооружений. Она могла работать там, где не было воды. Отбирать силу от паровой машины и передавать ее на небольшие расстояния просто: с помощью вала, трансмиссии, шестеренной передачи. Водяной двигатель был прочно привязан к месту установки. Паровая машина могла работать где угодно.

И, конечно, многие начинали задумываться, нельзя ли эти очень ценные свойства паровой машины использовать, установив ее не на неподвижных объектах, а на тех, от которых требуется именно движение.

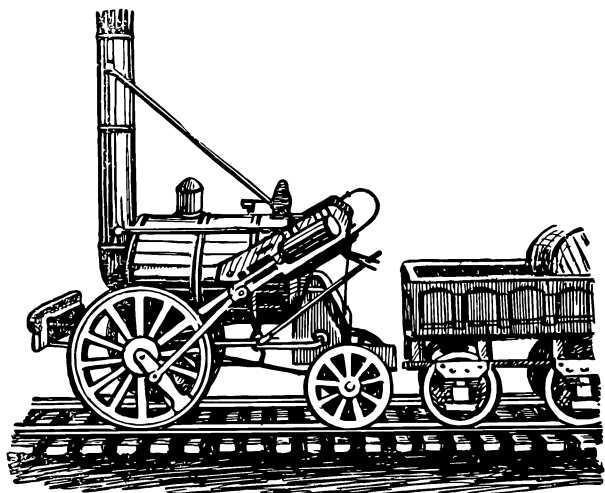
Так появились пароход и паровоз.

Первый пароход построили в США, в 1807 году. Он назывался «Клермонт». Его изобретателем был Роберт Фультон. Пароход был колесный и очень тихоходный. Его скорость была около пяти миль в час. Первый пароход в России был построен всего лишь восемью годами позже. Назывался он «Елизавета» и тоже был колесным. У него была высокая кирпичная труба, а мощность машины всего 4 лошадиные силы.

В 1825 году чешский изобретатель И. Рессель приме-

нил гребной винт в кормовой части судна. Это резко повысило мореходные качества паровых судов.

Первые пароходы казались чудом их современникам. И это действительно было чудом для того времени. Но какими маленькими и смешными кажутся они нам теперь! Четыре лошадиные силы против ста тысяч, десятки тонн водоизмещения против десятков тысяч тонн, пять узлов против сорока!



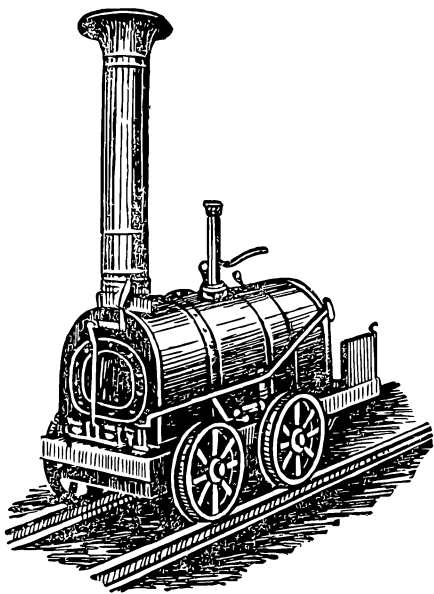
«Ракета» Стефенсона.»

Паровоз изобрели позже, в 1829 году. Его изобрел сын рудничного кочегара, самоучка Джордж Стефенсон. Паровоз назывался многозначительно и героически: «Ракета». Мощность «Ракеты» была двенадцать лошадиных сил, а скорость, как и подобало ракете начала XIX столетия, — между двадцатью и тридцатью километрами в час.

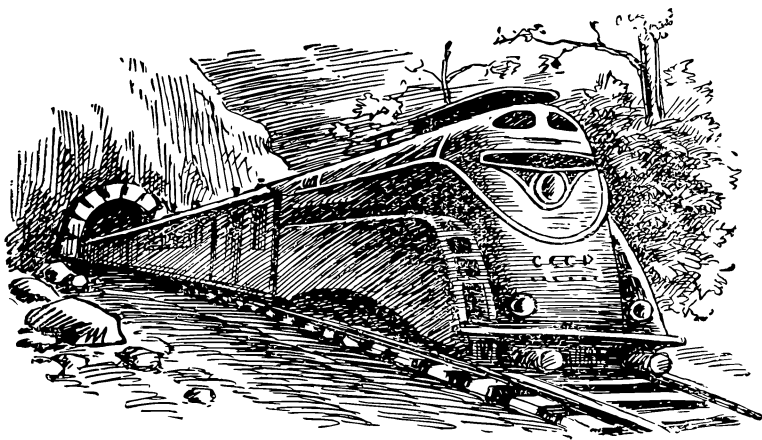
В России первый паровоз был изобретен и построен на Нижне-Тагильском заводе. Его создателями были отец и сын Ефим Алексеевич и Мирон Ефимович Черепановы, крепостные Демидова. Свою деятельность они начали со строительства паровых машин. Много разнообразных машин и станков построили они. Удалось им даже побывать за границей, в Швеции и Англии.

И вот в 1833—1834 годах они приступили к строительству паровоза. Но называли тогда его не паровоз, а... пароход. Помните: «В чистом поле мчится, мчится пароход...» Эта замечательная песнь Глинки посвящена не пароходу, а паровозу. Вероятно, многие из вас, прослушав эту песню, удивлялись, что, мол, это за пароход, который едет по чистому полю. Просто так называли в ту пору паровоз.

Первый паровоз Черепановых пере-



Паровоз Черепановых.



Современный паровоз.

возил руду по рельсовому пути длиной около 800 метров. Он мог везти груз в 200 пудов (около 3200 килограммов) со скоростью до 15 километров в час.

Нынешний паровоз может вести составы со скоростью более ста километров в час, а вес нормального товарного состава в наше время достигает 3—4 тысяч тонн!

Так изменилась техника за сто с небольшим лет!

ЭРА МЕХАНИКИ

По счастливой случайности воздушный шар опустился на небольшой, затерянный в океане остров. Пятеро пассажиров и собака оказались одни на необитаемом, даже не нанесенном на карту острове, Таинственном острове, как назвал его писатель Жюль Верн. Это произошло во второй половине XIX столетия.

У людей не было с собой ничего. Нечем было добывать пищу, нечем было даже развести огонь. Но зато один из спасшихся, Сайрус Смит, был очень знающим человеком. Знания Сайруса Смита, трудолюбие, мужество и взаимная дружба обитателей Таинственного острова помогли им за несколько лет создать на острове все, что было необходимо для жизни.

Все вы читали эту интереснейшую книжку Жюль Верна, и я не буду пересказывать вам ее содержания. Я хочу только напомнить вам, что Жюль Верн в образе Сайруса Смита показал человека, знания которого были очень обширны. Но они не превосходили, а целиком были основаны на завоеваниях науки и техники того времени.

В фантастической книге Марка Твена «Янки при дворе короля Артура» тоже изображен герой подобного рода. Попав ко двору легендарного короля Артура, правившего, по преданию, в Англии во времена раннего средневековья, герой силой своих знаний умудряется вызвать переворот в технике того времени. Причем знания его не какие-то особо выдающиеся. Совсем нет; он знает не более того, что знал инженер второй половины XIX века.

Но инженеры тех времен действительно знали уже очень многое. И многое могли делать. Они располагали множеством величайших открытий, превратившихся со времен Ньютона в стройную и точную науку о движении тел — механику. Механика и математика — древние науки. Новая же математика и новая механика были заложены гениальным английским ученым Исааком Ньютоном задолго до начала промышленной революции.

Множество ученых и практиков обогатили и развили эти науки, и к середине прошлого столетия механика, одна из первых, вооруженных точными новыми методами наук, стала приносить обильные практические плоды.

Механика — великая наука! Она помогла объяснить и понять научные и технические завоевания человечества, сделанные до того времени. Ведь они все, хоть и бессознательно, основывались на законах механики. Но механика не только объяснила прошлые открытия и достижения, она помогла сознательно добиваться новых. Все изобретения, все новые машины, станки, огнестрельное оружие, строительные сооружения — все, что создавалось людьми в те годы, могла объяснить механика. Законам механики подчинялись не только наши, земные, явления, но и все известные явления, наблюдавшиеся астрономами. Впервые в истории стало возможным производить математический расчет действия машин и сооружений, рассчитывать их отдельные узлы и элементы. Машины стали строить более надежными, легкими и, главное, точными. Механические устройства стали распространяться повсеместно. Строились корабли, железные дороги, мосты, невиданных дотоле размеров здания, туннели, домны, шахты, огромные заводы. Ручные орудия труда все более и более заменялись машинами и механизмами.

Словом, казалось, что вся вселенная может быть объяснена законами механики. И действительно, все, что наблюдали ученые, все, что ни создавала техника в те годы, все подчинялось этим законам, а если и некоторые факты не подчинялись, то это пока еще не вызывало ни тревоги, ни сомнений в универсальности механики. Казалось, что механика рано или поздно сумеет объяснить и эти непокорные явления.

Что же способствовало столь бурному развитию механики?

Мы знаем, что толчком к ее расцвету послужила промышленная революция, начавшаяся с изобретения прядильных и ткацких машин и паровой машины. Мы также знаем с вами, какую роль в жизни человечества сыграло открытие и применение металлов. Бронзу, медь, золото и железо люди открыли очень давно. К началу промышленной революции были известны и использовались и многие другие металлы. Но их, даже железа, не требовалось особенно много. Железо главным образом шло на изготовление лемехов, колесных осей, подков, разнообразного инструмента, оружия, корабельных якорей, гвоздей и т. п. До начала промышленной революции редко ощущалась нехватка в железе.

Промышленная революция и в этой области вызвала громадные изменения, потому что без достаточного количества железа, чугуна и стали она попросту не могла бы развиваться. Если первые машины — ткацкие станки и прядильные машины — с грехом пополам можно было бы делать из дерева, то паровой двигатель мог быть выполнен только из металла, и не любого, а самого прочного и устойчивого — из стали. То же самое можно сказать и о железной дороге, название которой говорит само за себя, и о многих других сооружениях и машинах.

Металл сразу потребовался в громадных количествах: котлы, паровые машины, паровозы, рельсы, пароходы, всякого рода станки и машины начали выделываться из металла. И здесь такую же важную роль, как в свое время бронзе и железу, пришлось сыграть стали.

Применение стали, особенно при изготовлении машин, станков, инструмента, позволило резко улучшить машины, повысить точность и качество изготовления продукции. Не менее важную роль применение стали и повышение точности и качества изготовления машин сыграли в дальнейшем усовершенствовании двигателей. В 1884 году в Англии Ч. Парсонс и независимо от него в Швеции в 1889 году Г. Лаваль разработали паровые турбины. Первые паровые турбины работали при очень высоких оборотах (30 тысяч об/мин турбина Лавалья и 18 тысяч об/мин турбина Парсонса). Кроме того, они

сначала не были достаточно экономичными. Широко они стали применяться позже, в начале нашего века.

Появились и другие тепловые двигатели, так называемые двигатели внутреннего сгорания. Само название этих двигателей говорит о том, что топливо, отдавая свою энергию, сгорает в самих двигателях, а не в топке котла, вне двигателя, как это было в паровых двигателях.

Надо сказать, что двигатели внутреннего сгорания были самыми первыми на земле тепловыми двигателями. Только применялись они не в промышленности, а в военной технике. Впервые двигатель внутреннего сгорания был изобретен в глубокой древности в Китае. Это—ракета. Применялась она главным образом для фейерверков. Позднее ракету использовали для военных целей в Индии, в России. Однако до сороковых годов нашего века ракетный двигатель интересовал в основном ученых, а техника обходилась без него. Зато уже с очень давних времен широко используется другой двигатель внутреннего сгорания, имеющийся в любом виде огнестрельного оружия, от старинной аркебузы или пищаля до современного дальнобойного орудия.

Ведь что такое двигатель внутреннего сгорания? Это такой двигатель, в котором энергия или работа получается путем сжигания топлива (будь то порох или бензин) в специальных рабочих камерах. У пушки или винтовки такой рабочей камерой является ствол, а у наиболее распространенных двигателей внутреннего сгорания, поршневых двигателей, — цилиндр.

Ни ракетный двигатель, ни двигатель «огнестрельный» до сих пор не нашли широкого применения в промышленности, хотя бы потому, что очень трудно регулировать мощность и управлять такими двигателями. Зато поршневые двигатели применяются повсеместно. И, говоря о двигателях внутреннего сгорания, чаще всего имеют в виду именно поршневые двигатели, хотя, кроме них, есть еще и газовая турбина и некоторые другие типы.

Идея создания двигателя внутреннего сгорания для промышленности зародилась в годы, предшествовавшие промышленной революции, когда уже ощущались все недостатки водяных двигателей. Первый тепловой двигатель внутреннего сгорания был предложен Х. Гюйген-

сом, известным нам создателем волновой теории света и значительными усовершенствованиями в часовом деле. Занимался Гюйгенс и тепловым двигателем, который он называл «пороховой машиной». Действительно, пороховая машина была основана на том же принципе, что и огнестрельное оружие. Только вместо ствола у пороховой машины был цилиндр, а вместо ядра или пули — поршень. Построить такую машину в 1688 году безуспешно пытался работавший одно время помощником у Гюйгенса Д. Папен.

Затем на время о двигателях внутреннего сгорания словно забыли: появилась паровая машина. Но в начале XIX века снова стали делаться попытки создать двигатель внутреннего сгорания. И, наконец, в 1860 году французский механик Э. Ленуар построил первый двухтактный газовый двигатель. По конструктивным принципам этот двигатель очень напоминал паровую машину, и экономичность у него была маленькая.

Поэтому уже в 1867 году, всего через семь лет, немецкие изобретатели Н. Отто и Э. Ланген создали более совершенный газовый двигатель, а еще через одиннадцать лет (в 1878 году) тот же Отто предложил новый, гораздо более совершенный, четырехтактный двигатель.

Однако все эти двигатели работали на газовом топливе, сперва на светильном, а потом на генераторном газе. Такое топливо неудобно в пользовании, и качество у него низкое. Поэтому двигатели внутреннего сгорания все еще не были в большом ходу. Только после перевода двигателей на жидкое топливо, сперва на легкое, а потом и на тяжелое, двигатели получили всеобщее признание.

Один из первых бензиновых двигателей с карбюратором был построен в восьмидесятые годы прошлого столетия моряком русского флота О. С. Костовичем. Двигатель был клапанный, восьмицилиндровый и предназначался для установки в дирижабле. Он имел очень малый по тем временам удельный вес — три килограмма на одну лошадиную силу.

Все мы знаем и о так называемых двигателях Дизеля, или, как их часто называют ученые и инженеры, двигателях с воспламенением от сжатия. Начало этим двигателям положил в самом конце прошлого столетия, в 1897 году, талантливый немецкий инженер Р. Дизель.

Двигатель, разработанный самим Дизелем, не был совершенным. И, прежде чем он получил широкое распространение, его пришлось значительно улучшать. Большие заслуги в этом деле имеют русские инженеры, которые на заводе Нобеля в Петербурге (теперь этот завод называется «Русский дизель») значительно улучшили конструкцию двигателя. Много усовершенствований в дизель ввели наши инженеры и в последующие годы.

В наши дни дизели — очень надежные и очень распространенные двигатели. Они применяются и на транспорте, в теплоходах и тепловозах, и приводят в движение электрические генераторы, устанавливаются они и на мощных автомобилях и тракторах. Известно, например, что по выпуску дизельных тракторов Советский Союз стоит на первом месте в мире.

Изобретение и распространение двигателей внутреннего сгорания определило развитие необыкновенно важной отрасли промышленности — нефтяной и нефтеперерабатывающей. О том, как велико в нашей сегодняшней жизни значение двигателей внутреннего сгорания, вы можете судить по политике таких стран, как США и Англия, которые в борьбе за нефть применяют все средства, вплоть до самых неприглядных.

Мы с вами уже знаем, что развитие техники направлено на повышение продуктивности человеческого труда, на удовлетворение постоянно расширяющихся и растущих потребностей человеческого общества. Техника всегда развивается одновременно по нескольким путям, и среди них очень важное значение имеют следующие:

Создание новых, более совершенных, более мощных и стойких двигателей, способных выполнять разнообразную работу и заменять мускульную силу человека в различных областях его труда;

Создание устройств, заменяющих или обостряющих человеческие чувства, что позволяет лучше и точнее проводить производственные процессы.

И очень близкий, часто не отличимый путь — создание устройств, позволяющих измерять различные величины и свойства предметов и процессов.

Есть еще один путь. Это путь создания таких устройств, которые могли бы управлять некоторым процессом без вмешательства человека. Такие устройства должны

заменить собой не силу человека, не его чувства, а его мозг.

Сочетание всех названных путей и приводит в конце концов к созданию нового, особого вида машин, которые могут выполнять всю работу или какую-то ее часть без участия человека. Такие машины, как мы знаем с вами, называются машинами-автоматами.

Первыми автоматами были механические автоматы: часы, золотник, центробежный регулятор. Регулятор уровня воды в резервуаре, изобретенный И. И. Ползуновым, и предохранительный клапан парового котла — тоже устройства автоматики. Сюда же может быть отнесено и первое автоматическое оружие: пулемет, созданный в 1883 году, самодвижущаяся торпеда.

Но все-таки в те годы, когда в мире господствовала механика, автоматов было очень немного. И не потому, что механика не могла создавать их. Совсем нет. Все дело заключалось в том, что вплоть до начала нашего столетия только в очень редких случаях техника не могла обойтись без автоматических устройств.

Но заслуги механики прошлого века и без того огромны.

Машиностроение, промышленность, которая дает жизнь всем остальным отраслям техники, единственная в своем роде промышленность, потому что только она может создавать себя самое — вот главнейшая задача, решавшаяся и решаемая в настоящее время механикой.

ЭРА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА



Сам я — инженер-радиотехник. Занимаюсь я разработкой разной аппаратуры. И, конечно, радио и электротехника мне ближе всего, и больше всего я люблю радиотехнику. Я вам рассказывал, что я, как и все мои сверстники, как и вы, мечтал о многих и самых разнообразных жизненных занятиях, от путешественника и археолога до радиотехника. Вы по себе и своим старшим товарищам знаете, что выбор специальности чаще всего все-таки оказывается делом случая. Конечно, одни никогда и ни при каких условиях не пойдут в технику или математику, других калачом не заманишь в медицину или педагогику, третьих не тянет в искусство. Но всегда имеется очень широкая область, будь то медицина, биология, механика или та же электротехника, внутри которой тоже имеется огромный выбор.

Но все-таки, когда я учился в школе и даже в институте, об электротехнике и о радиотехнике, об их месте в промышленности я имел очень неполное представление, а вернее, устаревшее. Я думал, электротехника и радиотехника, несмотря на то что они основаны на общих физических законах, — отдельные и мало соприкасающиеся области техники. Что же касается механики, то она казалась мне и вовсе не связанной с электричеством и тем более с радиотехникой.

Ведь, говоря об электротехнике, мы обычно представляем себе мощные генераторы, электродвигатели, прожектора, осветительные лампы, электропечи, мощные трансформаторы и различные бытовые приборы.

Говоря о радиотехнике и электронике, мы представляем себе радиоприемники, телевизоры, радиостанции, радиолокаторы, электронные лампы и телевизионные кинескопы.

Так думал и я даже в первые годы войны, тем более, что о такой важной области радио, как радиолокация, в те годы знали только очень немногие люди.

Что касается механики, то я знал, что она, конечно, широко использовалась и в электротехнике и даже в радиотехнике. Но только как подсобный работник. Радиоинженеру нужно создать устройство для излучения радиоволн. Пожалуйста! Это очень просто! Радиоинженер смотрит в свои радиокниги, берет логарифмическую линейку, исписывает формулами и цифрами кипу листов бумаги и, наконец, изрядно помучившись, выдает задание механику. А задание, прямо скажем, не простое. Для того чтобы длинноволновую радиостанцию было слышно во всей Европе, нужно, чтобы высота антенны была 300 — 500 метров! Инженер-механик хватается за голову, а может быть, и за сердце, но ничего не поделаешь: раз радиоинженер говорит, значит, так оно и есть. Здесь радиоинженер хозяин, а механик только помощник.

То же самое и в электротехнике. После изобретения генераторов переменного тока и после разработки методов расчета таких генераторов инженер-электрик вполне мог бы провести электрический расчет генератора на самые колоссальные мощности; лишь бы механики смогли создать надежную, экономичную конструкцию.

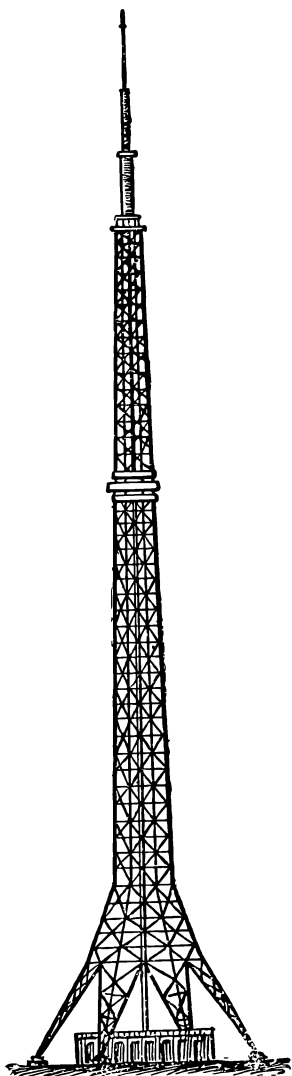
Отношения же между электротехникой и радиотехникой казались мне такими же простыми. Электротехника дает ток, и работают радиостанции, радиоприемники, работают охладительные насосы и вентиляторы, на антеннах горят красные предупредительные огни. Все в порядке.

Такое представление отчасти было правильным, но только устарелым. Оно как раз начинало стареть, когда я кончал школу и начинал учиться в институте, то есть в конце тридцатых, начале сороковых годов. В наши дни во многих случаях положение резко изменилось. Теперь частенько инженер-механик предъявляет свои требования к электротехнике и радиотехнике. Да такие, что у электриков и радистов перехватывает дыхание.

Вы, может, думаете, что из-за этого вражда какая-нибудь возникает между ними? Нет, конечно! Наоборот, если раньше механики по основной своей линии мало нуждались в электротехниках и радиотехниках, если электротехнике и особенно радиотехнике механика нужна была только как подсобная техника, то теперь все эти три важнейшие отрасли техники завязались в такой плотный узел, что ни один важный вопрос механики не решается без помощи электричества и радио; ни один важный вопрос в электротехнике не может быть решен без помощи механика и радиста, а радист для создания новых радиоустройств не обойдется без механики и электротехники.

Но если это так, если еще вспомнить успехи других наук, почему же можно наше время назвать эрой электричества? Вопрос этот очень правильный, но коротко на него не ответишь.

Давайте-ка сначала вспомним, как шло развитие науки и техники в более раннюю эпоху. Сперва техника овладела несколькими источниками механической энергии: энергией ветра, энергией воды. Были созданы и соответствующие двигатели: ветряной и водяной. Уровень и возможности промышленности соответствовали возможности этих



Такую башню для установки передающих телевизионных антенн скоро воздвигнут в Москве. Ее высота будет достигать 500 метров.

двигателей. Потом техника научилась превращать тепловую энергию в механическую; появилась паровая машина. К какому огромному толчку в развитии промышленности привело освоение энергии огня и изобретение паровой машины, вы уже знаете.

Так же дело складывалось и в электричестве. Сперва электричеством интересовались только немногие. Но вот в 1799 году А. Вольта создал первый источник электрической энергии — вольтов столб. В течение долгого времени он был единственным источником электрического тока. Именно «посредством огромной наипаче батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков», удалось В. В. Петрову открыть то явление, которое мы называем «электрической дугой». Именно с помощью вольтова столба было открыто Г. Эрстедом взаимодействие электрического тока и магнита, а М. Фарадей открыл законы электролиза.

Постепенно химические источники электричества, то есть такие, в которых осуществлялось преобразование химической энергии в электрическую, были значительно усовершенствованы. И хотя они продолжали оставаться очень дорогими, начали делаться попытки применить электрическую энергию для создания двигателей на новом виде энергии, на электрической энергии.

Одним из первых электрических двигателей был двигатель русского ученого Б. С. Якоби. Над этим двигателем Якоби работал около трех лет. В 1838 году при содействии адмирала Крузенштерна Якоби получил возможность установить свой двигатель на шлюпке. Двигатель питался электрическим током от 320 гальванических элементов. Летом 1838 года лодка с пассажирами поплыла по Неве.

Но все-таки электрический двигатель не мог еще соперничать с тепловым. И не только потому, что был несовершенным, а потому, что источники электрической энергии были громоздки, дороги и еще менее пригодны чем сам электрический двигатель.

Зато в области связи даже такие несовершенные источники, как гальванические элементы, позволили создать такие удобства, которые искупали дороговизну и низкие качества источников. Даже если бы они стоили во много раз дороже, их все равно выгодно было бы применять.

Первый в мире электромагнитный телеграф был построен в России. Он был изобретен П. Л. Шиллингом. В 1832 году уже действовала телеграфная линия между Зимним дворцом и министерством путей сообщения.

Знаменитый телеграф, изобретенный профессором изящных искусств С. Морзе в 1837 году, после долгих мук и лишений, испытанных изобретателем, начал действовать только в 1844 году на линии между Вашингтоном и Балтиморой. Зато в последующие годы он стал необыкновенно быстро распространяться.

В 1876 году переехавший на жительство в Соединенные Штаты Америки из Шотландии Г. Белл подал изобретательскую заявку на «говорящий телеграф». Заявка была сделана в марте, а в августе в Америке были включены первые 778 телефонов.

Это были изобретения, которые никогда не могли бы быть осуществлены средствами механики. А ведь они были чрезвычайно важны уже и в то время. Об этом говорит быстрота распространения этих изобретений.

Электричество начинало переходить из области науки в область техники. Но до эры электричества было еще очень далеко. Очень нужен был мощный, надежный и дешевый источник электроэнергии. Нужен был простой и надежный электрический двигатель.

Много людей в разных странах участвовали в разработке основ современных электрических машин.

Было выяснено, что электрические машины обратимы, то есть одна и та же машина может работать как двигатель, если в нее подается электрический ток, и как генератор, если ее привести во вращение. Машины постоянного тока долго считали единственно пригодными. Это происходило потому, что ток, который люди уже хорошо успели изучить, получая электроэнергию от гальванических элементов, был постоянный. Свойства же переменного тока не были еще изучены, с ним не умели обращаться, не умели его измерять, да и вообще к току, который огромное число раз в секунду меняет свое направление, мечется из стороны в сторону, относились с недоверием.

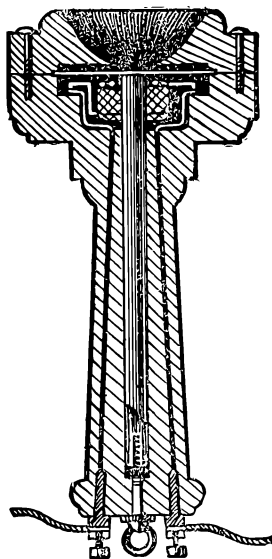
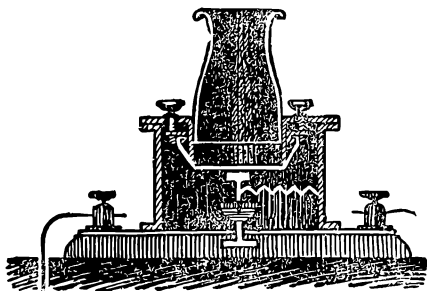
Одним из первых, кто не побоялся применить переменный ток, был П. Н. Яблочков. В его знаменитой «свече» было два параллельно поставленных угля. При питании их током возникала ярко светившаяся дуга. Од-

нако, если к «свече» подводился постоянный ток, один из углей выгорал быстрее. Тогда Яблочков и решил применить для питания своих «свечей» переменный ток.

Он же сконструировал первый генератор переменного тока. Это замечательное устройство по идее мало чем отличалось от современных генераторов.

Яблочкову пришлось решать и другую задачу, не менее важную. Дело в том, что от одного общего источника не могло одновременно питаться большое количество «свечей». А между тем «свечи» должны были устанавливаться в разных местах для того, чтобы получить освещение во всех нужных пунктах. Для этого требовалось, как тогда говорили, «дробить свет». Приходилось делать много отдельных генераторов, что было очень неудобно и дорого. Яблочков по-разному решал задачу дробления света. Но в конце концов он нашел самый правильный путь — применил «индуктирующую катушку», или, как теперь ее называют, трансформатор переменного тока.

Вначале электротехники не задумывались о том, на какое расстояние может передаваться по проводам элек-



Микрофон и наушник телефона Белла.

трическая энергия. Этим занялся французский инженер М. Дебре, который построил линию электропередач между Мисбахом и Мюнхеном длиной в 57 километров. В Мисбахе находилась водяная турбина, приводившая в движение генератор, а в Мюнхене — небольшой электродвигатель, вращавший насос. Электродвигатель и насос были установлены в выставочном зале проводившейся в 1882 году выставки. Понятно, что в таких условиях опыты Дебре привлекали внимание и получили быстрое признание.

Выгодность электропередачи возрастает при увеличении напряжения передаваемого тока. Так, Дебре в своих дальнейших опытах передавал электрическую энергию при напряжении 6000 вольт. Более высокого напряжения Дебре намеревался достичь, включая генераторы последовательно. Однако такой способ не был хорошим. Нужно было искать другие пути.

Как раз в эти годы итальянец Феррарис показал, что, пользуясь двухфазным переменным током, можно в электрической машине получить вращающееся магнитное поле. Это было очень важное открытие, позволившее вновь и, наконец, с большим успехом заняться переменным током. Дело в том, что все прежние двигатели переменного тока были однофазные и имели один решающий недостаток: при включении тока они «не хотели» начинать вращение. Их нужно было сперва раскручивать, а потом уже они продолжали работать сами. В двигателях двухфазного тока получавшееся вращающееся магнитное поле увлекало за собой ротор двигателя, и он начинал вращаться без посторонней помощи.

Двухфазный ток получил даже некоторое промышленное распространение. Но вскоре замечательный русский ученый и инженер М. О. Доливо-Добровольский предложил новую систему переменного тока: трехфазный переменный ток. Трехфазный ток тоже позволял получать вращающееся магнитное поле и, кроме того, давал и другие важные преимущества. С тех пор система трехфазного тока не претерпела почти никаких изменений. В наши дни она применяется в промышленности повсеместно.

Для передачи энергии трехфазным током требуется три провода. Если вы взглянете на высоковольтную ли-

нию электропередач, вы увидите, что число проводов, подвешенных на опорах, всегда три или кратно трем. Правда, на высоковольтных линиях над проводами протянуто еще два провода, но они навешиваются для защиты линии электропередачи от грозы. В наши квартиры, как вы знаете, входит только по два провода, хотя по ним также подается переменный ток. Для бытовых нужд не требуется трехфазный ток, достаточно заводить провода от одной фазы и средней точки или от выводов двух фаз. Все бытовые электрические приборы могут работать от однофазного переменного тока. В электропроигрывателях граммофонных пластинок, например, чаще всего устанавливают асинхронный двигатель переменного тока. Для того чтобы он начал вращаться сам, применены специальные устройства, позволяющие получать из однофазного тока двухфазный.

Не менее важной работой М. О. Доливо-Добровольского было создание трехфазных машин переменного тока. Он изобрел и построил асинхронный двигатель переменного тока. В наше время это наиболее распространенный электрический двигатель.

В 1891 году во Франкфурте-на-Майне состоялась электротехническая выставка. На выставке в одном из павильонов был установлен понижающий трансформатор. Он был подключен к трехфазной линии передач. Напряжение на этой линии было 8500 вольт. Трансформатор понижал это высокое напряжение до 65 вольт. От трансформатора питались тысяча ламп, освещавших выставку, и трехфазный двигатель Доливо-Добровольского, вращавший мощный водяной насос. Насос подавал воду на искусственный водопад. В те годы было трудно поверить, что электрическая энергия подавалась на выставку из Лауфена, отстоявшего от Франкфурта на 175 километров!

Передача электроэнергии открыла новые огромные возможности. Ведь это означало, что электростанцию вовсе не нужно строить именно там, где требуется большой расход электроэнергии, в городах или около крупных заводов. Электростанции можно было строить там, где ее выработка оказывалась наиболее дешевой и простой: в богатых топливом местах, возле каменноугольных шахт или на больших реках.

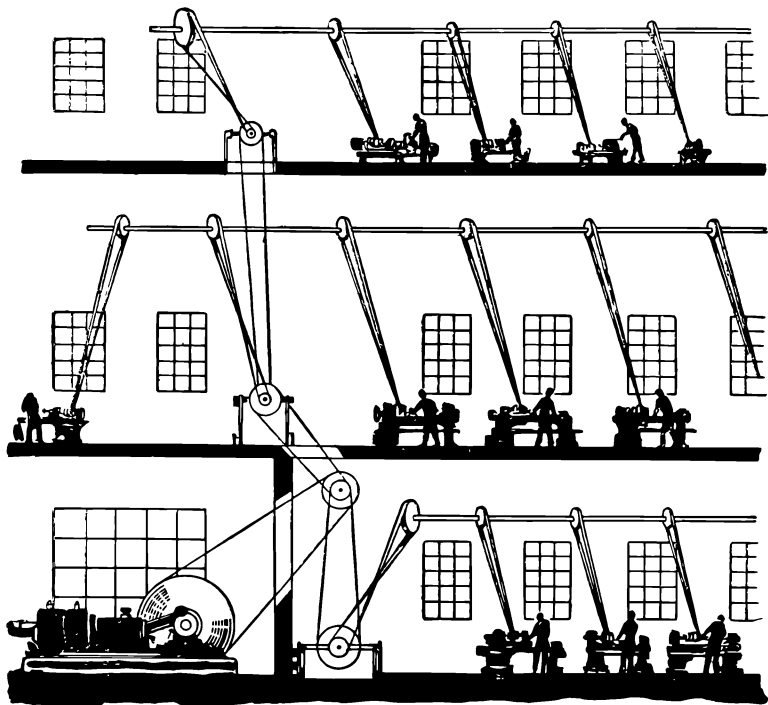
Тут-то и помог трансформатор переменного тока, который легко и просто позволил повышать напряжение, получаемое от генераторов, до многих десятков тысяч вольт и вновь понижать его до удобных для эксплуатации напряжений в местах потребления электроэнергии. Мы знаем с вами, что теперь напряжение на дальних линиях электропередач доходит до 400 тысяч вольт, а через несколько лет оно будет поднято еще выше, до 600 тысяч вольт.

Какую роль сыграло применение нового вида энергии — электроэнергии в производстве, описать почти невозможно. Я приведу вам только один пример, показывающий, как изменились методы использования силы для привода в действие станков.

Возле дома, где я жил, было много заводов. Все они в начале тридцатых годов либо строились заново, либо значительно расширялись и обновлялись. Нужда в квалифицированных рабочих была очень большая, а рабочих еще не хватало. И вот почти каждый крупный завод создавал свои училища, так называемые ФЗУ — фабрично-заводские училища, где и подготавливались новые квалифицированные рабочие.

Построили ФЗУ и в нашем дворе. Здание было большое, просторное, с прекрасным физкультурным залом, кинозалом, учебными помещениями и замечательными мастерскими. Особенно большой была механическая мастерская. Она была похожа на большой цех. Завод, строивший ФЗУ, не поскупился и оборудовал мастерскую хорошими станками, особенно по тем временам.

Мы, мальчишки и девчонки, могли по целым дням стоять под ее окнами. Мы подставляли кирпичи под окнами и повисали животами на подоконниках. Все нам было интересно: и токарные станки, из которых, завиваясь и закручиваясь, ползла упругая синяя стружка, и механическая ножовка, запросто перепиливавшая толстые металлические чушки, и стоявшие в отдалении фрезерные станки. Сам тепловатый воздух, выходящий из мастерской, пахнувший перегретым маслом и металлом, вдыхали мы с наслаждением и завистью. До чего же хотелось нам самим покрутить разные ручки у станков, сделать какую-нибудь деталь, а потом, с важным видом, прищурив один глаз, выверять ее угольником, кронциркулем или «штангелем»!



Старый цех

И сейчас, когда я прохожу по цехам завода, где я работаю, я часто вспоминаю о той первой в жизни мастерской, которую я видел. Все так же в цехах бежит из-под резцов стружка, все так же пахнет перегретым машинным маслом и металлом, все так же звенит наждачный круг, затачивая резцы. Но как много перемен! И прежде всего бросается в глаза отсутствие самого неперменного, без чего раньше не могли работать станки: отсутствие трансмиссий.

В той механической мастерской, в которую я заглядывал в детстве, станки, конечно, уже приводились в движение не от паровой машины, а от электродвигателя. Но одного из важнейших преимуществ, даваемых электричеством, в те годы еще почти не использовали. Паровая машина ушла, но ее наследство — трансмиссии — осталось. Вероятно потому, что в те годы

только начинали выпускать двигатели для привода одного отдельного станка. Такие двигатели должны были иметь порядочную мощность и в то же время иметь малые размеры.

Вместо того чтобы каждый станок приводить в движение отдельным двигателем, в механической мастерской ФЗУ вынуждены были действовать еще по старинке. В одном месте мастерской, под потолком, был установлен большой, немного похожий на борова, электрический мотор. На валу мотора сидел шкив. Под потолком шло несколько рядов металлических валов. Каждый вал над своим рядом станков. На каждом таком валу тоже были насажены шкивы, над каждым станком по шкиву. И, кроме того, на каждом валу сидел еще один шкив, от которого шел приводной ремень к специальному валу, соединенному ременной передачей со шкивом электромотора.

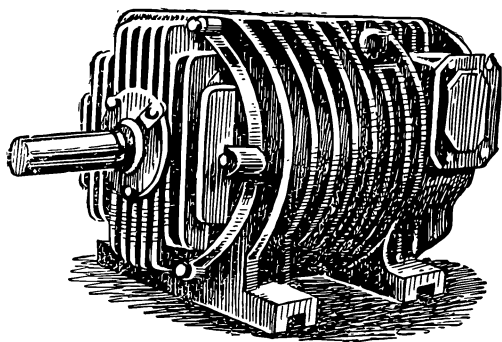
Для того чтобы менять число оборотов станка, шкивы, установленные над каждым из станков, и шкивы, установленные непосредственно в станках, были ступенчатые. Они имели по три или четыре ступени. Для включения или выключения станка надо было расцепить или сцепить шкив, сидящий на валу, с валом. Это делалось рычагом. Рычаг находился, кажется, возле левой руки рабочего. Он поднимался к верхнему шкиву и был здорово похож на деревянную оглоблю.

Представляете? Даже когда нужно было включить только один станок, приходилось включать мотор очень большой мощности и заставлять вращаться всю эту «индустрию». Вот что такое трансмиссия!

А какая мýка, сколько времени терялось, когда нужно было поменять скорость вращения станка! Приходилось расцеплять вал и шкив, а потом, затрачивая много усилий, в очень неудобной позе, перебрасывать ремень с одной ступени шкивов на другую. Менять скорость станка малыми порциями было невозможно.

Мне еще пришлось во время войны немного поработать на станках с ременным приводом. Очень было неудобно. Ремень часто ослабевал и проскальзывал на шкиве, а то и просто рвался. На заводе для починки ремней специально держали шорника. Да и опасно работать с ременной передачей. Я сперва посмеивался. Мне очень нравилось бросать кепку в трансмиссию, по

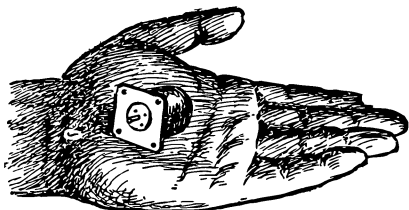
ходу ремня. Бросишь ее, она нырнет под шкив, обогнет его, а потом со страшной быстротой вылетает и ударяется в потолок. Но однажды я работал на сверлильном станке, у которого ограждение ремня было снято. Тут уж получилось не так весело. Я работал без шапки и, как говорится, «ахнуть не успел», как волосы мои втянуло в ремень и меня с размаху ударило лицом об станок. К счастью, я отделался клоком волос, разбитым носом и шишкой на лбу. Но могло быть и хуже.



Мощный электродвигатель для ролгангов прокатного стана.

А теперь трансмиссии такой нет. У каждого станка мотор внутри, бывает даже по нескольку. Если привод от мотора к станку осуществлен с помощью ремня (так еще часто делают), то и ремень находится внутри станка. И никаких валов под потолком, и никаких оглобелей для включения. Есть на каждом станке маленькая коробочка с черной и красной кнопкой: «Пуск» и «Стоп», а для переключения скоростей достаточно повернуть рычаги. И, что не менее важно, получается большая экономия электроэнергии.

Где только не устанавливаются теперь электродвигатели! От громадных, мощностью в тысячи лошадиных сил, моторов,



Микродвигатель.

вращающих прокатные станы, до микродвигателей, величиной с наперсток, устанавливаемых в различной аппаратуре. Устанавливают двигатели и на дизель-электрических судах и поездах, на электровозах, трамваях, составах метро, троллейбуса, на швейных машинах, в бритвах и на самых неприятных машинах на свете — на бормашинах. Даже автомобили и те не обходятся без них. Только точильщики крутят свои точила, как и тысячу лет назад, — ногой.

Если бы электричество позволило только ввести в практику новый тип двигателя, то и тогда его вклад в промышленность был бы очень велик. Но электричество позволило и многое другое. Так, например, оно позволило создать новые средства связи. О некоторых из них — телеграфе и телефоне мы уже знаем. Электротехника создала весьма совершенные источники света, от дуговых ламп и ламп накаливания до ламп дневного света.

Однако электричество сыграло в промышленности гораздо большую роль. Оно определило развитие промышленности, не только дав ей новый источник силы, но и вмешавшись в самые методы производства продукции, в технологию. Вспомним, например, открытие гальванопластики и гальваностегии, сделанное в 1838 году Б. С. Якоби.

Но и это далеко не все. Если бы только этим ограничивались достоинства электрической энергии, Владимир Ильич Ленин, может быть, и не дал бы своего знаменитого определения, что «Коммунизм это есть Советская власть плюс электрификация всей страны». Недаром Ленин в самые первые годы Советской власти лично руководил составлением знаменитого плана электрификации России, плана ГОЭЛРО (плана Государственной комиссии по электрификации России).

Он создавался в 1920 году, когда Советской России приходилось испытывать громадные трудности: ведь еще не кончилась гражданская война, не работали многие заводы и фабрики, не хватало самого необходимого. В декабре 1920 года состоялся Восьмой Всероссийский съезд Советов. На этом съезде был одобрен план ГОЭЛРО. Он предусматривал сооружение 30 районных электростанций. Их строительство было завершено досрочно, в 1931 году.

Ленин не был специалистом в электротехнике. Он

был гениальным философом-марксистом, и это давало ему возможность видеть в электричестве и электротехнике такие стороны, которые в те времена еще неясны были ни ученым, ни инженерам. Так же знал Ленин и об электричестве. И его определение коммунизма говорит об очень важном, основном принципе развития не только общественных отношений, но и промышленности при социализме и коммунизме.

Какие же качества дали возможность получить столько пользы от электричества и позволяют нам ждать от электрической энергии гораздо большего?

Давайте перечислим, какие виды энергии мы знаем на сегодняшний день и используем для наших целей.

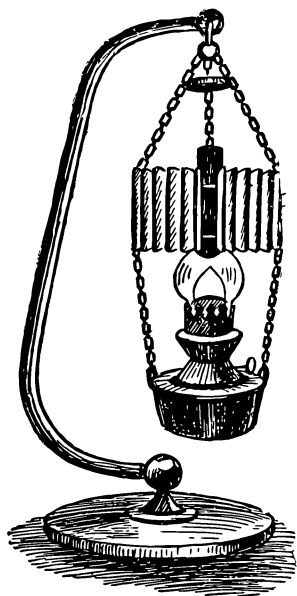
Прежде всего, энергия механическая — энергия ветра, падающей воды, энергия вращения любого двигателя, энергия движения любого тела.

Затем следует энергия тепловая — энергия солнца, энергия пара, энергия, освобождающаяся при сгорании различных видов топлива. По существу, горение, окисление есть химический процесс, при котором энергия химическая переходит в тепловую. При других реакциях тепловая энергия может переходить в химическую.

Далее идет электрическая энергия. Потом лучистая энергия — световая, электромагнитная. И, наконец, новейшие достижения физики открыли нам и позволяют приступить к использованию атомной энергии.

Давайте рассмотрим основные свойства электрической энергии. Одним из важнейших ее свойств и достоинств является то, что она легко и прямым путем преобразуется в любой другой вид энергии: в механическую, с помощью различных электродвигателей и электромагнитов; в тепловую, с помощью разнообразных электронагревательных приборов; в лучистую, с помощью электроосветительных и радиоприборов, а также рентгеновских трубок; в химическую — в аккумуляторах. Другое, не менее важное свойство электроэнергии — это то, что она также прямым путем может быть получена из всех других видов энергии. Правда, пока еще не нашли путей прямого преобразования атомной энергии в электрическую. Но работы в этом направлении ведутся большие, и, возможно, не за горами то время, когда будет найдено решение этой великой задачи.

Что означает, когда говорят, что электрическая



Полупроводниковый
термогенератор.

энергия прямым путем может быть преобразована из любых других видов энергии?

Возьмем, к примеру, получение электрической энергии из тепловой. Есть несколько методов. Первый, наиболее распространенный, вам хорошо известен, это метод, используемый на электростанциях; он относится к косвенным методам получения электроэнергии. Топливо сжигают в топках. Сгорая, оно нагревает воду. Получившийся в результате пар высокой температуры и высокого давления подается в турбину. Под воздействием струи пара турбина вращается и приводит в движение генератор. На выходе генератора развивается электрическое напряжение. Вот сколько получилось этапов: преобразование энергии

огня в энергию пара с помощью котла, преобразование энергии пара в механическую энергию с помощью турбины и, наконец, преобразование механической энергии в электрическую с помощью генератора — три этапа!

Второй метод не требует столь сложных и громоздких преобразований. Вы слышали о так называемых термоэлементах. С помощью термоэлементов энергия получается из тепловой непосредственно. Достаточно нагреть спай двух металлов, например меди и висмута, составляющих термоэлемент, чтобы возникла электродвижущая сила. Термоэлектрический эффект был открыт членом Берлинской академии Т. Зеебеком еще в 1821 году. Такой метод получения электроэнергии, как мы видим, является методом прямого получения электрической энергии из тепловой. Беда только в том, что он очень мало эффективен и не может быть применен для создания мощных источников электрического тока.

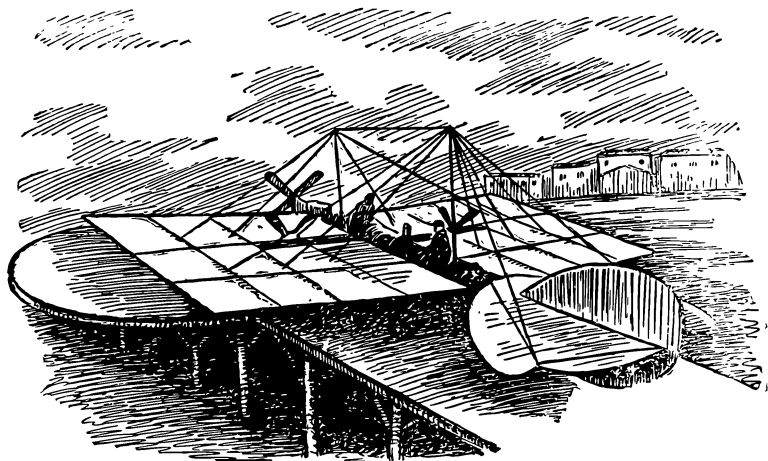
В последние годы найден новый метод прямого получения электрической энергии из тепловой. Электрическая энергия получается с помощью новых полупроводниковых материалов. Этот путь преобразования тепловой энергии в электрическую уже гораздо более эффективен. Так, тепла обычной керосиновой лампы — «молнии» хватает, чтобы от полупроводникового термоэлемента работал радиоприемник.

Важнейшим свойством электроэнергии является ее способность дробиться на любые доли. Тепловая энергия тоже может дробиться. Возьмите хотя бы систему парового отопления: от одного котла питаются сотни радиаторов, установленных в разных частях здания. Но сколько же приходится затрачивать труда и металла на прокладку соединительных труб! Как это громоздко и неудобно! Не лучше обстоит дело и с дроблением механической энергии. Вспомните об устройстве трансмиссий в мастерской ФЗУ. А с электричеством все это делается очень просто — два или три тонких провода, и энергию можно вести к любому электроприбору.

Но особенно заметно преимущество электрической энергии, когда требуется передавать ее на большие расстояния. Тут уж с ней ничто не может равняться. Механическую энергию вообще не передают на дальние расстояния, тепловую же энергию можно передавать с помощью горячей воды или пара от силы на несколько километров. С электрической энергией может соперничать только ее ближайшая родственница — лучистая энергия: энергия электромагнитная, радиоволн, — и энергия световая. Однако с помощью лучистой энергии люди еще не научились передавать большие мощности в узком параллельном пучке. Сумеют ли они осуществить когда-нибудь передачу энергии без проводов и окажется ли это необходимым, сейчас трудно сказать. Во всяком случае задача такая очень заманчива.

Вот эти-то все свойства электроэнергии позволили Ленину предвидеть всю важность и универсальность применения электроэнергии. Эти-то свойства и дают нам ключ к решению тысяч и тысяч разнообразнейших задач, решение которых средствами механики или вовсе невозможно, или значительно более сложно и дорого.

Прежде чем закончить главу, я хочу вам рассказать о двух крупнейших изобретениях, сделанных в России



Самолет Можайского.

в конце XIX века: о радио и самолете. Каждому из них предстояло оказать решающую роль в создании техники сегодняшнего дня.

Изобретение радио было предсказано наукой. Великий английский физик Фарадей в 1831 году открыл закон электромагнитной индукции. Он же ввел в науку и понятие о магнитном поле и магнитных силовых линиях. К концу жизни Фарадей пришел к заключению, что свет — это тоже электромагнитные колебания. Но он не решился опубликовать свои мысли, настолько они были в то время необычны.

Это сделал за него другой великий ученый, Д. Максвелл, который начиная с 1864 года работал над созданием математической теории электромагнитного поля. Эта теория предсказала существование электромагнитных волн. Но она совсем не говорила о том, как их можно получать и для чего эти волны можно использовать в жизни.

В 1886 году немецкий физик Г. Герц сумел опытным путем доказать существование электромагнитных волн.

7 мая (25 апреля ст. ст.) 1895 года на заседании Русского физико-химического общества при Санкт-Петербургском университете зачитывалось сообщение. Делал

его профессор Александр Степанович Попов. И, несмотря на то что сообщение называлось очень скромно и буднично: «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям», оно стало историческим. Потому что в этот день участникам заседания было рассказано о родоначальнике всех современных радиоустройств, о знаменитом «грозоотметчике». День 7 мая у нас в Советском Союзе — праздник радистов, День радио.

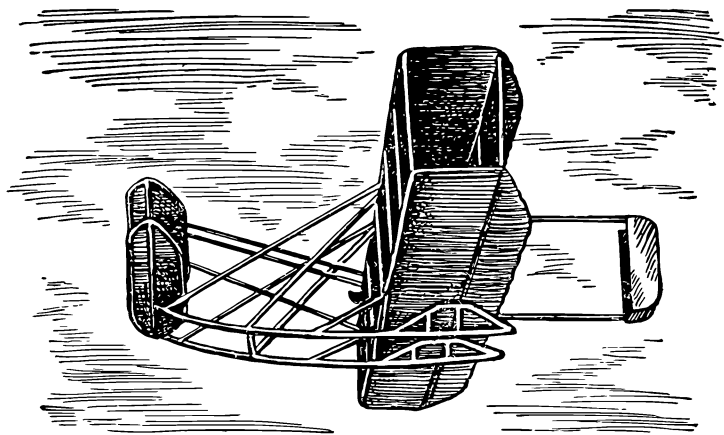
Изобретение самолета, это величайшее достижение механики, шло иным путем. Строители самолетов в большинстве своем не были учеными. Законченной теории летания, подобной теории электромагнитных волн, не было. Работа над созданием самолета и над созданием теории полета шла параллельно, и, пожалуй, практики сначала даже опережали теоретиков.

Самолеты строились во многих странах многими энтузиастами. Первый патент на самолет «воздухоплавательный снаряд» был выдан в России моряку, капитану первого ранга А. Можайскому в 1881 году.

За ним последовали и другие изобретатели.

В 1903 году совершили свой первый полет американские изобретатели братья Райт.

Если первые самолеты могли быть построены, когда



Самолет братьев Райт.

теория летания еще только зарождалась, то быстрое, просто головокружительное развитие авиации в последующее время вряд ли было бы возможным, если бы теоретические исследования оставались на прежнем уровне.

Огромную роль в развитии теории воздухоплавания сыграли два выдающихся русских ученых — Н. Е. Жуковский и А. С. Чаплыгин. В 1904 году в селе Кучино, под Москвой, был создан первый в мире аэродинамический институт, где занимались вопросами воздухоплавания. В 1911 году Жуковский, который был руководителем этого института, опубликовал свои знаменитые «Теоретические основы воздухоплавания». По этой книге училось не одно поколение авиаторов. А. Чаплыгин создал новую отрасль науки — газовую динамику, важнейшую науку для дальнейшего развития самолетостроения.

Вот, пожалуй, и все, что мне сейчас хотелось рассказать об электричестве. Я рассказал вам главным образом о его вчерашнем дне, о том, как оно появилось на свет. И хотя это было еще давно, но до самых последних лет, до двадцатых годов нашего века, оно только училось ходить.

Для того чтобы электричество стало полновластным хозяином, нужно было ему прочно войти в промышленность и изменить ее на новый лад. Изменения же в промышленности, в свою очередь, открыли широкую дорогу современной массовой продукции и технике, которые немыслимы без электричества.

Но произошло это, как я уже говорил, совсем недавно.

Вот теперь с наступлением эры электричества начала по-настоящему развиваться и автоматика.

Ведь вспомните: любые автоматы, которые придут вам на память, о которых вы что-нибудь слышали, связаны для вас с электрическим током.

Но мы не сразу начнем рассказывать об автоматических устройствах, о том, как создать «завод без людей».

Дело не только в развитии техники. Для того чтобы автоматизировать производство, надо было еще кое-что. Смешно было ставить дорогие сложные автоматические устройства в средневековую мануфактуру, вырабаты-

вавшую немного разнообразных вещей. Автоматика годится только на современном специализированном производстве, только тогда она будет выгодна.

Вот почему мы поговорим немного об организации современного производства, о таких, важнейших для современной техники вещах, как стандарт и массовость.

СТАНДАРТ И МАССОВОСТЬ



Признаться, люблю я хорошую обувь. Приятно, когда ботинки не жмут, не спадают с ног и не болтаются. Приятно, когда у них красивая спокойная форма и они легкие и удобные. Однажды после работы я зашел купить себе полуботинки. В магазине оказалось неожиданно пусто, и я с чувством хорошо выполняемой работы начал выбирать себе обувь. Выбрал я ее довольно быстро, но мне хотелось воспользоваться всеми благами цивилизации, и из любопытства я решил всунуть ногу в специальный рентгеновский аппарат для примерки обуви. В общем это уже было баловством, потому что я и так чувствовал, что обувь мне вполне по ноге.

Но тут в магазин вошла молоденькая, очень возбужденная девушка. Она подошла к прилавку и попросила показать ей босоножки. Она долго рассматривала босоножки разных фасонов и расцветок, откладывала одни, брала другие, снова возвращалась к старым. И лицо ее становилось все более грустным и расстроенным. Но вдруг лицо ее оживилось, и она, показав на новую пару, попросила достать ее с витрины. «Ах, какие изящные, какие миленькие!» — восхитилась она и побежала в кассу. Потом она вернулась, получила покупку и, поглядев на отвергнутые босоножки, презрительно сказала: «Стандарт!»

Вскоре и я, получив пару полуботинок, вышел из магазина. Я все вспоминал слова девушки. Вот взяла она и обругала плохую обувь таким хорошим, умным

словом — «стандарт». И многие у нас почему-то этим словом характеризуют продукцию легкой промышленности, если она им не нравится.

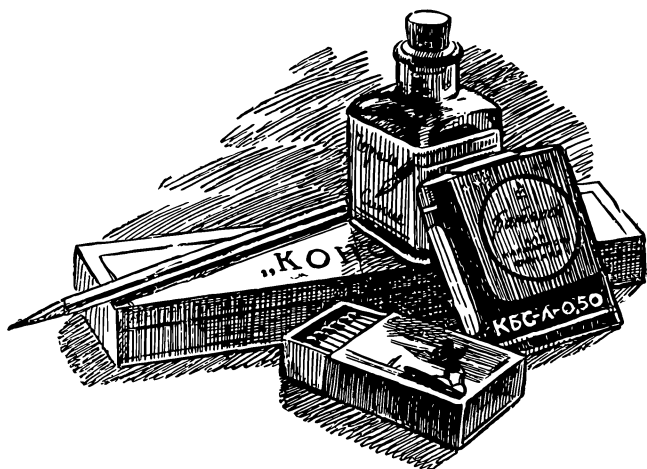
Но ведь это неправильно! Плохое качество обычно получается именно тогда, когда работники завода или фабрики не стараются улучшить свою работу, а пытаются выполнить программу за счет неточного соблюдения технических требований, установленных на продукцию, то есть обойти то, что в массовом производстве как раз и называется стандартом. Бывает, конечно, что и стандарт на продукцию плохой — устаревший или плохо и непродуманно составлен. Но во всех случаях выходит, что не стандарт виноват, а те, кто плохо работает.

Если бы промышленность наша работала без стандартов, а каждый завод, каждая фабрика «клепали» бы свою продукцию, кто во что горазд, было бы очень плохо. Тогда те самые не понравившиеся девушке босоножки показались бы ей верхом изящества... если бы она сумела достать их в магазине. Потому что именно стандарту обязаны мы тем, что можем выпускать большое количество самых разнообразных товаров и снижать их стоимость.

Но даже, предположим, удалось бы девушке найти нестандартные туфли. Как бы она их выбирала? Как бы она объяснила продавщице, какие ей нужны? Ведь она не могла бы и размера сказать ей, какой ей нужен. Стандартная обувь имеет размеры, и я, даже не зная этой девушки, могу довольно точно сказать, что ей понадобится какой-нибудь из трех размеров: 35, 36 или 37. А нестандартные туфли неизвестно даже, какие их и сделали. Вот и будет девушка выбирать из тридцати пар одну, авось повезет. Да и то еще правая туфля будет свободная, а левая, может, и жать станет. Никакой гарантии нет, и жаловаться не на кого, даже на пресловутый стандарт.

Передо мной лежит коробка спичек. На этикетке картинка: берег моря, пальмы, вдали пароход. Написано, что это — Батуми. А кроме того, написано, что спички изготовлены на фабрике «Гигант» и что их 50 штук в коробке. А еще написано: «ГОСТ 1820-45».

Я беру флакон с чернилами, и на его этикетке среди прочих надписей тоже есть — «ГОСТ 4445-54». На запечатанной пачке бумаги тоже — «ГОСТ 6656-53». Есть



Даже карандаши, чернила, спички и батарейка изготавливаются в соответствии с ГОСТом.

ГОСТ на конфетных этикетках, на банках консервов. В соответствии с ГОСТом выпекаются батоны, делается мыло, ткани, отпускается потребителю электроэнергия, бензин, нитки, листы трансформаторной стали, красители, лекарства и очень многое из того, что нас окружает в жизни.

Что же это такое ГОСТ? Это — начальные буквы трех слов: Государственный общесоюзный стандарт. Опять слово — стандарт. Что же оно означает? Слово это английского происхождения и в точном переводе обозначает такие понятия, как: норма, образец, мерило, основа. Значит, мы могли бы сказать — Государственная общесоюзная основа. Основа — чего? Основа всего производства. И если стандарт имеет такие прилагательные, как «государственный» и «общесоюзный», то понятно, что ГОСТ — основа производства всей советской промышленности. А это означает, что никто, ни одно предприятие в СССР не имеет права выпускать изделия, на которые установлен ГОСТ, будь то рельсы или конфеты, автомобильные покрышки или батоны хлеба, отличающиеся от того, что предусмотрено в основе, образце, мериле — ГОСТе.

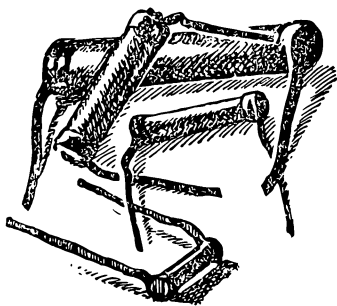
Но ведь не всегда был стандарт? И несмотря на это как-то работали и выпускали товары и туфли не жали. Как же?

Верно, не всегда. В Советском Союзе общесоюзные стандарты введены с 1925 года. И даже сейчас на некоторые виды продукции не устанавливают стандартов. Они нужны только тогда, когда выпускают большое количество однородной продукции, десятки, сотни тысяч, а то и сотни миллионов.

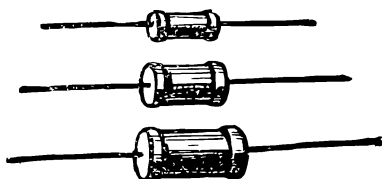
Все вы видели, а у многих из вас есть и дома радиоприемники, телевизоры, усилители для проигрывания граммофонных пластинок. Приходилось вам заглядывать и внутрь этих устройств, а те, кто занимается радиолюбительством, и сами их делали. В каждом таком радиоустройстве имеется множество красных или зеленых цилиндриков с двумя узенькими металлическими выводами по концам. Это — сопротивления. В каждом приемнике, в каждом телевизоре или усилителе таких сопротивлений бывает по несколько десятков штук. Например, сорок сопротивлений. А в более сложных устройствах их может насчитываться сотни и даже тысячи штук.

В год наша промышленность выпускает очень большое количество радиоприемников, телевизоров и одновременно с этим массу различных радио- и электронных приборов — от слуховых протезов до радиолокаторов и математических машин. В них тоже используются такие же самые сопротивления. Значит, за один год требуется выпустить сотни миллионов и даже миллиарды штук сопротивлений.

Как же быть в таком случае? Ведь радиоприемник отличается от радиолокатора, телевизор — от слухового протеза, математическая машина — от радиостанции. Казалось бы, для каждого такого устройства нужны свои типы сопротивлений. Но тут вы со мной сразу не согласитесь. Вовсе и не нужно. Требуется лишь, чтобы наличный



Сопротивления типа ВС.



Сопротивления типа ММТ.

ассортимент сопротивлений был достаточен и чтобы инженеры, разрабатывающие разнообразную радиоаппаратуру, использовали только те сопротивления, которые имеются в этом ассортименте. Правильно. Но

это-то и есть стандартизация. Просто мы так привыкли к ней, что даже не замечаем ее, и решение делать для каждого радиоустройства свои сопротивления кажется нам диким.

Действительно, никто не делает сопротивления специально для данного устройства. Это было бы так же неразумно, как делать для каждого строящегося здания свои кирпичи.

Стандартизация установила шкалу сопротивлений. Например, сопротивления от 10 ом до 100 ом выпускаются только таких номиналов: 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91, 100 ом. Если требуются большие значения сопротивлений, то их номиналы могут быть в 10, 100, 1000, 10 000 и 100 000 раз больше. Значит, всего имеется 150 номинальных значений сопротивления. И оказывается, что этих значений вполне достаточно, чтобы собрать любое радио- или электронное устройство. Но это еще не все.

Если, например, на схеме устройства обозначено, что данное сопротивление имеет номинал 4700 ом, значит ли это, что сопротивление, которое мы получим с завода-изготовителя с таким же точно номиналом, будет действительно иметь не 4701 и не 4699 ом, а точно 4700 ом. Нет, вовсе не значит! И было бы безумием требовать такого точного соответствия. Стоимость такого сопротивления, если его делать таким точным, оказалась бы очень большой, зачастую дороже всего радиотехнического устройства. Да и что может случиться с тем же приемником или телевизором, если вместо 4700 ом в его схему впаять 4750 или 4650 ом? Если телевизор правильно разработан и сконструирован, равным счетом ничего не случится. Но, может быть, тогда можно вообще взять и поставить сопротивление не 4700 ом,

а 3900 или 5600 ом? Нет, нельзя. Такие большие отклонения от номинала могут вызвать всякого рода неприятности и уж во всяком случае потребуют дополнительной регулировки прибора.

Когда такой прибор один, его не так уж сложно подрегулировать. Но представьте себе, что такую замену сделали при сборке телевизора на конвейере. С конвейера, скажем, через каждые две минуты сходит готовый телевизор. Наладка такого телевизора занимает, например, 20 минут. И вдруг на складе не оказалось сопротивлений с номиналом 4700 ом. Что делать? Не останавливать же весь конвейер?

Технолог или начальник цеха, на свой страх и риск, нарушая различные правила и постановления, приказывает заменить это злополучное сопротивление самым близким. И как на грех, самым близким оказывается сопротивление, уже довольно значительно отличающееся, — 5600 ом. Все-таки решили ставить. Конвейер опять тронулся, монтажницы работают ритмично и спокойно и даже поют хором.

Но что это происходит? Почему, покрывая пение и ровный шум вентилятора, из конторки несется голос начальника цеха, который пытается доказать кому-то по телефону, что его без ножа зарезали? Почему засуетился контрольный мастер, почему цеховой кладовщик бегаёт по всему заводу? Почему возле наладчиков уже начинает громоздиться целая гора неотрегулированных телевизоров?

Да потому, что теперь вместо 20 минут на регулировку телевизора потребовалось на 120 секунд больше. Всего 120 секунд. Раньше с наладкой всех телевизоров могли справляться десять человек. Но теперь они уже не успевают. Если обычно каждый из них за смену налаживал 24 телевизора, то теперь, при такой же затрате труда, только 21. И значит, все десять наладчиков к концу смены оставят неналаженными 30 телевизоров! Вот как плохо, когда нет стандартных деталей! Производительность труда падает, и качество тоже.

Значит, нельзя слишком резко отклоняться от указанных при разработке номиналов, а с другой стороны, не нужно требовать и слишком большой точности. Поэтому при конструировании всегда берутся запасы. Редко-редко 1—2%, иногда 5%, а чаще 10% или даже

20%. Исходя из этих запасов, устанавливаются и допускаемые отклонения от номинальной величины сопротивления, или, как их называют, допуски. Для непроволочных сопротивлений их всего три: $\pm 5\%$; $\pm 10\%$ и $\pm 20\%$.

Сопротивления отличаются друг от друга не только номиналом, но и габаритами. Так, например, размер 100-омного сопротивления и 100 000-омного может быть одинаковым. А бывает, что сопротивления одинакового номинала имеют разные размеры. Дело в том, что сопротивления, когда через них протекает ток, нагреваются. И если ток будет слишком велик, они могут перегореть. Для того чтобы этого не случилось, сопротивления делают разных размеров. Чем больше размер сопротивления, тем большее количество тепла оно может рассеять в окружающее пространство, то есть может рассеять большую мощность. Поэтому сопротивления выпускаются на разные мощности, разных размеров. Чаще всего используются сопротивления на мощности рассеяния 0,25; 0,5; 1 и 2 ватта.

Теперь давайте подсчитаем, сколько же всего различных видов сопротивлений выпускается. Имеется 150 номинальных значений сопротивления. Кроме того, они выпускаются с тремя допусками по точности и на четыре различные мощности рассеяния. Значит, всего: $150 \times 3 \times 4 = 1800$ видов, или типономиналов. Это вместо миллиарда! Теперь мы можем сказать, что в год выпускается не менее 500 тысяч штук сопротивлений одного типономинала. 500 тысяч штук одинаковых сопротивлений!

Вот это дело! Тут есть где развернуться. Можно так организовать и наладить производство, что каждое сопротивление будет очень хорошего качества и в то же время очень дешевым. Так это на самом деле и есть. Сопротивления теперь великолепные и стоят дешево.

Вот вам и ответ на то, почему раньше не было стандартов. Сидел себе сапожник, держал в губах деревянные гвоздики, вынимал по одному и забивал молоточком в подошву. Делал он таким путем, может, два сапога за день. И они не могли стоить дешево. Ведь сапожнику за них нужно было столько денег получить, чтобы худо-бедно себя и семью прокормить, да еще на новые сапоги товару приобрести. Шили у таких сапожников

обувь на заказ только люди с деньгами, а люди победней в лаптях ходили да босиком, а свои сапоги в сундуке держали и только по большим праздникам их одевали. Зато с чистой совестью могли говорить: «Разве теперь обувь? Разве теперь товар? Вот мне сапожник сапоги сшил, я их двадцать лет носил, а они всё как новые. Дорого, да мило, не то, что фабричное».

Так работали не только сапожники. Все ремесленники не знали, что такое стандарт, и поэтому каждое новое их изделие всегда чем-нибудь да отличалось от предыдущего. Но как только возникло мануфактурное, а затем и заводское производство, как только возникло разделение труда, стала зарождаться и стандартизация. Сперва ею пользовались бессознательно. Потом поняли всю ее выгоду, особенно при большом количестве выпускаемых изделий, и стали стандартизацию вводить намеренно. Только при капитализме, особенно раннем, стандартизация не выходила за пределы владений каждого хозяина.

Но потом с ростом промышленности капиталистам пришлось все-таки договариваться между собой, чтобы удобнее было сбывать продукцию. Даже между отдельными странами заключались соглашения. Вот, например, патрон для электрической лампы: он одинаков во всех странах. Имеются международные стандарты и на такие продукты, как хлопок, древесина, зерно. Однако при капитализме, даже монополистическом, не может быть достигнут очень высокий уровень стандартизации, потому что это затрудняет сбыт продукции. Наоборот, желательнее сбывать такую продукцию, которую никакая другая фирма заменить не может. Иногда при этом дело доходит до курьезов. Американская радиокорпорация выпускает долгоиграющие пластинки. Для того чтобы обеспечить сбыт, она сделала эти пластинки с очень большим, раз в пять больше нормального центральным отверстием, а рабочие обороты тоже выбраны необычные — 45 оборотов в минуту. Эта же фирма продает и проигрыватели. Кто имеет такой проигрыватель, должен покупать пластинки только этой корпорации. Часто такие нелепые вещи делаются только для того, чтобы обойти патентное законодательство. Например, выпускает одна фирма какой-нибудь ходкий товар и имеет на него патент. Если другие фирмы хотят выпускать тот

же товар, они должны платить фирме, имеющей патент, деньги. Но это невыгодно. Тогда вносят в конструкцию или внешний вид товара какие-нибудь несущественные, но заметные изменения и пытаются доказать, что это уже совсем другое изобретение. Если такой фокус удается, появляется новая разновидность того же товара. А смысл в этом только тот, что не хочется капиталисту деньги лишние из своего кармана выкладывать. Часто такие вещи приводят к тому, что товар становится только хуже, но это ничего, лишь бы была прибыль для заводчика.

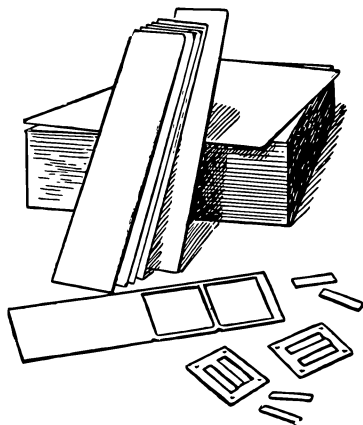
Совсем по-другому обстоит дело с возможностями стандартизации у нас. Я уже говорил, в каких самых разнообразных областях производства введены стандарты. На 1 января 1952 года в СССР было 8600 действующих ГОСТов. С тех пор прошло уже более пяти лет. И эти годы были годами больших перемен в нашей промышленности. Надо думать, что сейчас количество ГОСТов значительно возросло. Роль стандартов в социалистическом народном хозяйстве очень велика. По существу, только в плановом едином социалистическом хозяйстве могут быть полностью использованы все преимущества и возможности, даваемые стандартизацией.

Судите сами, ведь у нас нет патентных ограничений, нет и конкурентной борьбы между отдельными заводами и, что самое главное, у нас один хозяин — народ и его государство. И именно у нас стандартизация приносит наибольшую пользу в деле экономии труда, повышения его производительности, снижения затрат на производство продукции и, вследствие всего этого, в деле снижения себестоимости продукции.

Все вы знаете о трансформаторах. О громадных, величиной с небольшой дом, силовых трансформаторах для мощных электрических подстанций и о маленьких трансформаторах, применяемых в радиопромышленности, в телефонии, в автоматике. Каждый трансформатор состоит из сердечника и катушки, намотанной медной проволокой. В наше время большинство трансформаторных сердечников изготавливается из пластин. Эти пластины штампуются из разных сортов листовой электротехнической стали; они часто похожи на букву Ш.

Предположим, нам понадобилось изготовить выходные трансформаторы для усилителя звуковых частот.

Методы расчета таких трансформаторов хорошо известны и не представляют больших трудностей. Рассчитав трансформатор, мы определим, сколько витков требуется намотать в первичной обмотке, сколько во вторичной; узнаем диаметры провода для первичной и вторичной обмоток; узнаем мы и конструктивные данные сердечника — его сечение, размеры каждого участка пластины и ее общие размеры.



Стадии изготовления трансформаторных пластин.

Как бы нам пришлось действовать дальше, если бы на трансформаторные пластины не существовало ГОСТа?

Прежде всего, нам пришлось бы приобрести листы трансформаторной стали. Они имеют определенные размеры: примерно 700—800 миллиметров в ширину и 1200—1500 миллиметров в длину. Далее, из этих листов нужно было бы нарезать полосы, ширина которых соответствует, с небольшим запасом, ширине трансформаторной пластины. Если у нас имеется готовый штамп, то дело просто. Устанавливаем штамп в прессе и начинаем штамповать пластины.

На рисунке можно видеть нарезанные полосы, отштампованные пластины и отходы листовой стали после штамповки. Вы видите, что на заготовленных полосах, особенно на концах, осталось еще изрядно материала. Но в сравнении с основным отходом, который получается при просечке окон в пластине, это — капля. И все-таки так нередко делается еще. Многие заводы продолжают штамповать трансформаторные пластины у себя в цехе. Если приходится много штамповать, то потери все же оказываются терпимыми. Правда, я уверен, что скоро откажутся от этого.

Но совсем плохо будет, если для новых пластин придется изготавливать штамп. Его изготовление, особенно

на тех предприятиях, где этим специально не занимаются, дело непростое. Уходит очень много труда рабочих высокой квалификации, долгое время заняты станки, тратится качественная сталь. Бывает и так: изготовят штамп, а начнут его калить, матрицу — основную часть штампа — и «поведет», то есть изогнется она. Может она при закалке и лопнуть. Тогда труд пропал, и начинной все сначала.

Затраты труда на изготовление штампа становятся тем более ощутимыми, чем меньше придется штамповать пластин. Изготовление штампа обходится дорого, больше тысячи рублей, если его делают в полукустарных условиях. Тысяча рублей — это 100 000 копеек. Надо стоимость штампа разложить на количество пластин. Бывает, что их нужно всего тысяч десять. Вот и получается, что одна пластина обойдется в 10 копеек! Обычно пластин в выходном трансформаторе бывает от 50 до 100 штук. Значит, только один сердечник будет стоить 5—10 рублей, не считая оплаты за штамповку и не считая стоимости материала и его перевозки. А ведь основная стоимость обычного трансформатора не сердечником определяется. Если таким же кустарным способом мотать и катушку для трансформатора, то получится он очень дорогим: рублей 40—50.

Все будет совсем по-другому, если трансформаторные пластины изготавливать на специализированном заводе в соответствии с ГОСТом. Здесь буквально на всем можно сэкономить. Штамп будет дешевле в изготовлении, потому что можно создать цех специально для изготовления и ремонта штампов. Стоимость штампа будет раскладываться не на жалкие десять тысяч пластин, а на сотни тысяч. Гораздо лучше будет дело обстоять с отходами. Из отходов от больших пластин можно наштамповать маленькие пластины или пустить эти отходы для другого назначения, других типов пластин. С завода выходит готовая продукция, ее вес почти в два раза меньший, чем вес исходного материала: опять же экономия — меньше расходы на перевозку. В общем, в результате того что на специализированном предприятии трансформаторные пластины становятся массовой продукцией, удастся осуществить огромную экономию труда, экономию материалов. Можно в этом случае создавать даже очень дорогие специализированные станки.

И хоть они будут очень дорогими, эти станки, все равно стоимость одной пластины можно будет свести к малым долям копейки. Стоимость машины разложится на очень большое число пластин, а, кроме того, она сама будет приносить экономию; она повысит производительность труда, снизит непроизводительные затраты, уменьшит отходы. Если же вести речь о потребностях всей страны, такая экономия даст огромный выигрыш. Снизив себестоимость пластины на 0,5 копейки, мы на миллионе пластин получим экономию 5000 рублей. А ведь специализированный завод штампует их десятками миллионов!

Не стоит ли сделать еще шаг и стандартизовать не только пластины, но и сами выходные трансформаторы и тоже делать их на специализированном заводе? Что же, если таких трансформаторов требуется много, то такой шаг принесет большую пользу. Так и делается. Теперь во всех телевизорах, независимо от типа и названия, стоят одинаковые трансформаторы — так называемые унифицированные трансформаторы. И трансформаторы стали от этого только лучше, хотя и не подорожали, а, наоборот, подешевели.

Так всегда бывает. Сперва стандартизуют только самое необходимое, самое общее. А потом, по мере развития производства, стандартизация распространяется даже на очень сложные, очень тонкие детали и устройства, лишь бы их делали в больших количествах.

Вот что нам дает стандартизация. Но она помогает не только сократить затраты материалов, увеличить производительность труда и снизить стоимость продукции. В любом ГОСТе всегда предусмотрены жесткие требования к качеству продукции, к постоянству и неизменности ее, к внешнему виду. ГОСТ говорит и о том, как производить контроль, испытания и приемку готовой продукции. Если учесть, что ОТК — отдел технического контроля — не подчиняется непосредственно директору предприятия, а ГОСТ имеет силу закона, можно понять, что с помощью ГОСТа на любом заводе, на любой фабрике можно навести хороший порядок, поднять культуру производства.

Мы уже говорили о часах, даже чуть-чуть познакомились с их устройством. Но говорили мы о больших, маятниковых часах, которые на руку не наденешь. Са-

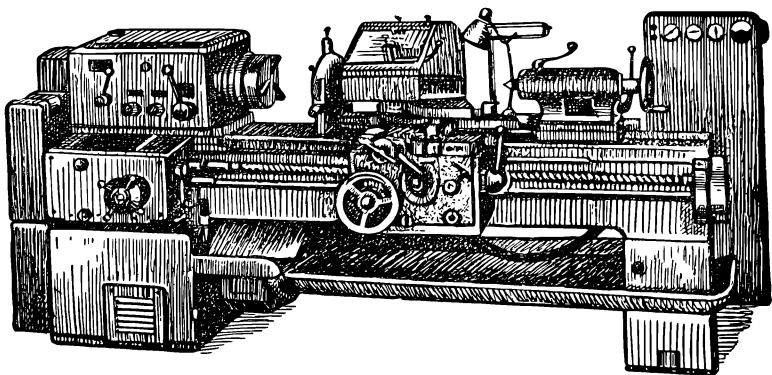
мыми же распространенными часами являются часы небольших размеров с пружинным заводом вместо гирь и с балансиrom вместо качающегося маятника. Такие часы удобно носить на руке или в кармане. Их во всем мире сотни миллионов, и стоимость у них сравнительно небольшая. Если вдуматься, это же поразительный факт: такое сложное устройство, необыкновенно точное, и в то же время их может свободно купить большинство людей! Часы, которые уходят на одну минуту за сутки, считаются не очень точными. А между тем это соответствует точности в $1/1440$, то есть меньше 0,1%.

Вольтметр или амперметр такой точности обойдется в несколько тысяч рублей. При этом, чтобы он работал со столь высокой точностью, нужно поместить его в таком месте, где температура не выше и не ниже определенной, установить на ровном, совершенно неподвижном основании, выровнять по ватерпасу и особым образом расположить относительно Северного и Южного полюсов Земли.

Часы ничего этого не требуют и все-таки обеспечивают великолепную точность и стоят дешево. Этому есть две причины. Об одной, о стабилизирующем действии маятника, который в обычных часах заменен также очень точным пружинным маятником — балансиrom, я уже говорил. Вторая причина заключается в том, что даже очень точный и сложный прибор можно сделать дешевым, если его производить в массовых количествах, методами массового производства. Точных вольтметров или амперметров, может быть, нужно несколько тысяч, да и то они производятся в разных странах, разными заводами. Поэтому перевести их на массовое производство нельзя. Вот они и стоят дорого.

Получается парадокс: очень сложные, тонкие приборы или машины, изготовленные массовым путем, могут стоить значительно дешевле, чем более простые приборы и машины, изготовленные малыми сериями. На примере изготовления трансформатора мы выяснили некоторые причины, почему так получается. Но есть и другие причины, о которых я хочу еще рассказать.

Прежде всего, какое оборудование имеется на заводе, где выпуск продукции осуществляется мелкими сериями? Какие, например, в этом случае применяются металлообрабатывающие станки?

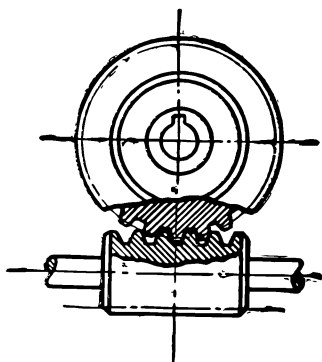
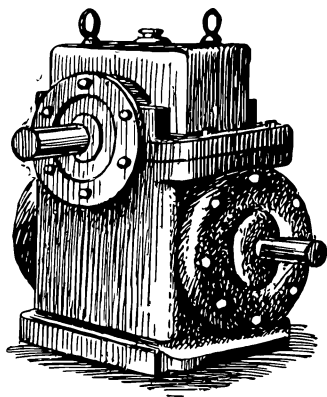


Современный универсальный токарный станок.

Если на одном и том же станке приходится выполнять различные операции—сегодня, например, обтачивать какие-либо оси, на другой день нарезать болты, а на третий торцевать поверхности,—то, естественно, станок должен «уметь» выполнять все эти работы. То есть он должен быть в известной степени универсальным. Так и бывает на самом деле. Промышленностью выпускается для этих целей большое количество универсальных токарно-винторезных станков.

Такие станки выпускаются различных типоразмеров и позволяют производить множество самых разнообразных токарных операций. Тут и грубая обдирка болванок и тонкая, почти зеркальная, обточка, когда диаметр детали должен быть выдержан с очень высокой точностью. Тут и проточка внутренних отверстий и нарезка наружных и внутренних резьб разного профиля. На токарном станке можно обрабатывать не только цилиндрические поверхности; можно вытачивать конусы, шары и другие виды поверхностей. Важно только, чтобы они были поверхностями вращения. Но можно обрабатывать и плоскости — «торцевать». Само название вида обработки говорит, что изделие обрабатывается с торца. В этом случае токарный станок дает возможность получить очень хорошие, чистые поверхности.

Обслуживать такой станок не просто. Хороший токар-универсал должен многое знать и многое уметь. Уметь использовать все свойства станка и его возможности; уметь пользоваться разнообразным меритель-



Внешний вид и разрез червячного редуктора.

ным инструментом. Знать свойства обрабатываемых материалов, режимы обработки, свойства и возможности инструмента. Стать токарем-универсалом высокой квалификации нелегко. Для того чтобы получить высший разряд, нужно много учиться и теоретически и практически. Обычно на это требуется несколько лет.

Кроме универсальных токарных станков, выпускаются универсальные фрезерные станки, строгальные, шлифовальные, сверлильные, ножницы для резки металла, долбежные и множество других. Все такие станки обслуживаются квалифицированными рабочими.

С помощью универсальных станков можно изготавливать самые различные детали. Однако стоимость их изготовления будет сильно зависеть от того, как будет использоваться рабочая сила и станочное оборудование, как будет организовано производство.

Предположим, в цехе, который оснащен токарными, фрезерными, строгальными и сверлильными станками, выпускается целый узел — червячный редуктор. Червячный редуктор состоит из нескольких деталей: червяка, шестерни, осей, основания, в котором крепятся червяк и шестерня. Оси червяка имеют по концам винтовую нарезку и снабжены гайками.

Как следует распределить работу? Ясно, что на токарно-винторезном станке мы будем обтачивать оси, нарезать резьбу на их концах, делать заготовки для ше-

стерен, нарезать сами червяки. На фрезерных станках следует делать нарезку шестерен. Плоскости основания можно обработать на строгальном станке, на нем же с помощью несложного приспособления можно прострогать и грани гаек. На сверлильном станке следует делать отверстия в основании и отверстия в гайках. Резьбу в гайках можно нарезать на токарном станке или передать эту работу слесарям, которые с помощью специального инструмента — метчика — нарежут резьбу.

Если требуется изготовить всего лишь один редуктор, то почти безразлично, как дальше организовать работу. Точить ли червяк токарю Смирнову, а токарю Стеценко поручить обработку осей или наоборот — безразлично. Точно так же и со строгальной работой. Кто из строгальщиков, Хлебцевич или Петросян, будет строгать основание или грани гаек, тоже не имеет значения.

Но если таких редукторов придется делать не одну штуку, а сотню, то тогда так организовывать труд нельзя. Нельзя дать Смирнову сегодня делать червяк, Стеценко оси, а завтра наоборот. Нельзя перебрасывать обработку основания со станка Хлебцевича на станок Петросяна и обратно. Нужно каждого рабочего, каждый станок закрепить на выполнении одной операции. Ведь это даст возможность и Смирнову, и Стеценко, и Петросяну, и другим рабочим приноровиться к изготовлению деталей, лучше организовать свой труд и не тратить лишнее время непроизводительно на подготовительные операции. Вместо того чтобы каждый раз по-новому настраивать станок, подготавливать инструмент, можно это сделать единожды, а потом думать только о самой работе и тратить на нее все время.

Теперь мы организовали работу так, что каждый рабочий выполняет только один вид работы: Смирнов точит червяки, Стеценко—оси, Петросян строгает основания, Хлебцевич делает заготовки для гаек, токарь Павлов точит заготовки для шестерен; Насыров фрезерует шестерни, разметчик Маргулис размечает основание под сверление, сверловщик Алексеев делает отверстия, слесарь-сборщик Коробков собирает редукторы.

Работа теперь наладится. Рабочие будут трудиться спокойнее, меньше будут нервничать из-за неполадок, меньше уставать. Они станут больше изготавливать деталей, станут лучше зарабатывать. И, несмотря на то что

зарплата их увеличится, стоимость каждой детали упадет. Упадёт потому, что производительность труда в этом случае поднимется значительно.

Но теперь предположим, что таких редукторов надо изготовить не сто штук, а несколько тысяч. И тут мы сразу увидим, что при прежней организации труда мы уже не сумеем значительно удешевить продукцию, хотя партия в несколько тысяч одинаковых изделий — это уже не мелкая серия. Рабочие-то будут работать все так же. Слишком много еще времени затрачивается нерационально. Одно дело, когда теряется лишних 30 секунд при обработке 100 деталей, другое — когда их приходится делать, скажем, 10 тысяч штук. В первом случае мы потеряем 50 минут, почти одну восьмую рабочего дня, а во втором 5000 минут, или почти десять с половиной рабочих дней. Это очень много, преступно много!

Возникает такой вопрос: если каждому рабочему в течение очень долгого времени придется делать одну и ту же сравнительно несложную операцию, необходимо ли, чтобы они работали на универсальных станках? Зачем оставлять универсальные станки, если возможности их все равно не будут использоваться? Ведь универсальные станки дорогие. И в силу того что они универсальные, управление этими станками усложнено. Так не стоит ли за те же деньги изготовить специализированный станок, который бы не имел столь широких возможностей, но зато уж данную операцию, скажем изготовление осей, делал бы гораздо быстрее. Ведь это приведет к экономии тех самых минуток, на первый взгляд таких безобидных, и повысит производительность труда, а значит, снизит себестоимость этих осей.

Правильно. Так и делается. Конечно, новый специализированный станок будет проще и удобней и позволит значительно увеличить количество изготавливаемых деталей. Теперь Стеценко при той же затрате труда будет обтачивать значительно больше осей.

Можно таким же образом поступить и со станками Смирнова, Хлебцевича, Петросяна, можно дать Алексею многошпиндельный сверлильный станок, который одновременно сверлит несколько отверстий в заранее намеченных точках. Но, конечно, затраты на новые специализированные станки должны окупиться, иначе их не будет выгодно применять. Окупиться же затраты мо-

гут только при очень большом количестве выпускаемых одинаковых деталей, то есть при массовом выпуске. Вот и получается, что при массовом выпуске каждый из рабочих сумеет выпускать гораздо больше того, что изготовлял ранее.

Но не только на этом мы можем экономить время. Посмотрите-ка: токарный станок Смирнова стоит в одном углу цеха, строгальный станок Петросяна — в другом углу. Сверлильный станок в середине, возле прохода, а фрезерные — у стенки. И от одного станка к другому приходится все время перетаскивать заготовки.

А нельзя ли поставить строгальщиков Петросяна и Хлебцевича рядом со сверловщиком Алексеевым; токаря Павлова, делающего заготовки под шестерни, рядом с фрезеровщиком Насыровым и так далее? Что же, если редукторы придется изготавливать в течение длительного времени, то не только можно, но и нужно так сделать. Хоть перепланировка цеха и очень дорога, она окупится, потому что удастся еще более снизить непроизводительные затраты времени, труда, а значит, и уменьшить себестоимость продукции. Можно так расположить станки, чтобы обрабатываемые детали перемещались от станка к станку по кратчайшему расстоянию: так, чтобы заготовки, войдя в станочную линию с одного конца, шли потоком через всю линию, а на другом конце выходили бы в виде готовой продукции или законченных полуфабрикатов. Организация производства по такому принципу так и называется — поточная. Сколько времени, сил и расходов экономится при поточном производстве!

Мы уже говорили с вами, что при большом количестве однородной продукции цена времени неизмеримо возрастает. Если при мелкосерийном производстве одна гайка требовала на изготовление, скажем, несколько минут, то при массовом производстве за одну минуту их выпускаются десятки. Значит, и потерять при массовом производстве одну минуту страшней, чем при штучном производстве потерять гораздо большее время. Поэтому при массовом производстве, при поточной его организации особенно важна согласованная работа всех отдельных участков.

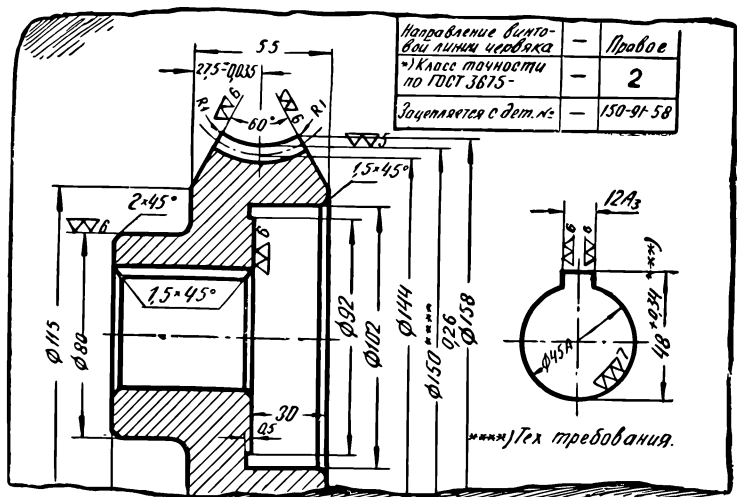
Если при изготовлении одного редуктора или малой серии редукторов токарь Павлов запаздает с заготовками

ми для шестерен, то страшного ничего не случится. Насыров может его и подождать. В течение этих нескольких минут он сумеет заняться какой-нибудь другой работой, хотя бы подготовительными операциями. Даже если бы Насыров простоял, потеря была бы все равно невелика. Но при массовом производстве у Насырова все уже заранее налажено, да и станок совсем другой. Теперь несколько минут простоя стоят уже нескольких неизготовленных шестерен. Тут уж Павлов не должен терять ни минуты, иначе простоит Насыров, а за ним и все последующие рабочие.

Возьмем другой пример. Токарь Стеценко выточил ось для червяка, токарь Смирнов выточил червяк. Кто-то из них ошибся: то ли Смирнов проточил меньшее отверстие в червяке, то ли Стеценко сделал ось большего, чем требуется, диаметра. Словом, червяк не насаживается на ось. При штучном производстве в этом особой беды нет. Скажем, виноват Смирнов. Тогда он берет ось, на которую не одевался червяк, и, установив вновь червяк на станке, начинает растачивать отверстие в нем. И будет он растачивать отверстие до тех пор, пока ось не вставится в это отверстие. Затем ось вместе с червяком заберет слесарь-сборщик Коробков и начнет собирать редуктор.

При массовом производстве такая вещь невозможна. Если червяк не насаживается на ось, то, значит, получился брак. Но Смирнову уже некогда подгонять данный червяк под ось. У него теперь большое сменное задание, и теперь гораздо проще забраковать один червяк, но не прерывать производство, чем исправлять брак, уменьшив при этом общее количество изготовленных червяков.

Но не означает ли это, что при поточном методе производства увеличивается количество забракованных деталей? Если в день изготавливаются десятки, а то и сотни червяков и осей и нет возможности подгонять их друг к другу по отдельности, то ведь очень легко ошибиться и выточить ось или отверстие в червяке такими, что они не состыкуются при сборке. На первый взгляд это действительно так. Но только на первый. Дело в том, что при массовом производстве возможность неточного изготовления должна обязательно заранее учитываться, и на такую неточность должны обязательно накладываться



Так выглядит чертеж.

ся допуски. Так и делается. Вспомните хотя бы о классах точности или о допусках на сопротивления. Точно так же обстоит дело и с механическими узлами и деталями. На их изготовление тоже имеется целая система допусков и посадок, обязательная для всех конструкторских бюро, проектных организаций, заводов и фабрик Советского Союза. Система эта является ГОСТом.

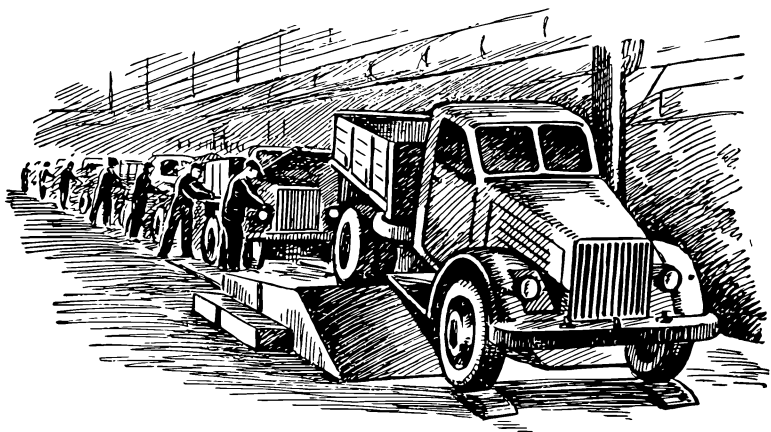
В этом очень большая разница между штучным и массовым производством. Штучное производство требует очень точного изготовления даже самых неответственных деталей, требует взаимной подгонки их друг к другу. А массовое производство, наоборот, исходит из того, что незачем делать детали абсолютно точно, незачем напрасно удорожать их. Лучше и дешевле делать детали, заранее оговорив допусками отклонение от заданных размеров. Можно всю конструкцию какого-либо изделия создать с учетом таких допускаемых отклонений, и тогда любая деталь, изготовили ли ее сегодня или два года тому назад, на заводе № 618 или на заводе № 64, подойдет к изделию, если, конечно, деталь эта выполнена в соответствии с чертежами, в которых обязательно оговариваются допуски на неточность изготовле-

ния. При таком методе конструирования и изготовления любая ось, вышедшая со станка Стеценко, состыкуется с любым червяком, выточенным Смирновым, при условии, что и ось и червяк «находятся в допуске». А сделать деталь в допуске при поточном производстве гораздо проще, чем подгонять ее по месту.

Если даже Смирнов и Стеценко, работая в одном цеху, при поточном производстве уже не могут устранять брак путем индивидуальной подгонки деталей, то тем более это невозможно, когда в производстве одного изделия участвует не один цех, а весь завод или несколько заводов, а то и несколько отраслей промышленности. Поэтому роль допусков и классов точности изготовления узлов и деталей в массовом производстве становится необычайно важной.

А ведь в наши дни производство в большинстве случаев массовое. Если не говорить о таких уникамах, как синхрофазотрон или о других новейших научно-исследовательских и измерительных приборах, буквально все, что можно, переводится или переведено на производство поточными методами. Да и в самых этих уникамах всегда используется очень большое количество узлов, деталей и агрегатов, изготавливаемых поточными методами. Если бы этого не было, то даже такая богатая страна, как СССР, не могла бы позволить себе такие дорогие сооружения, как тот же синхрофазотрон и тем более величайшие в мире гидроэлектростанции. Кроме того, что такие уникальные сооружения стоили бы непомерно дорого, их сооружение затянулось бы на очень долгое время.

Одним из самых наглядных примеров массового производства и поточного метода является производство автомобилей. Надо сказать, что именно автомобильное производство всегда было и осталось одним из самых передовых производств. Именно в автомобильной промышленности почти раньше всех вводились и вводятся самые последние технические и организационные новшества. Только благодаря этому такое сложное устройство, как автомобиль, может продаваться по сравнительно невысоким ценам. На автомобильном заводе все подчинено массовости, потоку. Здесь нам не встретятся привычные универсальные станки; они имеются только в подсобных цехах: в ремонтном, инстру-



Конвейер сборки автомобилей.

ментальном. В производственных же цехах все делается с помощью высокоспециализированных станков, инструментов и приспособлений.

И все делается с учетом допусков. Именно благодаря допускам автомобиль можно не только приобрести сравнительно недорого, но и отремонтировать его просто. Любая покрышка, где бы ее ни купили, если она предназначена для автомобиля данной модели, легко и свободно встанет на место. Так же просто заменить не только покрышки, но и другие части автомобиля, велосипеда, мотоциклета, любого вида военного снаряжения, радиоприемника и телевизора и много-много другого. И все это потому, что массовое производство обязательно рассчитано на взаимозаменяемость узлов и деталей.

Каждый автомобилист, мотоциклист или велосипедист в глубине души гордится своей машиной, находит в ней такие качества, которых якобы нет в других. Сознание этого доставляет ему удовольствие, тешит самолюбие. Но это не что иное, как самообольщение. Нет ничего более похожего в мире, чем два автомобиля одной и той же модели, чем две любые вещи, изготовленные на заводе или фабрике массовой продукции. Вот что записал в своей записной книжке писатель М. Пришвин:

«Было что-то в моем многолетнем увлечении автомо-

билем большее, чем заслуживает от человека вещь. Мне хотелось одно время найти в моей машине особенности, каких нет в других машинах, но когда я приехал на большой завод, где машины, подобные моей, беспрерывно сходили с конвейера, я понял, что «особенность» в машине есть не личное качество, как у человека, а порок».

Но в то же время не следует забывать, что при массовом производстве можно в очень широких пределах и очень дешево разнообразить внешний вид однородной продукции.

Массовое производство позволило очень далеко пойти по пути специализации не только оборудования внутри одного завода, но специализировать целые заводы. Так, если на заводе выпускаются автомобили, то это вовсе не значит, что на этом заводе выпускается все, вплоть до последнего винтика. Очень многие части автомобилей делаются совсем другими предприятиями. Электрооборудование автомобилей делается на специализированных заводах автотракторного электрооборудования, аккумуляторы — на аккумуляторном заводе, ткани для обивки — текстильными фабриками, камеры и покрышки — шинными заводами и так далее. Очень многое на автомобильный завод приходит уже готовым, но еще более поступает в виде полуфабрикатов, специально заготовленных для автомобильного производства.

Точно так же и на заводах, выпускающих радиоаппаратуру. В настоящее время эти заводы гораздо более половины всех деталей и узлов, из которых собираются, например, телевизоры, получают от заводов-смежников, заводов-поставщиков в готовом виде. Их остается только поставить как надо и присоединить как следует.

Это очень важно. Если бы каждый завод изготовлял для себя все сам, то многие виды продукции нельзя было бы перевести на массовое производство. Возьмите хотя бы те же сопротивления. Мы знаем, что в масштабе Советского Союза их требуется миллиарды. Такое количество — прекрасная основа для массового производства. Если же каждый радиозавод решил бы сам изготовлять для себя сопротивления, то он выпускал бы их от силы сотни тысяч. При таком количестве выпуск сопротивлений обошелся бы гораздо дороже.

Теперь вся наша промышленность работает не раз-

розненно, а каждая отрасль, каждое производство теснейшим образом связаны с другими отраслями, другими производствами. Такая тесная связь в промышленности называется кооперированием, то есть буквально — сотрудничеством, совместным действием, взаимодействием. Кооперирование в промышленности позволяет наиболее рационально распределить производство между заводами и целыми отраслями, перевести наибольшее число предприятий на массовое производство, специализировать их, а следовательно, добиться наилучшего качества при наибольшей экономии труда, затрат на производство и сырья.

Ярким примером кооперирования в промышленности является строительство электростанций, особенно крупных гидроэлектростанций. В их сооружении участвуют очень многие заводы и фабрики. Здесь и машиностроительные заводы, изготовляющие гидротурбины, затворы; землеройные, строительные и транспортные машины; здесь и заводы, строящие генераторы, трансформаторы, мощные выключатели; здесь и цементные заводы, производящие цемент, и металлургические заводы, выпускающие специальные сорта проката для строительства станций, здесь и заводы, выпускающие медь, и заводы, изготовляющие провода для линий электропередач, и тысячи, буквально тысячи других, самых разнообразных заводов.

Массовое производство стало зарождаться сравнительно давно, но его расцвет начался в начале нашего столетия, особенно после первой мировой войны. Сейчас, как я уже говорил, оно повсеместно распространено в промышленности, и его методы уже очень хорошо освоены.

За последние годы эти же методы прекрасно зарекомендовали себя в строительстве. Теперь все больше и больше зданий строится по методу массового производства, или, как еще говорят, индустриальными методами.

Мы с вами знаем, что кирпич является тем стандартным элементом, из которого можно выстроить здание любого стиля, любой формы. Но кирпич, как основной строительный материал, начинает устаревать: слишком много он требует труда при своем использовании и изготовлении.

Еще недавно дом создавался почти целиком на

строительной площадке. Готовыми поступали на стройку только материалы для него — кирпич, кровельное железо и оборудование коммунальных узлов: ванны, унитазы, раковины, кухонные плиты, радиаторы парового отопления, электрическая арматура. Но сам дом был типичным представителем штучного производства. Все, начиная с фундамента, кончая изготовлением оконных переплетов, дверей, внутренней и внешней отделки, производилось непосредственно на строительной площадке.

С таким положением можно было мириться, пока строительство велось в умеренных объемах. Но теперь, когда оно приняло массовый характер и по всей стране ежегодно возводятся многие тысячи зданий, строительство переводится на новейшие методы, при которых строительная площадка перестает быть фабрикой дома и становится лишь сборочным цехом.

И в этом решающую роль сыграла массовость. Именно поэтому мы можем перенести в строительство опыт массового производства, накопленный в промышленности. И прежде всего следует начинать со стандартизации, или, как говорят строители, типизации, строительных деталей и материалов.

Такая стандартизация позволяет значительно удешевить строительные детали и сэкономить труд строителей. Новые и новые строительные материалы и детали, которых с каждым годом появляется все больше, стандартизируются. Так, например, разработаны типовые стеновые панели, лестничные марши, междуэтажные перекрытия, оконные переплеты, двери и т. п.

Именно стандартизация в строительстве позволит нам в ближайшие годы построить много хороших, удобных и красивых домов.

А В Т О М А Т И К А



ное в технике открывалось и изобреталось по несколько раз, многие научные открытия делались не единожды, но часто случалось, что о них на время забывали и вспоминали вновь лишь тогда, когда возникала острая необходимость. Часто бывало и так, что некоторые изобретения и открытия делались независимо и одновременно двумя или даже несколькими учеными и изобретателями.

Так, например, случилось с открытием Эдисона, известным под названием «эффект Эдисона». Это открытие было почти забыто, и только, когда понадобилось разработать надежный вид детектора для радиоприемников, о нем вспомнили.

Дважды открывали способы усиления и генерации электрических колебаний на полупроводниковых кристаллах. О возможности генерации и усиления электрических колебаний с их помощью стало известно еще в 1922 году, когда сотрудник Нижегородской лаборатории имени В. И. Ленина О. В. Лосев изобрел свой «кристадин» — регенеративный приемник. Но потом «забыли» о такой возможности, потому что как раз в те годы, когда О. В. Лосев применил свой кристадин, наука и техника освоили гораздо более надежные и лучшие приборы для усиления и генерирования электрических колебаний — электронные лампы. Метод усиления и генерации с помощью полупроводниковых кристаллов не мог в те годы успешно соперничать с электронноламповыми методами. Наука еще не могла теоретически объ-

яснить явления, происходящие в полупроводнике, а техника, даже если бы наука и знала, не сумела бы изготавливать кристаллы необходимого качества. О полупроводниковых усилителях, или транзисторах, как их часто называют теперь, вновь заговорили совсем недавно — во второй половине сороковых годов. А их практическое применение в промышленности начинается только с 1953 года. Правда, надо сказать, что темпы научных исследований, разработки и внедрения транзисторов в жизнь необыкновенные — редкое научное открытие входило в жизнь так быстро, как и полупроводниковые приборы.

Что касается открытий, сделанных одновременно, то известно, например, что изобретатель телефона Г. Белл подал заявку на патент всего двумя часами раньше Э. Грея, так же изобретавшего телефон. Еще чаще бывает так, что стоит только кому-нибудь сделать хотя бы первое, даже не самое главное открытие или изобретение в новой области, как тотчас же вслед за ним, словно из рога изобилия, посыплется десятки и сотни открытий и изобретений из этой же области. Часто говорят: «Идеи носятся в воздухе». Это действительно так. В науке и технике изобретения и открытия назревают, подготавливаемые всем ходом развития жизни, техники и науки. И не мудрено, что одновременно несколько человек могут прийти к одинаковой мысли. Нужно лишь не отрываться от жизни, от людских чаяний и надежд.

Бывает, что некоторые вещи переживают как бы по нескольку жизней. Они появляются на свет, и люди ими широко пользуются. Потом по каким-то причинам они вытесняются другими, и, кажется, навсегда. Но вдруг вещи эти возрождаются в новом, более совершенном облике и вытесняют своих былых победителей. Так было с ракетой, которая «умирала» и возрождалась вновь несколько раз. Или вспомните о водяном колесе и первых гидротурбинах, которые, казалось, полностью были вытеснены паровой машиной и доживали свой век в обшечелых, покосившихся водяных мельницах на забытых речонках. А теперь гидротурбина — это очень важный вид двигателя в электроэнергетике. Точно так же обстоит дело и с передачей электроэнергии. Первые линии электропередач действовали на постоянном токе.

В свое время переменному току пришлось завоевывать дорогу с боем. Но вскоре он полностью вытеснил постоянный ток, и многие-многие годы ничто не могло поколебать его позиции. Теперь же ученые и инженеры снова заинтересовались постоянным током, и сейчас ведутся большие работы по использованию постоянного тока для передачи электроэнергии: передавать электроэнергию на постоянном токе при нынешнем уровне развития техники становится более выгодно, чем на переменном.

Сейчас особенно быстро и заметно идет процесс смены устаревшей техники новой, а новой — новейшей. Многие из того, что нам сегодня кажется привычным и обязательным, завтра уйдет, как устаревшее и отсталое. Но что именно и когда, об этом сказать не всегда возможно. Можно сказать лишь, что ни одно явление в технике или науке не уходит сразу и безвозвратно. Такое происходит только после упорного и иногда очень длительного соревнования с новым и лишь в том случае, если это новое действительно лучше, полезнее и удобнее.

Вот паровоз... Сколько книг и картин, сколько стихов, сколько музыки написано о нём! Во всех них чувствуется и слышится его мощное дыхание, ритм поршней его машины. Композиторы научились подражать его гудку и перестуку колес; малыши, играя в поезд, непременно гудят: «У-уу!», подражая гудку паровоза. Для нас с вами замирающий гудок паровоза слился с представлением о наших далях, о встречах и расставаниях. И вот, паровоз уходит...

Уходит, наверное, совсем, и гудок его, слышимый сегодня громко и рядом, замрет завтра на дальних путях истории человечества и прогресса. И нам с вами немножечко жаль... Так же, как, может быть, было жаль тем людям, которые не могли забыть дробный топот копыт, стук колес и веселый и плачущий звук рожка почтового дилижанса. И в том, что нам немножечко жаль расставаться с паровозом, нет ничего странного и смешного. Он прочно вошел в нашу жизнь, верно служил нам более ста лет и вовсе не виноват, что на смену ему пришли новые, более совершенные, более экономичные тепловозы и электровозы.

Недавно поэт Леонид Мартынов опубликовал такое стихотворение:

Да,
Многое исчезло без следов,
Всего не в силах даже перечесть я:
Освобождаем тело городов
От пыльной паутины проводов,
В которых только путались извесьтя;
И свищут нам ракеты в небесах,
Что дед-пропеллер может и на отдых,
И, словно о фрегатах в парусах,
Мы думаем теперь о пароходах.
Пар! Отпыхтел свое он и уплыл,
И хорошо, и тосковать не станем
О том, что топок антрацитный пыл
Мы заменили внутренним сгораньем.
Уйдет и паровой локомотив
В мир памятников древности печальной,
И мы его, слегка позолотив,
На пьедестал у площади вокзальной
Поставим и решеткой оградим,
И быстро человечество забудет,
Каким на вкус был паровозный дым,
Им лиш романтик упиваться будет.
Но, смутно помня о его судьбе,
Ведь мы-то сами жить не перестанем,
Ведь мы-то не покажемся себе
Таким же точно вот воспомианьем.
Ведь мы, природу недопокорив,
От дела не откажемся устало
И, волосы себе посеребрив,
Не ринемся, кряхтя, на пьедесталы,
Туда, откуда дворник помелом
Клочки афиш сгоняет со ступенек,
Ведь мы-то не окажемся в былом!
Что ты на это скажешь,
Современник?

Мне нравится это стихотворение. Потому, что поэт почувствовал и сказал в нем об очень важном — о непрерывном развитии, обновлении жизни. О том, что настоящие люди, кем бы они ни были, людьми техники или людьми искусства, никогда не могут успокоиться на достигнутом, никогда не перестанут искать новое и

биться за него. И о паре и паровозе очень красиво, очень хорошо сказано.

Но только поэт чуть ошибся. Пар еще не «отпыхтел» свое. Хоть мы и живем после окончания века пара, пар работает как никогда раньше. Ведь именно пар вырабатывает около трех четвертей всей электроэнергии — основной энергии нашего времени. Но паровоз, действительно, «отпыхтел свое». Уйдет когда-нибудь и пар, но не так уж скоро. Скорее всего, только тогда, когда осуществят прямое преобразование атомной энергии в электрическую. Пока же на строящихся атомных электростанциях пар остается неизменным работником. Со всем же от услуг пара люди, наверное, никогда не откажутся: слишком много полезных и важных вещей они научились делать с его помощью.

Поработает и дед-пропеллер. Реактивные самолеты, бесспорно, — новейшее достижение техники. Но ведь вертолеты — их ровесники, а конвертипланы, самолеты, взлетающие подобно вертолету и продолжающие полет, как обычный винтомоторный самолет, только начинают создаваться. И в вертолете и конвертиплане и обычном самолете, который еще долго будет служить человеку, — везде применяются пропеллеры. Пропеллеру так же, как и пару, рано еще на покой.

Автоматика развивалась не менее сложным и долгим путем, чем другие разделы науки и техники. Люди пробовали делать автоматы еще в далекой древности. Сперва пытались изобрести такие автоматы, которые как можно более точно воспроизводили бы человеческие движения. О подобных автоматах, называвшихся андроидами, писал еще в I веке нашей эры выдающийся греческий инженер и ученый Герон, живший в Александрии. Важнейшим завоеванием XVII века в области автоматики было создание часов с маятником. Что касается более поздних автоматических устройств, появившихся в эпоху промышленной революции, то о некоторых, об устройствах, примененных Уаттом и Ползуновым, мы говорили. В прошлом веке уже имелось довольно большое количество разнообразных автоматических устройств, к ним даже можно отнести некоторые виды заводных игрушек, музыкальные шкатулки и... шарманку. Однако, как я уже говорил, техника в основном обходилась без автоматических устройств. Люди в по-

давляющем большинстве случаев могли обходиться еще без них.

Что же все-таки обозначает слово «автомат»? Оно имеет греческое происхождение и обозначает буквально — самодвижущийся. В наше время автоматами называются различного рода устройства, позволяющие заменить физический и умственный труд человека при контроле и управлении различными процессами. Трудно даже назвать такую область человеческой деятельности, где бы не начинали в настоящее время применять автоматы. Правда, в большинстве случаев наряду с автоматикой еще используется и человек, но есть уже и такие области, где участие человека становится попросту невозможным.

Автоматы работают самым различным образом. Есть, например, множество чисто механических устройств автоматики. Хотя эра механики давно уже кончилась, механических автоматов от этого стало не меньше. Наоборот, их больше, чем когда-либо. Механическими автоматами являются многие станки — автоматы и машины, пневматические и гидравлические устройства автоматического управления и регулирования, автоматическое оружие различных видов. Но электромеханических устройств автоматики значительно больше. Почему это так, я расскажу несколько позже, а пока скажу только, что к ним относятся такие известные всем устройства, как автоматы по продаже билетов в метро, автоматические телефонные станции и многое другое. Автоматических устройств, которые вовсе не используют механики, также очень много. В основном к ним относятся устройства, которыми занимается новая отрасль техники, выделившаяся из электротехники и радиотехники совсем недавно. Это, как вы уже догадались, — электроника.

Электроника — очень молодая отрасль науки и инженерной техники. Еще, пожалуй, не существует точного определения ни самого понятия, ни круга задач и предмета электроники. Но это не мешает ей бурно развиваться.

Для решения своих задач электроника использует многие физические, электротехнические и электромеханические устройства. Именно благодаря этому электроника становится одним из главнейших орудий в деле

автоматизации разнообразнейших процессов. Только в связи электроники с электромеханикой и механикой можно видеть причину ее универсального применения. Потому что механика всегда была и будет основой основ подавляющего большинства технических устройств.

Я люблю читать фантастические повести и рассказы. Только люблю хорошие, умные читать. А иногда попадаются наивные, технически и художественно безграмотные книги. Читаешь — и не знаешь, удивляться им или возмущаться. Помню, прочитал я одну из них, переводную, про изобретателя. У этого изобретателя в доме все было автоматизировано, прямо-таки не дом, а помещение для спиритических сеансов: двери сами открывались, из шкафов выдвигались ящики, автомобиль без шофера ездил, автоматически включался и выключался свет.

Как только я начал читать про автоматические дверцы шкафов и прочую чепуху, меня такая злость взяла, что я и читать эту книжонку бросил. А вместо этого принялся мысленно сочинять свой научно-фантастический роман, в котором автор недочитанной мной книжки попал в описанную им автоматизированную квартиру. Дверцы шкафа и обычные двери автоматически открывались и били его. И прочие приключения пришлось испытать этому писателю. Только после этого я успокоился.

Гораздо хуже бывает, когда в жизни встречается такой обуреваемый страстью к стопроцентному охвату автоматизацией человек. Дай ему только свободу и возможность, и он миллионы рублей истратит для автоматизации никому не нужных вещей.

Ведь автоматика и



Незадачливый изобретатель.

электроника очень дороги. Необыкновенно дороги. И их выгодно применять только там, где без них нельзя обойтись и где их применение полностью себя оправдывает и окупает. Автоматизировать же дверцы буфета, за которыми спрятано двести граммов любительской колбасы да банка «Бычков в томате», — абсурд. Помимо того, что эта автоматизация встанет гораздо дороже всего содержимого буфета и самого буфета в придачу, она еще займет порядочно места и будет потреблять порядочное количество электроэнергии. И, главное, бессмысленно ее применять! Что, у людей будущего рук не будет, что ли?!

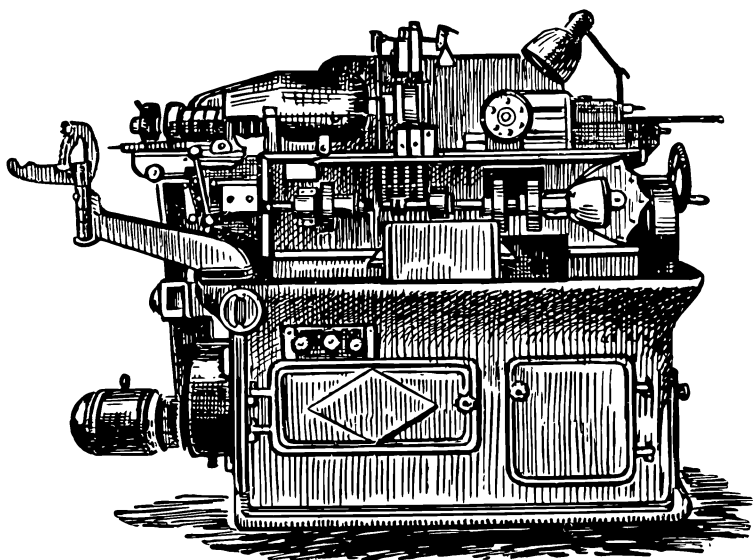
Вот стоит токарный револьверный станок. На нем не револьверы, конечно, делают. Это станок-полуавтомат, то есть такой, в котором для производства смены операций и холостых ходов необходимо участие человека. Назван он револьверным потому, что у него вместо задней бабки стоит поворотная, револьверная, головка, в которой закреплен набор инструмента, необходимый для производства нужных операций по обработке металла. При нажатии на специальный рычаг головка поворачивается в нужной последовательности и подходит к заготовке, начиная обработку.

За станком работает молодая женщина. Каждое движение точное, рассчитанное. Все движения следуют одно за другим со строгим и сложным ритмом. Работница уже выработала в себе автоматизм движений и словно слилась со станком; даже может петь или мечтать о чем-нибудь. Она может часть своего внимания переключить на это, потому что станок делает сам почти все.

Но, к сожалению, еще не все. И приходится станок обслуживать человеку, станочнику. Станочник это уже не токарь-универсал и не имеет высокой квалификации. Он станочник. Его можно обучить за очень малое время. Скажем, за месяц или даже меньше. Работа почти автоматическая и, конечно, очень напряженная.

Стоит в таком случае применить автоматизацию? Несомненно! И это будет благородная и важная задача — автоматизировать станок, освободить человека от выполнения роли автомата при станке.

Давайте посмотрим на другой станок. Ну хотя бы на одношпиндельный токарный автомат. По существу, он



Одношпиндельный револьверный станок.

очень близок к токарному револьверному станку. Но теперь вместо человека им управляет специальный программный механизм. Этот программный механизм приводится в движение самим станком и, в свою очередь, управляет рабочими органами станка. На долю человека остается только настраивать и регулировать станок, включать и выключать его, подавать прутки металла и разгружать бункер, в который сбрасываются готовые детали. Можно автоматизировать и питание станка и сбор готовых деталей. Тогда человек полностью освободится от тяжелой и однообразной работы. Он должен будет выполнять работу по управлению станками-автоматами, по их наладке. Такой труд совсем другого рода — умный, высококвалифицированный. И, что не менее важно, применение станка-автомата позволяет значительно увеличить производительность труда.

Автоматика полным ходом вводится и у нас и в капиталистических странах. Но цели введения автоматизации в странах капитала и в социалистических странах разные. Мы, в нашей стране, действительно стремимся облегчить труд людей, освободить их от выполнения тяжелой физической работы. И это — наша главнейшая

задача. Для этого и коммунизм строится. А вот в капиталистических странах, в частности в США, многие люди, от которых зависит развитие промышленности, спокойно смотрят на существование тяжелого физического труда. Их беспокоит главным образом повышение прибыльности работы. И они вводят автоматизацию там, где это необходимо для повышения прибылей. Если при этом тяжелый физический труд остается, их такое не тревожит.

Но есть в США честные ученые и инженеры, которые хотят облегчить жизнь и труд своим соотечественникам. Надо думать, их большинство, таких, умеющих много и великолепно работать, изобретательных и настойчивых людей. Никто не собирается умалять их достоинств. Но дело-то в основном не в них, а в тех, на кого приходится работать этим ученым и инженерам. Дело в капиталистах, им же нужно только одно — прибыль. И если удастся инженерам и ученым не только в США, но и в других капиталистических странах создать машину, облегчающую труд рабочего и в то же время дающую прибыль, значит, удача, повезло рабочим? Да только необязательно! Каждая новая машина, повышающая производительность труда, при капитализме грозит рабочему более страшным, чем самый тяжелый физический труд, — безработицей.

И часто получается в капиталистических странах так, что честный инженер или ученый, создававший машину с самыми лучшими намерениями, оказывается виновником того, что многие-многие люди не радуются ее появлению, но, наоборот, оказываются без работы или под угрозой ее потери. Конечно, фактически виноваты в этом не изобретатели, а сама капиталистическая система.

Вот что недавно писал в журнале «В защиту мира» М. Инкер:

«Сами конструкторы «мыслящих» машин, по-видимому, не вполне отдают себе отчет в том, какие возможности сулит все то, что они изобретают. С точки зрения технической, автоматизация приводит к огромной экономии времени, к сокращению всяких простоев или задержек, вызываемых административными и прочими неполадками. Что касается чисто экономической области, то автоматизация снижает себестоимость продук-

ции, однако объем производства должен поддерживаться на высоком уровне, а сбыт происходить бесперебойно, всякие колебания рынка грозили бы дорогостоящей остановкой автоматических заводов. Плановое производство становится настоящей необходимостью во всех странах, избирающих путь автоматизации, но известно, что планирование хозяйства не при всех экономических системах возможно в одинаковой степени.

О масштабах возможных социальных последствий до сих пор еще идут споры, и люди по-разному реагируют на это, в зависимости от того, кто перед нами, хозяин предприятия или рабочий, заставляет его автоматизация менять свой род занятий или нет».

И далее:

«Но вот дирекция решает автоматизировать изготовление блока цилиндров и поршней, все операции по хромированию и покраске. Сразу несколько тысяч квалифицированных и подсобных рабочих оказывается за воротами завода.

Именно в таком плачевном положении оказались недавно рабочие английской автомобильной промышленности. Причина не в замедлении темпов или полном прекращении производства. Наоборот, к автоматизации прибегают, чтобы производить больше, лучше, быстрее и дешевле. Именно эту цель и ставили перед собой, несомненно, английские предприниматели, но цель английских рабочих заключалась в том, чтобы иметь «работу и хлеб» и даже, пожалуй, «несколько меньше работы и больше хлеба». При существующей в Англии системе выявилось такое резкое расхождение между целями предпринимателей и рабочих, что в результате вспыхнул острый социальный конфликт».

Вот, например, что заявил производственный директор английских автомобильных заводов «Стандард моторс» Аллен Дик при увольнении 2900 рабочих: «Мы затратили четыре миллиона фунтов стерлингов не для того, чтобы держать на заводе прежнее количество людей».

В ответ на увольнение своих товарищей рабочие объявили стачку, которая в Англии получила название «первой стачки эры роботов». При поддержке рабочих многих предприятий эта стачка была выиграна. Но так бывает далеко не всегда, и многие рабочие в

капиталистических странах понимают это. Вот что написал французский рабочий-металлист с завода «Орн»:

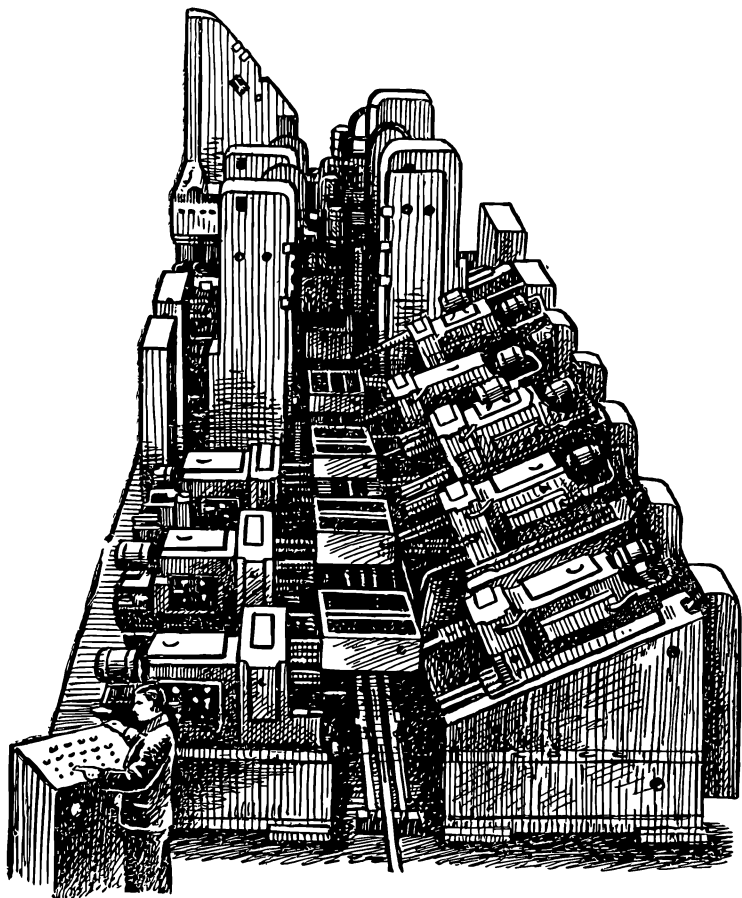
«Мы знаем опасность роста производительности: снижение заработной платы по сравнению с количеством выжатого труда и безработица. В 1952 году на нашем заводе работали 900 рабочих, производивших 700 тонн в месяц. В 1956 году было 590 рабочих, и производили они 1200 тонн. Продукции стало на 500 тонн больше, а рабочих на 360 человек меньше. Новая реконструкция предполагает дальнейшее увеличение продукции и сокращение персонала... Вот почему, товарищи, надо поставить машину на службу человеку. Сегодня же она служит лишь тому, чтобы обогащать тресты, вроде нашего, уменьшает покупательную способность населения, приводит к навязыванию невыносимых темпов и преждевременному изнашиванию рабочих».

У нас машина служит всему народу. Мы не боимся автоматизации производства. Мы приветствуем ее и огорчаемся, что она внедряется не так быстро, как хотелось бы. Но с каждым годом она начинает играть все более важную роль в самых различных областях промышленности. Множество ученых, инженеров, рабочих, крупнейшие научно-исследовательские институты, заводы — все занимаются исследованиями и созданием разнообразнейших автоматических устройств.

Автоматизация только начинается, ведь мы еще многого не знаем и не умеем. Мы не знаем, как заменить человека во множестве случаев. А в тех случаях, когда мы уже знаем, мы часто не можем это сделать достаточно хорошо, надежно и дешево.

А о стоимости и выгоды введения автоматизации надо очень много думать в каждом случае, прежде чем ее применить. Не то, вместо того чтобы помочь народу стать богаче, можно лишь растратить лишние средства. А мы не имеем на это права. Мы должны по-настоящему, по-хозяйски беречь наши деньги, деньги, созданные нашим трудом, трудом всего нашего великого народа.

Сейчас автоматизация распространяется все шире и шире. В производстве, в частности в металлообрабатывающей промышленности, ее особенно выгодно применять, когда приходится вести обработку очень больших



Автоматическая станочная линия для обработки блока цилиндров.

количеством однородной продукции, то есть при массовом производстве. Именно массовое производство подготовило базу для широкого внедрения автоматизации в промышленность. Помимо экономических предпосылок, массовое производство способствовало возникновению и развитию автоматизации и тем, что оно подготовило основную организацию промышленности: поточный метод, расчленение производственных операций на про-

стейшие, которые легко выполнять специализированными станками и уже легко автоматизировать.

Многие предприятия, выпускающие массовую продукцию, используют большое количество автоматических станков. Таких станков было уже порядочно и перед второй мировой войной. Но развитие промышленности требовало все большей и большей автоматизации. От отдельных станков-автоматов стали переходить к целым линиям автоматических станков, объединенных между собой единым транспортным устройством и общим для всей линии темпом работы. Такие линии получили название автоматических.

Первая автоматическая линия была пущена перед самой войной, в 1939 году. Она была построена на Сталинградском тракторном заводе. Ее создал рабочий этого завода И. П. Иночкин.

Вот что пишет об Иночкине журналист И. Пешкин:

«Иван Иночкин поступил на Сталинградский тракторострой сразу после военной службы. Служил он не в строевой части, а в оружейной мастерской в Сестрорецке. Там он приобрел квалификацию слесаря. Ему приходилось ремонтировать пулеметы, знаменитые «Максимы», и это было первым его знакомством с автоматикой.

На тракторный Иночкин попал незадолго перед пуском. Он участвовал в монтаже американского оборудования, а затем остался работать на участке гидравлических станков фирмы «Ингерсол». Эти станки были трудны в наладке, но работа на них не требовала никакой квалификации — только ставь и снимай детали.

Иночкин довольно быстро овладел этими машинами. «Ингерсолы» работали хорошо, они слушались Иночкина, но он был ими недоволен. Часами Иночкин простаивал возле подопечных станков и наблюдал, как рабочие их «кормят». Однообразная, оупляющая работа! Весь цикл обработки детали совершается без всякого участия рабочего, но рабочий, словно каторжник к тачке, прикован к станку.

Так не поручить ли «кормление» станков какому-то механизму? Аналогия с пулеметом, на котором лента «кормит» ствол, только дала толчок мысли — что надо бы сделать.

Иночкин решил создать «механическую руку». По-

пытка механически воспроизвести цикл движений человеческой руки была вполне естественной. Иночкин шел тем же путем, каким шли многие создатели новых машин. Вспомним, что предшественник степенсоновского локомотива имел ноги, которые он попеременно поднимал, как лошадь. Сделать «механическую руку» оказалось непростым делом. Изобретатель познал много горьких поражений, но не сдался.

Первая «механическая рука» оказалась слишком сложной. Вторая была немногим проще. Снова думы, наблюдения, догадки... И наконец явилась новая, удивительно простая идея: использовать в качестве средства транспортировки деталей обыкновенную цепную передачу. Иночкин обратил внимание на конфигурацию деталей — это были пальцы гусеницы, — они имели форму тел вращения. Раз так, то они могут сами переходить, точнее — перекатываться со станка на станок.

На этом принципе и была построена первая в нашей стране и, как утверждают, — во всем мире — автоматическая линия».

Автоматические линии сейчас начинают очень широко применяться во многих отраслях промышленности: при изготовлении деталей двигателей внутреннего сгорания, подшипников, для резки листового металла; применяют их очень широко при изготовлении электронных и осветительных ламп, на хлебопекарных заводах, на заводах радиотехнической промышленности, в полиграфии, в кондитерской промышленности, словом, — везде, где только происходит выпуск массовой продукции.

Особенно выгодно строить автоматические линии и даже целые заводы для выпуска не просто массовой продукции, но и стабильной, такой, которая выпускается почти неизменной или вовсе неизменной в течение длительных промежутков времени. Таковы, например, подшипники. Они выпускаются уже долгие годы и, вероятно, не скоро будут заменены какими-либо другими, более эффективными устройствами. Во всяком случае пока такие устройства не изобретены и в них даже не ощущается особой необходимости. Значит, для производства подшипников можно изготавливать даже очень дорогое, сугубо специализированное оборудование: оно окупит себя.

Советские инженеры добились выдающихся успехов в деле создания автоматических линий для производства подшипников.

В начале первой пятилетки в нашей стране не было подшипниковых заводов. Подшипники, как и многое другое, в те годы мы вынуждены были завозить из-за границы. Когда встал вопрос о строительстве советского подшипникового завода, многие специалисты не верили, что завод этот будет работать. Они боялись, что такое тонкое, сложное и необыкновенно точное производство не может быть налажено у нас. Они думали, что в нашей стране не найдется для этого достаточно квалифицированных людей.

Действительно, таких людей в те годы очень не хватало. И поэтому строительство и оборудование первого подшипникового завода, так же, как и Сталинградского тракторного и Горьковского автомобильного и Днепрогэса и многих других строек первой пятилетки, пришлось вести с помощью иностранных специалистов и фирм. Шведы и американцы не стали оказывать нам техническую помощь в производстве подшипников. Тогда пригласили группу итальянских инженеров.

19 января 1932 года был выпущен первый советский подшипник. В этот день состоялся пуск Первого Государственного подшипникового завода.

Завод был оборудован итальянскими станками, их наладкой руководили итальянские специалисты. И станки и консультанты принадлежали капиталистической фирме. И, несмотря на то что станки были установлены на советском заводе, они не изменили своей сущности. Они были запроектированы таким образом, что рабочий, обслуживающий их, становился придатком машины, по существу сам становился машиной. Итальянские консультанты считали такое положение дела правильным. Но наши рабочие и специалисты не могли мириться с ним.

На ГПЗ нашлись люди, которые, подобно Иночкину с СТЗ, начали задумываться над путями облегчения труда советских рабочих. И здесь начали с того же, что делал Иночкин: при передаче деталей от станка к станку стали заменять человека механизмами. Так и на ГПЗ появились первые полностью автоматизированные станочные линии.

В 1955 году на Первом ГПЗ был введен в эксплуатацию цех-автомат, выпускающий подшипники массового применения. Его проектирование было начато пятью годами раньше. В проектировании цеха, создании нового технологического процесса, нового оборудования участвовали сотни инженеров, четырнадцать заводов изготовляли станки, контрольно-измерительные устройства, инструменты.

К сожалению, я не бывал на ГПЗ в послевоенные годы. Поэтому я обращусь к очень интересной статье И. Пешкина. Вот что он пишет о новом цехе-автомате:

«Цех-автомат расположен в отдельном здании. Мы входим в него. Ряды одетых в серые кофухи станков. Возле них нет людей.

Подходим к одному из станков. За прозрачным из плексигласа щитком можно увидеть, как металлические пальцы зажимают кольцо. Вьется, дробится и падает вниз стружка. Работа окончена. Механизм поворачивается, освобождает кольцо, оно покатилося по транспортеру.

Станки работают с а м и. Все, что необходимо для работы, с а м о приходит к станку; обработанные изделия и стружка с а м и уходят.

Оборудование и запроектированные технологические процессы несомненно отражают последние достижения технической мысли. На токарных автоматах — высокая концентрация инструмента. Хорошо решена проблема удаления стружки. Агрегаты термической обработки колец (теплом и глубоким холодом) встроены в линии. Высокопроизводительные шлифовальные станки обеспечивают доводку колец до необходимых размеров. «Магазины», установленные при переходе с токарных станков на термообработку и с последней на шлифование, удачно разрешают труднейшую из проблем — обеспечение бесперебойного действия всего цеха в случае неисправностей в каком-либо звене.

И уж, конечно, наибольший интерес вызывают измерительные станции. На этих участках использованы последние достижения электроники и мерительной техники.

Вот транспортер внес кольцо в остекленный шкаф — контрольно-измерительную станцию, оно проходит первую проверку, затем вторую, третью, четвертую.

Сделаны четыре остановки. Все хорошо? Нет, этот вывод преждевременен. Результат измерений, произведенных каждым из автоматов, остается еще неизвестным, он пока «запоминается» специальным устройством.

В конце путешествия кольцо подходит к висящему между двумя лотками электромагниту. Результаты измерения «запоминающие» устройства автоматов передают электромагниту, он взвешивает эти данные и решает, можно ли пустить кольцо на сборку.

Повисев на магните, кольцо ложится на транспортер, который везет его к сборочному автомату. Все ясно: размеры выдержаны. Магнит пропускает и второе кольцо, и третье, и четвертое... Но приходит еще одно кольцо, и магнит бросает его на лоток, оттуда оно попадет уже на «штрафной» транспортер, который отвезет его в изолятор.

На каком из четырех автоматов обнаружена неточность? Мы этого не знаем. Импульсонакопитель «запомнил» это кольцо, и магнит беспощадно выбросил его из потока.

А вот еще одно «чудо» — автомат для сборки шариковых подшипников. При старых методах сборки к шарикам определенной группы подбирали кольца. На автоматической сборке применен обратный принцип: по зазору колец подбираются шарики необходимого размера. Автомат измеряет внутренний диаметр наружного кольца и наружный диаметр внутреннего. Счетно-решающее устройство делает необходимый расчет и дает ответ, какой шарик годится для данной пары колец. Задача решается моментально.

Собранные подшипники сами следуют дальше по предписанному маршруту. Они попадают в антикоррозийные агрегаты. Дальше — упаковочные автоматы. Подшипник заворачивается в промасленную бумагу и укладывается в изящную фирменную коробочку».

От автоматической линии недалеко и до полностью автоматизированного завода. Такие заводы, конечно, появились. Одним из первых был советский завод-автомат, выпускающий поршни для автомобильных моторов. В сутки этот завод выпускает от 3000 до 3500 изделий. Все производство обслуживают пять операторов в смену. На заводе-автомате автоматизированы не только

производственные операции, но и все операции технического контроля и все подсобные операции.

Этот завод состоит из четырех основных производственных участков: плавильного, термического, участка механической обработки и участка сортировки и упаковки. Все участки связаны между собой транспортерами, которые работают точно в соответствии с ритмом производственных операций.

Давайте подробнее рассмотрим схему завода. Она изображена на рисунке. На завод поставляются алюминиевые чушки. Они хранятся на складе. Со склада чушки подаются по транспортеру в электропечь. Подаются они через строго определенные промежутки времени. В электропечи поддерживается неизменная температура. И, конечно, температура в печи поддерживается с помощью автомата — автоматического регулятора температуры. Из печи расплавленный металл прямо по желобу поступает в разливочную машину. Разливочная машина строго определенными порциями разливает металл в металлические формы — кокили. После заливки металлом кокили переносятся в охлаждающую камеру, где выдерживается нужный температурный режим. После охлаждения кокиль подается на автомат для отрезания литников — «хвостиков», получающихся из металла, застывающего не в самой форме, а в воронке, через которую заливают металл в кокиль. Отрезанные литники падают на транспортер, переносящий их обратно в печь для переплавки. После обрезки литников заготовки поршней поступают на второй — термический — участок.

Термический участок состоит из конвейерной печи, в которой поршни проходят термическую обработку, и автоматизированного пресса для определения твердости. Печь и пресс соединены транспортером. Пресс производит забраковку поршней по твердости. Забракованные поршни сбрасываются в ящик, а годные попадают в бункер.

На третьем участке, участке механической обработки, куда поршни попадают под воздействием собственного веса по склизу, имеется первый оператор. Оператор устанавливает приходящие к нему поршни в загрузочные позиции автоматической станочной линии. В линии установлены токарные, сверлильные, фрезерные и

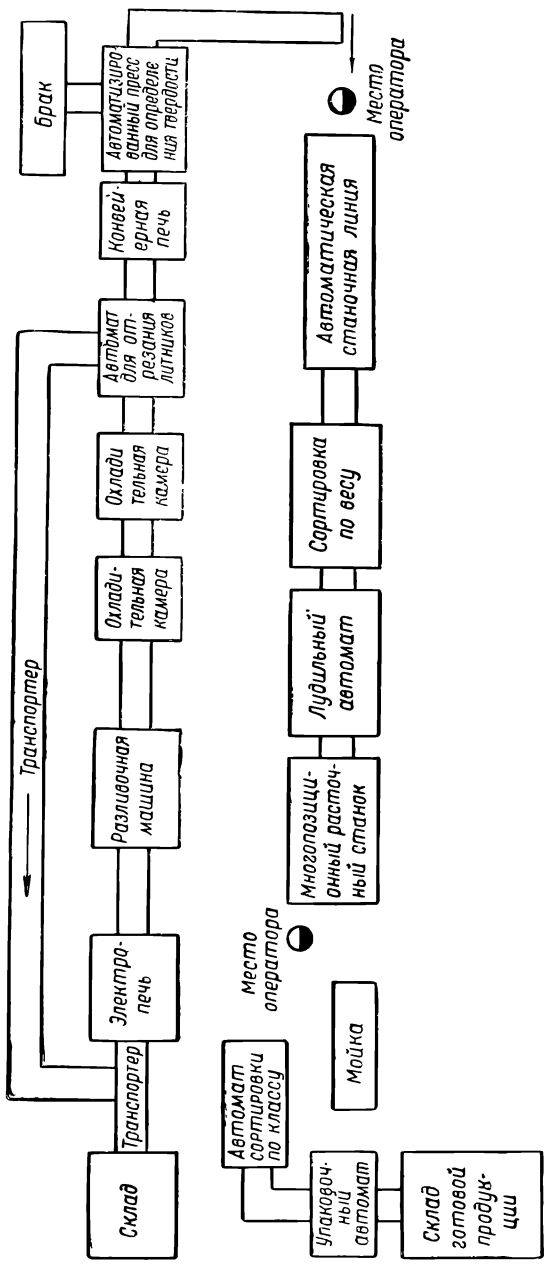


Схема абразивного завода по производству поршней.

шлифовальные станки. Эти станки автоматически выполняют все операции по механической обработке поршней. После обработки поршни транспортером подаются в агрегат, измеряющий их вес и сортирующий их по весу. Далее поршни поступают в автомат, где они лудятся. Отсюда поршни подаются на многопозиционный расточной станок, в котором окончательно растачиваются отверстия под палец поршня. Точность расточки очень высокая — до 0,01 миллиметра. Она автоматически контролируется. Здесь поршни попадают в руки ко второму оператору, перемещающему поршни на конвейер моечной машины.

После расточки отверстий поршня под палец поршни поступают в автоматическую сортировку по классу (по диаметрам отверстий для пальца, по диаметрам юбки поршня). На поршни ставятся соответствующие клейма. Разделенные по классам поршни отдельными потоками отправляются в упаковочный автомат и оттуда на склад готовой продукции.

На заводе имеется диспетчерский пункт. Он оборудован различными средствами сигнализации, учета, управления и контроля, позволяющими диспетчеру следить за всем производством.

Производительность труда при автоматизации, как мы можем видеть, возрастает во много раз, качество же ее, несмотря на то что продукция дешевле, становится более высоким.

Пока еще подавляющее большинство станков-автоматов для металлообработки — автоматы особого типа. Это автоматы, не умеющие «думать». Если к станку перестанут подаваться заготовки, он не почувствует этого и будет производить те же самые операции, только вхолостую, в лучшем случае остановится. Но если, скажем, заготовки подаются, но какие-то их качества изменились и по ходу дела нужно, например, изменить режим резания, такие станки не сумеют этого сделать. Это происходит потому, что программа работы задана станку раз и навсегда при его проектировании и наладке. Перестроиться применительно к новым условиям и обстоятельствам такой станок не может.

К такого рода автоматам относятся, например, станки и устройства, которые вырабатывают подшипники массового применения, и станки и устройства автомати-

ческого завода, выпускающего поршни. И те и другие очень хороши для решения названных задач, но никаких других они решать не умеют. Да никто от них этого и не требует.

Но возьмем другой случай. Случай автоматизации такого производства, в котором выпускаемая продукция не является неизменной. Ведь создавать для такого производства высокоспециализированные автоматы может оказаться невыгодным или даже невозможным: труд инженеров и рабочих, затраченный на создание таких станков и их внедрение, превысит труд, необходимый для выпуска самой продукции с помощью обычных универсальных станков. Такое положение может часто возникать, например, на станкостроительных заводах, где продукция часто является не только нестабильной, но даже и немассовой. Как поступать в этом случае? Может, и вовсе отказаться от автоматизации?

До последнего времени на эти вопросы не было сколько-нибудь удовлетворительного ответа. И лишь совсем недавно в этом направлении были сделаны первые успешные шаги. При чем идея, на первый взгляд, противоречила всему тому, на чем прежде базировалась автоматизация. Потому что она заключается в отказе от применения высокоспециализированных станков-автоматов и в возврате к станкам универсальным. Самая же главная мысль этой идеи состоит в том, что управление универсальным станком будет поручено не человеку, а автомату — так называемому автомату с программным управлением.

Этот автомат без всяких переделок и изменений можно будет легко и просто переводить на выполнение различных работ. Так как такой автомат управляет универсальным станком, то можно будет осуществлять автоматическое управление весьма разнообразными операциями. И при этом не потребуется строить специальные станки для каждого вида операций. Достаточно лишь управляющему автомату задать новую программу — и сразу можно будет приступить к выполнению работы. Программа же в таком автомате представляет собой либо магнитную, как в магнитофоне, либо бумажную, либо похожую на кинолентку ленту. На такой ленте либо с помощью магнитных полей, либо в виде отверстий или каким-нибудь другим способом наносят-

ся команды — программа управления автоматом и станком.

Противоречит ли такой путь автоматизации старому пути? Нет. Просто каждый из них хорош в своей области.

Очень интересным свойством некоторых автоматических станков с программным управлением является умение «думать». Они по ходу выполняемой работы могут изменять режимы работы и даже изменять последовательность операций. Более того, программы некоторых видов работ не могут быть заранее созданы расчетным путем. В таких случаях станок-автомат отдадут в «обучение» к опытному рабочему. Чувствительные элементы автомата подключают к соответствующим частям станка, на котором работает рабочий. Эти чувствительные элементы преобразуют измеряемые данные и приемы работы «учителя» в электрические сигналы и передают их в автомат, запоминаящий все операции и их последовательность. После такого «обучения» автомат сам может управлять работой станка.

Не зря эти станки называют «думающими». Они, как человек, могут обучаться у другого автомата или человека. Появились они в последние годы и своим рождением обязаны новейшим достижениям науки и техники. На их основе зародились новые отрасли математики и электроники, занимающиеся созданием математических и логических быстродействующих электронных машин. Одними из важнейших в таких машинах являются запоминающие, или накопительные, устройства. Их емкость в новейших машинах очень велика и позволяет запоминать огромное количество данных. Эти данные могут быть самыми разнообразными, например данными о последовательности операций, совершаемых станком. При работе они выдаются из устройств памяти в виде электрических сигналов в блоки машины, производящие с сигналами логические или математические операции. Полученные результаты могут быть выданы в виде команд управления станком.

Автоматизация применяется не только в машиностроительной промышленности. Не менее широко она применяется в металлургической промышленности, в химической, в энергетике, в связи, на транспорте, в легкой промышленности и в военной технике. Автоматиза-

ция стала все больше проникать и в области, непосредственно не связанные с производством; очень много автоматических средств применяется в науке: автоматы производят сложнейшие математические вычисления, сортируют корреспонденцию на почтамтах, сортируют и классифицируют разнообразные архивные материалы, составляют библиографии, ведут бухгалтерские расчеты и учет и еще очень многое. И в этой области машины-автоматы позволяют сократить большое количество труда, переместить работников из сферы управления и обслуживания в сферу производства.



Математическая машина.

Это очень полезно для нас, для нашего государства. Ведь бухгалтерская, финансовая, плановая и статистическая работа требует огромного количества расчетов, заполнения массы всяческих документов. Для этого содержится целая армия счетных работников. Занимающиеся таким трудом не создают материальных ценностей, они лишь помогают в этом другим. Нет слов, такой труд полезен и необходим, но всё-таки это труд непроизводительный. Кроме того, хоть работа такого рода и не является физической, умственной ее тоже не всегда назовешь: она однообразна и утомительна. Поэтому гораздо лучше поручить ее машинам, а людям дать

возможность заниматься творческим, созидательным трудом.

Итак, существуют типы автоматов, которые в зависимости от внешних условий сами перестраивают программу своих действий и продолжают работать в соответствии с измененной программой. За такой метод работы эти автоматы называют «думающими» машинами.

Для того же чтобы думать, надо, прежде всего, узнавать, или, как говорят в технике, получать информацию о происходящих процессах и изменениях в условиях их протекания. В свою очередь, для того чтобы информацию такого рода получать, надо иметь некоторые чувствительные органы, умеющие различать те или иные изменения в условиях работы. Органы такого рода и называют чувствительными элементами или чувствительными органами, а часто — датчиками.

Те же органы автомата, которые, получив от датчиков информацию, преобразуют ее в сигналы, управляющие ходом процесса, и подают команды исполнительным органам, можно условно назвать «думающими» органами.

«Думающие» автоматы сейчас начинают получать все большее распространение, так как они, хоть и значительно сложнее, дают много новых возможностей и преимуществ.

Вспомним снова о центробежном регуляторе Уатта. Он как раз может быть отнесен к автоматическим устройствам такого типа, правда, к самым примитивным. Вращающийся вал регулятора, связанный с маховиком машины, передает информацию, в данном случае — информацию о скорости вращения, к чувствительному элементу — грузикам на шарнирах. Эти грузики «чувствуют» изменения в скорости вращения и в зависимости от этого изменения расходятся или приближаются друг к другу. Такое движение преобразуется в управляющие сигналы и передается рычагом к заслонке, помещенной в паропроводе.

Как мы видим, в регуляторе Уатта некому думать, а между тем такой регулятор заменяет думающего человека и управляет процессом (поддерживает обороты машины неизменными) лучше человека. В этом ничего удивительного нет. Ведь когда изобретали регулятор, человек, в данном случае Уатт, сам заранее подумал за

регулятор и продумал действия регулятора во всех возможных обстоятельствах и придал регулятору такие свойства, что регулятор всегда и при всех условиях воздействует на процесс в таком же направлении, в каком это сделал бы на его месте думающий человек. Таким же образом работают и многие другие автоматы и те же математические и логические машины. Правда, в последнем случае действия машины действительно очень напоминают отдельные процессы человеческого мышления, но все-таки это вовсе не означает, что машина сама умеет мыслить. Однако вопросы, которые может решать математическая машина, очень сложные, трудные вопросы. Такая машина может иметь очень большое количество «органов чувств», собирающих большое количество необходимой информации, а необыкновенное быстроедействие «думающих» или регулирующих органов позволяет рассчитать или продумать за очень малые промежутки времени очень большое количество вариантов решений и выбрать самое наилучшее. Выбранное решение передается в виде команд на исполнительные органы.

Теперь мне хочется задать вам такой вопрос: какова роль электричества в автоматике и почему именно электротехника и особенно электроника играют в автоматике столь большую роль? Ответ на этот вопрос кроется в тех замечательных свойствах электрической энергии, о которых мы уже говорили. Именно эти свойства позволили применять автоматику в таких областях, где одна механика бессильна что-либо сделать.

Я уже говорил, что, для того чтобы автомат мог работать, он должен чувствовать различные изменения в процессе, которым он управляет. И, для того чтобы процесс происходил в точно заданных пределах, автомат должен чувствовать самые малейшие изменения. Если этого не будет, то невозможно осуществить и точное регулирование процесса. Как известно, регулируемые процессы могут быть самого различного рода: регулирование оборотов двигателя, регулирование температуры печи или холодильной камеры, поддержание постоянства давления в котле, регулирование громкости звука в приемнике и тысячи других самых разнообразных процессов. И в каждом случае регулируется одна или несколько физических величин.

Эти величины могут быть самыми разными, но регулятору надо их уметь чувствовать, то есть иметь соответствующие чувствительные органы. Именно благодаря свойству электроэнергии превращаться прямым путем из любых других видов энергии сконструированы в настоящее время чувствительные элементы, датчики, основанные на методе преобразования физических величин в электрические, позволяют чувствовать разнообразнейшие физические величины, измерять их и переводить в электрические сигналы — на язык, понятный электрической и электронной автоматике. Другое важнейшее обстоятельство, особенно заметное в электронной автоматике, выражается в том, что электрические датчики физических величин очень чувствительны. Что же касается электроники, то она вполне свободно оперирует даже с самыми ничтожными электрическими сигналами, мощность которых невозможно себе представить, так она мала.

Предположим, что нам потребовалось поддерживать строго постоянной яркость света обычной электрической лампы накаливания. Для этого нам придется создать автоматический регулятор, который будет так менять ток в цепи накала лампы, что ее яркость будет оставаться неизменной.

Для того чтобы создать такой автомат, нужно прежде всего научиться измерять величину яркости и величину отклонений яркости от заданной. Каким образом ее можно измерить? Электроника, например, дает нам для этих целей готовый электровакуумный прибор — фотоэлемент. Ток через фотоэлемент будет тем больше, чем больше сила падающего на фотоэлемент света. А можем ли мы средствами механики создать устройство, замеряющее яркость и ее отклонения? Какие физические явления можем мы использовать для этого?

Выдающийся физик П. Н. Лебедев в свое время доказал, что свет давит на стоящие на его пути преграды. Давление это столь ничтожно, что измерить его необыкновенно трудно. Лебедев сумел доказать, что это давление имеется, и даже измерил его величину с помощью механических устройств. До сих пор физики мира поражаются необыкновенной тонкости и остроумию лебедевских экспериментов. Однако устройства, примененные Лебедевым в своих опытах, несмотря на то что они чув-

ствуют световое излучение, в качестве механических датчиков яркости для автомата использоваться не могут. Те усилия, которые развиваются в таких механических устройствах, столь ничтожны, что не могут быть использованы не только непосредственно, но и при применении каких-либо механических усилителей.

Другое дело фотоэлемент. Во-первых, он гораздо чувствительнее к энергии светового излучения, чем любое механическое устройство. Кроме того, ток, протекающий через фотоэлемент, может быть усилен в десятки и сотни тысяч раз с помощью электронных ламп, а теперь и с помощью транзисторов. Мощности же усиленного тока вполне хватит на то, чтобы привести в движение любой исполнительный элемент, скажем — моторчик, перемещающий ползунок реостата, включенного в цепь накала лампы.

Если яркость мала, ток через фотоэлемент будет ниже нормального и автомат выработает такие управляющие сигналы или команды, которые заставят моторчик вращаться так, чтобы ползун реостата увеличивал бы ток через лампу. Если яркость, наоборот, возросла, то управляющие сигналы заставят моторчик поменять направление вращения на обратное и уменьшать ток через лампу. Когда яркость лампы равна требуемой, на моторчик либо вовсе не подаются никакие сигналы, либо подаются специальные сигналы, запрещающие моторчику вращаться. Впрочем, для моторчика отсутствие сигналов тоже является сигналом. Если на моторчик не подано напряжение, он как раз и не может вращаться.

Как мы с вами говорили, механическую энергию нельзя передавать на большие расстояния, электрическую энергию и особенно радиоволны можно передавать практически на любые расстояния. Это позволяет осуществлять регулирование процессов на таких объектах, которые могут находиться на очень больших расстояниях от места, где установлен автомат, управляющий этими процессами.

Например, можно автоматически управлять полетом самолета или ракеты с земли. Управляющие органы автоматов будут установлены на каком-либо посту управления, а датчики и исполнительные органы — на самолете. Регулированием и управлением на больших

расстояниях занимается так называемая телемеханика. Фактически механика в чистом виде в этой области техники почти не применяется, она только в названии осталась.

И еще об одном, важнейшем, свойстве электроники следует сказать — о быстродействии. В этом с электроникой в настоящее время ничто не может сравниться. Электронные чувствительные элементы и элементы управления могут легко реагировать на изменения, происходящие с огромной скоростью, практически в тот же миг, как случилось само изменение. Электронные элементы часто поэтому называют безынерционными.

Именно быстродействие электронных устройств позволило создать математические машины, способные рассчитать траекторию снаряда быстрее, чем снаряд пролетит по ней. Именно это свойство позволило производить за очень малое время расчетные работы такого объема, с которыми не могут справиться сотни квалифицированных расчетчиков.

Теперь, пожалуй, мне осталось рассказать вам, где и как работают современные автоматы. Обо всех областях их применения я, конечно, рассказать не имею возможности, да и не знаю всего. Я приведу только примеры.

Мы уже знаем с вами, что автоматику очень выгодно применять при массовом производстве, где она значительно повышает производительность труда, улучшает качество продукции и снижает ее себестоимость. Но не менее важно применение автоматики в тех областях, где человек не может по каким-то причинам выполнять работу сам. Таких причин много. Основных же, пожалуй, две: безопасность человеческой жизни и здоровья и очень быстрое протекание некоторых процессов, такое быстрое, что человек не в силах уследить за ними.

Так, например, в настоящее время человек не может быть помещен в ракету. Первые космические ракеты покинут Землю наверняка без людей, слишком еще будет велик риск, слишком много впереди будет неизвестного. Поэтому полетом ракет будет управлять автоматика. В целях сохранения человеческой жизни и здоровья автоматизируют многие процессы в атомной промышленности, так как они часто оказывают вредное влияние на человека.

Возьмем другой случай. В настоящее время ученые

очень интересуются метеоритами. Мы знаем, что метеоритов падает на Землю очень много. Но часто ли мы их видим? Очень редко. В иную августовскую безлунную ночь можно подолгу любоваться звездным небом, а увидишь за час-два, может быть, две—три «упавшие звезды». Бывает и так, что кто-нибудь заметит метесритный след, вскрикнет даже: «Смотрите, звезда упала!», но, пока другие успеют повернуться, все уже исчезнет. Недаром же есть такое поверье, что, если успеешь загадать какое-нибудь желание при виде падающей звезды, это желание обязательно исполнится. Что же, попробуйте проверить, правильно ли такое поверье. Я думаю, вам не удастся это сделать, не успеете еще ни о чем подумать, а метеорит уже сторит и померкнет его след.

Естественно, что ученых такое положение не может устраивать, так они никогда не смогли бы изучить явления, связанные с попаданием метеоритов в атмосферу Земли. И вот, для того чтобы наверняка «ловить» метеориты, измерять скорость их движения, возмущения, которые они вызывают в верхних слоях атмосферы, ученые применили автоматы. Автоматы эти должны мгновенно обнаружить появление метеорита в атмосфере и следить за ним во все время его полета. Такие автоматы есть, и они легко и просто успевают следить за метеоритами.

Есть и много других случаев, когда человек просто-напросто не может даже сравниться по быстрдействию с автоматами. Автоматическим же устройствам, особенно электронным, ничего не стоит управлять такими быстро протекающими процессами, длительность которых исчисляется очень малыми долями секунды, в некоторых случаях доходящими до сотых и даже тысячных долей. Некоторые электронные автоматы могут действовать и гораздо быстрее.

Все вы видели высоковольтные линии электропередач. Опоры линий — высокие ажурные мачты — шагают через леса, реки, соединяя мощные электростанции с крупными промышленными и экономическими центрами. К опорам подвешены гирлянды изоляторов, несущих провода, по которым течет ток высокого напряжения. Черепетская ГРЭС (Государственная районная электростанция) имеет, например, мощность 600 тысяч киловатт. Такой мощности достаточно для того, чтобы

могли гореть шесть миллионов стоваттных лампочек, то есть, в среднем, осветить полтора — два миллиона квартир. Такая мощность может быть передана по одной трехфазной линии передач на напряжении 400 киловольт.

Представьте себе, что во время грозы молния ударила в линию или электрическую подстанцию, установленную на этой линии. Надо сказать, что такие случаи, когда удар молнии вызывает повреждения, очень редки, потому что применяется много средств защиты от грозы и на линиях и на подстанциях. Но все-таки полной гарантии от такого случая нет. Удар же молнии может привести к короткому замыканию между проводами — фазами или даже между фазами и землей.

Ясно, что при коротком замыкании на линии, если его не устранить как можно быстрее, может произойти порча оборудования на электроподстанциях и на самой электрической станции, а также и нарушение снабжения электроэнергией. Чем крупнее электростанция, чем крупнее потребитель электроэнергии, тем опаснее такое явление. Перерыв в подаче электроэнергии, даже если он будет длиться доли часа, может привести к колоссальным материальным потерям и даже к человеческим жертвам. Нет тока, значит, — не работают насосы и вентиляция в шахтах, нет тока — застывает металл в электропечах, останавливаются электропоезда, нарушается производственный цикл целого ряда непрерывных процессов, особенно химических и металлургических. Нет тока — и в руках хирурга перестают действовать новейшие хирургические инструменты и аппаратура.

Недаром же во всех особо важных случаях всегда предусматривается питание от резервных электростанций или даже аккумуляторных батарей.

Но все-таки много ли случаев бывало в вашей жизни, когда вы становились свидетелями длительных перерывов в подаче электроэнергии на предприятия или даже в жилые дома? Очень мало, а то и совсем не было. Как же? Ведь повреждения на линиях все-таки бывают? Бывают. Правда, чаще всего они не связаны с грозами, а происходят по самым разным причинам. И за год случаев, когда на линии происходит короткое замыкание, может быть даже не один, а несколько.

Что происходит, когда по неосторожности вы или ваши близкие вызываете короткое замыкание, включив неисправную настольную лампу, электрический утюг, пылесос или что-либо подобное? Свет в квартире моментально гаснет, проводка в квартире отключается от общей электрической сети. Отключение происходит оттого, что при коротком замыкании значительно увеличивается ток и перегорают пробки, или, как их называют электрики, плавкие вставки. Устранив причину замыкания и заменив пробки, мы снова восстановим цепь и снова, если, конечно, желание останется, можем продолжать столь же рискованные эксперименты. Хорошего в этом, правда, ничего нет, но все-таки, если пробки подобрать правильно, повреждений в остальной части сети не будет.

Если же плавкие вставки подобраны неправильно, а это всегда бывает, когда доморощенные электрики вместо пробок вставляют «жучки», то они при коротком замыкании могут не расплавиться. Тогда часть проводки, в которой произошло замыкание, не отключится от сети и по ней потечет ток короткого замыкания, в десятки, а то и в сотни раз превышающий нормальный ток. При этом начнут нагреваться провода не только в поврежденном участке, но и в остальной части сети, и могут случиться разные неприятности. От перегрева провода могут замкнуться еще где-нибудь, что приведет к новому возрастанию тока и еще большему нагреву остальной части проводки, обмоток понизительного трансформатора и так далее. Может возникнуть и пожар.

Поэтому плавкие вставки ставятся не только в квартирах. Ставятся они и дальше, на каждом разветвлении электрической сети низкого напряжения. Чем более мощный потребитель, тем более мощные плавкие вставки. Некоторые виды электрического оборудования защищаются плавкими вставками, которые перегорают от тока в 30 тысяч ампер! Такой ток потребляют почти 30 тысяч стоваттных лампочек на напряжении 127 вольт.

Что же, и линии электропередач тоже защищают от повреждений плавкими вставками? Нет, так делать невыгодно. Хоть плавкая вставка, перегорев, и защитит линию от развития повреждения или аварии, однако

сделает это она не так хорошо, как другие автоматические устройства, называемые релейной защитой. Устройства релейной защиты — это автоматы, отключающие поврежденное оборудование от остальной части сети. По существу, они играют роль пробок, но только их задачи и условия работы значительно сложнее. Релейная защита применяется и для защиты линий и для защиты оборудования — трансформаторов, генераторов, синхронных компенсаторов. В наши дни, когда по линиям передач передаются очень высокие мощности, когда и генераторы и трансформаторы также работают на очень высоких мощностях и напряжениях, от релейной защиты требуется очень большое быстродействие.

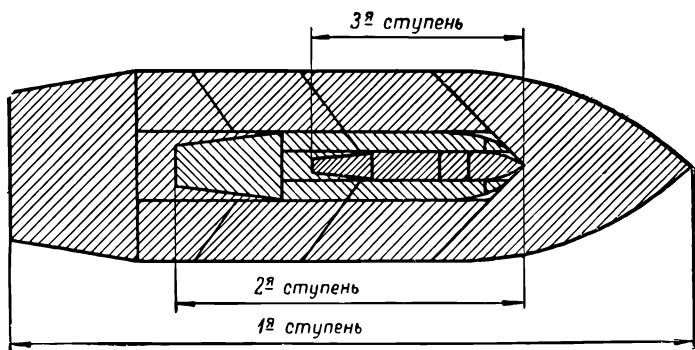
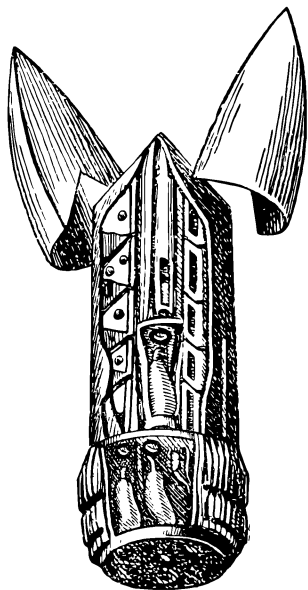
Так, в случае повреждения на линии релейная защита линии срабатывает за десятые доли секунды, а в новейших системах время ее срабатывания доведено до 0,03—0,04 секунды. За это время поврежденный участок линии или поврежденное устройство должны отключиться. Обычно при этом повреждение не успевает развиться и вывести из строя линию или, например, трансформатор.

Когда в линии происходит повреждение, между проводами линии или между проводами и землей может возникнуть электрическая дуга. Она-то и создает короткое замыкание. Если эту дугу погасить, короткое замыкание может исчезнуть, и линия вновь станет работоспособной. Погасить же дугу можно только, прервав ток по линии, хотя бы на очень малое время. Релейная защита как раз и является такой автоматикой, которая отключает линию, когда на ней возникает короткое замыкание. Но релейная защита не просто отключает линию, она может делать гораздо более умные вещи. Реле защиты, обнаружив на линии короткое замыкание, дают команду на специальный аппарат — высоковольтный выключатель. Высоковольтный выключатель отключает линию, рвет ток. Но не надолго. Выждав немного, он вновь включает линию. Если короткое замыкание было за счет дуги, то она к этому времени погаснет, и линия снова сможет передавать электроэнергию. Но если короткое замыкание не исчезло, то вновь выключатель получит команду на отключение. Такое повторное включение и отключение может производиться

несколько раз. Чаще всего за два—три таких повторных включения повреждение устраняется. Если же оно все-таки не устранится, тогда линия будет отключена до тех пор, пока ремонтники не устранят причины короткого замыкания.

В наше время релейная защита обеспечивает очень высокую надежность работы линий электропередач и прочего оборудования. Поэтому-то случаи, когда передача энергии от электростанции прекращается, почти полностью исключены. Если же за работой линии вместо автоматов релейной защиты наблюдали бы люди, то дело обстояло бы неизмеримо хуже. Люди не могут столь же быстро и точно реагировать на различные отклонения от нормального режима, как автоматы релейной защиты. Им нужны в лучшем случае секунды. А это слишком долго в данном случае и может привести к крупным авариям.

Но не только в скорости автоматика превосходит человеческие способности, она превосходит их и в том случае, когда тре-



Один из зарубежных проектов трехступенчатой ракеты.

буется регулировать процесс с очень высокой точностью.

4 октября и 3 ноября 1957 года навсегда останутся великими датами в истории завоевания космоса. В эти дни были осуществлены пуски ракет, с помощью которых на орбиты были доставлены первые в истории человечества искусственные спутники Земли. Запустили эти спутники в нашей стране, стране, где жили и творили Кибальчич и Циолковский.

Первый спутник совершил уже более тысячи оборотов вокруг Земли. Более двух месяцев среди неподвижных, тысячелетиями знакомых человечеству звезд мерцает маленькая красноватая звездочка, созданная руками человека; более месяца вращается и второй спутник. Поглядите на небо, разыщите, если вам посчастливится, эти красные звездочки! И подумайте: небо стало новым! Новым! Такого никогда не было!

Запуск спутников — это величайшее научное и техническое достижение. Задачи, с которыми пришлось столкнуться советским специалистам, были исключительно сложными. И решить их можно было, только обладая самыми квалифицированными кадрами рабочих, инженеров и ученых, обладая передовой промышленностью.

Как известно, для того чтобы какое-либо тело стало спутником Земли, ему необходимо придать определенную скорость, примерно 7,7 километра в секунду, или 27 720 километров в час. Такой скорости можно достичь только с помощью ракет. Оказывается, что сообщить ее искусственному спутнику даже небольшого веса очень сложно. Двигатели ракеты, которая, поднявшись на высоту 300—400 километров за 3—4 минуты, наберет такую скорость, должны иметь удельную мощность, близкую к миллиону лошадиных сил на каждую тонну веса двигателя.

При разработке подобных ракет идут по пути создания составных, или ступенчатых, ракет. Ступенчатыми они называются потому, что состоят из нескольких ракет — ступеней. Сперва работает двигатель первой ступени. Когда топливо в первой ступени выгорает, она сбрасывается, а составная ракета, сбросившая ставшую ненужной первую ступень, движется дальше с помощью двигателя второй ступени. Потом сбрасывается вторая

ступень, и т. д. При ступенчатой конструкции начальный вес всей ракеты при том же полезном грузе значительно снижается.

Однако, чем больше ступеней в ракете, тем неудобнее она для размещения бортовой аппаратуры, тем менее она надежна и тем труднее ее изготовить. Поэтому количество ступеней выбирают каким-то средним, так, чтобы она была надежной и удобной и в то же время не слишком тяжелой и громоздкой. Правда, для вывода искусственного спутника на траекторию не требуются столь же большие соотношения общего начального веса ракеты и полезного веса, то есть веса спутника. Но зато вес спутника желательно иметь большим. До самого недавнего времени зарубежные ученые не считали возможным для современной техники создание спутников с большим весом.

В США еще в 1955 году сообщалось, что в 1957 году будут совершены запуски искусственных спутников. Однако американцы очень отстали от Советского Союза.

Кому теперь не известна неудачная попытка американцев запустить искусственный спутник, названный весьма громко и претенциозно — «Авангард». А между тем вопросы, связанные с запуском спутника типа «Авангард», неизмеримо проще, чем те, которые пришлось решать нашим ученым и инженерам. Прежде всего это определяется тем, что вес и размеры этого спутника во много раз меньше размеров нашего первого спутника, не говоря уже о втором.

Не менее серьезны неудачи американцев и в деле создания боевых ракет дальнего действия. И здесь их постигло большое количество очень серьезных неудач. Они не имеют ракет, которые могли бы сравниться с советской баллистической ракетой.

Причины этих неудач ясны всем людям, понимающим преимущества социализма. И чем дальше будет развиваться наука и техника, чем сложнее будут задачи, которые придется им разрешать, тем большие неудачи и трудности возникнут перед капиталистическими государствами. Уже сейчас многие ученые капиталистических стран начинают задумываться над будущим науки в своих странах, и выводы, к которым они приходят, не утешительны для тех, кто всеми силами старается сохранить капитализм.

Спутники могут вращаться на различных расстояниях от Земли. Очень интересной является орбита на высоте 36 тысяч километров. На этой высоте спутник, имея скорость 3,06 километра в секунду, обегал бы свою орбиту точно за 24 часа, то есть оставался бы неподвижным относительно земной поверхности, «висел» бы над ней.

Установив передатчик цветного телевидения на таком спутнике, можно было бы рассматривать поверхность Земли и, возможно, очень точно предсказывать погоду. С помощью такого «неподвижного» спутника можно было бы осуществлять очень простые и очень точные системы навигации и определения координат самолетов и судов. Можно было бы создать карту Земли с недостижимой в настоящее время точностью.

Прочитав про «график» полета ракеты, вы, без сомнения, поняли, сколь точным должно быть управление ракетой. И согласитесь со мной, что такую работу лучше всего могут выполнить не люди, а автоматы. Системы автоматического управления полетом ракеты могут быть различными. Ракеты могут управляться с Земли с помощью автоматических радиолокационных установок и вычислительных машин. Можно сделать систему управления и смешанной, когда часть автоматической аппаратуры будет установлена в ракете, а часть на Земле; связь же между Землей и ракетой будет осуществляться по радио. Можно создать автоматику и полностью автономной, установив всю необходимую аппаратуру в ракете. Но в любом случае это будет очень сложная, очень точная автоматика и обязательно «думающая», способная учитывать неожиданные обстоятельства и изменения условий полета. Такую автоматику начали делать совсем недавно, и она находится на одной из самых первых ступеней своего развития.

К сожалению, пока еще не опубликованы достаточно подробные сведения о ракетах, о траекториях их полета и о самых спутниках. Но некоторые данные уже известны всем. Они превзошли самые смелые ожидания. И прежде всего вес спутников: первый спутник при диаметре в 58 сантиметров весит 83,6 килограмма! Это значительно превышает то, что можно было ожидать по самым оптимистическим подсчетам. Что же касается второго спутника, то вес и размеры его не назва-

ны, указывается лишь, что полезный груз, который он несет, составляет 508 килограммов. Это и вовсе фантастическая цифра, тем более, что высота подъема второго спутника почти вдвое превышает высоту подъема первого. Недаром же один американский ученый сказал: «Я не удивлюсь, если Советский Союз скоро пошлет ракету на Луну!»

В первом спутнике установлены два радиопередатчика большой мощности, источники электропитания и чувствительные элементы — датчики, позволяющие измерять некоторые физические величины, такие, например, как температура. Результаты измерений передаются на Землю с помощью радиопередатчиков. Сам спутник имеет форму шара, от которого отходят четыре штыря — антенны радиопередатчиков. Скорость полета спутника 8000 метров в секунду, или 28 800 километров в час. Один оборот вокруг Земли он делает за 96 минут. Кругосветное путешествие за полтора часа!

Ракета, доставившая первый спутник на орбиту, стартовала вертикально. Через некоторое время после старта, с помощью автомата программного управления, ось ракеты постепенно стала отклоняться от вертикали. В конце участка выведения, или вспомогательной траектории, высота подъема достигла нескольких сотен километров и ракета двигалась уже параллельно земной поверхности. Когда двигатель закончил работу, спутник с помощью специальных автоматов был отделен от ракеты и начал двигаться самостоятельно.

Что касается управления полетом ракеты, то в газетах было сказано коротко и лаконично: «Для обеспечения заданного движения ракеты, необходимого для выведения спутника на орбиту, разработана весьма точная и эффективная система автоматического управления ракетой». Что стоит за этими словами, можно лишь догадываться, но оценить всю действительную точность, качество и сложность автоматической системы управления под силу только специалистам. Мы же можем ее оценить хотя бы по тому, что первая в мире ракета, несшая спутник, безотказно и с очень высокой точностью была выведена на орбиту. Не менее совершенна и сама ракета. Вспомним, например, что запуски межконтинентальных ракет в США пока были неудачными вследствие несовершенства ракет.

Очень интересным и важным оказался тот факт, что при запуске первого спутника Земли на орбиту вышел не только сам спутник, но и ракета-носитель (вероятно, последняя ступень составной ракеты). Эта ракета-носитель, без сомнения, имеет значительно бóльшие вес и размеры, чем спутник. Тот факт, что ракета-носитель оказалась спутником, позволял надеяться, что последующие спутники уже не будут отделяться от ракеты-носителя, а все необходимые приборы и устройства и источники электропитания будут устанавливаться непосредственно в ракете-носителе.

Так и получилось в действительности. Второй спутник осуществлен именно таким образом. Количество научной аппаратуры во втором спутнике очень велико. Здесь и аппаратура для измерения солнечной радиации в различных областях спектра, и аппаратура для исследования космических лучей. Но самое интересное — это то, что в спутнике находится живой пассажир — собака-лайка. За ее самочувствием следят много различных приборов. Все результаты измерений передаются на Землю с помощью радиотелеметрической системы. Кормят, снабжают воздухом и обогревают собаку автоматические устройства.

Буквально до последних дней все мы, кроме тех, кто непосредственно участвовал в разработке ракет и спутников, не представляли себе, что успехи в деле запуска спутников будут столь значительны, а главное, столь близки. Ведь выпущено всего лишь два спутника, а во втором уже размещено 508 килограммов груза и в том числе живой пассажир. Конечно, есть очень большая разница между созданием искусственного спутника и созданием ракеты, которая с экипажем могла бы облететь Луну и вернуться на Землю. Но столь быстрый прогресс в создании искусственных спутников заставляет теперь пересмотреть вопрос о посылке ракеты на Луну. Если еще совсем недавно это казалось делом десятилетий, то теперь можно думать, полет свершится гораздо быстрее.

Мы живем в такое время, когда скорость научного и технического прогресса очень велика и, что самое главное, растет с каждым днем. Даже самые смелые писатели-фантасты не только не опережают, но порой отстают от техники наших дней.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

В

от, друзья, и все, что я успел и смог рассказать вам в этой книжке. Но это далеко не все, о чем мне хотелось бы написать. И я буду рад, если мне когда-нибудь вновь придется вернуться к этой же теме.

Потому что она велика и неисчерпаема, а главное, необыкновенно интересна. За то время, что я обдумывал книжку, подбирая материал для нее и писал, я сам узнал и понял очень многое. И я хотел бы, очень хотел бы, чтобы написанное мной принесло бы вам какую-то пользу, хотя бы самую маленькую.

Я не задавался целью рассказать обо всем важном в технике и науке и даже обо всем самом важнейшем. Больше всего мне хотелось показать вам, как и какими путями развивались некоторые отрасли человеческой деятельности в области науки и техники; с чего они начинались, к чему пришли в настоящее время, чего смогут достигнуть в самое ближайшее время. И, что самое главное, мне хотелось показать вам, как богата и разнообразна наша жизнь, как быстро она меняется к лучшему, какими огромными шагами она движется к тому будущему, за которое бились угнетенные и обездоленные трудящиеся всех стран и не колеблясь отдавали свою жизнь лучшие люди человечества. Ради этой жизни наши деды, родители, старшие братья и сестры шли на лишения и смерть в революции, в гражданскую и Отечественную войны. Они знали и верили — жизнь эта придет.

И вот она уже приходит. Незаметно, без победных

маршей и трубных звуков. Она приходит посыпанная пылью дорог, забрызганная бетоном, пропахшая потом и бензиновой гарью. Жизнь эта еще скрыта от нас лесами сегодняшних строек. Но мы сквозь не снятые еще леса и опалубку уже начинаем все ясней и ясней различать ее контуры. И то, что раньше, каких-нибудь лет десять—пятнадцать назад, казалось странным, несбыточным и фантастическим, нередко уже занимает прочное место в нашем сегодня.

«Мы стоим на пороге новой научно-технической и промышленной революции, далеко превосходящей по своему значению промышленные революции, связанные с появлением пара и электричества» — эти слова были сказаны в 1955 году Н. А. Булганиным на Пленуме ЦК КПСС.

Мы знаем, к каким огромным сдвигам за какие-нибудь пятьдесят лет привела первая промышленная революция. Но ее последствия нельзя будет даже сравнивать с тем, что открывается перед нами сейчас. Когда задумываешься об этом, дух захватывает от радости и восхищения. Как интересно жить, как интересно работать!

Скоро и вам придется выбрать путь, по которому вы пойдете в жизни. Их много, очень много, таких путей, столько же, сколько и вас самих. И, право, не так уж много времени пройдет, когда вы начнете своим трудом помогать тем, кто трудится сейчас. А потом вы сменили их и будете самыми главными, самыми самостоятельными и ответственными хозяевами жизни, страны и будущего всего человечества. И когда вам придет черед сдавать свою вахту, вы должны сдать ее с честью.

Так же, как сдаст ее нынешнее поколение. А ему есть чем гордиться: вся жизнь, все силы его направляются на то, чтобы сделать жизнь еще многообразнее, краше и счастливей. И все это не только для себя, а главным образом для будущего, для вас. Все это — вам.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Поговорим о будущем	5
Но сначала придется рассказать кое-что о прошлом .	10
А сейчас мы пойдем дальше	19
Живой свидетель	28
Наш современник	42
Промышленная революция	50
Эра механики	65
Эра электричества	72
Стандарт и массовость	92
Автоматика	117
Послесловие	156

Рисунки В. Н. Щербак ова
Оформление Б. П. Кыштымова

Для средней школы
Штейнгауз Александр Израилевич
ЗАВОД БЕЗ ЛЮДЕЙ

Ответственные редакторы
Г. В. Левенштейн и Б. И. Смагин.

Художественный редактор
Е. М. Гуркова.

Технический редактор
М. А. Кутузова.

Корректоры
А. Б. Стрельник и К. П. Тягельская.

Сдано в набор 12/VIII 1957 г. Подписано
к печати 13/XI 1957 г. Формат 84×108^{1/32}—
10 п. л.=8,22 усл. печ. л. (8,16 уч.-изд. л.).
Тираж 100 000 экз. Цена 3 р. 45 к.
Детгиз. Москва, М. Черкасский пер., 1.

Фабрика детской книги Детгиза.
Москва. Сушеvский вал, 49. Зак. № 2800.

В Детгизе вышли и выходят следующие книги из серии «Наука и техника шестой пятилетки»:

Г. Анфилов — Что такое полупроводник?

Б. Смагин — Атом работает

М. Рейнберг — Думающие машины

И. Артемьев — Искусственный спутник Земли

Г. Зубарев — Дом изготовлен на заводе

Г. Анфилов — Искусственное Солнце

Обращайтесь за этими книгами в ваши районные и школьные библиотеки

Цена 3 р. 45 к.

Детиз 1957