

В ОМОЩЬ ШКОЛЬНИКУ

СЕРИЯ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ № 7

А. И. ЛЕБЕДЕВ

ВЕК ЖЕЛЕЗА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО • 1920

БИБЛИОТЕКА „В ПОМОЩЬ ШКОЛЬНИКУ“

СЕРИЯ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ № 7

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ А. А. ЯХОНТОВА

А. И. ЛЕБЕДЕВ

В Е К Ж Е Л Е З А

*Научно-Педагогической Секцией
Государственного Ученого Совета
допущено для школ I ступени*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1926 ЛЕНИНГРАД



Гиз № 16032.
Ленинградский Гублит № 10055
7 л. Отпеч. 20.000 экз.

МОЖНО ЛИ В ДЕРЕВНЕ ОБОИТИСЬ БЕЗ ЖЕЛЕЗА.

(Из воспоминаний школьника.)

Мы возвращались с экскурсии и проходили мимо кузницы. Там работали два кузнеца. Стук молотов остановил нас. Хотелось посмотреть на работу, но было уже поздно, поэтому учитель предложил осмотреть кузницу в другой раз.

На другой день мы знакомились с железом. Принесли в школу разные железные вещи и рассмотрели их. Учитель спросил — можно ли в деревне обойтись без железных вещей? Возьмите топор. Можно ли без него нарубить дров, поставить дом? А можно ли обойтись без сковороды, ухвата, кочерги? Перечислите, какие железные вещи всем нужны.

Оказалось довольно много таких железных вещей, которые нечем заменить. В каждой избе есть топор и молоток, есть чугунки, сковороды, ножи, ножницы, иголки для шитья. Ни один крестьянин не обходится без сохи с железными сошниками, без шин на колесах, без подков. При стройке требуется много железных гвоздей, петель, скоб, проволоки, плотничный инструмент.

Куда ни оглянись, везде найдешь железо.

Мы припомнили разные случаи, когда нужда в железных вещах была особенно заметна.

Один школьник вспомнил, как у них лошадь зашибла ногу, когда потеряла подкову, а отец сразу не заметил. Лошадь долго потом хромала и стояла без работы.

Другой школьник рассказал о том, как отец потерял в лесу топор и долго потом бился без топора, выпрашивая у соседей, пока не купил в городе новый.

Дядя Егор поехал раз в город с возом капусты. Дорогой у него случилась беда — свалилась шина с колеса. Он решил доехать до кузницы без шины, но не тут-то было. Тяжелый воз давил на колесо, и оно не выдержало — спицы выпали из втулки, и телега повалилась на бок. Как тут быть? Он решил сложить капусту в поле и кое-как дотащился до кузницы. Там ему починили колесо.

Дедушка Пахом пробовал пахать деревянной сохой, но задел за большой камень и расколол сошники. Тогда он околотил их железными листами. Пахать стало легче. Когда же он приделал железные наконечники к сошникам, работа пошла много скорее. Сын Пахома завел железный плуг, которым еще легче было пахать. Глядя на него, и другие крестьяне завели плуги. Вместо деревянной бороны сын Пахома купил борону с железными зубьями. Она оказалась надежнее. Деревянные зубья лома-

лись и вываливались, а железные зубья были тверды и прочны.

Много и других случаев рассказали школьники, всего не запишешь. Все наперерыв стремились вспомнить, как трудно было обходиться без тех или иных вещей. У кого чугунок раскололся, и не в чем было греть воду скотине, у кого нож сломался или ножницы потерялись.

Из всех рассказов мы убедились, что без железа в деревне обойтись никак нельзя. Железо в деревне нужно не менее, чем в городе или на заводе.

Вопросы и задачи: Нарисуйте по памяти и подпишите все железные вещи дома, на улице, в железной лавке, на заводе. Разделите задачу между четырьмя группами. Припомните случаи, когда была особенная нужда в железной вещи, и как она удовлетворялась. Что было бы при отсутствии железа? Можно ли чем заменить в деревне железные вещи?

В КУЗНИЦЕ.

(Стих. Немировича-Данченко.)

Падает молот тяжелый,
Брызжет железо огнем;
В кузнице, с песней веселой,
Плуг мы на славу куем.

Выйдешь ты крепок из горна,
Землю ты взроешь, могуч,

В землю схоронятся зерна,
Прыснет их ливень из туч.

Встанет зеленая нива —
Сладок ей пот трудовой...
Летом колосья лениво
Ветер погонит волной...

Золотом чистым по полю
Лягут под острым серпом,
Вырвется песня на волю,
Как из железа — огнем...

Падает молот проворно,
Крепче — не будет греха...
Мечется пламя из горна,
Воздуху свищут меха.

ЧТО МЫ НАШЛИ В КУЗНИЦЕ.

(Из воспоминаний школьников.)

На собрании нашей группы решено было послать делегатов к кузнецу, чтобы получить его согласие на осмотр кузницы. Составили план осмотра, обсудили, о чём спросить кузнеца, какую работу просить проделать. Потом мы разбились на кружки, чтобы собрать, что можно, о ковке железа из книг и домашних рассказов.

В назначенный день все отправились осматривать кузницу.

Мы застали кузнецов за работой. Они натягивали разогретую шину на колесо. Деревянный обод колеса дымился от горячей шины, а кузнецы клещами оттягивали и наколачивали ее молотком на



Рис. 1. Обтягивание колеса шиной.

обод. Когда шина была надета, колесо облили водой и оставили остывать.

Мы догадались, зачем шину надевают в разогретом виде. От тепла все предметы расширяются, а от холода суживаются. Когда шина остынет, ее уже нельзя будет стащить с колеса, она сожмется и плотно охватит колесо.

Кончив работу с колесом, кузнецы стали показывать нам кузницу.

Постройка была немудреная — простой сарайчик из досок с плоской деревянной крышей, пола не было. У одной стороны справа стояла большая печь из кирпичей, но особого устройства. Она походила на широкий шесток печи с железным кожухом вверху. Сзади к шестку проведена труба для вдувания воз-



Рис. 2. Разрез кузнечного горна.

духа. Воздух вгоняется двумя большими мехами из кожи. Такое устройство называется *кузнечным горном*.

Мы знали, что меха имеют отверстия с клапанами для воздуха. При расширении мехов клапан открывается, и воздух входит в меха. При сжатии клапан плотно прилегает к стенкам и не пускает

воздух выходить обратно. Поэтому он выталкивается через трубу в горн. Кузнец показал нам, как он пользуется мехами при разогревании горна. Когда нужно получить сильный жар, оба меха сжимаются один за другим за ручки. Один мех сжимается веревкой по блоку. Мы пробовали работать мехами, но могли справиться только с одним мехом. Сжимать оба меха оказалось не по силам.

Кузнец показал нам сорта железа, какие были свалены на полу кузницы. Мы уже знали, что железо — *металл*, как медь, олово, свинец, серебро, золото. Металлы отличаются от камней тем, что не крошатся на куски при ударах молотом, а сплющиваются и принимают разную форму. Из них можно *выковать* разные вещи, вытянуть проволоку. Металлы можно *расплавить* и вылить в форму. Все металлы имеют блеск, который называется металлическим.

Железо считается самым необходимым металлом в жизни людей; без него остановились бы вся промышленность и торговля. Нет ни одной машины на фабрике, ни паровоза, ни парохода без железа. Железо употребляется в трех видах — *чугун*, *железо* и *сталь*. Кузнец показал обломок чугуна и объяснил, что его нельзя ковать и гнуть. Он положил кусок чугуна в горн и сильно разогрел. Когда стал его сгибать на наковальне, кусок разломился, стал ударять молотом, кусок раздробился как камень. Мы все тут убедились, что чугун *хрупкий*; он не

куется и не гнется. Учитель объяснил, что чугун не чистое железо, а сплав с углем и примесями. Потом кузнец показал кусок железа. По виду он светлее чугуна и оказался мягче, когда провели железом по чугуну. На чугуне знака не осталось, а на железе вышла полоска. Кузнец разогрел железо, легко расплющил его, согнул в кольцо и сварил на наших глазах. Получилась железная вещь — насадка на долото.

На полу лежало много железных полос и прутьев разной толщины, много разного лома, проволоки, большие листы, мелкие гвозди, гайки, винты, заклепки. Кузнец показал нам разные сорта железа и объяснил, для чего они идут. Обыкновенные вещи куются из мягкого кузнечного железа. Когда же нужно сделать крепкую прочную вещь, берется твердое железо. Оно труднее поддается ковке, дольше не сваривается, но зато выходит как сталь.

Показал нам кузнец и куски *стали*. Они тверже железа и чугуна. Кузнец согнул железный прут, он так и остался согнутым, а такой же стальной прут быстро разогнулся. Мы сразу поняли различие между железом и сталью, поняли, что пружины нельзя ставить железные, а только стальные. Сталь имеет *упругость*, а железо не упруго.

Вопросы и задачи. Были ли вы в кузнице? Как она устроена, как устроен горн, меха? Как разделяется железо? Какие вы знаете вещи из чугуна, железа, стали? Чем отличаются чугун, железо

и сталь? Из чего сделаны гвозди, пила, пружина, сковородка, перо, вьюшка, скобка, коса, серп?

КАК СКОВАЛИ ТОПОР.

(Из воспоминаний школьника.)

Мы расспросили кузнеца о всем, что нас интересовало. Узнали, где он покупает железо, что из него выделяет, какие деревни к нему обращаются, всегда ли бывает работа и многое другое. Кузнец охотно отвечал на наши вопросы. Ему приятно было, что мы вникаем в дело.

Потом мы стали просить сковать топор, чтобы познакомиться с ковкой.

Кузнец выбрал широкую полосу железа, положил ее в горн и обложил сверху углями. Другой кузнец стал качать меха, а мы ему помогали. Угли быстро разгорелись, искры полетели под кожух. Кузнец вынимал клещами железо и показывал, как оно разогревалось. Сначала оно стало темно-красным, потом ярко-красным и, наконец, побелело. От него летели яркие искры. Тогда кузнецы стали ковать полосу на большой железной наковальне. Старший кузнец удерживал полосу за конец клещами и ударял по полосе небольшим молотком. Помощник — *молотобоец* ударял большим молотом обеими руками по тому месту, где ударял старший. Искры от полосы так и сыпались во все стороны. Мы близко боялись подойти, а кузнецы

надели кожаные фартуки и большие рукавицы из кожи.

Поковали железо, пока не охладилось, и опять положили в горн, разогрели и снова ковали. Полоса раздавалась и вытягивалась по длине и ширине. Потом старший кузнец перегнул полосу и стал выделывать обух маленьким молотком. Отверстие для топорища он обделал на стальной ручке и потом сварил согнутые концы посередине, а конец оставил расщепом.

— Вот обух и готов, — сказал кузнец. — Теперь надо наварить лезвие топора из крепкой стали.

Кузнец положил обух снова в горн для разогревания, потом отыскал полоску стали и ее положил в горн.

— Из этой стали будет лезвие, — сказал он, — только сталь требует меньшего разогревания, чем железо, поэтому и кладется после.

Когда сталь достаточно разогрелась, кузнецы стали ее ковать и расплющили в лепешку с тонким краем для лезвия. Потом кузнец посыпал толстый край песком с солью и опять стал нагревать. После раскаливания кузнец вставил лезвие толстым концом в расщеп обуха и начал быстро ковать по месту соединения, от чего сталь и железо сварились вместе.

Кузнец объяснил, что песок с солью помогают лучше свариться. На огне железо и сталь покрываются твердой и хрупкой коркой — *окалиной*. Она мешает сварке, и ее нужно удалить. Песок, соль

и зола сплавляются с окалиной в жидкое стекло. От ударов молота жидкий сплав выдавливается и разлетается огненными брызгами в стороны. Если посыпать бурой, сварка будет еще лучше, и жару потребуется меньше. Вместо песка с солью можно посыпать толченым стеклом.

Когда лезвие сварилось, кузнец опять разогрел его и стал молотком обделывать форму топора с острым краем. На наших глазах получился топор с обухом.

— Теперь надо *закалить* топор, — сказал кузнец, — иначе он скоро иступится, так как лезвие мягко.

Опять топор разогрели в горне докрасна и опустили в воду. Топор зашипел в холодной воде и быстро остыл.

Кузнец вынул топор из воды и сказал:

— Теперь лезвие очень крепко, оно не будет гнуться, но может крошиться; надо сталь *отпустить* на огне. Здесь требуется осторожность, чтобы не перегреть, иначе испортишь дело.

Кузнец стал вновь нагревать лезвие и смотрел, как меняется цвет. Когда краснота стала вишневой, кузнец прекратил нагревание и положил топор остывать.

— Вот топор и готов, — проговорил кузнец, отирая пот с лица. — Он закален и отпущен, не будет гнуться и крошиться.

Мы убедились, что хлопот с топором немало, и надо большое умение, чтобы сделать хорошо.

Умелый мастер сделает топор на славу, а неумелый только испортит.

Мы поблагодарили кузнецов и отправились домой.

Дорогою учитель рассказал нам, что в старину кузнецы были в большой чести. Умелых мастеров уважали и боялись, как колдунов. Думали, что они знают с нечистой силой. На свадьбах кузнецу отводили почетное место.

В древней Англии главного кузнеца сажали на пирах рядом с королем и королевой. Но зато от его умения зависелаковка всего оружия для войска. Он умел находить в земле железо и выделывать из него острые мечи, копья и топоры. Всем казалось чудом, как из земли получается твердое смертоносное оружие. Поэтому и считали кузнецов чародеями.

Вопросы и задачи. Рассмотрите топор, как он устроен. Как получается обух и лезвие? Как сваривают сталь? В чем состоит закалка? Отчего крошится топор и загибается? Какие вещи делают в кузницах? Можно ли обойтись без кузницы? Подсчитайте, сколько надо крестьянскому двору кузнечных вещей и целой деревне. Узнайте, где выгоднее покупать железные вещи—в кооперативе или в кузнице и почему.

ПАВЛОВСКИЕ КУСТАРИ.

По крутому берегу реки Оки, в шестидесяти километрах от Н.-Новгорода, раскинулось знаменитое

село Павлово. Теперь оно переименовано в уездный город. С давних пор это село-город известно по всему нашему Союзу, так как жители занимаются изготовлением разных мелких железных и стальных вещей — замков, ножей, ножниц, вилок, петель, скоб и пр. Работа идет больше на дому, силами своей семьи. Маленькие помогают большим чем могут и постепенно учатся ремеслу. Вся трудовая семья, как куст в лесу, живет и работает на себя. Ветки куста — взрослые работники, листья — дети малые — подручники, корни — отец и мать, как старшие в доме. Как без корней куст не растет, так и в семье без старшего нет порядка, дело разваливается. Такие семьи, работающие на себя, и называются *кустарями*, а промысел их — *кустарным производством*. Кроме Павлова, кругом него около 150 сел и деревень заняты тем же кустарным производством в зимнее время, а летом пахут землю. Но в больших селах многие забросили землю и работают круглый год, как кустари у себя дома, или по кузницам и мастерским, как наемные рабочие.

Павлово давно занимается кузнечным промыслом. Железо добывалось из земли по соседству и привозилось в Павлово. Триста годов назад в нем уже было 11 кузниц. За это время село выросло в большой город. Вид его самый необычный для села. Всюду видны лачуги, домики и большие каменные дома, лавченки и магазины, торговые ряды. Дома крыты железом и черепицей. Между

домами тянутся широкие улицы; большая базарная площадь, аптека, гостиница, постоянные дворы — все как в городе. Раз в неделю по понедельникам бывают базары. Приезжают со всей округи кустари продавать свои изделия. Раньше их прижимали сильно скупщики, покупали товар дешево, треть уплачивали обменным товаром и сырьем из своих лавок; две трети давали деньгами. Теперь на помощь кустарям приходит кооператив. Он снабжает их железом, дает ссуды под изделия, скупает самые изделия по твердой цене, без прижимки.

Теперь кустарям легче живется: не давит их скупщик, не сбывает им залежавшийся товар своей лавки, не выжимает цену. Но есть у них враг пострашнее всякого живодера-скупщика. Этот враг — *машинное производство*.

Как ни стараются кустари работать всей семьей от раннего утра до глубокой ночи, а все не смогут выработать больше, чем машина. Машина делает скорее и лучше и есть меньше просит. Поэтому кустарь против фабрики устоять не может. Только там, где еще фабричное производство не окрепло, кустари держатся. В таком положении находятся павловские замочники.

Для замков выделывают особо разные части и собирают вместе. Каждую часть выделывают или на машине или вручную. Сборка частей происходит ручным способом. Сначала склеивают части замка особой мастикой с воском или свацивают.

Потом идет спаивание медью, наружная шлифовка вставление пружинки. Далее вставляют дужки и засовы, их куят «ковали». Вообще работа по изготовлению замка требует разделения труда между семейными. Каждый практикуется в своей части работы, делает ее скорее и лучше. Чем семья больше, тем дружнее идет работа и дешевле обходится.

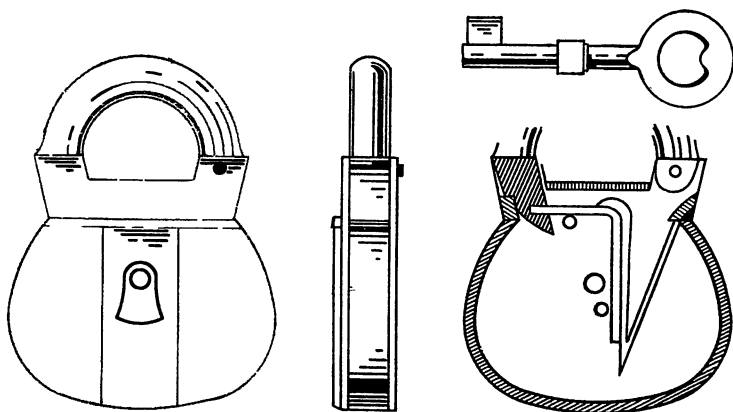


Рис. 3. Репчатый замок и его части.

Семья кустаря работает в избе, особое помещение для мастерских имеют немногие. В левом углу стоит верстак с железными тисками, на полу валяется черный необделанный товар. Тут же лежит нееложный инструмент — подпилки, молотки, отвертки, зубила. Недалеко от верстака помещается кузнечный горн с мехами, наковальня, большой молот, клещи, разные кузнечные принадлежности. Сам хозяин работает за верстаком. Дети постарше ору-

дуют у горна или на другом верстаке. Младшие помогают в работе, качают мехи, пилят и рубят железо, отчищают выкованные части.

Вся работа идет вручную. Редко где имеются шлифовальные, точильные и строгальные станки, которые вертят руками или лошадью. Лошадь ходит в особом сарайчике по кругу и вертит вал, который проходит в мастерскую и приводит в движение станки.

На заводе вместо лошади работает паровая машина или нефтяной двигатель. Многие работы выполняют станки под присмотром рабочих; некоторые части не куют, а отливают в формы из стали. Это скорее и дешевле. Сборка частей, хотя и ручная, но разделена на много отдельных операций, поэтому тоже выходит дешевле...

Но у нас еще мало фабрик и заводов, изготавливающих железные вещи, а потребность в вещах большая, поэтому кустари держатся. В Германии фабричные изделия вытеснили совсем кустарные своей дешевизной и красивым видом. Если бы на них не накладывали пошлину на границе, нашим кустиарям пришлось бы совсем плохо. Их изделия не стали бы покупать, а пошли бы немецкие замки, ножницы и другие железные изделия.

Вопросы и задачи: Кого называют кустиарями? Как кустари изготавливают замки? Какое значение имеет разделение труда? Где работают кустари? Какое у них обзаведение? Как жилось кустиарям

раньше и как теперь живется? Могут ли кустари соперничать с фабрикой и почему? Сравните труд кустика и рабочего на фабрике.

СБОРКА НОЖНИЦ.

В Павлове на одной из улиц, под горой, приютился убогий домишко. Прогнившая крыша заросла мохом, покривилась; сам он почернел от времени и смотрит старым нищим в сером истлевшем армяке среди других богатых, красивых домов. Маленькие окна как заплаты на армяке, перекошенные с выбитыми кое-где стеклами, замазанными бумагой, говорят о бедности владельцев домика. Над низенькой калиткой прибита дощечка с надписью: «Дом Бубновых».

В домике часто раздаются веселые песни и звуки работ по железу. Тут живут и работают кустари-сироты — три сестры и брат...

Старшая сестра Анна Бубнова — высокая красивая девушка, лет двадцати, с добрым серьезным лицом, вторая — голубоглазая Дуня на шесть лет моложе сестры, третья — Марфуша, восьми лет, бойкая и смелая, брат Сеня, 12 лет, краснощекий и здоровый мальчик.

В небольшой избе-мастерской с утра до ночи кипит работа: делают ножницы из выкованных в кузнице половинок. Старшая сестра опиливает большим напильником половинку, сверлит дыру и передает сестре. Дуня обчищает половинку напиль-

ником поменьше и передает брату. Сеня частым напильником сглаживает, округляет и оттачивает края.

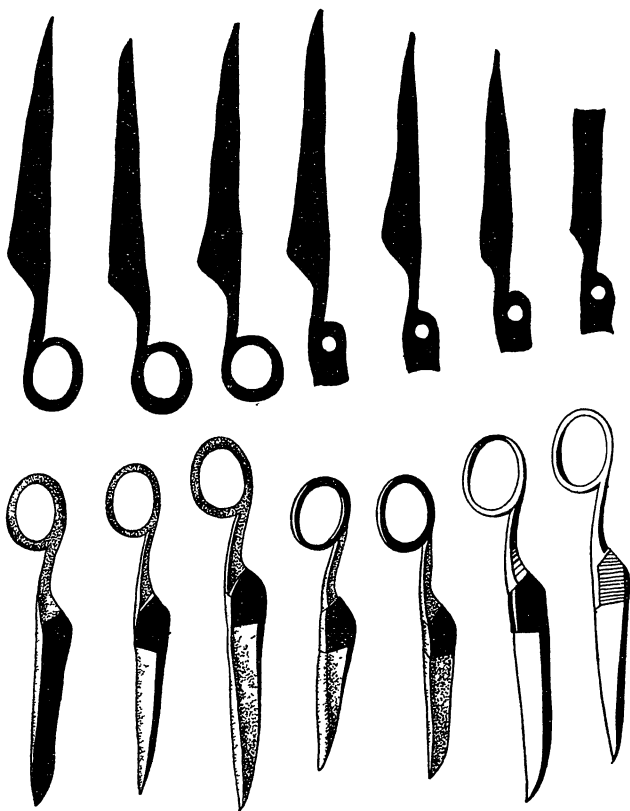


Рис. 4. Постепенная обработка ножниц.

Когда все половинки готовы, Анна клеймит их, чтобы знали, чье изделие. Наставит клеймо и ударит тяжелым молотком раз — выйдет слово «Бубновы».

Потом Сеня свинчивает половинки особыми винтиками, получаютсЯ ножницы.

Дуня берет ножницы и наводит на них глянец и блеск — *глянчит* их. Глянец наводится сукном, пропитанным крокусом со спиртом.

Более дорогие ножницы до свинчивания отдают в *личильную* мастерскую. Там отчищают черноту и придают блестящий вид обеим половинкам. Сначала личка производится на мокром или сухом точиле, потом на кругах, обтянутых кожей и покрытых шлифовальным порошком разных сортов — крупным и помельче. После лички половинки возвращаются к Бубновым, свинчиваются и гляндятся.

Маленькая Марфуша приносит из кузницы половинки, относит в личильню, когда нужно, и приносит обратно.

Принесет бывало тяжелую ношу, свалит с плеч и тоненьким деловым голосом скажет:

— Натко вам, поработайте, а я уморилась.

— Сколько принесла? — спросит Анна.

— Пять дюжин, — отвечает Марфуша и садится на обрубок дерева, тяжело дыша.

— Ну отдохни, милая, — говорит сестра и начинает отбирать накованные половинки по дюжинам.

В базарный день раненько маленькая девочка взваливает на себя наготовленные и завернутые ножницы, берет ломоть хлеба с солью и спешит на базар.

— Я ушла, — говорит она своим, уходя из дома.

— Счастливо, — отвечают сестры, принимаясь за работу.

И опять весь день пилят, визжат напилки и раздаются веселые песни.

Мать и отец этих сирот померли года три назад. Мать умерла от простуды, а отца случайно обожгло на фабрике при взрыве парового котла. Пришел он по делу, да и попал под несчастье. Осталась Анна с малыми сиротами, но не пала духом, не поддавалась горю. Она решила поднять сирот, приучить их к ремеслу отца, не пускать по миру. Трудно ей доставалось сначала, из сил выбивалась на работе, пока не подросли малыши. Понемногу маленькие втянулись в работу и зажили все трудовой дружной семьей, без горя и нужды.

— Вот так девушка, — говорили про Анну соседи, — не уступит любому кустарю. Откуда у ней силы берутся?

Некоторую помощь сиротам оказывал кузнец Максим, старый приятель и кум погибшего Бубнова. Он отпускал подешевле выкованные половинки ножниц.

Кузница Максима находилась далеко на горе. Марфуше приходилось часто ходить туда и носить тяжелые связки домой.

Каждый раз, подходя к кузнице, Марфуша слышит глухой прерывистый гул от большого меха, равномерный стук трех молотов. Седой старик Максим первый ударяет молотом раза два по нако-

вальне, потом по раскаленному куску железа, к нему подлаживаются взрослые сыновья, сначала ударяют по наковальне раза три и, уловив момент, начинают бить по железу все втроем: раз-два-три! раз-два-три! Железо быстро плющится под частыми тяжелыми ударами, наковальня звенит, земля сотрясается от ударов.

Кузнецы работают без рубашек. Пот с них льет ручьем. Это тоже кустари — отец с сыновьями. Они работают не по заказам, а на рынок.

— А, Марфуша, опять пришла, — говорит старик, оставляя работу. — Неужели все сработали?

— Все, дедушка Максим, — отвечает Марфуша тоненьким голосом.

— Ну, забирай еще. Вон на земле лежат, дюжины две наберется.

— Не утащишь, Марфушка, — шутит один из сыновей.

— Эва! Не столько таскала, — весело и бодро вскрикивает Марфуша и спешит собрать крохотными ручонками выкованные половинки.

Вздохнувши немного, кузнецы опять принимаются за работу. Трудовые широкие груди колышатся, из глубины их вместе с ударами молота вырывается тяжелый отрывистый шум на подобие стопа.

Вопросы и задачи: Рассмотрите устройство ножниц. Для каких работ употребляют ножницы? Как готовят ножницы? В чем состоит личка? Сравните ножницы с личкой и без лички.

НА МЕХАНИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ.

Многие железные вещи делают кустари ручным способом в кузницах и на дому. Ведра, тазы, подносы, чайники, ковши, цепи, якоря, дверные и оконные петли, скобки. Трудно перечесть все изделия из железа, какие вырабатывают кустари. Особенно много делается гвоздей и шурупов разных размеров. Гвозди нужны во всяком деле и маленькие и большие. Много гвоздей идет при постройках на крыши, полы, заборы, на обшивку судов и пр.

Однако у кустарей имеются опасные соперники. Это механические заводы и мастерские, где разные мелкие железные вещи изготавливаются на машинах. За машиной кустарю трудно угоняться. Взять хотя бы изготовление гвоздей. Как ни будет стараться кустарь, много гвоздей в день не сделает. А машиной теперь изготавливают до ста тысяч гвоздей в день при одном мальчике.

Железо поступает в машину листами и разрезается на узкие полоски. Каждую секунду отрезается полоска. Полоски режутся на палочки, которые подхватываются в желобе парой клещей, передаются для выбивания шейки и подсовываются под молот. Молот сплюсчивает конец в шляпку, другой конец сдавливаются в острие, и готовый гвоздь падает в корыто.

Так делаются граненные гвозди. Проволочные гвозди готовят еще проще из толстой проволоки.

Машины для выделки гвоздей небольшие, места занимают немного. За четырьмя машинами присматривает один взрослый рабочий и по мальчику у каждой машины режут полосы.

Шурупы с нарезками тоже быстро изготавливают на механическом заводе. Проволока для шурупов вытягивается из раскаленного куска железа до нужной толщины через стальные пластинки с отверстиями. Особая машина тянет за конец и отрезает нужный кусочек. Он приплющивается с одного конца и передается для полировки головки. Полировка требует большой ловкости и умения. Женщина вставляет головку в клещи, которые прижимают ее к вращающемуся колесу. Колесо сглаживает и полирует шляпку. Чтобы она не разогревалась, капает на нее мыльная вода с маслом.

Для нарезки углубления среди шляпки, куда вставляется отвертка, шурупы вставляются рядами в дыры железного барабана. Он медленно вращается и подставляет каждый ряд под тяжелый нож. Нож опускается и прорезывает шляпки, потом поднимается и вновь опускается на другой ряд. Прорезанные шурупы с барабаном поворачиваются вниз и выпадают.

После этого делают нарезку винта на шурупах. Каждый шуруп подводится клещами под пилу, подвигаясь вперед и назад для нужной глубины. Длинными рядами стоят режущие станки, от каждого брызжет струя опилок. Все работы у машин испол-

няются женщинами. Они аккуратнее и осторожнее. Малейшая неосторожность может повести к искалечению.

На большом механическом заводе делают самые разнообразные вещи из железа и стали, большие и маленькие, простые и трудные. Работа совершается машинами и станками. Станки режут и пилят полосы крепкого железа как дерево, строгают, сверлят, обтачивают, шлифуют, делают самые тонкие нарезки. Если побывать на таком заводе, долго будет в ушах раздаваться визг, свист и шум от обработки металла. Разные диковинные станки со множеством колес и шестерней с разными замысловатыми приспособлениями будут встречаться на каждом шагу.

Где тут сравняться кустарям с такою силою машин и станков, с такой быстротой их работы.

Вопросы и задачи: Побывайте на механическом заводе или слесарной мастерской и посмотрите, как обрабатывают металлы. Посмотрите, как станки пилят железо, строгают, сверлят, обтачивают, нарезают винты. Сравните работу станка с ручной работой по скорости и легкости. Может ли кустарь соперничать в работе с машиной? Где малина уступает кустарю? Как готовят гвозди и шурупы?

КАК ПОЛУЧИЛАСЬ ИГОЛКА.

Простая вещь иголка, а без нее не обойтись. В каждом доме она желанная гостья. Без нее ни

рубашки не сошьешь, ни дыры не заделаешь. А ведь было время, когда не было на свете стальной иглойки. Эскимосы и теперь шьют себе одежду из шкур рыбьими костями. В древних пещерах и могилах находят тоже рыбьи кости с ушками, просверленными осколком кремня. Потом встречаются иглойки из бронзы и железа. Их можно видеть в музеях. Но какие это иглойки? Разве их можно сравнить с иглойками нашего времени?

Если бы наша иглойка могла говорить, она много бы о себе рассказала. Изготовлена она на большой игольной фабрике из стальной проволоки. Проволоку в виде кругов хранят в особом отделении в сухости и тепле, чтобы не отсырела. Каждый кусок режется машиной на равные части по две иглойки в длину. Иногда режет и рабочий ножницами по мерке.

Нарезанные куски вставляют в пару железных колец, отжигают в печи и катают между железными пластинками по желобкам для колец. Куски выпрямляются, и окалина с них спадает.

После этого концы обтачивают на точилах. При ручной работе держат руками сразу несколько штук на точиле и быстро обтачивают один конец, потом другой. Один рабочий в день пропускает тысяч сто штук. Но стальная пыль очень вредна легким, поэтому теперь больше обтачивают машины. Работа идет в три раза скорее и пыль высасывается в трубу.

Заостренные куски поступают на другую машину для штамповки ушков. Сначала делаются углубления для двух ушков вместе, потом пресс пробивает оба ушка и надрезает между ними середину проволоки. Подростки нанизывают на проволоку через ушки ряд иголок; получается подобие гребня. В тисках зачищают неровности штамповки и разла-

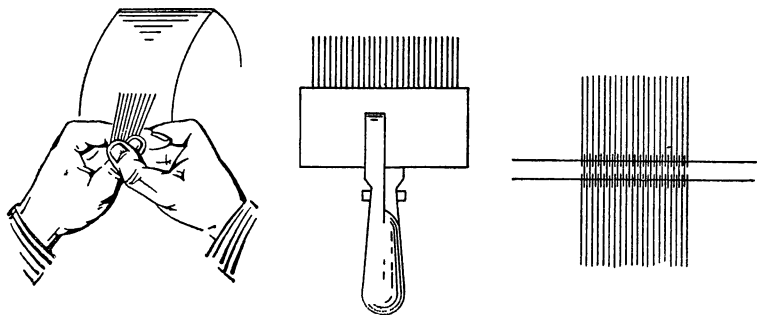


Рис. 5. Обтачивание иголок (слева). Набор иголок для точки (в середине). Нанизывание на проволоку (справа).

мывают по середине. Излом зачищают напильком и вынимают из тисков.

Получились отдельные иголки, но еще не совсем готовые. Их рассыпают на железном противне и ставят в печь для закалки. Когда они накалятся до красна, вынимают из печи и погружают в масло. Когда иголки остынут, их кладут на грубый холст несколько тысяч, покрывают жидким мылом, наждаком и зашивают в холсте. Такой сверток долго катают в машине, как белье в катке. Иголки трутся одна о другую и гладко шлифуются, делаются

светлыми и блестящими без темных пятен. Но этого мало, катают еще раз с крокусом вместо наждака, промывают мыльной водой и укладывают на опилки для сушки.

Дальше идет подборка остриями вместе. Работница надевает на палец левой руки напалок из толстого сукна и прижимает к иголкам. Острия втыкаются в напалок, и работница поднимает каждый раз по несколько штук. Собранные иголки ушками пропускают через пламя газовой горелки, чтобы отсинить ушки и сделать их менее ломкими. Но и этим не кончается дело. Надо еще отшлифовать ушки, чтобы не рвали нитку острыми краями. Иголки надевают на проволоку, смазанную наждаком, натягивают проволоку на раму и долго трясут раму. Иглы подпрыгивают и качаются во все стороны, а ушки их сглаживаются. Иногда ушки еще золотят, погружая в раствор хлористого золота.

Теперь иголки почти готовы. Их сортируют и выбрасывают поломанные, кривые, с рваными ушками, тупыми концами. Отобранные иголки полируют на вращающемся колесе, покрытом особым порошком. Дальше идет упаковка.

Работница берет в руки кучку иголок и передает другой, которая завертывает их в черную бумажку. В таком виде они уже и выходят с фабрики в продажу.

Вот сколько мытарств проходит каждая иголка прежде, чем попадает к торговцу, от которого полу-

чаем мы. А сколько таких иголок выпускает фабрика каждый день? Страшно и подумать. Несколько миллионов штук. Есть сорта иголок очень тонкие — сколько с ними хлопот.

Так же делают и булавки на других фабриках. У них ушков не пробивают, а делают головки. Почти все работы выполняет машина.

Лет 150 назад работа была ручная. Один рабочий делал на дому очень мало — может 100 — 200 штук в день. В мастерской при разделении всей работы на отдельные приемы между десятью рабочими вырабатывалось 48 тысяч или на каждого по 4800 штук. Но теперь машина выпускает в каждую минуту по 180 штук. На одной фабрике стоит таких 70 машин и они вырабатывают в сутки 7 500 000 булавок. При всех машинах только три рабочих и машинист с подручным. Значит на каждого приходится по полтора миллиона в день.

Вот что значит машина.

Вопросы и задачи: Попробуйте пошить иглой из рыбьей кости и потом стальной иглой. Как получается стальная игла? Выгодно ли иглы работать кустарю? Какую выгоду дает разделение труда между рабочими? Какую выгоду дает машина? Почему иголки так дешевы?

ГРОМАДНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИЗ ЖЕЛЕЗА.

— Дополнительный номер газеты! Катастрофа с Тейским мостом! Гибель поезда с сотнями людей! —

кричали уличные газетчики в Лондоне 29 декабря 1879 г.

Накануне, ночью, разыгралась сильная буря, и часть пролетов моста вместе с поездом были сброшены с высоты 60 м в глубокие воды Тэйского залива.

Кто мог бы думать, что самый большой в мире мост, совсем недавно открытый, так неожиданно рухнет. Очевидно, инженер не принял в расчет силы ветра.

Этому инженеру было поручено устройство другого моста через Фортский залив. Работы были начаты, но после провала Тэйского моста инженер был устранен.

Только через три года работы возобновились под руководством других инженеров Фоулера и Бекера и закончились через 8 лет.

До сего времени Фортский мост считается самым большим в мире и представляет чудо современной техники. Он выстроен из железа и бетона. Длина его $2\frac{1}{2}$ км, а высота пролетов 51 м, позволяет проходить морским кораблям с высокими мачтами. Мост соединяет железной дорогой главный город Шотландии — Эдинбург с Англией. Иначе пришлось бы огибать залив и делать крюку 50 км.

Сколько пошло железа на этот мост? Как вы думаете? Ни много, ни мало — 50 тысяч *т* или свыше трех миллионов пудов. Если бы это железо перевезти на лошадях, понадобилось бы нарядить 600 деревень

по сто лошадей с деревни. Если отлить столб толщиной в колокольню, высота будет в четверть версты (260 м).

Одного кирпича и цемента на опоры пошло более 100 тыс. *куб. м.* Из них можно поставить стену от

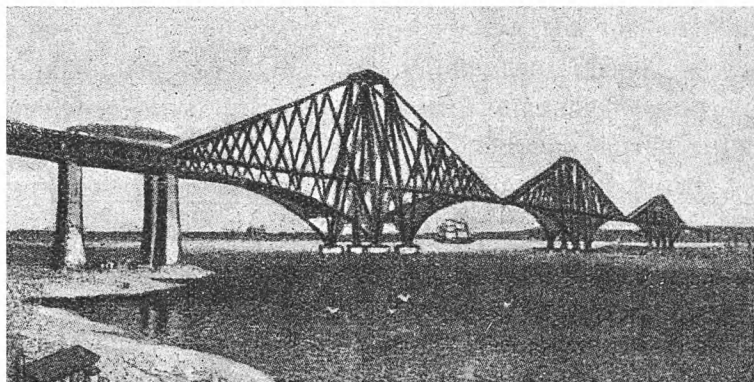


Рис. 6. Фортский мост.

Ленинграда до Москвы в один кирпич в рост человека вышиной.

Работали сразу в трех местах ежедневно 3 — 4 тыс. человек. По берегам были выстроены всевозможные мастерские, куда свозились материалы по железным дорогам и водой. Все части вырабатывались на месте, прочно скреплялись между собой и ставились на твердые опорные устои. Устои закладывались в воде, в особых железных ящиках — кессонах. Они опускались на дно, вода выдавливалась накачиванием воздуха, и рабочие на дне

могли работать. Они очищали дно от ила и песка до твердого грунта, на этом грунте возводили бетонный столб. На столбах-устоях устанавливались огромные железные опорные башни высотой в 137 м. Это выше сельской колокольни раз в десять. К опорным башням были прикреплены балки (консоли), как огромные подвески, связанные между собою решеткою из железных труб. Как балки, так и опорные части сделаны из стальных труб, которые сгибались на месте из стальных полос. Сначала их накаляли до-красна в газовых печах, потом подвергали сильному давлению в огромных прессах.

Фортский мост не единственный в мире по количеству затраченного железа. Существуют и другие железнодорожные мосты, на которые ушли миллионы пудов железа. Их немало имеется во всех странах. Наши мосты через Волгу потребовали очень много железа. А мелкие железные мосты разве мало поглотили железа? На каждой дороге их не один десяток. Масса железа пошла на рельсы железных дорог и паровозы. Рельсовый путь теперь исчисляется в 1 200 000 000 км. Это значит, что всю землю можно опоясать рельсами 33 раза.

Другое громадное сооружение возвел французский инженер **Эйфель**, умерший в 1924 г.

Он построил в Париже башню из железа, которая считается самой высокой в мире. Высота ее 300 м (больше четверти версты). Железа на нее пошло

7300 т, или около 450 тыс. пудов. Все части между собою прочно склепаны. Одних заклепок пошло

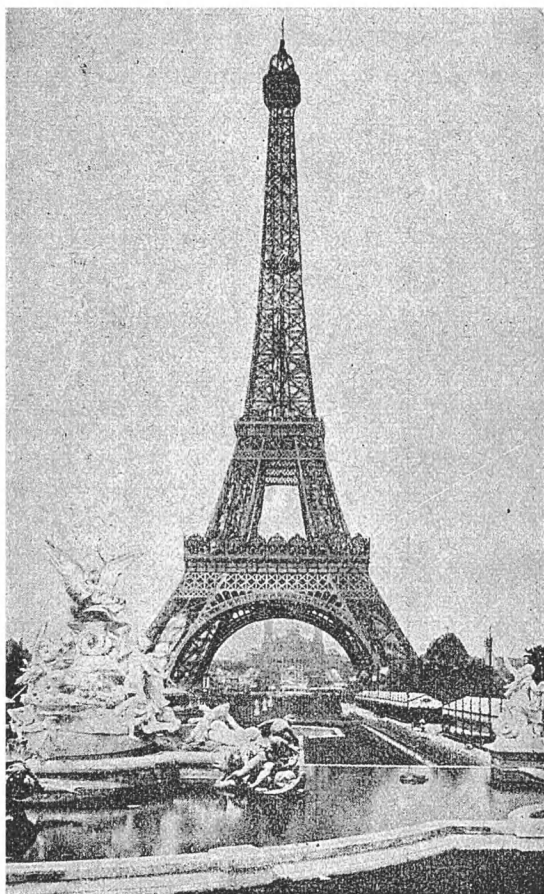


Рис. 7. Эйфелева башня в Париже.

$2\frac{1}{2}$ миллиона штук. Постройка была окончена в $1\frac{3}{4}$ года к всемирной выставке в 1889 г. С тех

пор она служит образцом инженерного искусства.

На башне устроен маяк для освещения пути на 10 км кругом. Электрический фонарь имеет высоту до 7 м и 3 м поперек. На башне поставлена радиостанция, одна из самых сильных в мире. Она ежедневно пускает по всему миру телеграммы о всех новостях на свете. По ней происходит проверка времени. Самая верхняя площадка приспособлена для научных наблюдений над погодой и небом.

Башня состоит из трех этажей. Нижний этаж, самый широкий, укреплен на четырех огромных железных башнях, подпирающих платформу. По краям ее идут стеклянные галереи для прогулок по 100 м длины по всем четырем сторонам. В середине платформы построены залы и рестораны для публики. С платформы поднимаются выше четыре башни до второго этажа, где тоже имеются галереи и залы-рестораны. Выше идут суживающиеся колонны до третьего этажа, где устроены комнаты для научных занятий. Публика поднимается сюда любоваться видом на Париж и окружающие местности на 140 км кругом.

Подъем на башню можно совершить по лестницам в 1792 ступени и по подъемным машинам. Машина поднимает 100 человек в первый этаж со скоростью 60 м в минуту. Не успеет оглянуться посетитель, как взнесется высоко над городом без

толчков и сотрясений на первую платформу. На вторую платформу подъем в два раза скорее — 120 м в минуту. Оба подъемника приводятся в действие водяными двигателями. На третий этаж поднимается вагончик на 63 человека. Подъем производится давлением воды на стержень вагона снизу вверх до половины пути. Другой вагончик в это время опускается. На половине пути происходит пересадка пассажиров и вагончики движутся в обратном направлении. Из второго этажа в третий подъем происходит в $3\frac{1}{2}$ минуты, а весь подъем снизу до верха совершается в 6 минут.

Французы по справедливости гордятся своей башней. Она служит наглядным памятником творчества народа. Она показывает в то же время, как далеко ушла вперед техника. Без железа такая постройка была бы совершенно немыслима, как и Фортский мост.

Нельзя без железа обойтись и при стройке высоких домов. В больших городáх население возрастает быстро, и жилища все больше удаляются от важных торговых центров. Много времени уходит ежедневно у служащих на путешествия с окраины к центру и обратно.

В Северо-Американских Штатах есть торговый город Нью-Йорк. Лет сто назад в нем считалось не более одного миллиона жителей, а теперь считают 8 миллионов. Как их разместить? Город начал строиться вверх. За 15 лет в нем возведено немало

домов, высотой более 20 этажей. Такие дома получили название *небоскребов*.

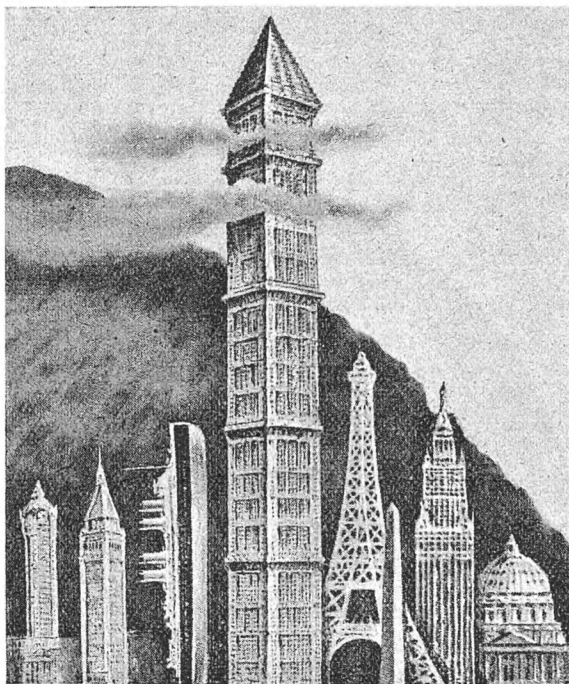


Рис. 8. Сравнительная величина высоких сооружений. В середине самый высокий небоскреб в С. Америке. Справа башня Эйфеля. Слева длина самого большого парохода в мире.

Самым крупным небоскребом был недавно дом компании Зингер в 41 этаж и 186 м высоты. В нем помещается более 2000 разных контор. Множество подъемных машин (лифтов) поднимают посетителей

на любой этаж в мгновение ока. Все огромное здание состоит из стального остова, прочно связанного в одно целое, крепче всякой кирпичной кладки. По остову натянуты поперечные стальные балки и сетки, на которые наносится крепкий бетон. Затем идет облицовка камнем с узорами. Такие здания называются железобетонными.

Один такой дом-небоскреб вмещает в себе население целого города. Таков дом компании Гудзон. Он имеет всего 26 этажей, но жителей в нем 20 000 человек. Подумайте, каков этот дом, дающий приют целому нашему городу. В другом доме «Эквитебль» в 38 этажей живет 15 тысяч человек. Постройка его обошлась в 58 милл. руб.

Замечательна быстрота постройки домов в Нью-Йорке. В каких-нибудь 3 — 5 месяцев возводятся дома до 25 этажей. Все части готовятся вдали от города, а на месте только собираются и укрепляются. Никаких лесов не возводят, да их и не хватит на такую высоту. Начинают с фундамента и подвальных этажей. Грунт там из крепкого камня гранита, который взрывают динамитом. Каждый этаж сразу отделывают до конца и сдают для пользования. Жилые помещения немедленно заселяются жильцами, склады в подвалах занимаются под товары, в конторы переходят торгово-промышленные фирмы.

Дома строят большие строительные компании, имеющие сотни инженеров на службе, тысячи опытных рабочих, многие заводы и мастерские, подгото-

вляющие все нужные части. Какая масса железа и стали расходуется при этом, трудно и подсчитать.

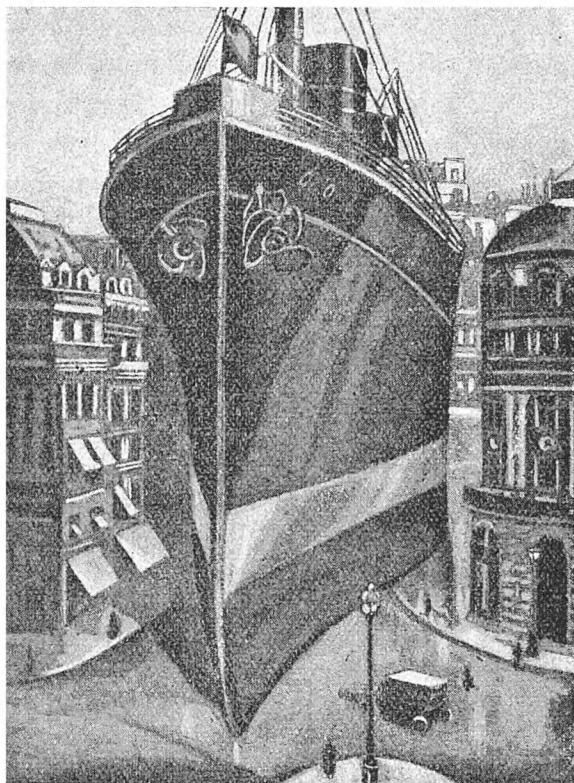


Рис. 9. Сравнительная высота морского парохода и домов.

Одно несомненно, что без железа и стали такие огромные здания нельзя выстроить. Железо здесь совершенно необходимо.

Необходимо железо и в больших морских пароходах, какие теперь научились строить.

Взгляните на рисунок, это изображен современный гигант-пароход на улице рядом с шестиэтажными домами. Что бы вы сказали, если бы у вас в селе поставили такого гиганта. Палуба его придется наравне с колокольной, а сам он протянется через все село более четверти километра.

Самый большой пароход «Маджестик» построен немцами в Гамбурге и с 1922 г. начал плавание между Европой и Америкой. Длина его 291 м, ширина $30\frac{1}{2}$ м и вышина до палубы 31 м. Он поднимает 56 тыс. т груза (свыше $3\frac{1}{2}$ милл. пуд.) и движется со скоростью в 47 км в час. Везет он на себе 4000 пассажиров, население нескольких волостей. Для богатой публики устроены разные удобства, большая столовая, залы, даже сад для гулянья с пальмами и цветами. На пароходе имеется своя радио-станция, которая получает отовсюду телеграммы. Можно говорить по телефону с Европой и Америкой.

Другое судно «Левиафан» на два метра короче «Маджестика», но имеет скорость в 55 км в час. Для управления на каждом судне имеется свыше тысячи человек команды и все приспособления новейших образцов.

Военные суда меньше размером, но обносятся со всех сторон толстой броней из самой твердой стали. Такая броня защищает броненосец от повре-

ждения снарядами с судов неприятеля. Снаряды же весят несколько пудов и выбрасываются огромными пушками на десятки километров. Пушки и снаряды делают из особо-прочной стали. На все это идут огромные массы железа.

Вопросы и задачи: Измеряйте по тени высоту колокольни в вашем селе и сравните описанные сооружения по высоте. Прикиньте длину по измеренному расстоянию шагами. Можно ли было раньше строить такие сооружения? Что для них необходимо?

ОТКУДА БЕРЕТСЯ ЖЕЛЕЗО.

Возьмите старую железную вещь, валявшуюся без употребления в углу. Она вся окажется покрытой рыжеватым налетом — *ржавчиной*. Со временем все железо может обратиться в ржавчину. Так бывает со старыми железными листами на земле. Они обращаются местами в рыхлое землистое вещество рыжего цвета — ржавчину. Такая же ржавчина наблюдается в болотах. Там не было навалено старого железа, а ржавчина появилась. Встречается такая же ржавчина в пластах глины на обрывах оврагов.

Ржавчина — это соединение железа с кислородом воздуха. Воздух состоит главным образом из смеси двух невидимых газов — кислорода (ок. 20%) и азота (ок. 79%) с небольшой примесью углекислого газа и водяных паров. Кислород соединяется со

многими веществами на земле и образует *окислы*. Железо в сырости соединяется с кислородом воздуха, и образуется *водная окись железа*, или ржавчина.

Окиси железа или ржавчины имеется много в земных пластах. От нее глина имеет желтый и бурый цвет. Чистая глина имеет белый цвет, из такой глины делают фарфоровую и фаянсовую посуду. Когда из желтой глины делают кирпичи, они при обжиге становятся красными и даже от сильного жара спекаются в твердые, крепкие куски. Их называют *железняком*. Рук они не пачкают, звон имеют металлический, кромки оплывшие, воду не пропускают. Красный цвет получается от удаления из окиси железа воды при прокаливании кирпичей. Получается безводная окись железа.

Иногда ржавчины имеется много в одном месте. Из нее добывают желтую краску *охру*. Вы ее знаете — ею красят в желтый цвет заборы и стены домов. В воде она не расходуется. Для окраски стен разводят ее на вареном масле. Тогда ее долго не смоят дожди. Если прокалить на огне краску охру, получится другая краска *мумия* — темно-красного цвета. Мумией окрашивают крыши домов в красный цвет.

После этих объяснений учитель вынул из шкафа краски охру и мумию и показал нам.

Теперь вам понятно, откуда получают эти краски и что в них содержится. Охра — это будет смесь ржавчины или водной окиси железа с глиной, мумия — безводная окись железа. От этих веществ

и глины бывают желтыми, бурыми и темно-красными.

Окислы железа иногда залегают в земле большими массами в соединении с глинами, песками, известняками и другими горными породами. Из этих залежей добывают с выгодой железо. Такая залежь, из которой можно с выгодой извлекать металл, называется *рудой*.

Железная руда имеется у нас в Нижегородской, Рязанской, Тульской, Калужской, Орловской и других губерниях. Она называется *бурым железняком* и состоит из водной окиси железа. Железа из нее выходит 40 — 45%. Кроме заводов руду добывают крестьяне самым простым способом. Выкапывают глубокие колодцы, по местному названию «дудки», и вытаскивают руду бадьями. Там, где вода выступит в колодце, отливают бадьями, а если сила не возьмет, бросают колодец и роют другой. Руду возят и продают на завод. Там из нее выплавляют чугун.

В Новгородской и Череповецкой губерниях, а также в Карелии руда встречается в болотистых местах и на лугах из высохших болот. Это *дерновая* или *луговая руда*, тоже из бурого железняка. В некоторых озерах на дне скопляется бурый железняк в виде кружочков или горошин, бобинок, желвачков. Эту руду черпают со дна длинными ковшами с плотов. Через несколько лет она снова накапливается и ее опять извлекают тем же спосо-

бом. Руда не особенно выгодная, дает железа не более 30%.

Самые большие залежи бурого железняка имеются на Керченском полуострове, у Азовского моря. Там

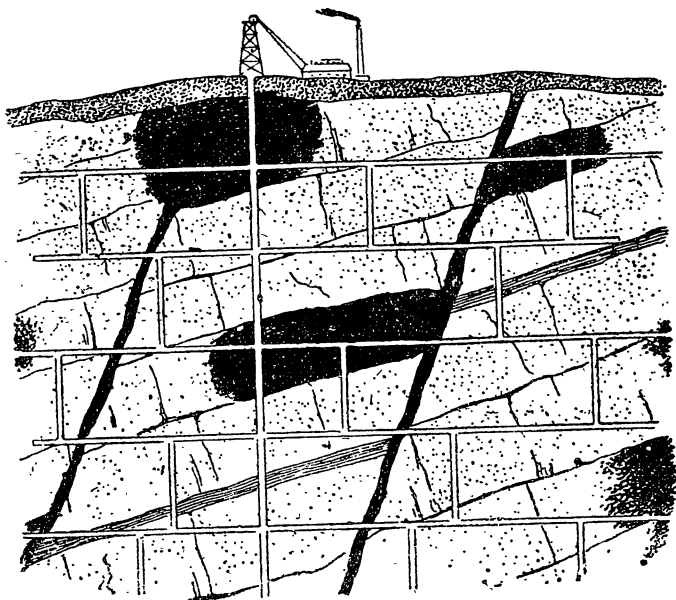


Рис. 10. Залежи в земле железной руды и разрез рудника.

отложения руды идут глубоко и вырабатываются заводским способом с глубины 300 м. Запасы руды очень велики, но выработка затрудняется тем, что приходится доставать руду с большой глубины.

На восток от центральных губерний находятся Уральские горы, или Урал. Горы тянутся в несколько линий от Северного Ледовитого океана до реки Урала

на 1000 км длины и на 200 км ширины. Горы отделяют Европейскую часть Союза от Сибири (найдите на карте).

Уральские горы очень богаты железной рудой. Во многих местах есть бурый железняк, залегающий слоями в земле. Для добычания его из земли устраивают глубокие рудники с колодцами (шахтами) и боковыми ходами. Близ рудника возводится завод для выплавки из руды чугуна.

Но есть на Урале и другая руда. Она выступает на поверхность черной блестящей массой, похожей на железо. Называется эта руда *магнитный железняк*. Если взять кусок такой руды и опустить

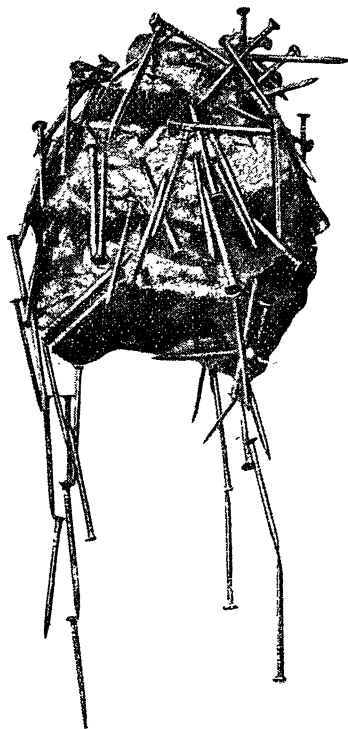


Рис. 11. Кусок магнитного железняка с гвоздями.

в железные гвозди, весь кусок покроется ими, так что надо отдирать. Так притягивает железные вещи магнит, поэтому и руду называли магнитной. Но такую силу имеет не вся руда, а отдельные куски. Другие куски не притягивают железа; название же остается за всей рудой.

Магнитного железняка много в горах Благодать, Высокой и Магнитной. Эти горы разрабатываются прямо сверху уступами. Гора Благодать имеет высоту 385 м и тянется в длину к северу на 2 км. Руда залегает пластами и гнездами среди других пород. Эта руда считается очень чистой и дает железа больше половины своего веса (52 — 58%). Запасы руды определяют примерно в 250 милл. т. Другие горы — Высокая и Магнитная — имеют запасы еще больше. Разработка их ведется около 200 лет. Раньше они не были известны.

Гора Благодать стала известна русским с 1735 г. Местный вогул Степан Чумпин указал русским властям на залежи черной блестящей руды. Существует предание, что вогулы не хотели открывать русским священную гору и потому сожгли Чумпина на вершине горы за измену. На этом месте потом русские поставили памятник Чумпину с надписью о его сожжении.

Магнитный железняк кроме Урала встречается еще в Швеции. Там имеется огромная гора Таберг с большими залежами руды. Гора разрабатывается с глубокой древности и дает железо хорошего качества.

На юге близ Черного моря в местности *«Кривой Рог»* тянутся полосой на 60 км залежи железной руды, дающей железа половину состава. Руда называется *железным блеском* и *красным железняком*. Железный блеск имеет цвет железо-черный до серо-стального,

а красный железняк цвета темно-красного, как краска мумия. Это две разновидности — одна в кристаллах и зернистая, а другая землистая, как ржавчина.

Криворожская руда в настоящее время дает самое большое количество железа в СССР. Из нее получается хорошая сталь.

Уральские горы как ни богаты железными рудами, а должны были уступить. Это потому, что для получения железа из руды надо много топлива, а его на Урале мало. На юге же, недалеко от руды, находятся залежи каменного угля.

Есть у нас богатые залежи железной руды в Сибирских горах, но добыча из них железа пока незначительна по причине дальнего расстояния от рынка сбыта железа. Оно не окупает дальней перевозки.

Недавно у нас сделано важное открытие в Курской губернии. Там во многих местах заметили отклонение магнитной стрелки. Вы знаете компас. В нем магнитная стрелка одним концом поворачивается к северу, как ни верти компас. В Курской губ., Щигровском уезде стрелка отклоняется к востоку и западу. Это отклонение называли магнитной аномалией. Стали бурить землю в этих местах и обнаружили пласты магнитного железняка. Руда лежит на большой глубине и теперь ее невыгодно извлекать. Железо из криворожской руды обойдется дешевле.

Другие страны тоже богаты железом. Особенно Американские Штаты, Англия, Франция. Поэтому

и вырабатывается железа с каждым годом все больше, требования на него все возрастают.

Вопросы и задачи: Что такое ржавчина? Добудьте ржавчины из болота или со старого железа и попробуйте сильно разогреть в печи на углях. Не удастся ли получить мягкое ковкое железо? Какие краски из железа знаете, добудьте их и рассмотрите. Отчего глина бывает красная и желтая? Что называется рудой? Какие у нас есть железные руды, где они залегают? Какая руда самая выгодная? Почему Кривой Рог одолел Урал? Побывайте в горном музее и рассмотрите горные руды.

НА УРАЛЬСКОМ ЧУГУННО-ЛИТЕЙНОМ ЗАВОДЕ.

Завод на Урале — это целый город. Кроме заводских зданий тут же, по соседству лепятся в беспорядке домики рабочих и служащих. Кругом на большое расстояние нет ни деревень, ни городов. Поэтому все население завода ютится кругом него поблизости. В центре завода имеется огромный пруд с проточной водой. Кругом пруда обступают заводские постройки. Им нужна вода для машин.

Множество каменных корпусов настроено кругом пруда, много кирпичных труб поднимается высоко вверх. Из них постоянно вылетает дым с искрами. Все корпуса соединены между собою рельсами, по которым часто движутся вагончики с грузом. Кроме того проложена к заводу ветка

от железной дороги для вывоза из завода изделий и подвоза разных припасов.

Самая важная часть завода *доменные печи*, или просто *домны*. Это ряд больших бабчен из кирпича высотой от 5 до 15 м и более. Днем из них выходят клубы дыма с огненными языками, как на пожаре. Ночью же получается красное зарево, которое видно



Рис. 12. Уральский завод.

далеко кругом, как будто горит весь завод. Издали наблюдать красиво такое необыкновенное зрелище, но вблизи становится страшно. Домна гудит и стонет от сильного жара. Внутри ее клокочет жидкая масса чугуна. Невольно берет страх, а вдруг такая машина разорвется и обдаст всех расплавленным металлом. Достаточно одной капли, чтобы прожечь тело. Но рабочие спокойно, без страха делают свое дело. Понемногу успокаиваешься и дальше

наблюдаешь без волнения. Говорят, что привычка ко всему приучит. Рабочие не боятся проникать в самые опасные места, куда свежий человек и носу не сунет.

Вот у одной домны столпились рабочие в кожаных фартуках и рукавицах с железными кочергами в руках. Посмотрим, что они будут делать. Домна пыхтела и свистела, внутри ее клокотала жидкая масса чугуна. Сейчас ее выпустят вон в канавки, проложенные по земле. Один рабочий смотрит в особое оконце из тугоплавкого стекла внутрь печи, остальные стоят молча в напряженном ожидании. Еще минута—другая ожидания, и вдруг рабочий ломом пробивает замазанное глиной отверстие. Из него с шумом и свистом вырывается поток искр, и огненная струя вытекает в особый жолоб, который отводит ее в трубу дальше от домны. Это—накись на чугуне, или *шлак*, от которого сначала очищают массу чугуна. Он легче чугуна втрое и плавает на нем, а по затвердении получается темное хрупкое стекло, которое выкидывается в кучу как ненужный отброс или идет в дело при стройке.

После того как шлак весь вытечет, рабочий ломом пробивает другое отверстие ниже и выпускает чугун. Нужна большая сноровка, чтобы не обвариться. Но рабочий опытен в своем деле и промаха не сделает. После трех ударов брызнула ослепительно-белая струя чугуна и полилась по широкому жолобу в канавки, а из них в песчаные формы. Рабочие

кочергами направляли и пропускали массу течь и заполнять формы. В них чугуны медленно остывают, и получают болванки или свинки весом около 50 кг (3 пуда).

Когда вся жидкая масса чугуна вытечет из домны, отверстия вновь заделывают глиной, а сверху валят попеременно мелко истолченную руду и уголь поровну по весу — на одну тонну руды одну тонну угля. Накладывают слоями — слой руды и слой угля. Нижние разогретые слои опускаются вниз, а верхние заступают их место. В руду подбавляют *плавни* для собирания накипи. Каждая руда имеет примеси, которые плавнями и удаляют. Угли дают золу, ее тоже нужно удалить. Если в руде примесь песчаная, кладут известняк, а при известковой и глинистой примеси кладут песок. В том и другом случае получается стекло или шлак из соединения извести с песком и золой.

Руду доставляют к домне на лошадях или вагонетками по рельсам и поднимают вверх подъемной машиной.

На месте добывания руды устроен широкий колодец-шахта, который прорезывает пласты с рудой. От шахты идут ходы в стороны — штреки, где и производится работа. Накопанная руда в вагонетках отвозится к шахте и поднимается наверх. Там ее разбирают и сортируют. Куски с малым содержанием руды выбрасывают, другие дробят и промывают водой, чтобы очистить от глины. Если заме-

чают признаки серы в руде, ее выжигают в особых печах. Сера отчасти выгорает. Но когда серы много,

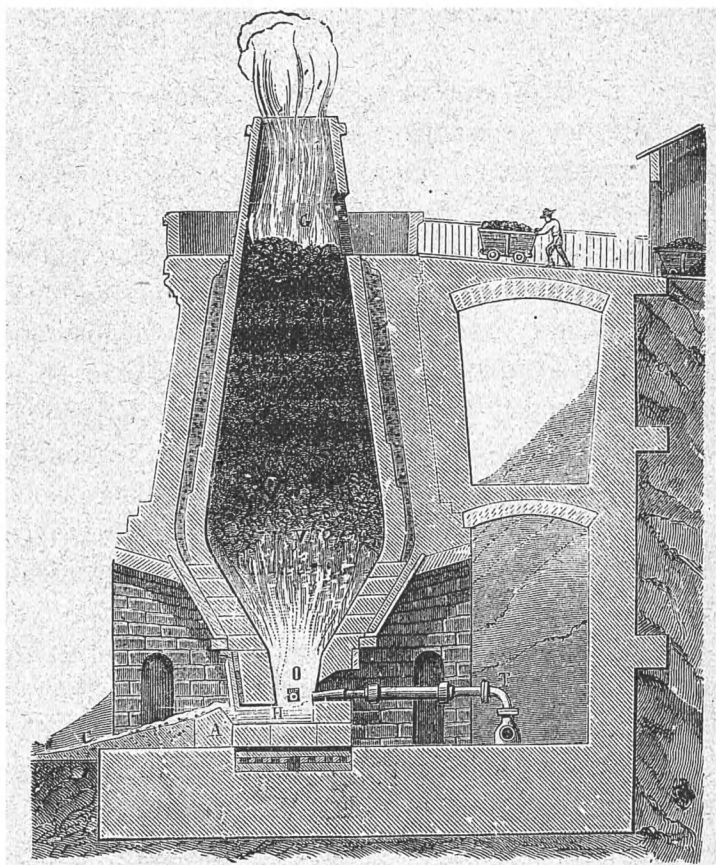


Рис. 13. Разрез домны.

руду выбрасывают. Такая руда имеет множество золотистых крапинок, их легко принять за золото. От примеси серы чугун делается хрупким, нена-

дежным в изделиях. Такой чугун считается как брак.

Серных руд немало в Уральских горах, как и в других местах. Они называются *серным колчеданом*. Из них вырабатывают не железо, а серную кислоту, железный купорос и серу. Некоторые залежи имеют свойства магнита и называются магнитным колчеданом.

Вопросы и задачи: Как устроен Уральский завод? Какая главная часть на заводе? Как выпускают из домны чугун? Что такое шлак? Куда выливают чугун? Как загружают домну? Зачем кладут плавни? Откуда берут руду? Как очищают ее от серы?

НА ЖЕЛЕЗОДЕЛАТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ.

Писатель-путешественник С. П. Меч так описывает свое посещение завода.

«Когда я в первый раз вошел в мастерскую железодельного завода, я вначале ничего не мог разобрать в мрачном дымном помещении. В темноте ослепительно горели только жерла печей. Потом, когда глаза несколько привыкли к мраку, я разглядел фигуры людей. Они то-и-дело обливались водой с головы до ног и беспрестанно пили воду со льдом. На ногах у них были лапти с деревянными дощечками на подошвах. Эти люди что-то помешивали в печах, поднимая чугунные заслонки, хотя печи дышали белокалильным жаром. Их

мокрые лица моментально высыхали, брови были совсем спалены, ресницы обожжены; красные, налившиеся кровью, глаза иногда обращались в мою сторону, но ясно было, что они не видели меня: они были ослеплены блеском пылающих печей.

В этих печах чугун подвергается продолжительному плавлению, при чем в него вдувают раскаленный воздух, и чугун превращается в железо. Он становится все гуще, тягучее и, наконец, твердеет, так как железо в печах не плавится. Эту губчатую, ноздреватую, раскаленную до-бела «крицу» рабочие схватывают щипцами, кладут на двухколесную железную тележку и бегут с нею к гигантскому паровому молоту. Огнем, жаром и искрами пышет от нее во все стороны. Тихо и плавно поднимается паровой молот, и раскаленную массу железа укладывают под ним. Могучий молот рúшится на огненную «крицу» и бьет ее с страшной силой, при чем рабочие поворачивают ее крючьями. Тысячи ярких звезд дивным водопадом разбрасываются во все стороны, шипя и погасая во тьме, падая на песок, лежащий на полу, занóсься в далекие углы темной мастерской и обсыпая рабочих с ног до головы. От тяжелых ударов молота ноздреватая масса, извлеченная из печи, превращается в плотный кусок железа. Его несут к прокатным машинам, к особым стальным валам; между этими валами, сильно сжимающими кусок железа, оно издает пронзительный звук и выползает из них в виде огненных извивающихся

змей. Это — полосовое железо, которое мы видим во всех железных лавках. Чтобы придать ему форму листа, его в раскаленном виде прокатывают между другими валами, пока оно не получит желаемую толщину, и потом обрезают».

ТРИ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ВЕКА.

(Рассказ учителя)

Школьники просили учителя рассказать, когда и как научились добывать железо.

— Вы знаете, — начал учитель, — что на белом свете живет много разных народов. Путешественники и ученые повсюду ездят и описывают, как они живут и что делают. Оказалось, что до сих пор есть племена дикарей, которые не употребляют железа. У них в ходу орудия из камней. Каменным топором или ножом дикарь убивает животных, снимает шкуру, режет куски мяса. При нападении врагов каменный топор служит вместо меча. Топоры и ножи готовят из больших кремней. Кремни легко откалываются по краям маленькими пластинками, если их долго и осторожно обивать камнем на камне.

Но вот что интересно. Такие же кремневые орудия находят в разных древних пещерах, в местах стоянок древних людей, в раскопках их могил. Древние люди тоже не знали железа, но умели изготовлять кремневые топоры, молотки, ножи, копья. Таких орудий найдено множество. Они хранятся в разных музеях,

В более древних пластах находят грубо обделанные кремни. Потом попадаются старательно обделанные кремни с отверстиями по середине для встав-



Рис. 14. Каменные орудия древних народов.

вления палки. Наконец, ближе, к нам попадают уже гладко отшлифованные кремневые орудия.

Сколько лет жили люди с одними каменными орудиями, сказать трудно. Надо думать, что прошли многие тысячи лет. Время это называется в истории народов *каменным веком*,

Но вот додумались люди и до металлов.

В древних курганах и могилах более позднего времени попадаются уже украшения, мечи и копья из сплава меди и олова. Сплав этот называется *бронзой*. Бронзовые мечи и топоры острее каменных, поэтому и вошли в употребление. Кто и когда научился делать бронзовые вещи, никто не знает. Но легко понять, что бронза должна была появиться раньше железа. Медь и олово плавятся в обыкновенной печи, а железо в печи не расплавишь.

Там, где находили залежи меди и олова, начали раньше делать бронзовые вещи. Из этих мест они расходились постепенно по разным странам в обмен на другие вещи. Поэтому долгое время были в ходу и каменные орудия рядом с бронзовыми.

Со времени открытия бронзы начинается *бронзовый век*. Он тоже тянулся многие тысячи лет. За это время люди научились строить города, возводить храмы и большие памятники, приручили много домашних животных, занялись земледелием. Твердый металл был всем очень нужен. Бронза уже не удовлетворяла, да и не везде ее можно было делать.

И вот за 5000 лет до нашего времени появились первые признаки употребления железа.

В Африке есть река Нил. По нижнему течению ее в глубокой древности жили египтяне. От них сохранились памятники в виде огромных каменных пирамид и статуй. Одни пирамиды выстроены за

6000 лет назад, другие позже. Это стало известно, когда научились читать египетские письмена. В одной пирамиде Хеопса, построенной 5000 лет назад, нашли кусок из кованого железа. Значит египтяне тогда уже умели ковать железо. Другая находка в виде обломка железного серпа была найдена в развалинах очень древнего Карнакского храма под одной статуей.

Это самые древние находки кованых из железа вещей. Найдены были рисунки с изображением кузнецов и мясников с ножами.

В Азии находят железные вещи в древних Туранских гробницах (в Туркестане). В древнем Китае было в употреблении железное оружие. Находят железные вещи в развалинах древних городов Вавилон, Ниневии, Персеполя, Тира и Сидона. Очевидно, древние народы востока были знакомы с железом. Финикияне вели торговлю железным оружием и привозили его в Грецию и Рим.

На севере Европы у древних норманнов за Балтийским морем добывание железа началось очень давно. Норманны умели выковывать крепкие мечи и копья и были воинственным народом. Они ездили по морям и рекам на своих ладьях, нападали на береговых жителей, грабили их, а награбленное добро и оружие продавали в больших городах. От норманнов наши предки — славяне новгородские научились ковать оружие из болотной железной руды.

Трудно сказать, где и когда началось употребление железа, как догадались, что из землистой массы можно получать ковкое железо и обращать его в мечи, топоры и другие вещи. Может, помогла счастливая случайность или упорное искание более твердых сплавов, чем бронза.

Вы знаете, как разные изобретатели тратили всю жизнь и средства, чтобы достичь успеха. Вполне допустимо, что и у древних народов были изобретатели, упорно стремившиеся добиться более крепкого оружия. Медь и олово находятся редко вместе, поэтому бронзовые изделия выделывали в немногих местах. У древних греков таким местом был остров Кипр, пока там не иссякли залежи меди. Железные руды находятся во многих местах и в больших количествах. Часто они выступают на поверхность земли, как у нас на Урале. Блестящие камни давали повод испробовать их на огне. Но так как огонь требуется большой для размягчения железа, то долгое время не удавалось размягчить руду до того, чтобы она спеклась в железную массу, годную дляковки. Только когда стали руду раскладывать в углях с продуванием воздухом, получилась кованная, мягкая масса железа.

У современных дикарей Африки многие племена занимаются изготовлением из руды железного оружия. У них можно найти самые простые способы размягчения руды в открытых сквозных очагах на большом огне.

Ветер продувает очаг и сильно раскаляет руду с углями, обращая в спекшуюся мягкую массу. Эту массу уплотняют каменными молотками на каменной наковальне и выковывают разные вещи.

В других местах имеются уже улучшенные очаги—горна с кожаными мехами для вдувания воздуха.

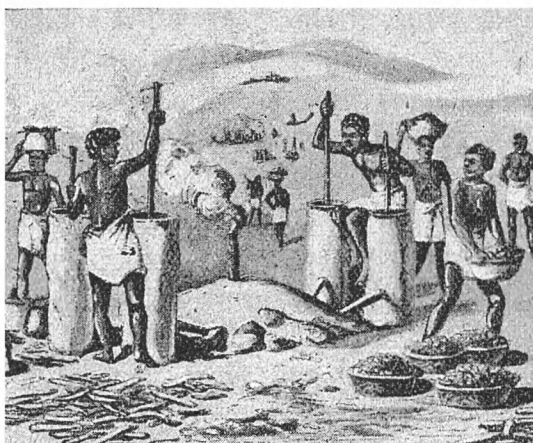


Рис. 15. Плавка руды у негров-бариев.

Очаг строится с боковыми высокими стенками для защиты от бокового ветра.

По соседству с Египтом в верхнем течении Нила живут негры-барии. У них устраиваются печи в земле, а сверху закрыты. В печь проведены трубы от мехов, а из печи выведена труба вверх. Негры роют руду из горы, собирают в корзины и сносят к печи. Потом в печь закладывают угли, разжигают

их и на угли кладут слой руды. Раздувая мехами угли, доводят огонь до такого состояния, что руда спекается и делается пригодной дляковки.

Можно думать, что так же обрабатывали руду и наши новгородские славяне. В Череповецкой губ. есть гор. Устюжна. Он стоит на месте, называвшемся раньше «железным полем». Здесь прежде добывалась из болота руда и ковалось оружие. На это указывают древние остатки печей.

Славяне научились обработке железа от норманнов; значит, и у них были такие же простые очаги, а руда выступала в горах на поверхность.

Со временем открытия железа начался *новый железный век*, который продолжается и по сие время. Железо оказалось крепче бронзы и лучше куется. Железная руда встречается во множестве, выступая часто на поверхность земли. Поэтому изделия выходили дешевле бронзы, готовились во многих местах и в больших количествах.

Вопросы и задачи: Поищите кремней и попробуйте обивать края их камнем на камне, чтобы края стали острыми. Побывайте в историческом музее и рассмотрите каменные орудия, бронзовые и железные, сохранившиеся от древних времен. Сравните железные орудия с современными. Какие три века известны в истории народов? Когда и где были обнаружены самые древние железные изделия? Как обрабатывают руду африканские негры? Где у нас славяне ковали железо и от кого переняли?

КАК УЛУЧШАЛОСЬ ДОБЫВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ.

Если вы сравните способы добывания и обработки железа у африканских негров и на наших Уральских заводах, получится огромная разница. Но заводы и огромные доменные печи явились не сразу. Народы долгим путем постепенных улучшений пришли к ним. Много было неудач и огорчений у разных изобретателей, много погибло тружеников на работе. Но шаг за шагом люди упорно стремились к улучшению техники и добились поразительных результатов, о которых древние народы и помыслить не могли.

Сначала руду добывали с поверхности земли, потом за ней стали спускаться в неглубокие колодцы. Но вот беда, — колодец иногда затопляет вода и мешает работе. Попробуют отливать воду бадьями. Иногда удастся так осушить. Но чаще вода заливала колодец, несмотря на отливание. Приходилось тогда бросать колодец и искать нового места. Но бывает так, что руда лежит в земле не сплошным пластом, а гнездами. Как тут быть? Рыть колодец на-авось невыгодно. Тут обращались к знахарям и кудесникам, которые отыскивали руду при помощи *волшебного прута* в виде развилки из двух веток. Чародей держал прут обеими руками за ветки и ходил по горе. Когда он вступал на место, где есть руда, прут в руках начинал трепыхаться. Понятно, это трепыхание было просто надуватель-

ством знахаря, но люди тогда верили чудесной палочке и охотно платили деньги за обман. Некоторые знахари умели находить руду по разным признакам, поэтому верно угадывали и приносили пользу своими указаниями. Но много было и обманов. Если на указанном месте руды не было, знахарь предлагал рыть глубже или говорил, что руду напугали, что она ушла, словом давал самые нелепые объяснения, которым тогда верили. Вера в волшебный прут до сих пор держится среди рудокопов. Наши старые колодезники иногда при рытье колодца разыскивают жилу с помощью прута. Может, и вы слышали про этот прут? Спросите дома старших, не слышали ли они.

Понятно, никакие волшебные прутья в деле отыскания руды не нужны. Инженеры теперь по пластам безошибочно определяют, есть в данном месте руда или нет. Но много ли руды залегает, выгодно ли будет разработка, это узнается только пробным бурением пластов и просмотром вынимаемой земли. Работа эта дорогая, сложная, зато безошибочная.

Но вот выбрано место для разработки. Роемся колодец вглубь до встречи с рудой. Опять затруднение — встречается плотная порода известняков, которую нужно пробивать с большими усилиями. Теперь это не затруднит и не остановит работы, а прежде не умели долбить крепкий грунт и бросали работу.

Самая переработка руды в железо была прежде далеко несовершенна. Теперь многие отбросы древних римских рудников перерабатываются вновь с выгодой. В древних рудниках не знали, как бороться с удушливым воздухом и вредными газами, от которых люди задыхались и болели. Потом были придуманы меха, вгоняющие в рудник свежий воздух. Позднее были придуманы особые продувные шахты и нагнетание воздуха машинами.

Для спуска рабочих в древних рудниках употреблялись простые длинные лестницы и скаты на бревне при пологом спуске; добычу вынимали бадьями, как в колодцах. Так же бадьями отливали воду, потом стали ставить насосы и перекачивать раза три со дна в бак, а из него выше в другой бак и потом на поверхность земли. Все это, понятно, затрудняло и удорожало выработку руды.

Изобретение паровой машины сразу изменило все горное дело. Паровая машина явилась той силой, которой не доставало в рудниках для правильной безостановочной работы. Паровая машина стала откачивать воду непрерывно из глубоких колодцев, а это позволило углубляться в землю и вырабатывать пласты, более богатые рудой. У нас близ Керчи теперь вырабатывается руда с глубины около 300 м. До паровой машины это было совершенно невозможно.

Паровая машина стала вытаскивать тележки с рудой, спускать пустые тележки, опускать и поднимать рабочих. Стали устраивать большие клетки для подъема и спуска. Это облегчило и ускорило все работы.

Для освежения воздуха тоже использовали паровую машину. Она стала накачивать чистый воздух в рудник и гнать по трубам к месту работ. Испорченный воздух, вредные газы и пыль удалялись вентиляторами и пылесосами, которые приводились в движение паровой машиной.

Так паровая машина совершенно изменила горное дело, во много раз облегчив все работы. С этого времени настает быстрый рост горной промышленности. Железо пошло на изготовление паровых машин. Машины вводили на всех рудниках, фабриках и заводах. Потом были изобретены пароходы и железные дороги, на которые потребовалась масса железа и стали. Для железных дорог понадобились огромные мосты в несколько километров. На них уходили сотни тысяч тонн железа. Вспомните фортский мост.

Изменились и способы обработки руды.

Вопросы и задачи: Как прежде отыскивали железную руду и как теперь? Какие прежде были рудники? Что мешало извлекать руду? Как помогла паровая машина? Можно ли было без паровой машины добывать много руды из земли?

КАК УЛУЧШАЛАСЬ ОБРАБОТКА ЖЕЛЕЗА.

В Новгородской губернии, близ гор. Устюжны и в других местах ведется разработка болотной руды с древних пор. Прежде ковали оружие и разные вещи для хозяйства. Теперь там крестьяне после полевых работ занимаются кустарным производством. Они сами добывают из руды железо и куят из него гвозди, серпы, косы, заступы, сошники. Павловские кустари пользуются теперь привозным железом с заводов, а раньше получали железо, добываемое неподалеку из руды кустарным способом. Потом возникли заводы. Близ гор. Тулы тоже с давних пор добывали железо из руды кустарным способом и делали железные вещи. Потом появляются заводы и мастерские.

Новгородские кустари плавят руду в открытых сыродутных горнах, наподобие очагов африканских негров. Такие же очаги были раньше повсеместно в западной Европе. Потом горна увеличивались и обратились в закрытые со всех сторон домницы от 2 до 5 м вышины. В них руда спекалась и обращалась в куски железа, которое уплотняли ковкой и придавали нужный вид.

В XIII веке удалось добыть в домницах жидкий расплавленный чугуны при усиленном нагревании. С этого времени обработка руды разбилась на две самостоятельные операции. Из руды стали получать чугуны в домницах, а чугуны потом переделывали

в железо и сталь. Домницы все увеличивались в размерах и перешли в большие домны. Впервые такие домны появились во Фландрии (нынешней Бельгии). В XVI веке их заводят в Англии и Швеции, а в XVII веке в Германии. У нас домны появились позже.

Сначала для плавления руды употребляли древесный уголь. Чугун из него получался хорошего качества. Но когда железа потребовалось много на машины и большие сооружения, леса быстро начали убывать.

Особенно много вырабатывалось железа и стали в Англии. Там была придумана паровая машина и железная дорога. В Англии железной руды много, поэтому быстро развилась крупная железоделательная промышленность. Англия снабжала все страны машинами, станками, паровозами, рельсами, пароходами. Но вот беда. Леса быстро ушли на уголь, и выработке железа приходил конец. Был издан закон, запрещающий сводить леса. Пробовали плавить руду с каменным углем, но в нем оказались вредные примеси серы. Чугун получался плохого качества — рыхлый и хрупкий. Такой чугун с серой не годится ни в отливку на вещи, ни в переливку на железо.

Новое открытие спасает промышленность. Из каменного угля научились добывать *кокс*.

Каменный уголь при нагревании без воздуха выделяет из себя многие газы и жидкости; остается

твердый углистый остаток — кокс. Кокс не содержит вредных примесей серы и дает много жара. Но не всякие сорта каменного угля спекаются в кокс, а только некоторые сорта, так называемые жирные или коксовые. Таких углей в Англии оказалось много. Для добывания кокса придумали особые печи. Газы и жидкости тоже пошли в дело. Все это не сразу устроилось, но оказалось выгодным и повело к созданию новых отраслей промышленности.

Первый применил кокс к плавке руды англичанин Дерби в 1740 г. Этим он дал сильный толчок горному делу. До этого времени каменный уголь добывался как топливо, а теперь его стали добывать для изготовления кокса, которого сразу потребовалось очень много. Разработка угля началась в больших размерах, особенно когда через 30 лет была усовершенствована Уаттом паровая машина.

В то же время шло улучшение и удешевление обработки руды. В 1829 г. было введено горячее дутье в домнах. Изобретено оно шотландцем Джемсом Нельсоном.

Нельсон родился в деревушке, близ города Глазго, в бедной семье рабочего. Ему удалось обучиться в школе, потом он поступил на завод и дослужился до мастера в газовом производстве. В этой местности было много настроено домн для плавки чугуна. В домны вдували холодный воздух большими машинами. Нельсон часто наблюдал, как из домн улетали в воздух сильно нагретые газы. Зачем

им пропадать напрасно? Нельзя ли их куда использовать? Ему пришла мысль, что этими газами можно подогревать тот воздух, который вгоняется в домну. Тогда жара будет в домне больше и чугун лучше расплавится. Он сделал опыты и пришел к твердому решению.

Несколько лет он предлагал проделать хотя бы в одной домне опыт с подогреванием воздуха. Никто, однако, не слушал мастера-самоучку. Специалисты говорили, что чем холоднее воздух вдувается в домну, тем лучше выходит чугун.

Наконец на заводе Клейд сделали сравнительный опыт холодного и горячего дутья. И что же оказалось? Горячее дутье увеличило жар в печи, и выплавка чугуна ускорила вдвое, а расходы на кокс сократились втрое.

После этого везде стали применять выходящие из домны газы для нагревания вдуваемого воздуха. Заводы ускорили плавку чугуна, стали выгоднее его добывать, и в короткое время местность оживилась новыми большими заводами. Население быстро возрастало.

Самые домны стали строить все больше и больше. Теперь есть в Северо-Американских Штатах домны высотой более 30 м. В такой домне выплавляется в сутки 800 т (свыше 48 тыс. пудов). Сто лет назад выплавлялось не более 7 т. У нас на Урале и теперь домны небольших размеров с выплавкой не более 115 т в сутки на древесном угле. Высокая загрузка

древесным углем невозможна, потому что уголь от давления обращается в порошок и затрудняет тягу. Многие домны на Урале пользуются холодным дутьем, а газы из домны улетают в воздух без пользы.

Вопросы и задачи: Как обрабатывают руду новгородские кустари? Как перешли от горна к доменным печам? Какая разница в обработке руды в горне и в домне? Чем заменяют древесный уголь и почему? Откуда получается кокс? Какая выгода получается от горячего дутья? Подсчитайте, сколько в год берегаются угля, благодаря открытию Нельсона, в Англии и других странах (цифры выработки чугуна в конце книги).

УСТРОЙСТВО ДОМЕННОЙ ПЕЧИ.

Начнем с высоты. Современные домны имеют высоту свыше 25 м. Это высота сельской колокольни. Люди наверху кажутся снизу совсем маленькими. Домна выкладывается в виде толстой трубы из кирпичей в две стенки с промежутком. Промежуток заполняется песком или шлаком. Внутренняя стенка выкладывается из особо крепкого огнеупорного кирпича. Снаружи вся печь обшивается листовым железом сплошь или отдельными поясами. Иногда для прочности ставятся четыре железные колонны, которые связываются наверху балками для укрепления помоста.

Нижняя часть домны называется *горном*. В него со всех сторон идет от пяти до десяти трубочек для

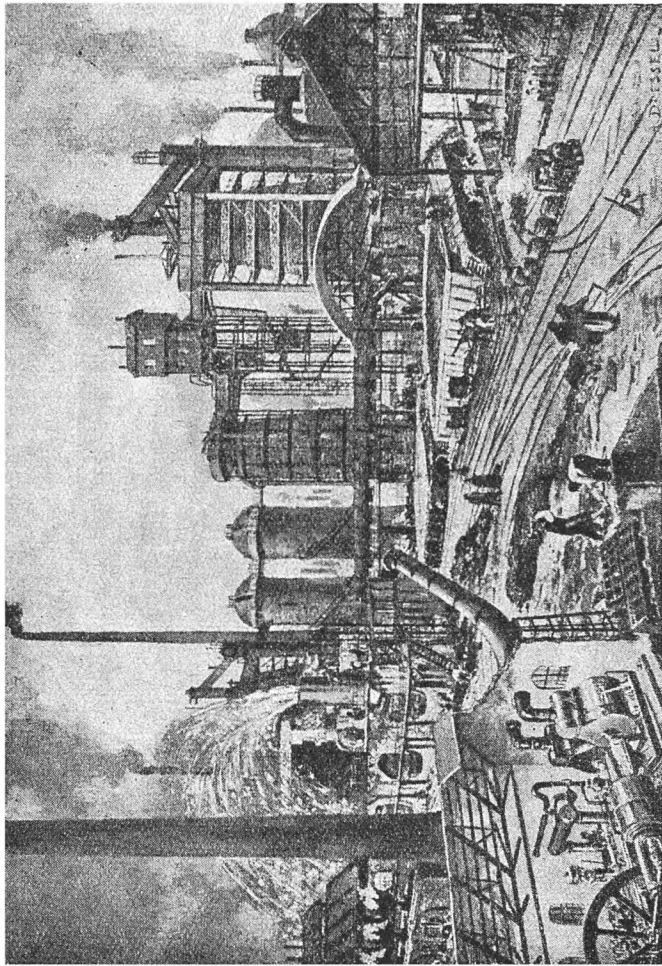
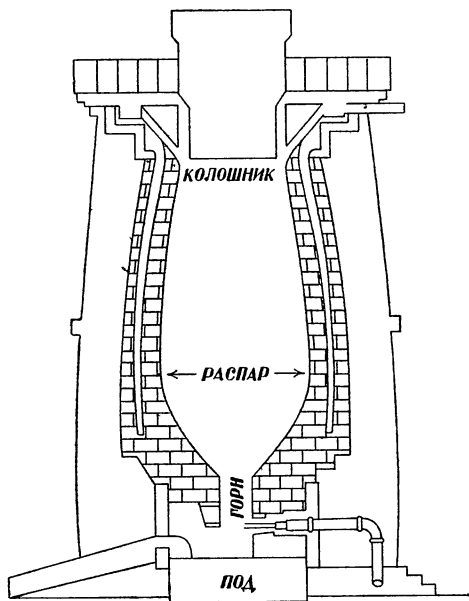


Рис. 16. Чугуноплавильный завод за границей. Справа две домны с подъемной машиной, под ними площадки для отливки чугуна. В середине два каупера. Слева разрез воздуходувной машины, котлы для отливки стали.

вдувания воздуха. Стенки выше горна называются заплечиками. Они образуют подобие воронки. Выше идет расширение, называемое *распаром*. Потом начинается сужение — шахта, которая оканчивается



вверху широким отверстием — *колошником*. Через него в домну загружается руда и уголь. Кругом колошника устраивают помост, а к нему подъем. Руда и уголь доставляются в вагончиках к подъемнику и поднимаются паровой машиной вверх, на помост. Там их ссыпают в колошник, и обратно пустые вагончики спускают вниз.

Рис. 17. Чертеж разреза домны.

Для выпуска шлака и чугуна в горне имеются отверстия одно над другим. Их заделывают огнеупорной глиной.

Как видите, в домне нет топки, как в печи. Поэтому домну сначала долго прогревают после кладки и пускают в дело без перерыва, лет на 8 — 10, пока что-нибудь не испортится. Остановка домны вызовет застывание чугуна. Чугун залепит все

продувные отверстия, и надо будет отбивать зубилом.

Вот и сообразите, сколько угля и руды сожрет это ненасытное чудовище за все время. Ни в будни, ни в праздник нельзя оставить его голодным, надо постоянно кормить по два раза в час, днем и ночью.

Разжигают дому сначала стружками и сухими дровами, сверху сыплют слой древесного угля, потом кокса до верха. Стружки поджигают через отверстия в горне. Когда угли разгорятся и осядут, сыплют еще кокса. Так и нагревает печь до нужной теплоты в течение нескольких недель. Потом засыпают руду в перемежку с коксом или углем и начинают продувать воздуходувной машиной. С этого времени домна раза два в сутки выпускает жидкий чугун до тех пор, пока не испортится.

Чугун плавится при высокой температуре в 1200° . В наших печах такого жара нельзя получить, поэтому и чугун не расплавишь. В домне высокий жар получается от непрерывного раздувания кокса сильными струями воздуха через несколько отверстий. При этом получается много угарного газа, который горит в углях синим огоньком и дает большой жар.

При вдувании воздуха в угли газ кислород соединяется с углеродом, из которого состоит почти вся масса угля, и получается углекислый газ. В нем на одну частицу углерода приходится две части кислорода. Газ этот поднимается кверху по слою угля и отдает ему одну частицу кислорода, отчего

угли и выше разгораются. Получается новый газ — окись углерода или угарный газ, в котором на одну часть углерода приходится одна часть кислорода. Этот газ вы можете наблюдать в печи, когда перегорают угли. Он горит синеватым огоньком, соединяясь с кислородом воздуха, и получается тогда углекислый газ. Если же не давать углям перегорать и закрыть трубу, из печи найдет угар в избу.

Вот этот угарный газ в домне и производит плавку чугуна. Без него было бы невозможно расплавить руду. Судите сами.

Вы уже знаете, что руда — это окись железа или соединение железа с кислородом. Если этот кислород отнять, получится чистое железо. Но как его отнять? Додумались сначала, что руда с углями спекается и расплавляется в железо, если класть на слой углей слой руды. Но что при этом происходит, какие газы получаются, никто не знал. Теперь же дознались, что кислород у руды отнимается *угарным газом*.

Поднимаясь в слой руды, угарный газ находит в нем кислород и загорается синим пламенем. При этом образуется углекислый газ с двумя частицами кислорода. Весь кислород из руды идет на сгорание угарного газа, а руда от сильного жара плавится. Углекислый газ поступает в слой угля или кокса и отдает одну часть кислорода на горение угля, получается вновь угарный газ. Он проходит в новый слой руды и отнимает у ней кислород. Образуется

углекислый газ, который в новом слое угля отдает ему часть кислорода, и так до конца нагрузки всей домны. В слое угля образуется углекислый газ, в слое руды — угарный газ. Без этого чередования газов руда не расплавится.

Теперь понятно, почему нужно класть в домну на слой угля слой руды, а не просто одну руду. Это самое важное открытие в обработке железа. Сначала открыли самый способ и долго руководились практикой, не понимая, в чем дело. Потом доискали причины и стали работать по науке.

В настоящее время при каждом заводе есть лаборатория, где исследуются руды и выходящий из них чугун, составляются разные смеси руд с плавнями, чтобы получить тот или иной сорт чугуна. Некоторые заводы особенно славятся высокими сортами чугуна, другие стремятся избавиться от замеченных недостатков.

Свойство чугуна зависит больше всего от состава руды, но иногда удается прибавкой примесей изменить в лучшую сторону недостатки руды.

В новых домнах добились большого удешевления выплавки чугуна вдуванием воздуха, нагретого до 800 — 900°. Подогревание производится за счет выходящих из домны горячих газов. Поэтому над новыми домнами зарево пожара наблюдать не приходится.

Рядом с домной ставятся две или четыре огромные башни, немного ниже домны. Их называют

кауперами по имени изобретателя. Снаружи они обшиты железом, внутри выложены огнеупорным кирпичем.

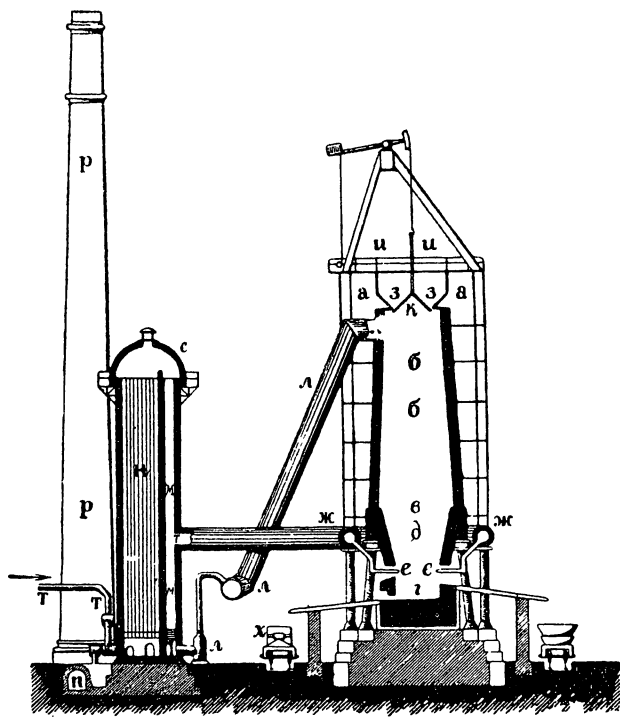


Рис. 18. Чертеж разреза домны (справа) и каупера (слева).

Широкий канал внутри снизу вверх служит для впускания газов из домны. Газы проходят потом между узкими каналами из кирпичей и сильно их нагревают. Часть тепла остается в кирпичах, а газы

уходят в дымовую трубу. Когда кирпичи нагреются, газ переводят в другой каупер, а в первый прогоняют холодный воздух воздуходувной машиной. Воздух, проходя между горячими кирпичами, трется об них, нагревается и через широкий канал проходит в воздуходувную трубу и поступает в домну. Когда нагреется второй каупер, пускают холодный воздух через него, а первый подогревают вновь. Так и происходит все время днем и ночью подогревание воздуха, при чем рабочие в определенное время открывают одни краны и закрывают другие. Воздуха для вдувания в домну требуется очень много, поэтому он раньше сильно охлаждал жар в горне и мешал плавке чугуна. Открытие Нельсона сразу облегчило вдвое выплавку чугуна и сократило расходы на уголь в три раза. От этого чугун подешевел, и заводы, перешедшие на горячее дутье, обогатились, потому что их чугун, как более дешевый на рынке, имел усиленный спрос. Благодаря дешевизне чугуна, понизилась цена на сталь и железо. Это вызвало новые сооружения из железа и стали, отразилось на удешевлении машин и станков, а также и вырабатываемых товаров. Так изобретение одного человека обогащает целые народы, удешевляет жизнь людей.

Самым трудным делом оказалось проведение газов из домны в отводящую трубу. Когда газы свободно уходили в воздух, колошник был открыт, и руда сыпалась в домну со всех сторон равномерно,

без всяких затруднений. Когда же газы стали отводить в трубу, понадобилось закрыть колошник. Но как закрыть его, чтобы в то же время всыпать через него руду? Эта задача еще до сих пор не разрешена как следует. Есть несколько приборов, закрывающих колошник. Более распространен колокол, лежащий широким краем на колошнике. На колокол со всех сторон валят руду и угли. Потом закрывают сверху крышкой, а колокол по блоку приподнимают. Руда скатывается вниз под колокол. Здесь не достигается равномерное распределение руды у краев домны и в середине. Поэтому разными способами стремятся уравнять слои.

Другой способ закрытия решетками или окошечками, открываемыми вниз, дает возможность выравнивать сначала руду на решетке, потом окошки открывают, и руда проваливается.

Вопросы и задачи: Как устраивают доменные печи? Какие у ней части? Как разогревают домну и загружают рудой? Зачем нужно чередовать руду с углем или коксом? Как происходит подогревание воздуха, вдуваемого в домну? Как закрывают выход газам из домны на воздух?

ОТЛИВКА ЧУГУННЫХ ВЕЩЕЙ.

Найдите обломок чугунка или сковороды, разбейте его и посмотрите свежий излом. Он будет серого цвета. Потрите излом о бумагу, останется след как от карандаша. Переломите проволочный

гвоздь, излом будет белый и на бумаге следа не оставит. По этим признакам можно всегда отличить чугун от железа.

В чугуне остается примесь углерода при плавке руды с углем. Углерод при застывании выделяется



Рис. 19. Прослойки графита в чугуне под микроскопом.

в виде прослоек *графита* и пачкает бумагу или руки. В карандаше тоже вложен графит, состоящий из углерода. Если отбить очень тоненькую пластинку чугуна и посмотреть на нее в микроскоп, видны будут прослойки графита.

В железе углерода почти нет, а в чугуне бывает до 5% состава.

Если чугун выливается из домны в песочные формы, остывание его происходит медленно и углерод, затвердевая, выделяется в виде графита. По излому это будет сорт *серого* литейного чугуна. Он идет на литье чугунных вещей.

Но тот же чугун из домны можно вылить в железные формы, в которых остывание идет быстро. Тогда углерод не успевает выделиться, а остается в соединении с железом. Излом его будет белый и рук не запачкает. Это сорт *белого* чугуна. Он весь идет в переплавку на железо и сталь. Он хрупкий и жесткий, в отливку не годится, потому что плохо заполняет форму и пузырится.

На каждом заводе плавят оба сорта чугуна. Из серого чугуна отливают чугунные вещи, а белый чугун идет в переработку на железо.

Литье происходит иногда на том же заводе рядом с домной. Но чаще литейные заводы устраивают вдали от домн в крупных городах. Эти заводы хорошо оборудованы для отливки разных сложных частей машин, валов, колес, колонн. На это литье требуется чугун, очищенный от примесей и обладающий разными свойствами. На доменных же заводах идет отливка простых домашних вещей, где не требуется особая чистота чугуна. Таковы чугунки, сковороды, плиты, вьюшки.

Главная часть литейного завода — особые печи, в которых растопляются болванки чугуна. Больше всего устраивают вагранки.

Вагранка строится на подобие домны, но небольших размеров от 4 до 6 м высоты. Снаружи она склепана из котельного железа, внутри выложена огнеупорным кирпичом. Дно печи выложено слегка наклонно к выпускному отверстию. Печь стоит на каменном основании на чугунной плите. Нижняя часть печи называется горном; в него входит несколько трубок для вдувания воздуха. Верх печи называется колошником. Через него сбоку кладут чугун и кокс или уголь.

Вагранку разогревают дровами, потом кладут кокс выше воздухопроводных трубок, на него кладут чугун, потом опять кокс и чугун в несколько слоев. Из вагранки особая дымовая труба выводит газ на волю.

При сильном вдувании воздуха чугун быстро расплавляется и его по временам выпускают в особые ковши. Расплавленный чугун в ковше переносят к месту отливки и выливают в формы.

Формы делают в особых ящиках без дна. Они называются *опоккой*. Ящики забиваются особым формовочным песком с небольшой примесью глины от 5 до 12%, но без примеси извести. Песок готовят старательно для формовки, делают его мелким и чистым от сора путем отсеивания.

Для формовки необходима деревянная модель той вещи, которую нужно отлить. *Модель* делают столяры в модельной точно по чертежу, соблюдая все размеры. Немного прибавляется на усадку

чугуна при застывании. Модель разрезается на две равные половинки.

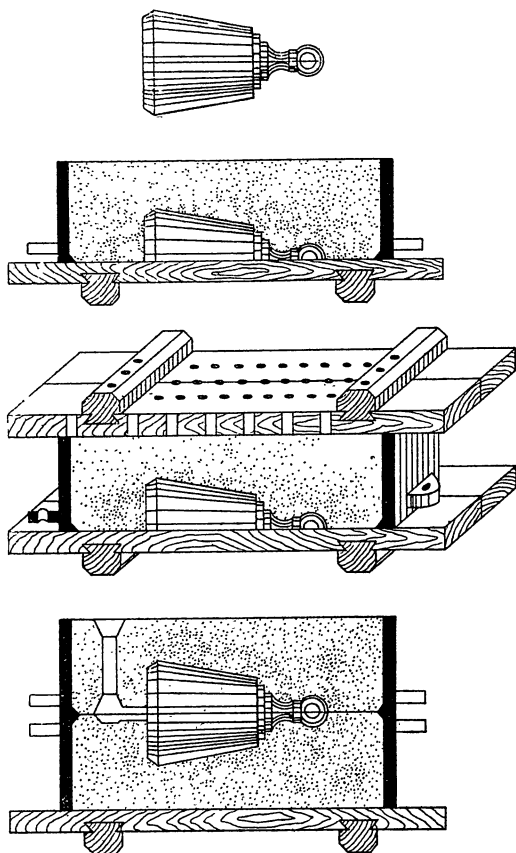


Рис. 20. Модель для отливки и формовка ее.

Формовку ведут так. На толстую доску кладут половинку модели, срезанной стороной, накрывают *опоклой* и забивают сырым песком, плотно утрамбо-

ывая. Сверху накрывают опоку доской и переворачивают форму. На нее кладут другую половинку, обкладывают опокой и забивают песком с утрамбовкой. От формы в оба конца кладут по палке для отверстия. Одно нужно для вливания металла, другое для выхода воздуха. Потом верхнюю опоку снимают и переворачивают. Из песка осторожно вынимают обе половинки модели, зачищают неровности в песке, расширяют отверстия, вынув палки, порошок углем песок, чтобы не пристал чугун, и осторожно складывают опять верхнюю опоку с нижней. Получается внутри их углубление в песке точно по модели.

Отливка идет в отверстие (литник), пока не потечет в другое отверстие. Сор из ковша снимается.

Когда чугун застынет, опоку снимают и отлитую вещь вынимают из песка. Ее очищают, шлифуют, срезают лишние части и употребляют в машину или пускают в продажу.

Как видите, отливка — дело сложное и трудное. Надо большое умение формовщиков хорошо приготовить форму, надо умело заполнить форму достаточно жидким металлом. Да и модель сделать не легко, надо, чтобы все части точно приходились.

Большие вещи льют в особой яме в земле. Форму выдавливают в песке одной половинкой, а другую перекрывают с опокой.

Существует много разных приемов формовки и литья. Для разных вещей требуются разные

сорта чугуна, которые получаются при плавлении в вагранке с разными примесями.

На большом литейном заводе, где бывает большое литье, жидкий металл передается в огромных ковшах особым краном. *Кран* движется по рельсам

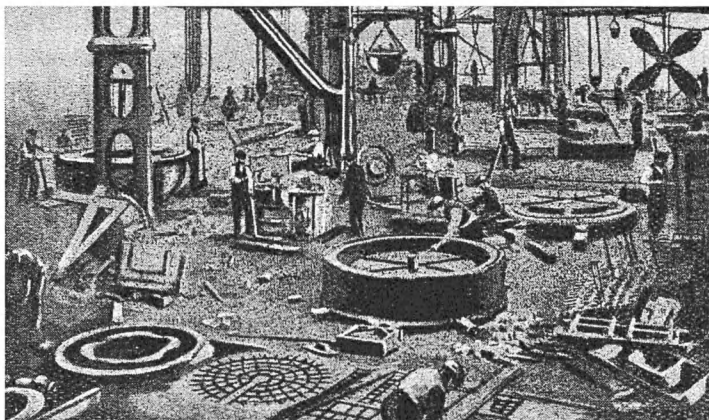


Рис. 21. Формовочное отделение на заводе.

вдоль и поперек корпуса, поднимается и опускается. От вагранки он приносит ковши с металлом к месту формовки, и рабочие только направляют струю в надлежащее место.

Вопросы и задачи: Прodelайте формовку в песке простой модели и отлейте бронзовую вещь или оловянную. Какой сорт чугуна идет в литье и как он получается? Как чугун расплавляется? Как происходит формовка и литье?

КОВКА И ПРОКАТКА ЖЕЛЕЗА.

С ковкой железа вы уже знакомы по деревенской кузнице, но на больших заводах ковка производится в огромных размерах.

В прежнее время прямо из руды получали ковкое железо в простых горнах. Их называют *сыродутными*. И теперь этот способ сохранился там, где на месте руды много леса для углей. У нас, в Новгородской губернии крестьяне-кустари получают железо прямо из руды. Наиболее употребителен этот способ в Испании, под названием каталонского.

Но там, где уголь дорог, такой способ невыгоден, потому что много тратится углей. Выгоднее обходится обращать сначала руду в чугун, а из чугуна получать ковкое железо, или сталь. Для переделки употребляют особые горны и печи.

В горн кладется уголь с болванками чугуна и производится дутье мехами. Чугун плавится и каплями опускается вниз. Через капли проходит струя воздуха из мехов. Уголь из чугуна соединяется с кислородом воздуха и выгорает, обращаясь в углекислый газ. Примеси в чугуне — сера, фосфор, кремний, марганец соединяются с кислородом и образуются окиси, переходящие в жидкий шлак. От выгорания угля капли сгущаются, свариваются в ковкую массу, среди которой перемешаны жидкие шлаки. Такую массу ска-

тывают в комок — *крицу*, выворачивают вверх, подогревают еще со свежим углем и доводят до надлежащей спелости. Это узнается железным ломом; если лом идет с трудом в массу, а приставшие частицы железа ослепительно белого цвета, значит пора крицу вынимать. Она будет хорошо коваться. Крицу кладут под молот и начинают отжимать шлаки (окалину) и сваривать частицы железа. Чем сильнее будут ковать, тем больше выдавится шлака и плотнее сварятся частички железа.

Пока было много древесного угля, железо получалось в кричных горнах; когда же леса стали выводиться, обратились к каменному углю. Но в нем есть вредная примесь серы, от которой железо получается хрупкое и ломкое. Если в железе есть примесь серы $\frac{1}{2}\%$, при ковке и прокатке оно разбивается.

Англичанин Корт в 1784 г. изобрел особые печи, которые можно было нагревать каменным углем без порчи железа. В такой печи топка и дымовая труба отгораживается от горна над топкой, где кладется чугун. В горн свободно проходит воздух через дверцы выше. От жара углей чугун плавится. Тогда открывают дверцы, забрасывают шлаки и перемешивают массу длинными кочергами. Воздух врывается в горн, уголь выгорает, а примеси окисляются в жидкие шлаки. Постепенно вся масса густеет и перемешивается часто кочергами через весь горн, чтобы не пристала к стенкам печи.

Это перемешивание по-английски называется (пудлингованием), поэтому и печи называют *пудлинговыми*.

Это изобретение повысило в 10 раз производительность работы против кричных горнов и дало возможность перейти от кустарной выработки железа к заводской — большими массами. Однако этот способ очень труден для рабочих. Они принуждены

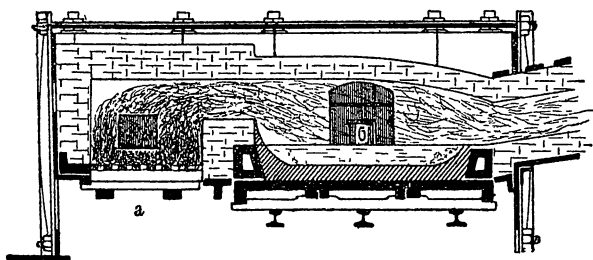


Рис. 22. Пудлинговая печь.

часто мешать тяжелую массу кочергами, несмотря на сильный жар в печи. И тем не менее на всех прокатных заводах употребляют пудлинговые печи. Когда масса очистится, ее разделяют на комки — крицы от 20 до 30 кг, закрывают печь и поднимают жар до сварочной температуры. Потом вынимают крицы из печи большими клещами, кладут на тележку и везут под молот для сварки и выдавливания шлака.

В ковком сварочном железе остается угля не более $\frac{1}{2}\%$. Такое железо легко куется и прокаты-

вается в полосы. От примеси фосфора даже 0,1% железо легко ломается в холодном виде.

Кремний делает железо более твердым и менее ковким. Поэтому и стараются очищать железо от всех примесей.

Молот на заводе не то, что молот в кузнице. Это большая машина с паровым цилиндром. Пар поднимает и опускает на стальную наковальню тяжелую многопудовую бабу. Молот заключен в прочные стойки, которые укреплены на твердом каменном основании. Самый большой молот имеется в Северо-Американских Штатах — 125 *t* (7500 пуд.). У нас на Обуховском и Пермском оружейных заводах молоты по 50 *t*. Большинство молотов имеют небольшой вес. Теперь кроме молотов употребляют прессование железа в особых прессах. В них происходит сдавливание железной массы между двумя плитами помощью воды, накачиваемой насосом.

Прокатка железа производится на прокатных станках и имеет целью придать железу форму полос, листов, брусьев определенных размеров, проволоки определенной толщины.

Прокованное и расплющенное железо пропускается в обжимочные валы. Один вал вертится в одну сторону, другой под ним в другую; в щель между ними проходит железо и выдавливается в ровную полосу. Полоса режется на куски, которые кладутся в прокатную печь, вновь нагреваются до белого каления и поступают в прокатные валы.

Полоса железа проходит от одних валов в другие, щели между ними постепенно убывают. Рабочий захватывает край клещами и впускает между валами от одного станка к другому. Постепенно полоса сплющивается и получает нужный вид. Так вытягивают длинные балки и рельсы.

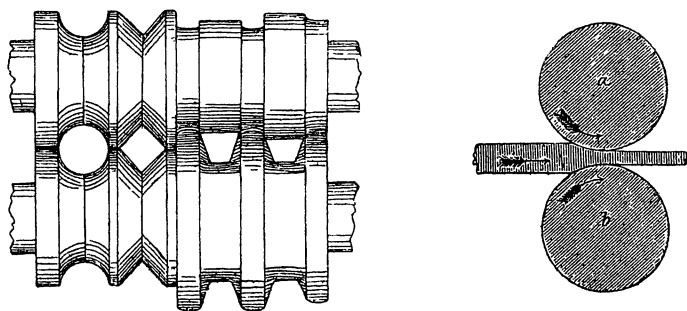


Рис. 23. Формы прокатных валов и прокатка полосы.

Там, где требуется особая твердость металла, употребляют сталь вместо железа. Из стали делают рельсы и толстую броню для военных кораблей.

Вопросы и задачи: Можно ли из руды приготовить железо без чугуна? Почему не делают? Как чугун переводят в железо и почему? В чем состоит кричный способ? Что такое пудлингование? Как устроен паровой молот? Зачем требуетсяковка железа? Как происходит прокатка? Каким путем получается проволока?

ЛИТЬЕ СТАЛИ.

Сталь тверже и прочнее железа, дольше не ржавеет и обладает упругостью. Поэтому во всех машинах и станках ставится сталь на всех частях, требующих особой прочности. Инструменты делают стальные. Множество стали идет на пушки и снаряды, на броню для военных судов, на рельсы железных дорог и пр.

В прежнее время умели только *сваривать* сталь из тонких железных полос. Полосы клали в ящик из огнеупорных кирпичей, пересыпали порошком угля, плотно закрывали и нагревали в печи до красного каления дней 6 — 8. Углерод проникал в мягкое железо, и получалась сталь. Такая сталь называется *цементной* и *сварочной*.

Способ этот медленный и неудобный. Он везде теперь заменен *литьем*.

В 1740 г. английский часовой мастер Гунтсман открыл способ отливать сталь для своих часовых пружин. Он брал куски сварочной стали и разогревал на сильном жару в котелке из графита (тигле). С этого времени началась отливка стали в тиглях. Способ этот дорогой и дает мало металла. Его употребляют при отливке пружин и прочих мелких вещей из разных сплавов. На заводе Круппа в Германии тиглевая отливка применялась с выгодой в больших размерах при литье пушек.

Теперь на многих заводах применяется более дешевый способ *бессемеровский*.

Генри Бессемер был простой мастер на заводе в Англии. Образование он получил небольшое, но практикой на железном заводе добился многих знаний. В 1856 г. он заявил привилегию на открытый им новый способ отливки стали. Первые пробы на заводе были неудачны. Настойчивостью и улучшениями он добился того, что начала получаться хорошая сталь. Заводчики встретили подозрительно новое изобретение, боясь порчи металла. Однако выгода была так очевидна, что заводы один за другим заводили у себя новый способ.

В чем же его выгода?

Он не требует затраты углей или кокса и дает быстро большое количество стали для отливки крупных сооружений. Сталь отливают из белого чугуна. Чугун расплавляют в вагранке и выливают в особый котел в виде груши. Котел снаружи железный, внутри из огнеупорного кирпича. Он укреплен на оси, которая лежит на каменном основании. Это дает возможность поворачивать котел отверстием вверх и вниз. Когда котел нальют из вагранки расплавленным чугуном, открывают внизу решетчатое дно и пускают сильную струю сжатого воздуха. Воздух проходит через всю толщу чугуна и выходит вверх вместе со снопом ярких искр. Углерод из чугуна соединяется с кислородом воздуха и выгорает. Примеси окисляются в шлаки и всплы-

В некоторых рудах бывают примеси *фосфора*, которые трудно удалить из чугуна и стали. Фосфор делает сталь ломкой на холоду. Фосфорных руд много в Германии. В 1878 г. инженер *Томас* придумал выкладывать бессемеровские группы *доломитом*. Доломит состоит из смеси углекислой извести и магнезии. Его много бывает в горах. При продувании чугуна в груше фосфор соединяется с известью, и таким путем чугун очищается. Фосфорная известь потом отбивается от стенок котла, размалывается в порошок и продается как фосфорное удобрение на поля под названием *Томасова шлака*.

Способ такой очистки стали от фосфора называется *томасированием*. Оно не только улучшило качество стали простым средством, но и создало новое дешевое удобрение для полей.

При изготовлении множества чугунных и железных вещей на заводах накопилась масса лома и брака. Не знали, что с ним делать, куда девать. Заводы были завалены старым железом.

Французский инженер **Мартен** в 1866 г. попробовал переплавлять старый лом в сталь в особой газовой печи, придуманной **Сименсом**. Опыт оказался удачным, и с того времени вошло в употребление *мартеновское* производство стали.

Мартеновские печи имеют сложное устройство. Они нагреваются особым генераторным газом. Газ этот получается в дополнительной печи от неполного сгорания топлива — углей, торфа, дров при

слабом притоке воздуха. Получается много угарного газа — окиси углерода. Этот газ в соединении с другими и называют генераторным. Он сгорает в плавильной печи, давая высокую температуру до 2000°. На таком сильном жаре расплавляются быстро чугун, железо и сталь.

Сначала печь разогревают, зажигая газ. Потом кладут чугун на особую чашку внутри печи, к нему прибавляют железа, стали и разные смеси. Все это быстро плавится, клокочет и пенится в печи. Плавка идет 3 — 4 часа. В небольших печах сразу плавится 10 — 15 т, а в больших до 50 т. По временам берут пробы железной ложкой, выливают в формы и определяют качество сплава.

Мартеновская печь тем и удобна, что дает возможность следить за плавкой и по желанию изменять состав сплава. Этим и пользуются разные большие заводы, составляя секретные составы сплавов и выпуская на рынок улучшенные сорта сплавов.

А сортов стали теперь много. Железо в соединении с другими металлами дает сталь для самых разнообразных целей. *Марганцовая* сталь идет на вещи, требующие особой твердости — несгораемые сундуки, стрелки железных дорог, дробилки. *Никелевая* сталь почти не расширяется от нагревания и идет на измерительные приборы. Она очень вязка, сопротивляется разрыву, не дает трещин от удара, поэтому идет на броню для военных судов, пушки, балки и стропила. *Хромовая сталь* оказалась удоб-

ной для дальнобойных снарядов. *Вольфрамовая* сталь идет на рессоры, пушки, непробиваемую броню. Соединение двух последних металлов дало быстро режущую сталь для режущих станков. *Ванадиева* сталь идет во все главные части автомобилей, как особо прочная и легкая.

Каждый сталелитейный завод имеет своих химиков, изучающих свойства сплавов для разных целей. Каждое новое открытие удешевляет продукт, улучшает его качество. Например, раньше в режущих станках стальные резакИ от работы быстро нагревались и становились мягким железом. Приходилось их часто менять. Это задерживало ход работ. Когда же изобрели быстро режущую сталь из сплава вольфрама, хрома и железа, получились резакИ твердые при всяком нагревании. Работа пошла вдвое скорее.

В последнее время новые сорта стали готовят в электрических печах с сильным током. Получается прямо из руды, без дорогой домны *электро-сталь*. Некоторые сорта стали выходят очень дешево. Так раньше килограмм ванадиевой стали обходился в 50 тыс. руб., а теперь в электрической печи 20 руб. Удешевление достигнуто в $2\frac{1}{2}$ тыс. раз.

Вопросы и задачи: Чем отличается сталь от железа? Соберите железные и стальные вещи, рассмотрите их и сравните. Как готовится сварочная сталь? В чем состоит бессемерование? Почему оно вошло в употребление? Как очищают сталь от при-

месей? В чем состоит томасирование? Что такое томасов шлак? В чем состоит мартеновское производство? В чем его преимущества? Какие есть сорта стали? Что такое электро-сталь? Какая выгода от электрических печей?

ПРОИЗВОДСТВО ЖЕЛЕЗА В СССР.

До XVII века у нас добыча железа велась кустарным способом в сыродутных горнах. На севере перерабатывали болотную руду близ гор. Устюжны, а в центре близ гор. Тулы. Правительство, нуждаясь в оружии и снарядах, приглашает иностранцев в XVII веке, заводит близ Тулы домны для плавки чугуна и железные заводы. Возникают заводы и на Урале. В конце XVII века было 10 заводов. Но до Петра I добыча железа была незначительна. Сначала Петр I основал завод в Петрозаводске для плавки чугуна из озерной руды и заготовки оружия, но потом стал усиленно развивать дело на Урале. Он послал туда умелого тульского мастера, кузнеца Никиту Демидова, дал ему большие льготы, наделил землей с крепостными крестьянами. Демидов настроил на Урале ряд заводов и считается основателем там металлургической промышленности. В 1725 г. Урал давал в год 65 тыс. *т* чугуна. В конце XVIII века чугун вывозился за границу.

Потом заводы стали плохо работать. Нас опередили иностранцы, особенно англичане. От них

пошли машины из более дешевой стали, потом рельсы и паровозы. Наши заводы сначала не имели новых изобретений — горячего дутья и паровых машин.

Постепенно и к нам проникали иностранные мастера. Они улучшали производство, заводили новые заводы для обработки железа и стали и сборки машин. На Урале возникли новые чугунно-плавильные заводы с большими печами. Таков огромный Надеждинский завод в Богословском округе, в Северном Урале. Завод занимает большую площадь земли и походит на город. Вырабатывается чугун и мартеновская сталь. В год можно выплавить до 200 тыс. *т* чугуна и столько же стали.

Раньше Уральские заводы славились хорошими сортами чугуна, потому что плавка шла на древесном угле. Но теперь леса сильно поредели, доставать уголь издалека не выгодно. Пришлось перейти на кокс. Но на Урале нет каменных углей, спекающихся в кокс. Приходится везти кокс из Сибири за многие сотни верст из Кузнецкого района.

Все это задерживает развитие на Урале железоделательной промышленности, несмотря на огромные запасы железной руды хорошего качества. Перед войной на Урале добывалось чугуна менее 1 милл. *т*. После войны производство сильно упало. Потом начинается улучшение, и в 1923 — 1924 гг. было выплавлено 250 тыс. *т*.

Иначе пошло развитие в другом районе, близ Черного моря. В 1866 г. были обнаружены залежи

красного железняка у местечка Кривой Рог, но много лет никто не приступал к разработке. Наконец дошла и до нее очередь.

В 1872 г. англичанин Джон Юз выстроил с помощью казны недалеко от г. Бахмута чугунолитейный и рельсопрокатный завод. Он был знаток по изготовлению рельс, а правительство нуждалось в рельсах для проведения к Черному морю железных дорог для вывоза хлеба за границу. Юз получил большие заказы на рельсы и задатки. Но дело сначала не ладилось. Завод плавил местную руду, но она была невысокого качества. Так шло, пока не провели железную дорогу от Кривого Рога к гор. Бахмуту в Донецкий бассейн или Донбас. Тогда завод Юза стал возить криворожскую руду, и дело пошло хорошо. Из руды получалась прекрасная сталь и выходили прочные рельсы. Завод в короткое время разросся в огромное предприятие со множеством корпусов и массой рабочих. Около завода вырос целый город Юзов.

Барыши Юза привлекли иностранцев, которые настроили заводы в Криворожье и Донбасе. Заводы эти как новые отличаются от уральских тем, что в них все машины и приспособления устроены по новым образцам с применением всех изобретений техники. В заводы вложены большие средства. Поэтому они вырабатывают гораздо больше, чем заводы на Урале. Огромные домны получают горячий воздух в горны. Мартеновские печи дешево

переливают чугуны в сталь. На месте готовят много чугуновых и стальных вещей. Кокс получается из каменноугольных копей по соседству на тех заводах, которые построены в Донбасе. А на криворожские заводы подвозят по железной дороге. У них выгода та, что не везут руду за 300 — 400 км.

В 1894 г. были открыты залежи бурого железняка близ гор. Керчи, и возникло 4 завода. Руду пришлось извлекать из большой глубины 300 м, а криворожская руда выходит на поверхность. Поэтому заводы не довольствуются своей рудой, а привозят частью от Кривого Рога.

Южный район быстро перегнал Урал и в 1913 г. выплавил чугуна более 3 милл. т. Но после войны выработка упала ниже Урала. Край долго находился в руках белогвардейцев, домны потухли, рабочие разошлись в поисках заработков. С умирением края началось оживление. Рабочие возвращались на заводы, пускали домны и коксовые печи. В 1923 г. юг сравнялся с Уралом, а 1924 г. уже перегнал его. В будущем этот район будет давать нам все больше железа, потому что находится в более выгодных условиях, чем Урал. Там надо везти кокс на заводы за тысячи километров, а на юге кокс и прекрасная руда почти рядом. Это удешевляет производство. Центральный район близ Москвы обладает залежами бурого железняка. Залежи разбросаны по многим губерниям в виде гнезд, добыча в общем не велика. В 1913 г. было

добыто чугуна менее 50 тыс. т. Заводы работают на донецком коксе. Главное неудобство — в разбросанности залежей руды и дорогой доставке кокса. Это удорожает выработку железа.

В Сибири много руды, но добыча очень ничтожна в виду



Рис. 25. Выплавка чугуна в СССР с 1882 г. по 1924 г. (в миллионах пудов).

дорогой перевозки железа. Близ Петрозаводска добыча тоже незначительна. Близ Ленинграда есть четыре огромных завода, перерабатывающие привозный чугун в сталь.

Рост выплавки чугуна с 1882 г. виден из диаграммы (рис. 25).

Из диаграммы видно, что общая выплавка поднялась в 6 раз к 1913 г., но в южном районе поднялась в 42 раза, а на Урале только в 2 раза.

Со времени революции все заводы отобраны в казну (национализированы). Теперь они соединены в 27 крупных управлений (трестов), работают по казенным заказам и на вольный рынок. В 1923 г. было в действии 137 крупных заводов с 183 тыс. рабочих и 162 мелких с 16,6 рабочих.

Вопросы и задачи: Где у нас прежде добывалось железо? Когда началась промышленность на Урале? Как она развивалась? Что мешает ей теперь развиваться? Когда начали плавить чугун в южном районе? Почему там быстро развилась промышленность? Сравните Урал с Югом по добыванию чугуна в разное время (по диаграмме). Как теперь управляются железные заводы?

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЖЕЛЕЗА.

Интересно взглянуть, как развивается добыча железа во всем мире. Судя по тем успехам техники, о которых вы узнали раньше, размеры выплавки чугуна очень велики. Так оно и есть. Посмотрите диаграмму выплавки чугуна за последние 70 лет (рис. 26). С пяти миллионов тонн в 1850 г. выплавка поднялась до 80 милл. т, или в 16 раз. Главный рост приходится на последние 26 лет.

Англия раньше шла впереди. Она раньше всех усовершенствовала добычу и обработку железа

и стали. Руды у ней много, угля тоже немало. По вывозу железных и стальных изделий в 1923 г. она превосходит другие страны. Но по выплавке чугуна ее перегнали Северо-Американские Штаты и Германия пред войной. После войны в Германии выработка упала, но в Америке возросла.

В Америке большую известность получил завод **Форда**. Он вырабатывает автомобили и тракторы. Автомобили Форда изо-



Рис. 26. Мировая выплавка чугуна с 1861 г. оп 1924 г. (в миллионах тонн).

бретены им самим, усовершенствованы им и доведены до такой дешевизны, что с ним никто соперничать не может, Автомобили вырабатываются

из прочной и легкой ванадиевой стали. Они очень подвижны, быстроходны и замечательно прочны. В то же время они так дешевы, что доступны семье рабочего. В Америке на каждые 5 человек приходится автомобиль. А сколько их выпускает завод Форда в год? Считайте сами. Завод работает круглые сутки. И вот, как в сказке, через каждые 7 или 8 секунд выезжает рабочий с завода на готовом автомобиле. Сколько же это будет в сутки и в год?

Но разве можно так быстро делать такие сложные машины? Ведь это не шуруп нарезать.

Оказывается можно. Форд придумал все части выделять машинами в точных размерах. Пригонять и исправлять нигде не приходится, а только собирать все части вместе в одно целое. Для сборки придуманы цепи, медленно движущиеся в одном направлении. На них укрепляют корпус автомобиля, за ним другой, потом третий и так далее на равных расстояниях. Все корпуса движутся по длинному зданию, а рабочие с обеих сторон, стоя на своих местах, приделывают быстро к корпусу часть за частью. Тот привернет гайку, другой наставит болтик, третий вставит иную часть. Все части подходят к рабочим на ремне выше корпуса, только снять ее и наладить. Все заранее рассчитано и определено. Рабочему некогда оглянуться, вздохнуть или закурить. Иначе остановит весь ход дела. Если кому нужно отлучиться, он знаком дает знать запасному. Тот подлетает и быстро сменяет. Работа,

что и говорить, тяжелая, ответственная, но и плата хорошая. Форд платит рабочим больше всех других заводов и не заставляет работать там, где рабочий не хочет. Каждый выбирает занятие по своим силам и свободно переходит от одного занятия к другому по надлежащем испытании.

Рабочих у Форда в каждую смену работает 17 000 человек. Но рабочие ставятся только там, где нельзя применить машину. Все же производство в главном ведется машинами. Есть большие корпуса, где работают одни машины под присмотром одного — двух рабочих. Это настоящее владычество машин. Они точнее каждого рабочего обделывают и укладывают в правильные ряды разные части.

Кроме автомобилей Форд выпускает ежедневно по 500 тракторов для обработки полей, массу запасных частей к автомобилям и тракторам. Завод занимает в гор. Детройте огромную площадь земли, имеет свою железную дорогу, свои рудники и копи. Он поглощает огромное количество угля и железа. Выработка его дает 60% всей американской выработки железа. Когда завод был остановлен в 1921 г. для ремонта и перестройки, выплавка чугуна дала большое понижение по Соединен. Штатам (рис. 26).

В Германии есть другой гигант в железной промышленности — завод **Круппа**.

До войны это был самый большой завод в мире. Он получил печальную известность изготовлением пушек. Завод обладал секретом изготовлять проч-

ные стальные пушки и непробиваемую броню. Поэтому все государства обращались к Круппу с заказами на смертоносные орудия и снаряды. Золото сыпалось как дождь, и завод рос не по дням, а по часам.

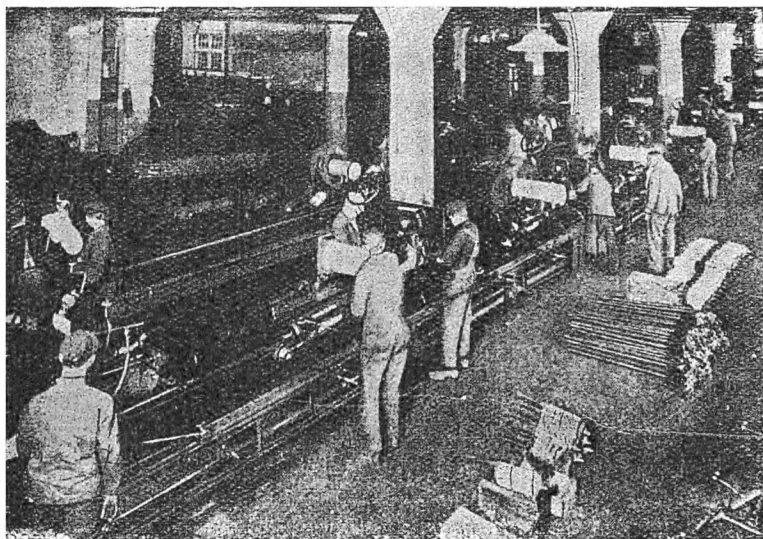


Рис. 27. На заводе Форда. Сборка автомобилей.

Кроме пушек завод изготовлял много сельскохозяйственных машин и фабричных станков, разные железные и стальные изделия.

После мировой войны Круппу запрещено делать орудия. Оставлено лишь машинное производство. Все огромные корпуса для литья пушек стоят пустые. Звезда Круппа закатилась,

На чем же держалось его могущество?

В Азии есть небольшое государство Бирма. Бирма принадлежит англичанам, но Крупш разрабатывал там руду металла *вольфрама* и вывозил к себе на завод. Вольфрам тверже стали, никогда не ржавеет и хорошо сопротивляется разрыву и удару. Поэтому на заводе Крупша клали его в сталь и получали непробиваемую броню и особо прочные пушки. Только во время мировой войны американцы узнали этот секрет и в короткое время, за полгода (1918 г.), добыли $18\frac{1}{2}$ милл. кг вольфрамовой стали.

Заводы Крупша занимают площадь земли до 500 га, имеют 60 корпусов, в которых свыше 6 тысяч машин, 140 паровых молотов по 50 т и свыше. Паровые машины обладают силой, равной миллиону человек.

До войны на заводах работало 45 тыс. человек, а во время войны свыше 100 тыс. человек.

Крупш имеет свои железные дороги, больше 40 паровозов и 1300 вагонов. У него много имеется каменноугольных копей, в Испании добывается хорошая железная руда. Перевозка угля и руды происходит на своих пароходах.

Близ завода образовался целый город Эссен с 200 тыс. жителей. Большинство рабочих Крупша живет на квартирах от завода, устроенных со всеми удобствами.

Вопросы и задачи: Как шла выплавка чугуна по странам за последние 70 лет? Кто шел впереди

и почему? Как работает завод Форда? Отчего зависит быстрота его работы? Сколько в год вырабатывает Форд автомобилей и тракторов? Что вырабатывает завод Круппа? Какой он знал секрет?

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖЕЛЕЗА И МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ.

В ясную ночь вы замечали, как падают звезды, оставляя яркий светящийся след. Только это не звезды, а небесные камни, или *метеоры*. Они появляются издалека, пролетая в воздухе, нагреваются от трения о воздух и загораются. Часть метеоров совсем сгорает в воздухе и на землю падает одна пыль. Но часть метеоров долетает до земли в виде больших и малых черных камней. Камни имеют разный состав, но иногда попадаются глыбы из чистого железа. Оно так и зовется *метеорным железом*. Эскимосы из такого железа куют себе железные вещи. Возможно, что и в древности сначала научились разогревать и ковать метеорное железо.

Откуда взялось это железо?

Полагают, что метеоры, это — остатки больших небесных планет наподобие нашей земли. От неизвестных причин планета разорвалась и отдельные глыбы от нее падают к нам. Между этими глыбами оказываются куски чистого железа.

По предположениям ученых внутри земли заключено огромное количество железа, только оно нахо-

дится глубоко, под твердой корой в расплавленно-жидком и парообразном состоянии и в смеси с другими веществами.

Вы знаете, что на земле есть огнедышащие горы, или *вулканы*, из которых по временам выступает расплавленная масса разных веществ, или *лава*.

Кроме того известно, что по мере углубления в землю становится теплее примерно на 1° на каждые 30 м. В глубоких рудниках свыше километра так жарко, что невозможно работать. Самый глубокий рудник вырыт на 1500 м. Но ведь это не более одной четырехтысячной части толщи земли до центра. Трудно и представить, какой сильный жар должен быть на глубине нескольких десятков километров. Такого жара на земле нельзя получить ни в каких печах. От него все самые тугоплавкие вещества находятся в жидком и парообразном состоянии.

На это и указывают потоки лавы, вытекающие по временам из земных недр. Но в лаве современных вулканов железа не наблюдается. Полагают, что оно вследствие большой тяжести находится глубоко и вытекать не может.

Но были времена, когда железо и другие тяжелые металлы — серебро, золото, платина выступали из глубоких недр на поверхность. Это было тогда, когда на земле еще не было твердой корки, а бушевала огненно-жидкая расплавленная масса разных веществ. В ней происходили постоянные взрывы

раскаленных внутренних паров металлов и охлаждение их в жидкости.

В то же время происходило остывание поверхности земли, вследствие отдачи тепла холодному небесному пространству. Поверхность затягивалась тонкой пленкой отвердевших шлаков. Сначала твердели вещества тугоплавкие, для которых требуется очень сильный жар, чтобы удержать их в жидком виде. Как только жар падал ниже температуры их плавления, они твердели. За ними твердели вещества менее тугоплавкие. Постепенно вся поверхность земли затянулась твердой коркой, которая постоянно прорывалась от взрывов и заливалась сверху огненно-жидкой массой. Масса эта застывала, постепенно обращаясь в кристаллические твердые породы. Их иначе называют — *огненными* изверженными породами. Строение их не слоистое, а кристаллическое. В этих породах попадает и железо в разных соединениях. Оно встречается в виде жил, идущих снизу вверх или наклонно, или в виде больших массивов, как, например, у нас на Урале, в горах Благодать, Магнитной и Великой.

Вода, воздух и другие деятели разрушали кристаллические породы вместе с залежами железа. Каменные породы распадались на пески и глины, соединения железа растворялись в воде или подвергались дальнейшим изменениям. Частью оно соединялось с кислородом и переходило в закиси и окиси, смешивалось с глинами или отлагалось

большими рудными залежами. Часть железа осаждалась в озерах в виде озерной руды. Такая руда постоянно образуется на наших глазах в наших северных озерах. Часть железа в виде растворимой углекислой соли появляется из недр земли в железистых источниках; такие целебные минеральные воды имеются, например, у нас в Железноводске на Кавказе.

Таково вероятное происхождение железа в земных пластах. Чистое железо находится редко. Все залежи известны в виде руд. Одни руды залегают в древних каменистых породах огненного происхождения, другие руды вкраплены в слоистые осадочные породы в виде штоков или продольных слоев, гнезд, пластов и рыхлых обломков россыпей.

Доступные обработке запасы железа в земле не приведены в известность. На XI международном геологическом конгрессе в Стокгольме в 1910 г. были определены запасы с большими оговорками в четвертой части всей суши. Действительных запасов определено 22 408 милл. *т*, из них выйдет железа более 10 миллиардов *т*. Возможных запасов насчитано 123 миллиарда *т*, из которых получится 63 миллиарда *т* железа.

Как распределяются действительные запасы по отдельным странам, видно из таких цифр.

Франция	5700 милл. <i>т</i> .
Сев.-Ам. Штаты	4258 » »
Нью-Фаундленд	3635 » »

Англия	1300	милл. т.
Германия	1208	» »
СССР	865	» »

Кроме того у нас более миллиарда тонн есть возможных запасов и совершенно еще не приведены в известность Курские залежи. Возможно, что в горах Сибири окажутся новые железные жилы и пласты кроме известных. Все это указывает на то, что наши запасы обеспечивают нас железом на тысячи лет. В других странах скорее настанет железный голод, и тогда наш Союз будет снабжать их железом.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр
Можно ли в деревне обойтись без железа. (Из воспоминаний школьника.)	3
В кузнице (стих. Немирович-Данченко)	5
Что мы нашли в кузнице	6
Как сковали топор	11
Павловские кустари	14
Сборка ножниц	19
На механическом заводе	24
Как получилась иголка	26
Громадные сооружения из железа	30
Откуда берется железо	41
На Уральском чугунно-литейном заводе	48
На железодельательном заводе	53
Три замечательных века	55
Как улучшалось добывание железной руды	62
Как улучшалась обработка железа	66
Устройство доменной печи	70
Отливка чугунных вещей	78
Ковка и прокатка железа	85
Литье стали	90
Производство железа в СССР.	96
Мировое производство железа	101
Происхождение железа и мировые запасы	107

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

БИБЛИОТЕКА „В ПОМОЩЬ ШКОЛЬНИКУ“

СЕРИЯ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ

Князев, В. — Наши лесные деревья. Береза, дуб, осина. Стр. 89. Ц. 45 к.

Лебедев, А. И. — Нефть и ее продукты. Стр. 76. Ц. 40 к.

Папендик, Т., и Б. Столповский. — Лен и конопля. Стр. 96. Ц. 30 к.

Папендик, Т., и Б. Столповский. — Пчельник на лесной поляне. Стр. 96. Ц. 35 к.

Соколов, С., Т. Уваров и А. Чернов. — Настоящее и прошлое земли. Стр. 141. Ц. 40 к.

Ульянинский, В. Ю. — Вода в природе и на службе человеку. Стр. 144. Ц. 40 к.

Ульянинский, В. Ю. — Из чего люди строят себе жилища. (Печ.)

Ульянинский, В. Ю. — Железная дорога. (Печ.)

Формозов, А. Н. — Охотничьи звери и промыслы. (Печ.)

Щербиновский, Н. С. — Рассказы о вредителях сельского хозяйства. (Печ.)