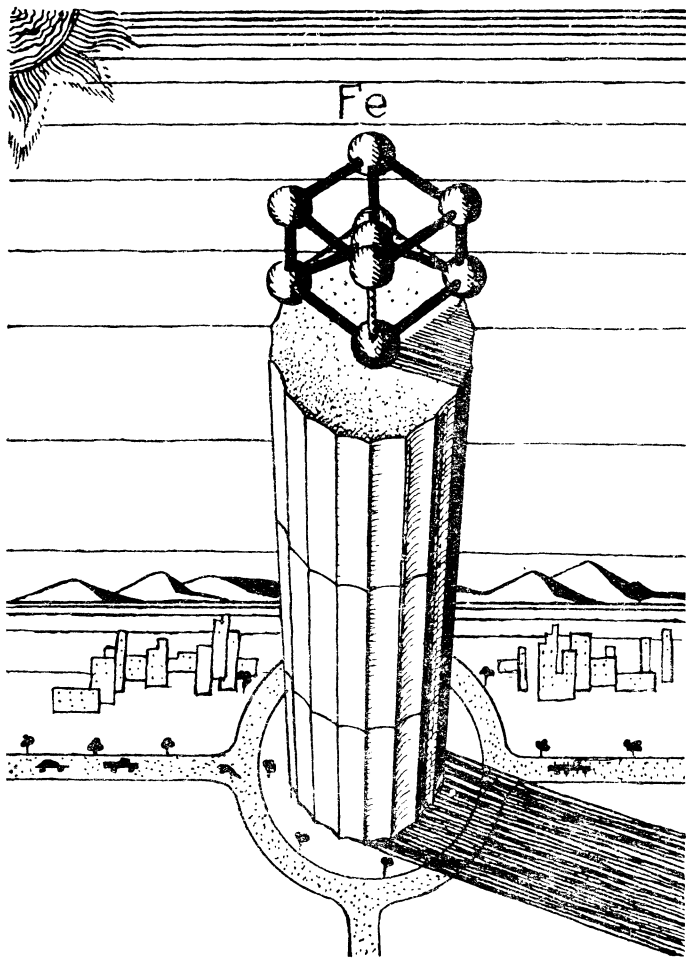


Н. МЕЗЕНИН

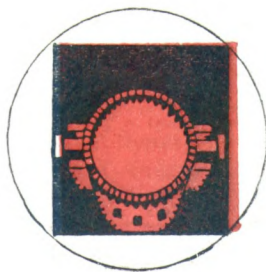
ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ





Н. МЕЗЕНИН

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ



**Средне-Уральское Книжное
Издательство, Свердловск, 1967**

Тысячелетия железо играет в жизни человека исключительную роль. Еще бы! Ведь на его долю приходится свыше 90 процентов всех добываемых на земле металлов.

Предлагаемая книга — собрание любопытных и достойных внимания сведений о железе, о процессах его производства и использования в технике. Оказывается, есть подшипники весом в 125 тонн и подшипники-малютки, в спичечной коробке их можно поместить 34 000 штук. Оказывается, пушки могут... резать сталь. Да мало ли занимательного в «железном царстве»?

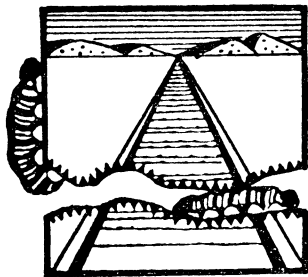
Школьники старших классов, учащиеся технических училищ, техникумов, студенты, преподаватели, металлурги, эта книга для вас. Написал ее инженер-металлург из Нижнего Тагила Николай Александрович Мезенин.

Рецензировал книгу профессор доктор технических наук Иван Николаевич Богачев.

От автора

Как-то во время работы в Государственной публичной библиотеке имени Ленина в Москве мне принесли двенадцатый номер известного дореволюционного журнала «Русская мысль». Знакомясь со статьей профессора К. Тумского «Успехи металлургии», я вдруг встретил странное сообщение, из тех, что нынче печатаются в журналах под рубрикой «Хотите — верьте, хотите — нет».

«Недавно в одном немецком журнале было сообщено, что существует особый червь (железный червь), питающийся будто бы исключительно рельсами. Иногда, действительно, рельсы изнашиваются чрезвычайно скоро и делаются при этом почти сквозными. Это было замечено на одной немецкой железной дороге, где сходы с рельс повторялись довольно часто. Учредили бдительный надзор и скоро выяснили на рельсах светло-серого червяка около двух сантиметров длиной и с зубец вилки толщиной. На передней части головы он имеет две маленькие железки, содержащие в себе очень едкую жидкость, которою он и смачивает железо; оно превращается при этом в губчатое вещество, которым червяк этот и питается. Кокконы их дают нить, по крепости напоминающую стальную проволоку и весьма



пригодную для выделки дорогих тканей. До сих пор червяк этот, кушающий рельсы, был известен только в Китае, но чем он там питается — неизвестно.»

Прочитал я это сообщение и вспомнил, что и раньше не раз попадались в книгах и журналах всякого рода любопытные факты о железе. Тогда-то и пришло решение собирать их. Выписка о черве-железоеде была первой в моей, теперь уже большой, картотеке интересных фактов, цифр, сведений. Одних только пословиц всех народов мира о железе в моем собрании свыше трехсот.

Кто только не говорил похвального слова железу.

«Тебя славим, добрый друг Железо,—

могучего великана в полнейшей силе»,—

писал в стихотворении «Гимн железу» македонский поэт Кочо Рацин.

О нем писали поэты и философы, ученые и политики. Многим известны замечательные гимны в честь железа древнеримского естествоиспытателя Плиния Старшего, средневекового металлурга Агриколы и советского академика Ферсмана.

Ф. Энгельс отмечал, что с распространением железа значительная часть человечества вступила в последний период первобытной истории. «Человеку стало служить железо, последнее и важнейшее из всех видов сырья, сыгравших революционную роль в истории»,— писал он.

В. И. Ленин называл железо одним из главных продуктов современной промышленности и одним из фундаментов цивилизации.

Из всей таблицы Менделеева трудно найти другой элемент, сыгравший такую огромную роль в истории общества. Нам известно около 80 металлов. 79 из них составляют группу цветных металлов. К черным металлам относится одно лишь железо и его сплавы — чугун и сталь. Но на его долю приходится свыше девяноста процентов общей добычи металлов.

Где только железо не используется!

В одной старинной книге, изданной в конце XVIII века, автор обращается к железу:

«Именем человечества признаю я с благодарностью многообразные пользы, доставляемые обитателям земли твоим открытием и мастерством, как-то: подручное и выгодное употребление ножа, пилы, заступа, терпуга,

скобели, сошника, вилки, шила, бурава, гвоздя, иглы, ножниц, долота, щипцов, кирпичи, винта, кольца, замка, ключа и прочее.

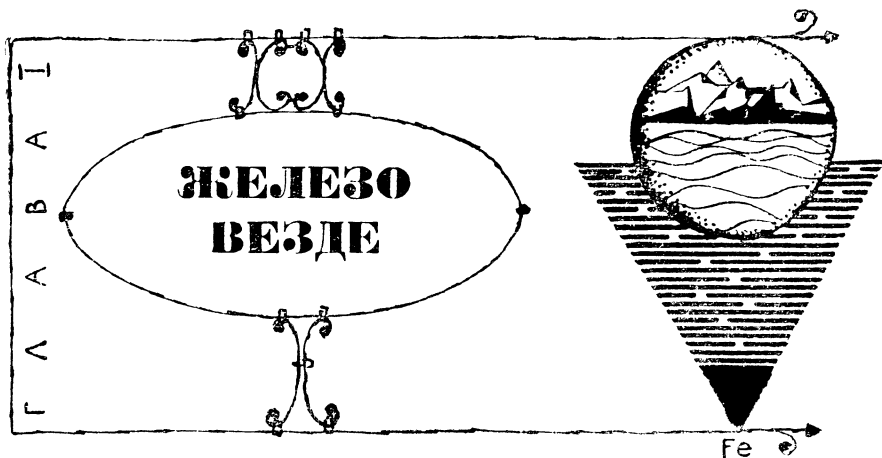
Открытием металлов, особенно железа, и употреблением его открылся путь к изобретению многих других вещей».

В этом перечне самым сложным изделием является, пожалуй, замок. Но позже, с развитием техники и широким использованием железа, при этом действительно «открылся путь к изобретению многих других вещей». Из железа и стали изготавливаются сейчас изделия-гиганты и изделия-лилипуты.

В ГДР смонтирован подшипник весом 125 тонн. Он представляет собой обод, который охватывает барабан цементной печи и вращается с ним на двух опорных роликах. Диаметр внутреннего кольца 6 метров.

В Швейцарии выпускают подшипники-малютки с наружным диаметром в 1,1 мм. В нем находится три стальных шарика диаметром по 0,4 мм. В спичечную коробку помещается 34 000 таких подшипников. Но и это не предел. Одна из самых маленьких массовых стальных деталей, выпускаемых на заводах,— шайбочка для часов. В спичечную коробку входит 6 миллионов таких деталей.

Примеров самого разнообразного использования железа в технике можно привести множество. Этому и посвящена наша книга.



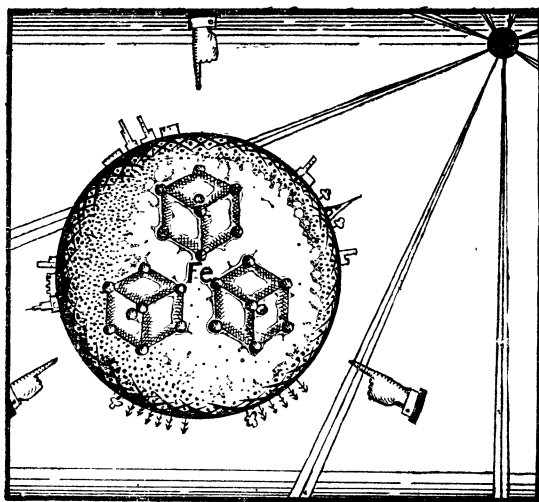
Что такое железо?

Железо — химический элемент VIII группы периодической таблицы Д. И. Менделеева с порядковым номером 26, атомным весом 55,85. Это блестящий серебристо-белый вязкий и ковкий металл. Температура плавления наиболее чистого железа 1539° , температура кипения 2740° , удельный вес $7,88 \text{ г/см}^3$. Со многими металлами оно дает сплавы, а, например, железо и свинец при смешивании образуют два жидких слоя, как вода и масло.

Слово «железо» происходит от санскритского слова джалъ-жа, что означало металл, руда. Научное название элемента произошло от латинского слова феррум — железо. Этот металл образует много соединений, применяемых в практике. Так, окись железа — железный сурик, или мумия, — дешевая красная краска. Железный купорос применяется в текстильном производстве, в производстве берлинской лазури, чернил, ми-

неральных красок. Серноокисное железо применяется как коагулянт, то есть укрупнитель частиц осадков при очистке воды. Кристаллы сернистого железа определенного состава обладают свойствами полупроводников. Соль хлорного железа останавливает кровотечение. Для этого мелкие ранки и царапины смачивают раствором этой соли в воде. Пятипроцентный раствор железного купороса при опрыскивании растений губит многих насекомых-вредителей. Фотолюбители же на основе этой соли готовят высококачественный проявитель. Порошкообразная, кристаллическая окись железа — крокус применяется как абразив при полировке металлов, стекла.

Изобретатель гидроторфа Р. Э. Классон и его помощники, проводя опыты по обезвоживанию торфа, обратили внимание на свойство высушенной гидромассы коксоваться и газифицироваться при очень низкой температуре после обработки его



коллоидным раствором железа. Это крупнейшее техническое открытие нашло в дальнейшем применение в промышленности.

Железо в живой природе

Француз Мери сделал в прошлом веке сенсационное открытие — обнаружил железо в крови человека. Не сведущие в медицине люди были поражены сообщением Мери, кто-то даже предложил чеканить медали из железа крови знаменитых людей с целью увековечивания их памяти.

Из истории медицины известен курьезный случай.

Один молодой студент-химик решил подарить своей возлюбленной кольцо, сделанное из железа собственной крови. Выпуская время от времени кровь, он получал соединение, из которого химическим путем выделял железо. Юноша погиб от наступившего ввиду частых кровопусканий малокровия. Он так и не собрал нужного количества железа для изготовления кольца.

Бедняга и не знал, что общее количество железа в гемоглобине всей крови взрослого человека невелико и составляет в среднем 3—4 грамма. Всего этого количества железа хватит разве только на маленький гвоздик.

Входя в состав гемоглобина, железо обуславливает красную окраску этого вещества, от него, в свою очередь, зависит цвет крови человека и животных. Основная роль железа в живом организме заключается в осуществлении важнейшего жизненного процесса — дыхания, состоящего в захвате гемоглобином кислорода воздуха и переносе его в ткани. Благодаря железу мы дышим.

Три четверти железа входит в состав гемоглобина, остальные 25 процентов распространены повсеместно в организме человека. Даже в тканях таких органов, как хрусталик и рого-

вица, совершенно лишенных кровеносных сосудов, и то содержится железо. Наиболее богаты им печень и селезенка.

Железо обнаружено в крови почти всех живых организмов. В состав крови некоторых червей входит двухвалентное железо, что придает ей зеленый цвет. Даже у белокровных рыб в организме имеется железо, хотя его в 10 раз меньше, чем у обычных рыб с красной кровью.

В растительном мире роль железа не менее важна. Известно, что 99 процентов живого веса растений составляет «золотая десятка»: углерод, водород, кислород, кальций, магний, сера, железо плюс любимая «троица» агрохимиков: азот, фосфор, калий. Железо необходимо для образования хлорофилла, который обуславливает усвоение растениями углекислоты воздуха при помощи поглощаемой им энергии солнечного света. Хотя железо не входит в состав хлорофилла, но без него этот пигмент не образуется.

Недостаток железа вызывает железное голодание растений и болезнь хлороз. Наиболее чувствительны к недостатку этого элемента плодовые деревья: яблоня, груша, слива, персик, цитрусовые, а также малина, виноград и другие.

Хлороз, или бледная немочь,— заболевание, относящееся к группе так называемых железодефицитных анемий, свойственно и человеку при недостатке железа или плохом его усвоении организмом. Признаки болезни— плохой цвет лица, быстрая утомляемость, головные боли и постоянно плохое настроение.

При недостатке железа в организме человека оно вводится туда в виде солей органических кислот в качестве лекарственных препаратов.

Начиная с древности и вплоть до XIX века для кровоостанавливающих повязок применялась «лемносская земля». Так называлась жирная глина, привозимая с греческого острова Лемноса и из некоторых других мест, содержащая окись железа, которая и придавала глине красно-желтый цвет.

В старинных журналах нередко печатались рецепты различных «железных» лекарств. Так, в «Экономическом журнале» за 1783 г. писали: «В некоторых случаях и болезнях и самое железо составляет весьма хорошее лекарство, и принимаются с пользой наимельчайшие оногo опилки, либо просто, либо обсахаренные».

Там же перечисляются различные лекарства того времени из железа: «обсахаренное железо», «железный снег», «железная вода», «стальное вино» («виноградное кислое вино, как, например рейнвейн, настоять с железными опилками, то получится железное или стальное вино и вкупе весьма хорошее лекарство»).

Конечно, в наши дни больные не глотают железные опилки. Современная медицина может предложить много различных препаратов, содержащих легкорастворимые соединения железа. При малокровии, упадке сил, после инфекционных заболеваний применяются препараты железа — восстановленное железо, молочнокислое закисное железо, углекислое закисное железо с сахаром, сернокислое закисное железо, таблетки Бло, настойка яблочнокислого железа, железо-аскорбиновая кислота и другие.

Итак, все живое не может жить без железа.

. . . в морской воде и на океанском дне

Морскую воду называют иногда жидкой рудой — в ней содержится около 80 элементов. Если извлечь все железо, растворенное в морской воде, то его придется по 35 тонн на каждого жителя планеты.

И все-таки концентрация растворенного в морской воде железа ничтожно мала. Однако многие морские организмы являются сильными концентраторами химических элементов: если морская вода содержит до $5 \cdot 10^{-6}$ процентов железа, то

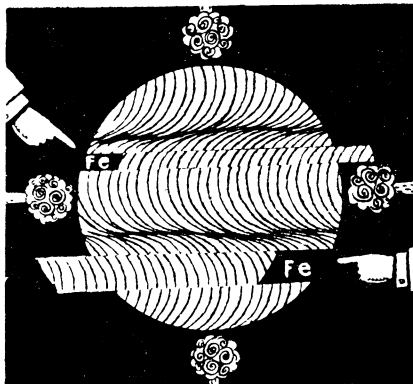
в организмах в среднем его в 10 000 раз больше. В чем секрет столь удивительной способности морских организмов извлекать из морской воды различные вещества, ученые пока не знают.

Впервые внимание на рассеяние химических элементов обратил В. И. Вернадский. «Какое бы земное вещество мы ни взяли,— пишет академик Берг,— любой минерал, воду, воздух,— точный анализ показывает, что оно, помимо легко определяемых анализом веществ, всегда проникнуто огромным количеством разрозненных, не собранных в молекулы атомов».

Вот пример. Марганец в морской воде содержится в количествах меньше десятиmillionной части процента. Но эти ничтожные следы при помощи энергии жизни создают отложения марганцевых руд, как в Никополе или Чиатури, содержащих миллионы тонн марганца.

Однако как ни велики минеральные ресурсы, растворенные в морской воде, наибольшее внимание ученых и инженеров привлекает сейчас океанское дно — минеральные богатства донных осадков.

Океанское дно устлано на поверхности в сотни миллионов квадратных километров сплошным слоем железо-марганцевых конкреций — минеральными образованиями в виде небольших шариков или лепешек с высоким, до 15 процентов, содержанием железа, до 20 процентов марганца. Центром концентрации определенных минералов обычно служат раковины, кости и другие предметы. Так, в Индийском океане в яд-



рах конкреций найдены зубы давно умерших гигантских акул. Запасы железо-марганцевых конкреций только на поверхности дна определяются в 300—350 миллиардов тонн.

. . . в земле

Относительно происхождения планеты Земля высказываются различные гипотезы, но все они признают, что первоначально химические элементы были распределены более или менее равномерно. Позже, в ходе длительного и постепенного развития, связанного со сменой термохимических и физико-химических условий на Земле, произошло разделение химических элементов, и в конце концов они распределились так, как мы их наблюдаем сейчас,— образовали разнообразные горные породы, минералы и руды, вошли в состав животных и растений.

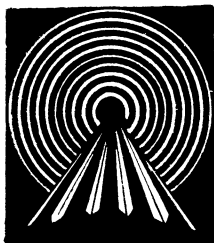
Явление рассеяния химических элементов наблюдается, однако, и сейчас. Исследователи В. и И. Ноддаки показали, что для каждого элемента есть известная концентрация («концентрация повсеместности»), ниже которой они содержатся во всех минералах. Для железа она составляет цифру $2,5 \cdot 10^{-4}$ процента.

В шестнадцатикилометровой толще земной коры содержится 4,5 процента железа, что составляет около 755 миллиардов тонн этого металла. В следующем слое, лежащем ниже земной коры, железа находится втрое больше — 13,5 процента, а центр земного шара, по предположению геофизиков, весь состоит из железа с примесью похожих на него металлов — никеля и кобальта. В среднем же земной шар состоит на 39,76 процента из железа.

Как видно из этих данных, железо является важнейшей составной частью нашей планеты.

Немецкие ученые Роберт Бунзен и Густав Кирхгоф методом спектрального анализа с расстояния в несколько километров определили химический состав праздничного фейерверка. Этот же метод блестяще оправдал себя и в космическом масштабе, когда по линиям в спектре в 1859—1860 годах было обнаружено наличие нескольких элементов в атмосфере Солнца — натрия, кальция, магний и другие.

Уже в первые годы развития спектроскопии люди догадались теоретические сведения о химическом анализе небесных тел сверить с анализом образцов метеоритов — этих единственных на Земле образцов космического вещества.



В газете «Русский инвалид» от 13 марта 1862 г. писали: «Кирхгоф признал в солнечном спектре присутствие железа, хрома и никеля — металлов, которые входят в состав аэролитов (метеоритов.— Н. М.), этих осколков планетарного вещества, обращающегося в мировом пространстве».

Метеориты представляют большую научную ценность, они играют значительную роль в обогащении наших сведений о телах космического происхождения. Но не сразу таким почетом пользовались метеориты в ученой среде. Из истории метеоритики известны и такие факты.

В 1751 г. около Ваграма упал метеорит... В 1791 г. венский профессор Штютц писал об этом случае: «Можно себе представить, что в 1751 г. даже самые просвещенные люди в Германии могли поверить в падение куска железа с неба,— настолько слабы были тогда их познания в естественных науках... Но в наше время непростительно считать возможным подобные сказки».

Этой точки зрения придерживались и многие другие ученые. Даже известный французский химик Лавуазье в 1772 г. соглашался с мнением коллег, что «падение камней с неба физически невозможно». В 1790 г. Парижская академия наук на своем заседании приняла решение не рассматривать впредь сообщений о падении камней на Землю, как явлению невозможном.

В 1772 г. петербургский академик Паллас, путешествовавший по Сибири, нашел в Красноярске удивительную глыбу из железа и камня. В 1794 г. немецкий ученый Эрнст Хладни, член-корреспондент Петербургской академии наук, узнав об этой находке, заинтересовался ею. Он издал в Риге сочинение «О происхождении куска железа, открытого Палласом, и о некоторых находящихся в связи с этим явлениях природы».

Он впервые правильно объяснил происхождение палласового железа и развил теорию космического происхождения метеоритного железа и его возгорания при попадании в земную атмосферу. Фактов о падении метеоритов накапливалось все больше, и с 1803 г. даже Парижская академия наук, наконец, признала «небесные камни».

Сейчас во всем мире известно около 1800 метеоритов. Академия наук СССР обладает одной из крупнейших коллекций из 300 метеоритов, отечественных и зарубежных. За 200 лет, со времени начала регистрации метеоритов, на территории России было найдено 134 небесных камня. Вес метеоритов колеблется от долей грамма до нескольких десятков тонн. Самый крупный целый железный метеорит «Гоба» в Африке весит 60 тонн.

Все метеориты в основном подразделяются на три главных класса: железные, железо-каменные и каменные. По присутствующим радиоактивным элементам определяется возраст метеоритов — около 4,5 миллиарда лет, что, примерно, соответствует возрасту Земли и говорит о том, что метеориты возникли в Солнечной системе.

Ученые много внимания уделяли химическому анализу метеоритов. В 1804 г. русский академик Ловиц исследовал химический состав метеорита «Жигаловка» и обнаружил в нем присутствие хрома. Несколько лет спустя анализом метеоритов занялся химик И. Мухин. С тех пор состав метеоритов исследовался много раз. Установлено, что в них нет каких-либо неземных веществ: в метеорите обнаружены те же земные элементы — железо, никель, кобальт, медь, фосфор, сера, кремний, кальций и другие.

Еще в далекой древности люди пытались использовать метеоритное железо для своих практических надобностей. Но это было не так-то просто.

Как-то бухарский эмир приказал своим лучшим оружейникам отковать ему меч из куска «небесного железа». Но сколько они ни старались, ничего у них не вышло. Нагретое железо не поддавалось ковке, что характерно для никелистого метеоритного железа, — оно куется только в холодном состоянии, а в нагретом — хрупко.

Очень трудно даже отделить кусок от железного метеорита. Так, чтобы получить небольшой кусок, нужный для лабораторных исследований, два человека пилили метеорит «Гоба» двое суток. Они перепортили и несколько десятков лезвий ножовки и отпилили кусок размером всего в 13 сантиметров.

Однако есть сведения, что шпаги Александра I и Боливара, героя Южной Америки, были изготовлены из космического железа. Для властителя одного индийского княжества Джехангира в 1621 г. удалось изготовить две сабли, кинжал и наконечник пики из метеоритного железа. Имеются и другие факты.

Полярная экспедиция Росса в 1818 г. нашла, что эскимосы Баффиновой земли делали ножи и наконечники гарпунов из метеоритного железа, лежащего на берегу бухты Мельвиль.

Один исследователь сообщал, что он видел в Аргентине большой метеорит, первоначальный вес которого исчислялся

в 15 тонн. Не меньше чем в шести местах этот метеорит носил следы, показывающие, что местные жители отделяли от него большие куски железа.

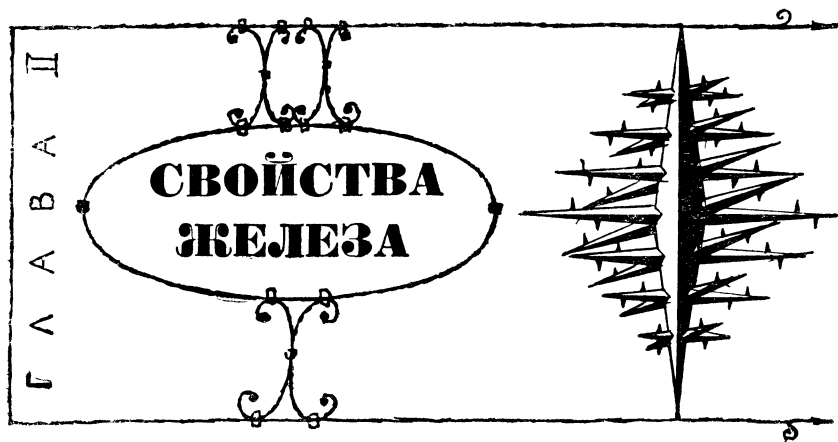
В Мексике был найден большой метеорит с щелью, в которой сохранился застрявший сломанный конец медного лезвия. Он попал туда, очевидно, при попытке туземцев добыть себе кусок столь ценного металла.

Метеориты — ценнейший объект для научных исследований. Что же они дают науке? Сведения, получаемые при изучении метеоритов, оказались необходимыми астрономам, геологам, физикам. С помощью изучения метеоритов ученые пытаются решить вопросы происхождения и образования химических элементов в космических телах.

Прежде всего состав метеоритов свидетельствует о единстве всего материального мира. В среднем из каждых 16 упавших метеоритов — один железный. А каждый из них содержит 91 процент железа, до 8,5 процента никеля, а также другие элементы. Метеориты двух других классов содержат от 1 до 50 процентов железа.

О том, сколько падает на Землю железа из космоса, существуют разные данные. Полагают, что в сутки падает 5—6 тонн метеоритов, или 2 000 тонн в год. С помощью искусственных спутников определено количество космической пыли, которая оседает на поверхности Земли в сутки — от 300 до 20 000 тонн. Выпадение космического вещества еще не означает, что масса Земли сейчас увеличивается, хотя и это не исключено. Выяснено, что скорость вращения Земли вокруг оси замедляется на 0,001 сек. за миллиард лет. В то же время Земля постоянно теряет часть своего вещества в космическое пространство в виде газообразных элементов и различных химических соединений.





Есть ли чистое железо?

Откройте книгу профессора В. С. Меськина, посвященную производству высококачественной стали, и вы найдете там следующие слова:

«Технические свойства химически чистого железа еще не известны, т. к. до сих пор химически чистое железо не получено даже в лабораторных условиях».

Удивительно, не правда ли?

Железо — самый распространенный металл в человеческом обиходе — и вдруг такое! В мире производится ежегодно сотни миллионов тонн черных металлов, и, оказывается, люди не могут увидеть чистого железа.

О свойствах химически чистого железа высказываются лишь предположения по поведению металла, близко подходящему к этому состоянию.

В последние годы разработан ряд способов эффективной очистки железа от примесей. Эта довольно сложная технология включает многократную переплавку электролитического железа в высоком вакууме с последующей добавочной очисткой водородом, зонную плавку, сложную химическую переработку хлорного железа, прокатку спеченного порошка карбонильного железа, предварительно рафинированного в водородной среде, восстановление чистой окиси железа водородом. Такое очищенное железо имеет всего 0,009 процента примесей.

Изучая свойства этого железа, выяснили, что оно имеет очень хорошие магнитные свойства. Так, магнитная проницаемость у него в 50 раз выше, чем у обычного технически чистого железа, в котором содержится примесей около 0,665 процента. Коэрцитивная же сила у него (способность быстрого размагничивания) ниже, чем у технически чистого железа. Это объясняется тем, что указанные свойства в высшей степени чувствительны к малейшим искажениям кристаллической решетки, вызываемым наличием примесей. Очищенное железо обладает очень высокой стойкостью против коррозии. Другие свойства изменяются значительно слабее с увеличением чистоты железа.

Говоря о чистом железе интересно отметить, что кроме самородков золота и платины встречается в природе и самородное железо, которое известно уже давно. В «Словаре коммерческом» Василия Левшина в 1789 г. о нем писалось: «Так называется железо, совсем приуготовленное природою в недрах земных и совсем очищенное от веществ посторонних столько, что можно из него ковать без переплавки всякие вещи. Г. Руель получил через Восточноиндейскую компанию кусок такого самородного железа из Сенегала, где находится оное в превеликих глыбах. Сей ученый химик ковал оное в прутки и нашел, что оное без переплавки на всякую поделку способно. В Сибири во многих местах находят самородное железо».

Крупное скопление самородного железа в 1870 г. было найдено Порденшильдом в Овифаке, на южном берегу о. Диско в Западной Гренландии. Оно залегало здесь в базальте, извергнутом через залежи каменного угля в виде блесток, зерен и иногда мощных глыб. Здесь встречается частично природное «сварочное железо», частично «натуральная сталь».

Железные самородки известны у г. Касселя в ФРГ и в департаменте Овернь во Франции, жила в Коньектикуте (США) имеет 2 дюйма толщины и проходит в слюдяном сланце.

Железо очень редко встречается в самородном виде. В природе есть еще два весьма редко встречающиеся естественные железо-никелевые сплавы — аварюст (FeNi_2) и жозефинит (Fe_3Ni_5), которые найдены в виде гранул и мелкой боообразной гальки.

В отличие от метеоритного железа, всегда содержащего сравнительно много никеля, самородное железо содержит не более 2 процентов никеля, иногда до 0,3 — кобальта, около 0,4 — меди и до 0,1 процента платины. Оно обычно исключительно бедно углеродом.

Однако при известных условиях происходит и образование самородного чугуна, например, вследствие контакта раскаленного углерода с железной рудой и получающимся из нее металлом. Это было показано в 1905 г. русским геологом А. А. Иностранцевым. Он обнаружил в районе Русского острова на Дальнем Востоке небольшие пластообразные скопления самородного чугуна, находящегося на глубине 30—40 м под скальными породами морского берега. В извлеченных через буровую скважину образцах чугуна оказалось около 3,2 процента углерода, 1,55 — кремния, 0,66 — марганца.

Образование самородного железа в земной коре связано с процессами застывания магм. Выделяется оно из окислов или сульфидов железа в результате восстановительных процессов, протекающих при наличии в магме углерода. Поэтому совме-

стно с самородным железом часто находят минерал когенит — железо-никелевый карбид. А. А. Иностранцев считает, что самородный чугу́н с Русского острова произошел в результате извержения огненножидкого потока горной породы — кварцевого порфира — на поверхность обнаженных слоев каменного угля, среди которых было заключено несколько слоев железной руды. В присутствии этой естественной шихты под влиянием высоких температур и отсутствии воздуха из каменного угля произошло выделение углеводов и окиси углерода. Эти соединения химически воздействовали на слои железной руды и превратили их в массу чугуна.

И в заключение вопрос: а все-таки какова достигнутая в наши дни степень чистоты получаемого железа? В наиболее чистом, карбонильном железе содержится примесей всего 0,00016 процента. Много ли это? В известной железной колонне в Дели (см. о ней в главе III), славящейся чистотой железа, примесей содержится 0,72000 процента, т. е. в 4500 раз больше.

Кристалл Д. К. Чернова

Знаменитый русский металлург Д. К. Чернов (1839—1921 гг.), основоположник металловедения железа, занимался разработкой теории и строения стального слитка. С этой целью он собирал коллекцию железных кристаллов. Лишь редкие кристаллы, найденные им в слитках, достигали 5 мм по наибольшему измерению, большинство же имело длину до 3 мм при 1—1,5 мм в поперечном измерении. Попадались иногда очень хорошо развитые кристаллы с весьма тонкими очертаниями, но таких малых размеров, что хорошо были видны только при увеличении в 100—150 раз.

Наиболее ценным в этой коллекции был знаменитый «Кристалл Д. К. Чернова», описанный во многих учебниках по металловедению. История этого уникального кристалла такова.

Подполковник морской артиллерии Берсенов, служивший приемщиком на одном крупном металлургическом заводе, нашел огромный кристалл в грудe стального лома шихтового двора. Как удалось выяснить, кристалл вырос в стотонном слитке стали. Администрация завода охотно отдала кристалл Берсенову, а тот подарил его своему учителю Чернову.

Чернов тщательно исследовал уникальный кристалл, определил его вес — 3 кг 450 г, длину — 39 см, химический состав: 0,78 процента углерода, 0,255 — кремния, 1,055 — марганца, 97,863 — железа.

Меньший отросток этого двойного кристалла, разрезанный на несколько частей, был всесторонне исследован не только самим Д. К. Черновым, но и другими авторитетными металловедами. Кристалл послужил объектом для ряда дальнейших изысканий и научных докладов Чернова и других русских и иностранных ученых.

В наше время интерес ученых к монокристаллам приобрел уже практическое значение. Особенно привлекают внимание так называемые металлические «усы» — тончайшие нитевидные кристаллы, всего в несколько микрон толщиной, но с высокой прочностью. В частности, предел прочности у железных «усов» достигнут 1200—1300 кг/мм², в то время как сталь с прочностью на разрыв 150—200 кг/мм² и больше считается высоко- и сверхпрочной.

К сожалению, большая прочность «усов» сохраняется только до диаметра в несколько микрон и длины в несколько миллиметров. С ростом диаметра и длины «усов» это свойство их резко падает.

Поэтому практически использовать огромную прочность «усов» можно пока только в особых случаях, например, в виде пряди или ткани для специальных целей.

Ведется теоретическая разработка материалов, в которых используется огромная прочность монокристаллов — «усов», получаемых из очень тугоплавких материалов. Ткань из таких

«усов» служит наполнителем основы, состоящей из металла и играющей роль связующего вещества.

В печати все чаще появляются сообщения о первых попытках практического применения нитевидных кристаллов для изготовления высокопрочных композиционных материалов.

Промышленность монокристаллов создается в США, Англии, Японии, Франции — там их производством заняты десятки фирм. Интенсивные исследования монокристаллов тугоплавких металлов ведутся в ГДР.

Лаборатория космических исследований фирмы «Таксако эксперимент» разработала способ получения нитей и волокон из бора. Эти нити в пять раз прочнее стальной проволоки, имеют жесткость в пять раз больше, чем у стекловолокна, удельный вес меньше, чем у алюминия, и температуру плавления свыше 2000° . Управление ВВС США предполагает использовать эти нити для строительства легких и жаропрочных облочков корпусов ракет. Новый материал с так называемой «синтетической микроструктурой» получают, например, при пропитке серебром тонких волокон вольфрама и применяют в американских атомных двигателях.

В печати сообщалось, что американским химикам удалось создать монокристаллические волокна карбида кремния фантастической прочности. При растяжении эти волокна выдерживают нагрузку около 2000 кг/мм^2 . Эти волокна длиной от 30 до 1000 микрон и диаметром 1—5 микрон могут применяться для упрочнения пластмасс, керамики и металлов. Теперь монокристаллы не лабораторная редкость. Учитывая потребность некоторых отраслей техники, создается промышленность монокристаллов.

Железо — магнит

Одно из удивительных свойств железа — это свойство притягиваться магнитом и самому быть магнитом.

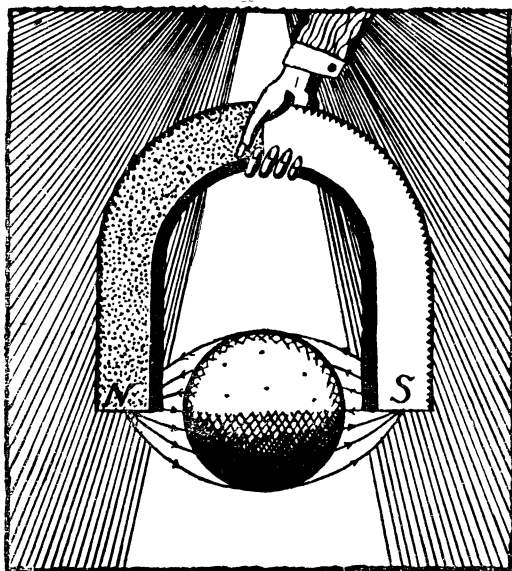
Неизвестно точное время и место первого знакомства человека с магнитом. Наверное, он впервые был обнаружен в виде естественной намагниченности железных руд. Наиболее древнее практическое применение этого свойства металла известно в Китае.

Явление магнетизма с давних пор возбуждает любопытство людей. Многие мыслители древности интересовались таинственными свойствами магнитного камня. Уже тогда пытались найти ему практическое применение.

Древние врачи употребляли магнит не только для наружного воздействия, но и давали его больным внутрь. Египтяне, например, смотрели на магнит как на средство, с помощью которого можно достичь бессмертия.

Теоретик античной медицины Гален считал магнит слабительным средством. Мудрый Авиценна лечил им ипохондриков. Парацельс приготовлял из него магнитную «манну», а Агрикола — «соль», «масло» и «эссенцию».

А вот один из рецептов Парацельса по «лечению» магнитом: «Берется магнит, выкрашенный охрой, и зарывается в землю; на нее насыпаются семена, од-



народные с той болезнью, какая у больного. Для ускорения же роста надо поливать их той водой, которой больной умывается. Как только семена вырастут, больной выздоравливает».

Иезуит Афанасий Кирхер в XVII в. писал о магните: «Магнит любит красный цвет, и если обернуть его в красную фланель, он становится сильнее и лучше сохраняет свою способность притягивать железо, чем без одежды. Происходит это потому, что магнит — царь камней. Однако благородный камень не терпит чеснока». По его уверению, «если натереть магнит чесноком, он утрачивает свою притягательную силу».

Но даже в XIX в., когда уже были получены некоторые достоверные сведения о магнетизме, в прессе того времени можно было прочитать такие сообщения (1832 г.): «Во время свирепствовавшей в Вене болезни холеры один доктор заметил, что магнит, подымавший железную гирю весом в 14 фунтов, вдруг потерял свою силу, и гиря упала. Это заставило его лечить своих больных магнитною силою, и сказывают, что он производил лечение с совершенным успехом».

В 1835 г. «Журнал мануфактур и торговли», сообщая о товарах, присланных из Вены в Петербург, упоминает металлические намагниченные бруски для ношения на шее от зубной и головной боли. «Этот способ лечения ныне в моде, сообщалось в журнале, и, по отзывам врачей, заслуживающих вероятия, помогает весьма многим».

Между тем продолжалось и научное изучение магнетизма. В 1755 г. еще швейцарский ювелир Дитрих впервые изготовил подковообразный магнит. В 1823 г. У. Стурджон сделал первый электромагнит. Он состоял из одного слоя голого медного провода, навитого на лакированный железный сердечник. В 1827 г. американец Дж. Генри усовершенствовал электромагнит, навив на железный сердечник провод в несколько слоев. Генри изолировал сами провода вместо того, чтобы лакировать сердечник. Навивая на каркас все больше слоев проволоки, Генри делал все более мощные электромагниты.

В 1831 г. он изготовил электромагнит, который мог поднимать 300 килограммов.

Но широкое практическое значение электромагниты нашли в XX веке. Размеры их, вернее, притягательная сила, постоянно увеличивались. Так, в 1934 г. журнал «Наука и техника» сообщал: «Величайший в мире магнит построен в Ленинграде для Государственного радиового института — часть установки для получения ускоренных протонов. Электромагнит этот, специальную сталь для которого выработали на заводе «Большевик» при консультации инженера А. Бойко, был обработан в турбоцехе завода «Электросила».

Вес его 30 т, диаметр полюсных наконечников 1 м. Количество меди в обмотках — 2 т. Сила магнитного притяжения — до 120 т.

А сейчас самый большой магнит весом в 36 000 т и диаметром в 61 м используется в синхрофазотроне Объединенного института по ядерным исследованиям в Дубне.

Явление магнетизма широко используется в современной технике, в первую очередь — в электротехнике, радиотехнике, приборостроении, электронных счетно-решающих устройствах, автоматике и телемеханике, где ферромагнитные материалы идут на изготовление магнитопроводов генераторов, моторов, трансформаторов, реле, магнитных усилителей, элементов магнитной записи.

Современная металлургия производит самые различные магнитные материалы, которые разделяются на два класса: магнитно-мягкие и магнитно-жесткие. Все сплавы, входящие в эти два класса, не обходятся без железа.

В металлургии разработаны различные методы изготовления магнитных материалов путем подбора химического состава, режимов термообработки и специальных физико-химических методов очистки: отжиг в вакууме, в атмосфере водорода и т. п.

Но в технике иногда требуются немагнитные металлы.

И они имеются. В 1924 г. в Англии был запатентован немагнитный чугун, который совершенно не притягивался магнитом. Новый сплав назвали «НОМАГ» (его производили в Америке), и он явился ценным электротехническим материалом. Сплав имел высокое содержание никеля и марганца. Из-за высокого содержания никеля, до 10—12 процентов, новый чугун был очень дорог. В нашу страну в то время никель завозили, и советские металлурги усиленно искали другой состав немагнитного чугуна.

В 1930 г. инженер И. Одинг (завод «Электросила») запатентовал немагнитный чугун, содержащий пониженный процент никеля и марганца (до 4 процентов никеля и до 3 процентов марганца).

Но из-за снижения содержания марганца для получения немагнитных изделий приходилось подвергать их закалке при температуре выше 1000° в воде.

Это усложнение технологии мешало распространению нового чугуна.

Вскоре инженеры В. С. Меськин и Б. Е. Сомин в результате своих исследований в Ленинградском институте металлов нашли наилучший состав немагнитного чугуна без никеля — он выплавлялся наиболее простым и дешевым способом.

В 20-х годах была получена и немагнитная сталь. Всякое железо в раскаленном состоянии при температуре свыше 906° перестает быть магнитным. Это связано с переходом железа в состояние гамма-железо. Присутствие углерода ускоряет переход железа в гамма-состояние, и при содержании в железе около одного процента углерода получается сталь, которая теряет свои магнитные свойства уже при 700° . Если же добавить в сплав еще и третий элемент, способный составить твердый раствор с гамма-железом, то строение гамма-железа сохранится и при обыкновенной температуре. Таким элементом является, например, марганец — с добавкой его и можно получить немагнитную сталь.

Ржа ест железо

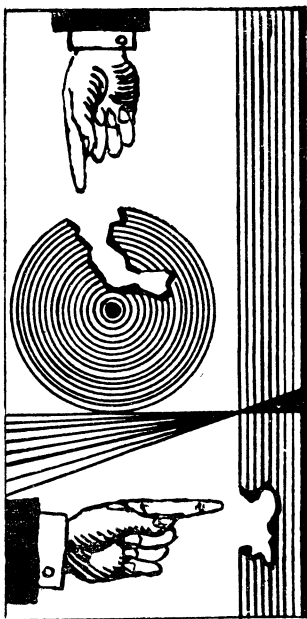
Так народная пословица определила еще одно свойство железа, отнюдь не украшающее его.

Ржавчина, или, по-другому, коррозия,— страшный враг железа. Срок жизни металла современных машин, станков и конструкций определяется в 35 лет. Однако это далеко не предел. На срок службы в огромной мере влияет сопротивляемость металла изнашиванию и действию коррозии.

В технической литературе встречаются разные сведения о потерях от коррозии. По некоторым данным, около трети добываемого металла выходит из употребления из-за коррозии. Полагают, что около двух третей заржавленного металла восстанавливается путем переплавки скрапа черных металлов в мартеновских печах. Таким образом, около $\frac{1}{9}$, или, округленно, около 10 процентов добытого металла безвозвратно теряется, распыляется вследствие разрушающего действия коррозии. А в конкретных цифрах это выглядит так. В мире сейчас производится свыше 300 млн. тонн железа, значит, теряется от коррозии ежегодно свыше 30 млн. тонн. Подсчитано также, что ежегодно от коррозии Англия терпит убыток в 600 миллионов фунтов стерлингов.

Люди рано заинтересовались вопросами защиты металла от коррозии. Древнегреческий историк Геродот (V в. до н. э.) и древнеримский ученый Плиний Старший (I в. н. э.) упоминают о применении олова для защиты железа от ржавчины. Средневековые алхимики мечтали о получении нержавеющей стали.

Любопытное сообщение из истории борьбы с коррозией было сделано на Международном симпозиуме по борьбе с коррозией железа и стали, происходившем в 1965 г. Индийский ученый доктор С. Бхаравантам сообщил об обществе по борьбе с коррозией, которое существует около 1600 лет и членом которого он является. Полторы тысячи лет назад это



общество принимало участие в постройке на побережье у Канерака дворцов Солнца. Несмотря на то что территория дворцов некоторое время была затоплена морем, железные балки прекрасно сохранились.

Так что индийские ремесленники и в те далекие времена умели бороться с коррозией.

Даже в 1903 году в одном техническом журнале писали: «Как ни странно, до сих пор вопрос о том, какие химические явления происходят при ржавлении железа, наукою еще не решен».

Однако наука XX века многое сумела выяснить в этом вопросе, а также и разработала многие эффективные средства борьбы с коррозией.

Что же такое коррозия? Это разрушение поверхности металла, вызываемое химическими или электрохимическими процессами, развивающимися на его поверхности при взаи-

модействии с внешней средой. Обычно чистый металл активен к различным химическим воздействиям со стороны коррозионной среды — атмосферы, воды, газов. При нормальной температуре и полном отсутствии влаги железо и сталь не ржавеют. Во влажной среде коррозию вызывают лишь одновременные действия воды и кислорода.

Защита металла от коррозии осуществляется различными способами: снижается агрессивность коррозионной среды (удаление из состава среды агрессивных составляющих или добавление веществ, замедляющих коррозию, — ингибиторов); по-

вышается коррозионная устойчивость металла путем его легирования; создаются на поверхности металла различные защитные пленки, лаки, краски, эмали и т. д.

Большим достижением металлургов в защите от коррозии явилось создание нержавеющей стали, изделия из которой вполне устойчивы против коррозии в жидких и газообразных средах. Хотя ее полувековой юбилей отмечался в 1963 г., история нержавеющей стали начинается с описания привезенного в 1766 г. из Сибири нового минерала — хромовокислого свинца и получения в 1797 г. хрома из руды. Первые сообщения о применении хрома в качестве легирующего элемента опубликованы в 1820 г. Хорошая сопротивляемость коррозии такой стали с высоким содержанием хрома была установлена лишь в 1911 г., а начало промышленного производства ее относится к 1913 г. В дальнейшем металлурги добились снижения содержания углерода до 0,10 процента, что позволило изготавливать из нее листовой прокат. В 1923 г. была впервые получена наиболее типичная нержавеющая сталь—хромоникелевая класса 18—8 (18 процентов хрома и 8 процентов никеля).

В нашей стране впервые нержавеющая сталь выплавлена в 1924 г. на заводе «Электросталь» и на Златоустовском заводе. На последнем в 1928 г. это производство уже имело промышленное значение и измерялось десятками тонн.

В дальнейшем были разработаны и внедрены в производство ряд новых марок нержавеющей стали. В качестве нержавеющей теперь применяются марки стали медистые, никелевые, хромистые, кремнистое литье, хромоалюминиевые и другие. Постоянно ведутся поиски новых марок.

Например, в 1965 г. сотрудники Азербайджанского политехнического института создали новую марку стали, которая не разрушается даже в самой агрессивной среде. Попадая в сильную кислоту, она одевается в защитную пленку. Такой стали не страшны никакие химические «агрессоры».

Удивительные стали

Сталью называют сплав железа с углеродом. Но, кроме углерода, даже в обычные стали входят кремний, марганец, фосфор, сера. Технике же нужны стали с самыми разнообразными свойствами. Чтобы получить их, металлурги используют многие элементы таблицы Менделеева — ванадий, вольфрам, титан, молибден и другие. С помощью этих верных спутников железа, или как их иначе называют, витаминов, создаются самые удивительные марки стали: «деревянная» и свинцовистая, алмазная и быстрорежущая, графитизированная и аномальная, платинистая и серебряная и многие другие.

Не сразу люди научились производить много марок стали. Так, еще в 1900 г. в распоряжении строителей паровоза — наиболее сложной машины того времени — имелось всего 10 марок стали и цветных сплавов. Для постройки же современного автомобиля используется около сотни, а для создания самолета — до 300 различных марок стали и сплавов.

Начало исследования свойств легированных сталей было положено работами уральского металлурга П. П. Аносова. Во время поисков получения булатной стали Аносов провел ряд опытов, чтобы установить влияние различных химических элементов на свойства стали. Это были первые в мире научные наблюдения над свойствами сплавов железа и углерода с другими элементами.

Во второй половине XIX в. П. М. Обухов изготовил впервые в мировой практике титанистые и алюминиевые стали, показавшие по тому времени прекрасные качества для крупных стальных отливок.

Исследования в этом направлении велись и в других странах. Так, в 1858 г. Окланд работал над получением сплава железа с вольфрамом и предлагал ввести в употребление вольфрамовое железо и вольфрамовую сталь. В 1865 г. Ю. Вэр приготовил феррохром и хромовую сталь. В 1889 г. У. Рилей

получил никелевую сталь. В 1878 г. девятнадцатилетний английский металлург Роберт Эббот Гадфильд начал исследования над сплавами железа с другими элементами. Через четыре года он открыл марганцовистую сталь, сыгравшую из-за своей износостойкости большую роль в железнодорожном строительстве.

Основное свое применение в XIX в. легированные стали находили в изготовлении инструментов. Шло постоянное соревнование: прочность реза — скорость резания. Совершенствование станков позволяло увеличивать скорость резания, но предел прочности реза сдерживал полное использование этой скорости. Для преодоления этого противоречия создавались новые специальные марки стали.

В XIX же веке возникает область военного употребления стали. Первые броневые плиты делались из обычного металла, лишь более толстыми для прочности. Затем в броню стали вноситься легированные присадки. Артиллеристы со своей стороны с помощью металлургов искали способов увеличения пробойности артиллерийских снарядов. Идет соревнование прочности брони — снаряд. Русские металлурги работали в этом направлении. А. А. Износков организовал производство броневой стали для снарядов с добавкой в нее кремния и марганца. В. Н. Липин в 1889 г. создал совершенно новую технологию изготовления броневых снарядов, повысивших их качество.

Но настоящий расцвет легированных сталей — это, конечно, наш XX век. Замечательное свойство железа — давать сплавы с различными металлами и при этом проявлять самые различные свойства — широко используется в современной технике. Расскажем здесь о некоторых удивительных марках стали.

В старину пытались получать стали с добавкой благородных металлов. Так, в 1832 г. сообщалось, что в Австрии из серебряной стали делают уже «бритвы, которыми многие похваляются, особенно потому, что они не так скоро тупятся.

В 1825 г. в «Горном журнале» появилось описание опыта, произведенного на Гороблагодатских казенных заводах над сплавкою стали с платиною. 6 фунтов стали расплавили в тигле с 8 золотниками очищенной платины. Расплавленную массу вылили в чугунную форму и быстро охладили в холодной воде. «По разломе стального бруска сталь оказалась весьма однородной сыпи и столь мелкой, что простыми глазами невозможно было усмотреть ее сложения. Будучи выточена и закалена, без отпуска, она резала стекло, как алмаз, рубила чугун и железо, не притупляясь».

Конечно, позже были найдены более дешевые и более распространенные легирующие элементы, дающие много лучшие результаты.

В начале XX в. была изобретена сталь платинит, в которой не имелось ни капельки платины, а содержалось 46 процентов никеля и 0,15 процента углерода. Она имела такой же коэффициент теплового расширения, как и у стекла. Поэтому эта сталь и применялась для замены платиновых вводов в электролампах. Позже были найдены более дешевые стали с подобными же свойствами. Сплавы ковар, фернико хорошо спаиваются со стеклом, дают прочное, совершенно газонепроницаемое соединение.

«Деревянная» сталь, в составе которой 31 процент никеля и один процент хрома, называлась так потому, что по проводимости теплоты она подобна дереву. Она относится к прецизионным сталям, свойства которых достигаются только при совершенно точном и определенном составе. Малейшее отступление от рецепта ведет за собой потерю этих свойств. Сюда же относится сплав инвар.

Инвар — никелевый сплав (36 процентов никеля, 64 процента железа) — открыл в 1898 г. директор Международного бюро мер и весов проф. Гильем. Инвар — значит, неизменяемый, и назван сплав так потому, что в пределах температур от -50° до $+100^{\circ}$ имеет коэффициент теплового расширения, близкий

к нулю. Первое свое применение инвар нашел для изготовления эталона длины дуги земного меридиана на Шпицбергене, определенной русско-шведской экспедицией в 1899 г. Несмотря на значительное изменение температуры воздуха при этих измерениях длина линеек из инвара оставалась почти неизменной.

Замечательные свойства инвара позволили применять его в измерительной технике и приборостроении, в частности, в вакуумной технике для спайки с различными сортами стекла. Из инвара изготавливаются также вставки для разрезных алюминиевых поршней, чтобы уменьшить их тепловое расширение и устранить заедание в цилиндрах во время работы двигателя.

Красивое название «алмазной стали» получила сталь марки ХВ5, содержащая 1,25—1,5 процента углерода, 0,4—0,7 — хрома и 4,5—5,5 процента вольфрама. Такой состав сообщает стали очень высокую твердость, близкую к твердости алмаза. Поэтому ее применяли для обработки особо твердых материалов, например, отбеленного чугуна.

Царство сталей обширно, и с каждым днем появляются все новые и новые марки, нужные технике.





Установлено, что золото было первым металлом, с которым человек познакомился и которое начал обрабатывать. Этот металл сравнительно широко распространен на земле в самородках и своим блеском мог в первую очередь привлечь внимание человека. Самые древние золотые изделия, найденные в Египте, были изготовлены 8000 лет назад.

Археологи имеют также данные о раннем использовании самородного серебра и чистой самородной меди. В первобытную эпоху использовалось и самородное метеоритное железо. Кстати, все находки древнейших железных изделий в странах древней цивилизации — в Египте, Месопотамии и других — оказались сделанными из метеоритного железа. Древнешумерское название железа ан-бар — «огонь с неба»; египтяне называли железо вааспере, что означало «небесного происхождения». Армянское название железа — еркарт, грузинское — ркина переводится как «упавший (капнувший) с неба».

Все самородные металлы человек обрабатывал только в холодном состоянии с помощью каменного молота. Возможно, и куски металла считали камнем, но только мягким, поддающимся обработке с помощью ударов. Недаром ирокезы называли медь «красным камнем».

Однако находки и обработка самородного металла были сравнительно редки и не могли оказать большого влияния на развитие техники.

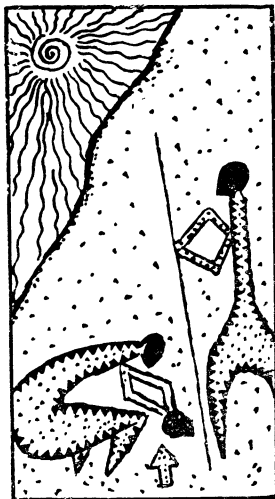
Начало века металла наступило с появлением выплавки рудного металла, когда человек освоил процессы плавки, горячейковки и литья. Самая ранняя выплавка и обработка рудной меди произошла, по данным археологов, около 700 лет назад в Малой Азии.

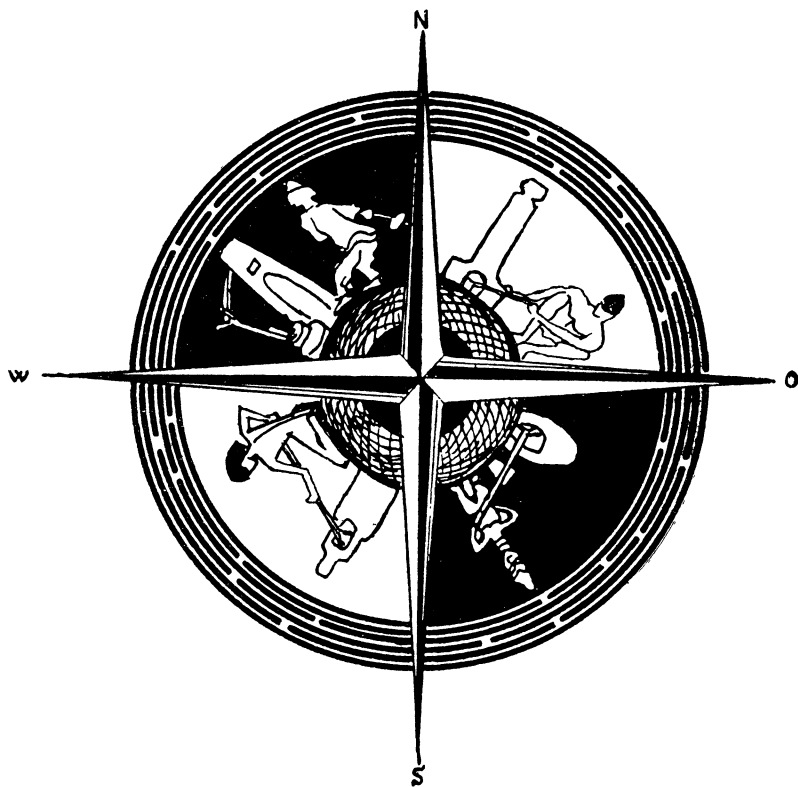
Из меди были изготовлены первые металлические изделия, имевшие хозяйственное значение, но все-таки чаще всего делали из нее украшения.

Затем появилась бронза — сплав меди с оловом и сурьмой. Она оказалась значительно тверже меди. Поэтому бронзовые изделия — оружие, орудия труда, домашняя утварь, украшения — были лучше и много совершеннее каменных.

Железом овладел человек на несколько тысячелетий позднее, чем медью. Причина этого явления состоит в том, что медь поддается ковке, а железо можно ковать только в раскаленном состоянии.

Вопросы — как, где и когда возникла впервые выплавка железа — давно интересуют людей. Например, античный археолог А. Лукас так излагает наиболее достоверное предположение о первом знакомстве человека с железом:





«Почти наверное в первый раз железо было выплавлено случайно, возможно, в результате ошибочного использования железной руды вместо медной. Можно не сомневаться, что полученное впервые железо пытались обрабатывать тем же

способом, что бронзу и медь, то есть пробовали ковать его молотом в холодном состоянии, что, естественно, оказалось бесполезным. Такого рода попытки, вероятно, повторялись не раз, пока мастер случайно не ударил молотком по полуустывшему металлу, что могло увенчаться частичным успехом. Наконец люди догадались, что для полного успеха овладения новым металлом нужно ковать его в раскаленном докрасна состоянии».

С этим вполне можно согласиться.

По мнению советских ученых, металлургия возникла в ряде мест земного шара. Различные народы осваивали ее в разное время. Так, в странах Малой Азии, Индии и Южной Европы металлургия железа получила широкое распространение уже около трех тысяч лет назад. У племен Северной Европы и в странах Дальнего Востока переход к железному веку начался лет на пятьсот позже. На территории нашей страны, в Закавказье и в Средней Азии, обработкой этого металла овладели в начале первого тысячелетия до нашей эры, то есть немногим меньше трех тысяч лет назад. На несколько сот лет позже овладели процессом добычи железа уральские племена. Наиболее ранние находки железных вещей, возможно, привозных, встречаются на Урале уже на поселениях эпохи поздней бронзы — стоянка Ерзовка на реке Каме.

Начало железного века у различных народов зависело от наличия известных в то время источников сырья, а также в какой-то степени и от характера торговых и культурных связей, и от ряда конкретно-исторических факторов. Например, в Индокитае и Индонезии железо распространилось лишь около двух тысяч лет назад, что можно объяснить большими запасами меди и олова в этих областях. В Америке, Австралии и Океании этот металл стал известен лишь с приходом европейцев.

В следующей главе мы расскажем некоторые интересные эпизоды и легенды из истории покорения железа человеком.

Дух железа

Вот поэтическая вьетнамская легенда.

«Жил в старину один крестьянин, такой бедный, что в хозяйстве у него не было ни кусочка железа. Валить лес и обрабатывать землю ему приходилось каменными и деревянными орудиями. С утра до ночи трудился он в поте лица, но так и не мог выбиться из нищеты. И был этот крестьянин до того грязен и оборван, что девушки при встрече с ним отворачивались, дети поспешно убегали, а старые люди горестно прикрывали лицо руками и плакали.

И бедняге приходилось страдать в одиночестве. Даже звери и птицы избегали его. Лес, когда он приходил в него, становился пустынным, ручей, не желая беседовать с бедняком, переставал журчать и безмолвно струил свои воды.

Однажды крестьянин увидел чудесный сон. Ему приснилось, будто на землю спустился дух и сказал ему:

— Завтра мимо тебя поедут три всадника и будут просить о ночлеге. Смотри, не отказывай им!

И вправду, на другой день крестьянин увидел, что мимо его хижины едет человек верхом на лошади. Всадник был одет во все белое, и лошадь под ним была тоже белая. От нее веяло холодом.

— Есть ли у тебя место переночевать? — крикнул всадник. — Приготовь-ка живее!

— В моем жалком шалаше не найдется для вас достаточного ночлега, — ответил растерявшийся крестьянин. — Прошу вас, господа, поискать его в другом месте.

Чуть позже он увидел всадника в ослепительно желтом наряде верхом на желтой лошади. По небу за ним ползли грозовые тучи, а когда лошадь с седоком приблизилась, с гор налетел порыв холодного ветра. Крестьянин испугался и отказал путнику в ночлеге.

Вечером, незадолго до восхода луны, он увидел третьего

всадника, одетого во все черное, некрасивого и коренастого. Под ним была большая сильная лошадь вороной масти.

Когда всадник приблизился, небо на горизонте осветилось, прохладный ветерок принес запах горных лесов, птицы на крыше дома дружно защелкали, а ручеек сильнее за журчал на камнях, словно желая сказать: «Оставь его ночевать, оставь его ночевать!»

И сам крестьянин не почувствовал на этот раз никакого страха. Но странное дело: наутро незнакомец исчез, а на том месте, где он спал, остался большой черный кусок железа.

Тут крестьянин понял, что первые два всадника были духами серебра и золота. Его охватило сожаление, но птицы над ним хором защелкали:

— Не жалея, не жалея!

А звери из лесу закричали:

— Железу нет цены, железу нет цены!

Крестьянин сделал из доставшегося ему куска железа плуг и лопату и принялся пахать поле.

Вскоре на участке у крестьянина показались всходы, а затем в чашке его появился белоснежный рис.

С тех пор как железный плуг облегчил труд крестьянина, жить ему стало легче и он не ходил больше грязным и оборванным. Теперь девушки, проходя мимо, заглядывались на него, дети льнули к нему, старики при встрече с ним радовались. Птицы приветствовали крестьянина своим пением, а ручей весело и неумолчно журчал для него».

В этой легенде вьетнамский народ в поэтической форме выразил свою оценку роли железа в повседневной жизни человека.

Может, только вьетнамцы так высоко отзывались о железе?

Оказывается, не только они.

«В бою железо дороже золота», — говорит татарская поговорка. И русские говорили: «При рати железо дороже золота. Железом и золота добуду».

Немецкий поэт Баумбах, путешествовавший по Штирии, передает в своих стихах одну народную легенду.

Когда победоносные полчища германцев, свергнувших могущество римлян, расположились после боя в долине рудного ручья, на вершине соседней горы показался горный дух и спросил: — Что хотите? — Золота на сотню лет или железа навсегда?

И под звон мечей воскликнула толпа:

— Железо, железо дай нам навсегда!

Но все это лишь легенды, скажет читатель. Имеются ли какие-либо более веские доказательства того, что было время, когда железо ценилось дороже золота?

Сколько стоил гвоздь?

Было время, когда у некоторых народов железо ценилось дороже золота и только цари могли иметь украшения из такого дорогого и редкого металла. В древнем Египте железо считалось драгоценным металлом и изделия из него нередко оправляли в золото. Обручальные кольца древних римлянок были сделаны из железа, железные украшения носили и греки, а позднее франки.

Мастера африканского племени Зиндж искусно обрабатывали разные металлы, а железо ценилось у них выше золота. Археологические раскопки датских курганов показали, что в древности жители тех мест экономили не на золоте, а на более редком для них железе. Карл Маркс указывал в «Капитале», что утверждение древнегреческого историка Страбона об одном арабском племени, где 10 фунтов золота отдавались за один фунт железа, отнюдь не кажется неправдоподобным.

С развитием металлургии стоимость железа снижалась, оно становилось доступнее. Об этом процессе можно судить, конечно, весьма приближенно, по стоимости гвоздя, универ-

сального изделия из железа и стали. Гвозди существовали и в древнем мире, и в наши дни без них не обойдешься.

Сейчас за гривенник продавец отвешивает целую горсть гвоздей. А полтора-два столетия назад за горсть гвоздей в казахстанских степях можно было получить целого барана. Английский путешественник прошлого века Джеймс Кук рассказывал, что туземцы Полинезийских островов охотно давали ему за один гвоздь пару свиней.

Почетная профессия

Одна старинная легенда, ей более 3000 лет, рассказывает о таком случае.

Царь Соломон по окончании строительства иерусалимского храма решил прославить лучших строителей и пригласил в свой дворец людей разных профессий. Он хотел оказать строителям великие почести, даже свой царский трон уступил на время пира лучшему из лучших — тому, кто особенно много сделал для сооружения храма.

Когда приглашенные явились во дворец, один из них быстро взобрался по ступеням золотого трона и сел на него. Его поступок вызвал изумление присутствующих.

— Кто ты и по какому праву занял это место? — грозно спросил разгневанный царь.

Незнакомец обернулся к каменщику и спросил его:

— Кто сделал твои инструменты?

— Кузнец, — ответил тот.

Сидящий обратился к плотнику, столяру:

— Кто тебе сделал инструменты?

— Кузнец, — отвечали те.

И все, к кому обращался незнакомец, отвечали:

— Да, кузнец выковал наши инструменты, которыми был построен храм.

Тогда незнакомец сказал царю:

— Я кузнец. Царь, видишь, никто из них не мог бы выполнить свою работу без сделанных мною железных инструментов. Мне по праву принадлежит это место. Убежденный доказательствами кузнеца, царь сказал присутствующим:

— Да, кузнец прав, считая себя заслуживающим наибольшего почета среди строителей храма.

Но так было не только в легенде.

Кузнец в древности был основным металлургом. При сыродутном процессе он получал железо и обрабатывал его в готовое изделие. Людей поражал тот факт, что кузнец делал ценные вещи почти что из ничего, из куска какого-то бурого камня. Поэтому многие народы считали кузнеца «вещим человеком», чуть ли не чародеем. Нередко эта профессия была очень почетной.

У различных первобытных племен Африки кузнецы были самыми уважаемыми людьми. Именно им доверялось воспитание молодого поколения. В Африке единственным человеком, которому разрешалось изготавливать деньги, являлся кузнец — этим также объяснялось его высокое положение у многих африканских племен.

Интересно отметить, что единственным «рабочим» среди богов различных религий был бог-кузнец: Гефест — у греков, Вулкан — у римлян, Сварог — у славян, Тлепша — у черкесов.

Заглянем в «личное дело» наиболее известного из этих богов — Гефеста. «Биография» его такова.

Бог огня и покровитель кузнечного ремесла Гефест вошел в высший сонм двенадцати главных богов Олимпа. И там он был единственным представителем физического труда. Имел он знатное происхождение: сын Зевса и Геры, верховных богов греков.

Гефест всегда изображался могучим кузнецом с молотом или клещами в руке, в конической шапке, в хитоне ремесленника с открытой правой рукой и плечом. В отличие от других

олимпийских богов, он не проводил время в пирах и праздности, а работал в своей полной чудес кузнице. Посредине этой кузницы стояла громадная наковальня, в углу — горн с пылающим огнем и чудесными мехами, которые не надо было приводить в движение руками — они повиновались слову бога-кузнеца. Скажет тот слово, и работают мехи сами, раздувая огонь в горне. Покрытый потом, весь черный от угольной пыли и копоти, работает бог-кузнец в своей кузнице. Замечательные изделия выковывает в ней Гефест: несокрушимое оружие, драгоценные украшения, чаши и кубки.

И вот однажды титан Прометей, великий благодетель человечества по греческому мифу, сумел тайком пробраться в жилище Гефеста, похитил у него огонь и передал его человеку. Жизнь человека от этого намного облегчилась, но Прометея постигло наказание богов за похищение огня.

В этом мифе отразилось отношение людей к замечательной профессии кузнеца. Так было в древности. А как относились к профессии кузнеца позже?

Сохранилась такая анекдотическая история. Когда-то в давние времена провинился перед англичанами в чем-то шотландский кузнец. Послали англичане к шотландскому воеводе посильных: выдай, мол, нам твоего кузнеца, его-де надо повесить. А тот им в ответ: нужный он человек — не хотите ли, отдам вам вместо кузнеца двух портных?

И в средневековой Европе кузнец тоже иногда пользовался большим почетом. Так, в Англии на пирах в королевском дворце кузнец сидел за столом с королем и ему подавали все яства, какие были на столе. По чину кузнец был выше медовара.

Культ железа

Кузнечное ремесло у большинства народов выделилось в особое занятие, обычно наследственное. Недоступные другим

навыки и умение кузнеца окружали его профессию ореолом таинственного в глазах суеверных соплеменников.

Процесс плавки металла нередко сопровождался религиозными церемониями. Так, по данным Липса, люди африканского племени гангуелла перед рытьем плавильной ямы обязаны длительное время воздерживаться от пищи и жить отдельно от жены. В яму бросали священные корни и окропляли ее кровью жертвенной курицы, произнося при этом: «Мы убиваем тебя не для того, чтобы съесть, а для того, чтобы получить железо».

Другое африканское племя — пангве также не приступало к плавке железа до тех пор, пока знахари не изготовят необходимых для этого дорогих снадобий. Во время плавки необходимо присутствие знахаря, который продает разрешение на плавку железа лишь за очень дорогую плату — пять овец, пять кур и пять кусков проволоки. В маленький горшочек складывается магическая смесь — пучок листьев, священная кора, яд и кусочек мозгового вещества предка, который должен «наблюдать» за ходом плавки. Горшочек ставится в плавильную яму, и на него насыпают древесный уголь и железную руду для плавки. Затем в яму кладется кусок раскаленного угля, и работники начинают раздувать мехи под звон железного колокола знахаря, танцующего под аккомпанемент песен и воплей и исторгающего пронзительные звуки из рога антилопы¹.

Вот такие магические обряды вызывали у некоторых народов страх перед кузнецом. С одной стороны, кузнецов нередко считали нечистыми, отверженными людьми, с другой — приписывали им сверхъестественные способности. Например, у джагга — племени Восточной Африки, кузнецов очень ува-

¹ Здесь использованы этнографические материалы следующих авторов: Ю. Липса. Происхождение вещей. М., ИЛ, 1954, стр. 487; С. А. Токарев. Религия в истории народов мира. М., 1964, стр. 559.

жают, но еще больше боятся. За кузнеца не всякая женщина согласится выйти замуж. А уж девушку, дочь кузнеца, тем более не возьмут в жены: она может навлечь несчастье, даже смерть на своего мужа. Кузнец может своими орудиями послать порчу на своего врага, и этого боятся в племени больше, чем других видов колдовства. Вообще молот, мехи и другие кузнечные инструменты считаются как бы колдовскими принадлежностями, к ним никто не решается притронуться.

Страх перед кузнецами отразился даже в словарном составе языков. В русском, например, слова «коварный» и «ковы» этимологически связаны с глаголом «ковать» и со словом «коваль», а со словом «кузнец» — слово «казни».

Так в религиях некоторых первобытных народов создавался культ кузнецов, культ железа.

Например, у кавказских горцев кузнецу, кузнице, железу приписывались сверхъестественные свойства. Культ железа у них наблюдался в обрядах, связанных с рождением, свадьбами, похоронами, борьбой с болезнями, поклонением оружию, железу, кузнечному делу.

Железу приписывалась способность магически исцелять больных и раненых. Кузница была местом совершения лечебных обрядов. С этим связан и особый варварский обычай лечения раненых у черкесов, так называемый чанш: раненого, особенно при переломе кости, старались развлекать днем и ночью, не давая ему заснуть. Односельчане собирались в дом к больному, устраивали шумные игры, танцы. Каждый входящий в дом громко ударял по железу.

У всех народов Кавказа отмечалось магическое значение железа как оберега, то есть предмета, способного, по суеверным представлениям, охранять от разных бедствий. Например, известен обычай проводить новобрачных под скрещенными шашками.

Так таинственное и непонятное ремесло кузнеца порождало иногда суеверия, и это использовалось в религиозных обря-

дах. Возникло религиозное почитание кузнечных инструментов, самого продукта кузнечного ремесла — железа.

Утраченные секреты

История техники знает немало тайн древних металлургов, потерянных для наших дней. Расскажем о некоторых из них.

Платина, металл химических лабораторий, впервые нашла практическое применение в технике лишь в 1809 году. Препятствием к освоению этого металла служила высокая температура его плавления — 1774 градуса. Однако древние обитатели Америки — ацтеки еще до Колумба умели получать из этого металла изделия. Последний властитель ацтеков Монтесума послал в подарок испанскому королю прекрасные платиновые зеркала. Как удалось справиться древним американским металлургам с этим тугоплавким металлом — и поныне тайна.

В 1845 году немецкий врач Фридрих Велер впервые получил куски чистого алюминия с... булавоочную головку. Сотню лет назад это был очень дорогой металл: килограмм алюминия стоил лишь на 80 рублей дешевле золота — так трудно было его получать. Только в 1886 году удалось начать промышленное получение алюминия сложным электролитическим способом. Однако древнегреческий мыслитель Платон, описывая 2300 лет назад легендарную Атлантиду, рассказывал, что древние атланты знали, кроме золота и серебра, еще один драгоценный металл. По краткому описанию его свойств он похож на алюминий.

Известный римский ученый Плиний Старший рассказывал о придворном мастере императора Тиберия, правившего около 2000 лет назад. Этот мастер однажды преподнес своему владыке корону из необычного металла. По виду он напоминал серебро, но был значительно легче. Случайно император уронил корону на пол — она заметно погнулась.

— Откуда ты добыл этот металл? — спросил Тиберий.

— Из глины, — ответил мастер.

Тиберий повелел обезглавить мастера, а его мастерскую разрушить. Он боялся, что новый металл обесценит серебро.

Если это был действительно алюминий, то как смогли его получить в столь далекие времена при тогдашней технике? А может, это только легенды?

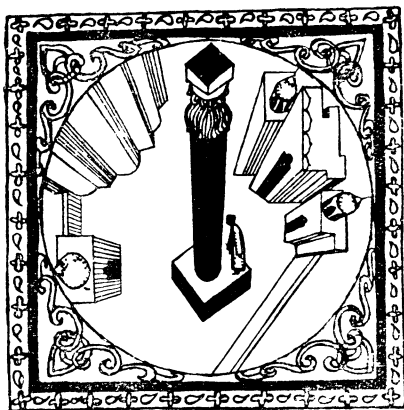
Но вот сравнительно недавно в научной периодике появилось сообщение о получении алюминиевого сплава в древнем Китае. При раскопках старинного кургана там были обнаружены украшения из алюминиево-медного сплава. Предметы раскопки датируются эпохой Цзинь, которая существовала около 2000 лет назад. Эта находка является важным событием в истории техники и заслуживает серьезного внимания не только со стороны археологов и историков, но и металлургов. Это уже не легенда.

Сохранилась еще одна загадка мастерства древних металлургов — знаменитая колонна в Дели. Эта загадка из области металлургии железа, и поэтому о ней расскажем подробнее.

Железная колонна в Дели

В 1048 году среднеазиатский ученый из Хорезма Бируни закончил свой большой труд «Минералогия, или собрание сведений для познания драгоценностей». Там есть интересная глава «О железе», где Бируни с удивлением сообщает об одной «небылице»:

«К «небылицам» о происхождении железа, хотя они и так во множестве упоминаются в летописях, относится и то, что в Кандахаре во время его завоевания арабами был найден железный столб высотой в 70 локтей. Хишам ибн-Амир приказал откопать его до основания, и при этом было обнаружено, что столб был вкопан еще на 30 локтей в землю. Тогда он стал



расспрашивать о нем, и ему сообщили, что один Тубба из Йемена вступил в их страну вместе с персами, и когда они овладели Индией, то йеменцы отлили из своих мечей этот столб и сказали: «Мы не хотим идти отсюда дальше в другую страну», — и завладели Синдом. И говорят: «Это слова тех, кто ничего не понимает в деле обработки металлов и изготовления крупных отливок из него». Это даже глупость, ибо тот, кто нуждается во

время завоевания страны в увеличении количества оружия, не стал бы его уменьшать вместо того, чтобы увеличивать, точно он собирался сражаться при помощи столба. Это напоминает рассказ тех людей, которые совершают поездки между Хорезмом и страной гузов, о железной наковальне величиной с большой дом, мимо которой проходит по дороге, ведущей...

К сожалению, на этом обрывается глава о железе — конец ее потерян. Однако сообщение о железном столбе Бируни напрасно отнес к небылицам. Такой столб уже в его время более 600 лет стоял в Индии. Он сохранился и до наших дней.

Вот что пишет Д. Неру в книге «Открытие Индии»:

«Древняя Индия добилась, очевидно, больших успехов в обработке железа. Близ Дели высится огромная железная колонна, ставящая в тупик современных ученых, которые не могут определить способ ее изготовления, предохранивший железо от окисления и других атмосферных явлений».

Более полутора тысяч лет назад изготовлена эта колонна, стоящая ныне на одной из площадей индийской столицы, в по-

лучасе езды от центра. Темная поверхность колонны на высоте человека блестит. С давних времен стекались к ней толпы богомольцев — считалось, что кто прислонится спиной к колонне и обхватит ее руками, тот будет счастлив.

Колонна была воздвигнута в 415 году в честь царя Чандрагупты II, скончавшегося в 413 году. Первоначально она находилась на востоке страны, была увенчана изображением священной птицы Гаруды и стояла перед храмом. Там же были найдены и другие подобные колонны, но не железные, а каменные. В 1050 году царь Ананг Пола перевез ее в Дели.

Колонна весит около 6,5 тонны, высота ее 7,3 метра, диаметр у основания 41,6 сантиметра, у верха — 29,5 сантиметра. Она изготовлена почти из чистого железа (99,720 процента железа в ней) и содержит лишь незначительные примеси углерода, серы и фосфора. Этим и объясняется ее долговечность и антикоррозийность.

Древняя Индия вообще славилась искусством своих металлургов. Историки сообщают, что применявшиеся при сооружении египетских пирамид орудия из железа для обработки камня изготавливали в Южной Индии, которая вела оживленную торговлю с Римом, Египтом и Грецией. Индия настолько была известна на Востоке своими изделиями из стали, что у персов в разговоре о чем-нибудь излишнем и ненужном бытовала поговорка: в Индию сталь возить.

Известен памятник иранской архитектуры XIV века — купольный мавзолей-мечеть Ольдшайту-хана в Султании. Мечеть была декорирована мозаикой из разноцветных глазурованных и люстровых плиток. Главной достопримечательностью мавзолея были двери гробницы хана, сделанные из тончайшей индийской стали.

Из стали была сделана и решетка «толщиной в руку», окружавшая могилу Ольдшайту-хана. Она якобы была изготовлена из одного куска стали, и в Индии над нею трудились будто бы свыше семи лет.

А теперь вернемся к железной колонне. Наверное, у читателей давно уже возник вопрос — как же была изготовлена эта колонна?

Некоторые даже говорят, что современные металлурги до сих пор не добились подобного совершенства. Это не так. В наши дни научились делать и нержавеющей сталь, и железо такой чистоты, какая и не снилась древним металлургам. И все-таки искусство древних мастеров достойно восхищения.

По вопросу о способе изготовления знаменитой колонны до сих пор нет единого мнения. Некоторые авторы заявляют, что она была отлита, что менее всего вероятно. Другие считают, что при выплавке «на глазок», как это было в древности, возможны очень большие отклонения в качестве металла. Вот, дескать, одним из таких счастливых исключений и могла быть колонна. Третьи предполагают, что колонна сделана путем сварки отдельных криц весом по 36 килограммов и последующей их проковки.

По мнению одного автора, древние металлурги для получения чистого железа растирали губку сварочного железа в порошок и просеивали его. А потом полученный чистый порошок железа нагревали до красного каления, и под ударами молота его частицы слипались в одно целое — нынче это называется методом порошковой металлургии. Из таких кусков железа, возможно, и слепили огромную колонну в Дели.

А теперь расскажем еще об одной металлургической тайне, которую много раз раскрывали и вновь теряли.

Тайна булата

Вальтер Скотт в своем романе «Талисман» рассказывает о состязании в ловкости между Саладином и английским королем Ричардом Львиное Сердце. Во время состязания Ричард своим мечом разрубил на две части копье одного из рыцарей.

В ответ Саладин подбросил в воздух тонкое покрывало и рассек его своей саблей. Клинок султана был булатный.

Это одна из многих легенд, рассказывающая о чудесных свойствах булата.

Первые сведения о булате дошли до нас от участников походов Александра Македонского в Индию — за 2300 лет до наших дней. По их словам, мечами индусов можно было рубить камни и рассекать в воздухе легкие шелковые ткани.

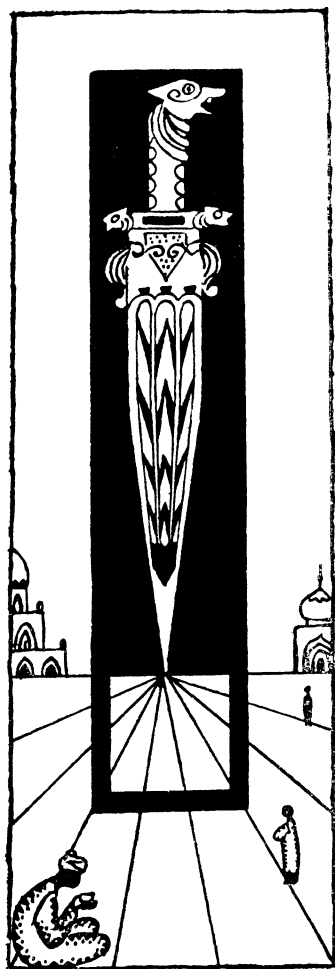
Да, Индия была родиной булата. Отсюда в восточные страны ввозили вутцы — «хлебцы» из стали. Они имели вид плоской лепешки диаметром около 12,5 сантиметра, толщиной четверть сантиметра и весом около 900 граммов. Каждый такой «хлебец» разрубался пополам на равные части, чтобы покупатель мог рассмотреть строение металла.

Индийские мастера много веков владели искусством обработки стали. Еще арабский географ Едризид за 3200 лет до наших дней писал, что индусы в его время славились производством стали и выковкой мечей. И через две с лишним тысячи лет Бируни, описывая производство стали и мечей, восклицал: «Никогда не будет народа, который лучше разбирался бы в отдельных видах мечей и в их названиях, чем жители Индии!»

И он далее рассказывает, что мечи в Индии делали всяких цветов: зелеными (отполированное железо натирали раскаленным порошком медного купороса), синими, белыми, цвета фиринда, или фаранда (шелковая узорчатая ткань), то есть с узорчатым рисунком на стали, с красным полем и белыми узорами на нем.

Самой же главной внешней отличительной особенностью булатных мечей были узоры, рисунки на металле. На некоторых булатах узоры были видимы невооруженным глазом сразу после полировки. На других узоры появлялись только после травления соком растений. Узор мог быть крупным или мелким.

Мастера Востока тщательно хранили секрет производства



булата, передавая его из рода в род. Было несколько известных центров по изготовлению булата. Особенно славился этим сирийский город Дамаск. Там уже 1800 лет назад существовала первая крупная мастерская по изготовлению стали и производству оружия из индийского вутца.

Булатные клинки ценились очень высоко во все времена. Бируни, сообщая о различных видах индийских мечей, упоминая один из них — маджли, на котором изображаются животные, деревья, пишет: «Стоимость такого меча равна цене лучшего слона, если же рисунок будет изображать человека, то ценность и стоимость меча еще выше».

Да и в поздние времена, например, в начале XIX века, у синдского эмира была булатная сабля, «за которую он не согласился взять 900 фунтов стерлингов», то есть 9000 рублей золотом.

Знакомство европейцев с булатом началось еще в эпоху римского владычества — около 2000 лет назад. Позднее славу булатного оружия разнесли купцы, приобретающие его в Дамаске и развозившие по многим странам.

С начала III века способковки дамаскских мечей распространился в Западной Европе. Однако спустя

700 лет, около X века, секрет этого производства был снова утерян.

В средние века производство булатов было и на Руси. Имеются документы, подтверждающие, что в Москве существовало производство булатов. Так, в 1616 году оружейный мастер Дмитрий Коновалов выковал зеркало из булата. В ряде документов встречаются записи: «...сабельные полосы, булат синий, московский выков».

Однако к концу XVII века это искусство, видимо, пришло в упадок, а потом и вовсе забылось.

Здесь уместно будет затронуть вопрос — почему же так легко были утрачены многие секреты древних мастеров?

Профессор Л. Ф. Верещагин, отвечая на этот вопрос, приводит пример с загадкой дамасской стали. Как удавалось людям средневековья без нынешней техники и без легирующих добавок получать эту изумительную нержавеющую и необыкновенно прочную сталь? Если производство дамасских клинков было уже когда-то освоено, то почему же люди позабыли его? Профессор так ответил на этот вопрос:

— То, что случайно найдено путем экспериментов и еще не осмыслено, не понято людьми, принадлежит им только наполовину. Человеку выпала большая удача — он нашел самородок золота. Нашел случайно. Он порадовался увесистой находке, подержал ее в руках, спрятал под куст в надежде вернуться сюда, а потом сколько ни искал, уже не мог ее найти. Примерно то же случилось и с дамасской сталью. Случай дал ее в руки человеку, случай и отнял.

Несмотря на утрату секрета, интерес людей к булатной стали не пропадал. В прошлом веке ученые многих стран пытались раскрыть тайну булата. Среди них был и знаменитый английский физик Майкл Фарадей, пытавшийся получить булат путем добавки к стали алюминия или платины.

Однако тайна булатной стали была раскрыта уральским металлургом Павлом Петровичем Аносовым. После многолет-

них опытов он в 1837 году изготовил в Златоусте первый булатный клинок. «Полоска булата сгибалась без малейшего повреждения, издавала чистый и высокий звон. Отполированный и закаленный конец крошил лучшие английские зубила, тогда как отпущенный — легко принимал впечатления и отсекался чисто и ровно», — писал Аносов в «Горном журнале».

Изготовленные на златоустовской фабрике булатные клинки были золотистого отлива с крупным сетчатым или коленчатым узором, что, по мнению знатоков, было признаком высшего сорта булата. Эти клинки разрубали гвозди и кости, не повреждая лезвия, и вместе с тем легко перерезали в воздухе газовый платок. Так что же такое булат, над тайной которого так долго и упорно бились многие люди?

«Железо и углерод и ничего более, — отвечал Аносов. — Все дело в чистоте исходных материалов, в методе охлаждения, в кристаллизации».

Да, действительно, булат оказался высокоуглеродистой сталью без каких-либо особых примесей. Он являлся продуктом естественной кристаллизации стали, получаемой при соединении железа с углеродом. Сущность образования булата заключалась в насыщении сплава большим количеством углерода — около 1,3—1,5 процента углерода. В условиях медленного охлаждения образовывалось и находилось в некотором излишке соединение железа с углеродом — так называемый цементит, который не растворялся, как это бывает в обычной стали, а оставался среди железа во взвешенном состоянии. Прослойки цементита как бы обволакивались медленно стынувшим мягким железом. Поэтому при большом содержании углерода, что придает металлу твердость, булат сохраняет высокую вязкость, упругость, которой лишена обыкновенная сталь. Из-за наличия прослоек хрупкого цементита отковка булата должна производиться крайне осторожно, ударами легкого молота, с многократным нагреванием до критической температуры — до температуры красного каления, переход за

которую ведет к потере булатом своих основных свойств и характерного рисунка. Процесс изготовления булата был очень трудоемким, длительным и требовал высокого искусства.

Работы Аносова по освоению производства булатной стали оказали большое влияние на дальнейшее развитие металлургии. Ведь в то время мартеновский и конверторный процессы еще не были изобретены. В Англии, России и других странах литую сталь получали трудоемким, длительным и малопроизводительным процессом — путем переплавки цементованных кусков железа в тиглях. Цементация же, то есть науглероживание железа, представляла собой еще более длительный процесс, он продолжался иногда несколько дней.

Уральский металлург П. П. Аносов во время поисков тайны булата разработал новый способ получения стали, сущность которого «заключается в сплавлении негодных к употреблению железных и стальных обсечков в глиняных горшках (тиглях.— Н. М.) при помощи возвышенной температуры воздушных печей». Если же сплавляли мягкое железо, т. е. металл с низким содержанием углерода, Аносов соединял процесс плавения с процессом науглероживания железа в газовой среде — у него операция цементации совмещалась с плавлением. Открытие газовой цементации явилось крупным вкладом в практику металлургии и обеспечивало получение литой стали в сравнительно больших однородных массах. Наладив на Урале производство тигельной стали, Аносов с законной гордостью писал:

«В Златоусте литая сталь, получаемая из стальных обсечков и тагильского железа, может не уступать английской литой стали: в этом меня убеждают многие сравнительные опыты».

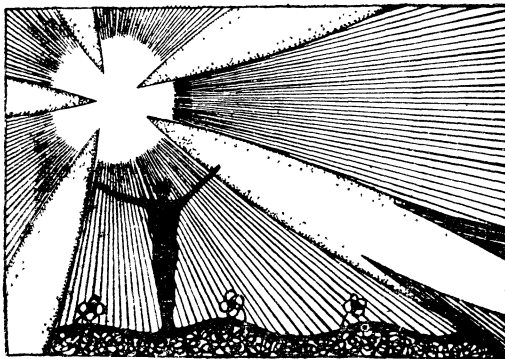
Завершая свой рассказ о булате, мы уже предвидим вопрос нетерпеливого читателя: а как сейчас положение с булатом? Каково его нынешнее значение? А иной читатель даже усомнится, создана ли сейчас подобная замечательная сталь.

Да, сейчас булатная сталь не производится. И вот почему! Эта сталь была продуктом ремесленного кустарного произ-

водства и имела, согласитесь, все-таки ограниченное применение — в основном для изготовления холодного оружия. Современная техника (ведь минуло более сотни лет со времени работ Аносова!) нашла много способов получения самых разнообразных марок стали с различными свойствами, которыми не обладала булатная сталь.

Современной технике нужны металлы и сплавы с самыми необычными свойствами. Нужны марки стали для работы при давлении в сотни и тысячи атмосфер (в производстве аммиака давление до 1000 атмосфер) и при глубоком вакууме, когда давление близко к нулю (в электронных приборах давление до 0,000001 мм ртутного столба). Жаропрочные стали должны выдерживать температуры до 1000 градусов и выше, стали холодостойкие должны сохранять прочность при температурах, близких к абсолютному нулю, при —273 градусах. Для атомных реакторов требуется металл с наибольшей магнитопроводностью, для двигателей реактивных самолетов и ракет — сталь, способная сохранять прочность при весьма высоких температурах и большой нагрузке.

Теперь такие металлы и сплавы есть!



Первый чугун

Чугун является продуктом доменной плавки. А впервые доменные печи появились в Европе в середине XIV века — около 600 лет назад. Причем сначала это были обычные высокие шахтные печи, в которых получалось раньше всегда сварочное железо. Но только теперь с ростом высоты печей и количества загружаемых материалов силу воздушного дутья увеличили и получили вдруг неожиданный результат: вместо ковкого сварочного железа из печи вытекал жидкий металл, который после застывания под молотом ломался.

Это был чугун. Правда, чугун, помимо хрупкости, обладал новым ценным свойством — способностью хорошо заполнять литейную форму. Но на первых порах не умели использовать это свойство. Получение такого хрупкого и негодного металла приписывали небрежности рабочих — их за это даже наказывали. Отношение к чугуну отразилось и в местных названиях его: в Каринтии его называли сорный, или навозный камень, в Германии — грязный камень, в Англии — свинское железо.

Однако история техники говорит, что чугун не всегда являлся продуктом доменной плавки. Оказывается, человек был знаком с чугуном до появления доменных печей.

Из трудов знаменитого ученого древности Аристотеля можно предположить, что ему за 2300 лет до наших дней был известен чугун. Четырьмя столетиями позже римский ученый Плиний Старший сообщал о том, что иногда «железо при плавлении делается жидким, как вода, и после этого ломается подобно губке». Это уже явные признаки чугуна.

В получении чугуна европейцев на многие века опередили китайцы. Первоначально они получали чугун в тиглях из глины, помещая в них смесь из руды и антрацита. Тигли с такой смесью в течение суток нагревали в специальных печах. Таким способом китайцы получали корольки чугуна уже две тысячи лет назад.

К этому же времени примерно относится получение чугуна в Средней Азии, а позже — в Поволжье времен древних болгар, что подтверждается археологическими находками последних лет.

Уральская марка

В январе 1697 г. верхотурский воевода Дмитрий Протасьев доложил в Москву, что в горе над рекой Тагил найден железный камень-магнит, а по берегам реки Нейвы — железные руды. Образец магнитного железняка направили для пробы в Амстердам. Оттуда получили ответ, что «лучше того железа добротой и мягкостью быть невозможно». Найденные месторождения послужили рудной базой для первых уральских железоделательных заводов. В 1701 г. на Урале были построены два первых завода — Невьянский и Каменский.

Один из крупнейших заводов Урала был построен в Нижнем Тагиле: там в 1725 г. выстроили плотину и две доменные печи высотой по 13 аршин. 25 декабря 1725 г. новый завод выдал первый чугун. Позднее появились еще две доменные печи, два молота и плющильная машина. Суточная производительность одной доменной печи в 1727 г. составляла 250—400 пудов, а годовая — в среднем 118,7 тысячи пудов на печь.

Академик С. Г. Струмилин писал позже о Нижне-Тагильском заводе: «Завод оказался самым крупным и жизнеспособным наследием той эпохи. В преобразенном виде и грандиозно возросших масштабах он и ныне является одним из лучших украшений современного Урала».

Вслед за этим возникли и другие заводы Демидовых, входившие в Нижне-Тагильский горный округ. Заводы Демидовых были самыми крупными в мире по производству чугуна.

На уральское железо ставили заводское клеймо, изображавшее маленького бегущего зверька под маркой «Старый

17: СИБИРЬ : 99.Г



соболь». Оно было известно всему миру. Этот металл выплавлялся из чистых от вредных примесей уральских руд и на древесном угле, также не засорявшем металл примесями. Недалеким Аносов в своем производстве булатной стали использовал тагильское железо, ибо в его процессе успех дела состоял прежде всего «в чистоте исходных материалов». Уральское железо было таким «добрым» и «мягким», что его сравнивали с собольим мехом — потому и называли заводское клеймо «Старый соболь».

В Нижне-Тагильском краеведческом музее и сейчас можно видеть старинные изделия из уральского металла — образцы проката, свитые в узлы, самовар, железные бутылки — все они свидетельствуют о замечательном качестве железа и высоком искусстве уральских металлургов. Узлы из круглого железа затянуты в холодном состоянии при помощи строгального станка. Самовар сделан из круглых железных дисков в холодном виде постепенным загибом с оттягиванием без единого шва, сварки или склеивания. Железные бутылки оттянуты в нагретом состоянии.

Великолепные качества уральского железа высоко ценились за границей. Особенно охотно покупали его в Англии.

«Демидовское железо «Старый русский соболь», — писала 16 апреля 1851 г. английская газета «Морнинг пост», — ...играет важную роль в истории нашей народной промышленности; оно впервые введено было в Великобритании для передела в сталь в начале XVIII столетия, когда сталелитейное наше произ-

водство едва начало развиваться. Демидовское железо много способствовало к основанию знаменитых шеффилдских изделий».

Марка «Старый соболев» особенно славилась в XVIII веке — золотом веке старой уральской металлургии. Тогда Россия занимала первое место в мире по производству металла, обогнав Англию и Швецию. В России же главной металлургической базой того времени являлся Урал; в середине XVIII века здесь производилось до двух третей всего металла в стране.

Немалую долю в вывозе русского металла в Англию занимало тагильское железо. Английская металлургия в то время переживала застойный период из-за недостатка топлива, и поэтому Англия развивала свою промышленность в основном за счет русского и шведского железа.

В конце XVIII века Нижне-Тагильский завод вырабатывал ежегодно до 280 тысяч пудов металла, предназначенного почти полностью для экспорта.

Уральские заводы XVIII века и в техническом отношении стояли на первом месте в мире. В центральной России имелись еще заводы, получавшие железо устаревшим сыродутным способом.

Уральской металлургии XVIII в. принадлежали мировые рекорды и по выплавке чугуна на одну печь и по экономическим показателям расхода топлива и сырья. Доменные печи Нижне-Тагильского завода по своей величине и производительности значительно превосходили западноевропейские. Высота их достигала почти 13 аршин, в то время как шведские и французские были не выше 10,5 аршин, а немецкие 9—10 аршин. Средняя выплавка одной уральской печи составляла около 100 000 пудов в год, некоторые печи давали по 150—200 и 300 тысяч пудов в год в конце столетия. Такой производительностью не отличались и крупнейшие коксовые печи Англии того времени.

Однако в XIX в. положение русской металлургии измени-

лось. В то время как Англия, например, снабжаемая русским и шведским железом, проводила технические преобразования своей промышленности, ставя ее прочно на капиталистический путь развития, Россия отставала от нее и других стран в социально-экономическом отношении. В стране до 1861 г. сохранялось крепостное право. Оно служило главным тормозом в развитии уральской металлургии. Техника уральских заводов оставалась на прежнем месте, в то время как в других капиталистических странах она двигалась вперед. Россия лишилась заграничных рынков для сбыта железа, а внутренний рынок из-за экономической отсталости развивался слабо.

О положении в горной промышленности того времени сохранилось примечательное свидетельство современника. Корреспондент П. Крапивин в письмах с Урала писал в «Промышленном листке»:

«Отовсюду слышатся жалобы на дороговизну, а частью и на негодность продуктов нашей горнозаводской промышленности... Если уж в центрах горной производительности, как например у нас на Урале, железо по цене своей составляет предмет мало доступный земледельцам и вообще массе мелких потребителей, то можно себе представить, в какой мере доступно оно там, где горных заводов в близости нет. Прорежьте Россию по какому угодно направлению, и вы то и дело встретите из десяти крестьянских лошадей подкованную одну, из ста саней — подкованные двое-трое, из десяти скотов колес — два-три без шин, на четыре дома — три топора, целые деревни без железного гвоздя, огромные села без кузницы».

Новый расцвет уральской металлургии наступил только при Советской власти. В предвоенные пятилетки была выдвинута и осуществлена идея продвижения металлургии на Восток. В Директивах партии отмечалось, что большие запасы уральской железной руды, сочетание их с сибирским углем, благоприятное географическое положение «создают все необходимые предпосылки для развития на Урале технически передового,

крупного, комбинированного хозяйства и превращения Урала в новый крупный металлургический центр».

По этому плану на Урале возникли такие гиганты металлургии, как Магнитогорский металлургический комбинат, Нижне-Тагильский металлургический завод и другие.

Уральские металлурги освоили много новых процессов: впервые в мировой металлургии наладили выплавку феррохрома в доменных печах на металлургическом заводе им. Серова, ферромарганца в больших доменных печах из уральских бедных марганцевых руд на ММК. Сталеплавыльщики овладели производством высоколегированной стали в больших мартеновских печах, а также наладили выплавку сталей-заменителей, в которых содержалось незначительное количество дефицитных легирующих элементов.

Уральская металлургия продолжает свое развитие, с каждым годом наращивая выпуск металла для мирных целей. Сейчас металл с уральской маркой известен не только по всей нашей стране, но и во многих других государствах. Тагильский металл, раньше известный под маркой «Старый собо́ль», теперь с маркой «НТМК» отправляется почти во все концы земного шар — в Индию, Бирму, Исландию, Аргентину, Чили и другие страны.

Петровский указ

6 апреля 1722 года был издан и сразу же разослан по заводам важный для развития русской металлургии указ Берг-коллегии «О пробовании железа». Вот текст этой «прародительницы» современных инструкций отдела технического контроля.

«Его Императорское Величество указал послать из Берг-коллегии на все железные заводы, где железо делается, чтоб с сего времени железо пробовали сим образом, и отпускали в указанные места, и продавали со следующими знаками:

Первая проба: вкопать круглые столбы толщиной в диаметре по шести вершков в землю так далеко, чтоб оное неподвижно было, и выдолбить в них дыры величиною против полос, и в тое дыру то железо просунуть, и обвести кругом того столба трижды, потом назад его от столба отвести, и ежели не переломится, и знаку переломного не будет, то на нем сверх заводского клейма наклеить № 1.

Вторая проба: взяв железные полосы, бить о наковальню трижды, потом другим концом обратя такожды трижды от всей силы ударить, и которое выдержит, и знаку к перелому не будет, то каждое сверх заводского клейма заклеить его № 2.

На последнее, которое тех проб не выдержит, ставить сверх заводских клейм № 3. А без клейм полосного железа отнюдь чтоб не продавали».

Это, пожалуй, самый первый документ об испытании металла перед использованием его в деле. Указ говорит также и о том, что в эпоху Петра I заботились не только о количестве выпускаемого металла, но уже создавали и методы контроля его качества. Причем спрос с бракоделов был строгий. В другом из Петровских указов писалось:

«Повелеваю хозяина Тульской оружейной фабрики Корниту Белоглазова бить кнутом и сослать в работу в монастырь, понеже он, подлец, осмелился войску государеву продавать негодные пищали и фузеи. Старшину олдермана Фрола Фукса бить кнутом и сослать в Азов, пусть не ставит клейма на плохие ружья».

В давние времена металлические изделия не подвергались испытанию на прочность. Правда, из средневековья дошла до нас такая история о «контроле» продукции. Рассказывают, что в старину, когда оружейнику заказывали стальную рубашку-кольчугу, то примерку готового изделия производили на мастере. Заказчик брал в руку кинжал и наносил по кольчуге несколько ударов. Деньги платились или очень большие, или

совсем не платились, смотря по тому, оставался ли в живых мастер.

Развитие машиностроения в XIX веке выдвинуло перед металлургией строгие требования к металлу во всех областях техники. Появилась необходимость в разработке общепринятых методов испытания металла на прочность. С конца 50-х годов прошлого столетия начинают внедряться систематические испытания прочности металла на разрыв, а затем — твердости металла, потом вводились испытания на повторную нагрузку, изгиб, удар и др. В 1852 г. для нужд железных дорог Англии и Германии строились специальные испытательные станки и машины. К этому времени уже во многих странах ведутся систематические испытания крепости железа, проводятся сравнение и анализ результатов, издаются сводки по отдельным производствам — первая из них опубликована в 1862 г.

Систематическое изучение способов испытания и условий приемки материалов началось путем международных соглашений с 1884 г. В 1897 г. в Стокгольме образовался «Международный союз по испытанию технических материалов». Союз разработал международные нормы по испытанию металлов, условия технической приемки, способствовал созданию единообразия в испытании материалов. Введение механических испытаний значительно снизило брак производства, так как предварительный контроль устранял негодный металл из последующих технологических процессов.

В наши дни техника контроля обогатилась многими точными приборами, созданными на основе последних достижений науки. На каждом заводе имеются ОТК со штатом специалистов, разбирающихся во всех тонкостях производства.

А когда-то все начиналось с Петровского указа...

Исчезнувшие профессии

Перенесемся мысленно в Англию, лет на 100—150 назад. В то время она была наиболее промышленно развитой стра-

ной в мире: первая совершила промышленный переворот и начала капиталистическую индустриализацию. Она заняла первое место в мире по производству железа. Один французский автор с восторгом писал в 1833 г. об английских достижениях в использовании железа:

«Надобно приехать в Англию, чтоб оценить всю пользу железа. Англичане, будучи принуждены употреблять железо вместо дерева, за недостатком леса, старались выделять оное самую дешевою ценой, и обратили ко множеству таких употреблений, о которых мы на твердой земле Европы не могли бы и подумать. Здесь на каждом шагу увидите железо, чугун, железные листы, сталь в разных видах: в машинах, столбах, колоннах разного размера, от двух дюймов до четырех футов в поперечнике, в водопроводах и газопроводах, в колесах на дорогах, в решетках, мостах, полах, кровлях, целых набережных, дорогах и прочем...»

Впечатляющую картину нарисовал автор. Действительно, в Англии много производилось железа. А как его добывали?

Вот как описывает другой автор железоделательные заводы графства Страффордского, одного из крупных металлургических районов Англии:

«40 000 работников — мужчин, женщин и детей — черных, как циклопы, трудятся беспрестанно под атмосферою, наполненною дымом, вокруг тысячи пылающих горнов, на краях черных болот и пропастей, изрытых в земле еще более черной...»

Можно представить себе условия работы у металлургических печей того времени.

Изнуряющая жара от раскаленного металла и тяжелый физический труд при отсутствии всяких механизмов для перемещения тяжестей. Среди многих металлургических профессий того времени, пожалуй, самой тяжелой была профессия пудлинговщика.

Пудлингование было основным способом получения желе-

за почти на протяжении всего XIX столетия. Это был очень тяжелый и трудоемкий процесс. Работа при нем шла так.

На подину пламенной печи загружались чушки чугуна, их расплавляли. По мере выгорания из металла углерода и других примесей температура плавления металла повышалась, и из жидкого расплава начинали «вымораживаться» кристаллы довольно чистого железа. На подине печи собирался комок слипшейся тестообразной массы. Рабочие-пудлинговщики приступали к операции накатывания крицы с помощью железного лома. Перемешивая ломом массу металла, они старались собрать вокруг лома комок, или крицу, железа. Такой комок весил до 50—80 килограммов и более. Крицу вытаскивали из печи и подавали сразу под молот — для проковки с целью удаления частиц шлака и уплотнения металла.

Известный английский металлург Д. Перси писал в 1864 г.:

«Нет производства, где бы мускульная сила человека была подвержена таким тяжелым усилиям и при столь изнуряющей обстановке. Удивительно ли, что пудлинговые мастера резко выражают нежелание приучать своих детей к этой работе, которая, вообще говоря, делает человека неспособным к ней около сорока пяти или пятидесяти лет жизни».

Теперь профессии пудлинговщика нет. Работа сталевара, конверторщика на современных агрегатах проходит совсем в других условиях.

Теперь человеку помогают многие механизмы и средства автоматизации.

А прокатка сто лет назад?

Автор книги о руднике и заводе Н. И. Покровский с пафосом описывал работу прокатной машины:

«Машина, приводящая валки в движение, вертится обыкновенно с большою быстротою, чтобы самые валки быстро вертелись и быстро пропускали металл между собою. Нужно удивляться ловкости рабочих, которые с одной стороны валков вдвигают в них добела раскаленный ком железа, а с дру-

гой — подхватывают выходящую из них, еще белую от жара металлическую штуку, поднимают ее и передают на другую сторону валков. Вода, падающая на валки из особых трубок, попадает иногда на раскаленный металл в минуту вступления его в валки и, обращаясь мгновенно в пары, производит как бы настоящие ружейные выстрелы. Любопытно видеть прокатку рельсов, когда из толстой массы белого раскаленного металла, длиною не более полутора аршин, после двух или трех первых прокатов, уже является рельс в несколько сажен длиною. Как адская огненная змея, стремится он из валков и гнется под собственной тяжестью. Рабочие принимают его на железные палки и крючья, чтобы потом приподнять и передать рельс на другую сторону валков для новой прокатки.

Прокатные валки могли вращаться только в одну сторону, они не обладали способностью реверсивного движения, как в нынешних прокатных станах, когда валки вращаются туда и обратно. Не говоря уже о том, что раскаленную полосу нужно было вручную подавать в валки. Это и делали рабочие-вальцовщики.

Рельсы того времени были сравнительно невелики. А если приходилось прокатывать огромные массы металла? Тогда было так.

6 сентября 1867 г. в Шеффилде на заводе Д. Броуна и К^о произошло знаменательное событие — шла прокатка толстой броневой плиты весом около 30 тонн. «Масса железа больших размеров до сих пор не прокатывалась еще нигде», — отмечали в прессе.

После нагрева в печи пакет «с величайшими затруднениями» был вынут из оной и поднесен к валкам, причем рабочим от невыносимого жара приходилось часто переменяться между собою, несмотря на то, что все они были одеты с головы до ног в парусину, напитанную водой. После попеременной прокатки пакета взад и вперед, длившейся четверть часа, была получена удовлетворительная броневая плита толщиной в

15 дюймов. Эта громадная операция, кончившаяся так удачно, потребовала 200 человек рабочей силы...»

А теперь? Современный прокатный цех — самый механизированный и автоматизированный участок на заводе. И пришедшего впервые на металлургический завод больше всего поражает прокатка. Да и не только новичка завораживает работа прокатных механизмов. Каждый раз, попадая в прокатный цех, и бывалый металлург засматривается на точную работу механизмов, которой руководит оператор за пультом управления. Огромный раскаленный слиток вылетает из валков и бежит по рольгангу, но ролики рольганга уже сменили направление вращения — и слиток мчится обратно в валки. В промежутках между проходами слитка линейки манипулятора устанавливают его перед тем или иным калибром и кантуют его — переворачивают с боку на бок, чтобы более равномерно проходило обжатие металла. Человек теперь не прикасается к раскаленному металлу, это за него делают механизмы. Так исчезла еще одна тяжелая профессия.

В старых доменных цехах самой тяжелой профессией была работа каталя. Сейчас даже металлургам, особенно молодым, надо объяснять, что это была за профессия.

Доменная печь, даже небольшая по сравнению с современными гигантами, потребляет много угля, руды, известняка. Подать все эти материалы в печь лежало раньше на обязанности каталя. Известный доменщик И. Г. Коробов рассказывал о работе каталя на Макеевском заводе, принадлежавшем французскому акционерному обществу:

«На работу каталями брали только сильных и выносливых. Не каждый может в течение смены нагрузить на «козы», перевезти и разгрузить около 2000 пудов железной руды... За 12 и более часов работы на заводе платили 70—80 копеек — по копейке за «козу», а на каждую «козу» грузили ни мало ни много 25—30 пудов руды. Двор был весь в рытвинах, повороты узкие, колеи разбиты...»

Теперь на доменные печи подают материалы скипами — подъемными саморазгружающимися приспособлениями. На новейших доменных печах для этого используется даже транспортерная подача сыпучих материалов, например, на Череповецком металлургическом заводе.

Загрузку мартеновских печей раньше производили тоже вручную — до революции на русских заводах не было завалочных машин. Все сыпучие материалы: руду, известняк забрасывали обычными лопатами. А для загрузки тяжелого металлического лома держали специальных рабочих-силачей. Они забрасывали куски лома на огромную лопату с длинной рукояткой, висевшей на цепи. Иногда груз весил 40—60 пудов, почти тонну. Несколько рабочих-завальщиков налегали на ручку груженой лопаты и под «Дубинушку» толкали ее в печь и там переворачивали груду лома.

А теперь в мартеновском цехе эту работу выполняет сильная машина, бегающая по цеху по железнодорожной колее шириной в 8 224 мм. Такая завалочная машина может подать за раз более 10 тонн лома!

Вот на примере только четырех исчезнувших профессий — пудлинговщика, вальцовщика, каталы и завальщика — можно представить наглядно изменения, внесенные техническим прогрессом в металлургическое производство.





Было время, когда железо употребляли только на инструменты, в военном деле и на сельскохозяйственные орудия. Лишь в конце XVIII века началось первое применение металла в строительстве машин.

Английский техник XVIII века Дж. Смитон, один из первых применивший чугун в машиностроении, говорил в 1782 г.: «Когда я двадцать семь лет тому назад впервые стал применять чугун, то все удивлялись, как может хрупкий чугун выдерживать там, где не может устоять самое крепкое дерево. Однако эти отливки несут свою службу исправно и по сию пору.»

Чугунный цилиндр атмосферной паровой машины был первой крупной деталью из черного металла. Но котел паровой машины вначале все же делали из меди. Оборудование заводов в основном было деревянным.

С ростом производства металла к началу XIX века появились и другие возможности использования железа. «Производ-

ство железа так удешевилось,— писал Энгельс,— что оказалось возможным делать из железа массу вещей, которые раньше изготовлялись из дерева или камня.»

Где и как использовался этот металл?

Впервые из железа

Самым древним предметом из железа, известным археологам, считаются бусы из полых трубочек, найденные английским археологом Петри при раскопках египетских могил конца IV тысячелетия до н. э. Бусы сделаны из кованого железа. Химический анализ их обнаружил большое содержание — до 7,5 процента никеля, характерное для железа метеоритного происхождения.

Из железа, полученного человеком из руды, начали изготавливать предметы вооружения — мечи, кинжалы, боевые топоры, наконецники копий. Но вскоре изготавливают и орудия труда.

Применение железных орудий для обработки земли сократило во много раз затраты труда, улучшило вспашку и увеличило урожайность. Например, каменным топором человек мог срубить большое дерево «за две луны», т. е. за два месяца. А самым примитивным железным топором это можно сделать в худшем случае за два часа.

В средние века появление пороха и его применение в огнестрельном оружии вызвало бурное развитие артиллерии, явившейся крупным потребителем металла для пушек и ядер. Артиллерия того времени отличалась необычайной величиной и тяжестью орудий. Вес осадного орудия — бомбарды в XIV в. превышал 8 тонн. В те времена в городе Генте (Бельгия) была отлита пушка «Бешеная Грета» калибром 64 см, длиной ствола 505 см и весом 16,4 тонны. Примером огромного орудия является знаменитая Царь-пушка русского мастера Андрея Чохова (1586 г.): общая длина ее ствола 5 м 34 см, калибр у дульного среза 89 см, вес около 40 тонн.

С развитием металлургии железо начало применяться в строительстве. Много раньше других взялись за это русские. Металл употреблялся на контурные связи. Дощатое или листовое кованое железо шло на устройство оконных ставен, железных кованых дверей. В последней четверти XVII в. дощатым железом иногда покрывали крыши, например, крышу Посольского приказа в Москве. Одна кованая доска весила 7,5 фунта (3 кг). Использовались также чугунные строительные изделия. Например, при постройке палат князя В. В. Голицына в 1685 г. для полов было приобретено 616 пудов 5 фунтов (9856 кг) литых чугунных досок, которые были в два с половиной раза дешевле кованого железа, два столба литых чугунных весом 36 пудов 2 чети (584 кг). Летом 1712 г. уральский заводчик Никита Демидов на стругах привез на Москву-реку чугунные половые одноаршинные доски числом 2700, в длину и ширину по аршину с четвертью и толщиной пальца в два.

У нас на Урале в Невьянской башне, построенной Демидовым в 1725 г., двухметровой толщины стены намертво связывали железные брусья, дверные и оконные проемы укрепляли чугунные косяки, двери и ставни были железные, кованые. Полы всех этажей и балконы ярусов устилали чугунные плиты. Башня стоит до наших дней!

И все-таки нельзя сказать, что в те времена широко использовали металл в строительстве — боялись хрупкости чугуна. Выдающийся русский экономист Петровской эпохи Иван Посошков в 1724 г. рекомендовал за продажу чугуна «на домовое строение брать штраф с торговца за гривну рубль; зачем-де он подсовывает ненадежный материал?»

Однако с начала XIX в. начинается более смелое и широкое использование металла в строительстве. В 1800 г. англичанин Уайатт взял патент на применение чугунных стропил и кровли. Вскоре стали строить из чугуна целые фабричные здания. На заводе Болтона и Уатта в Сохо (Англия) в некоторых мастерских сделали чугунные лестницы, полы, стропила.

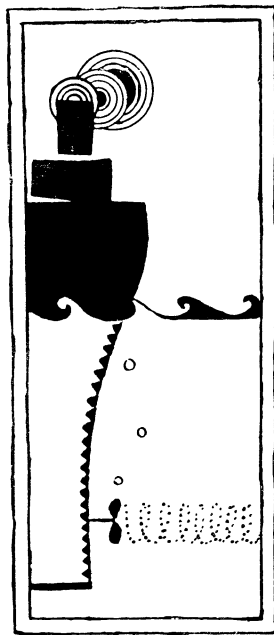
А вот еще некоторые сведения из истории железных орудий в сельском хозяйстве.

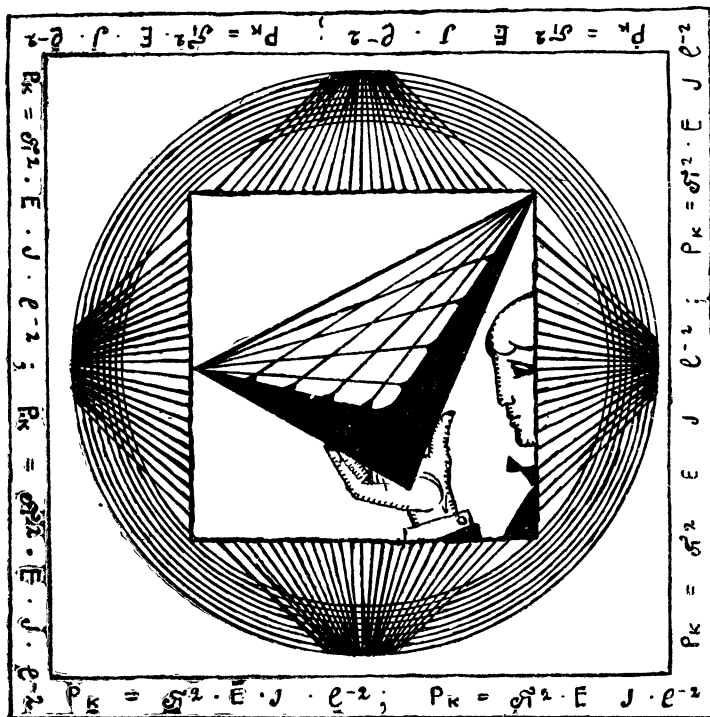
По преданию, первый плуг был изобретен китайским императором Шен-Нунгом тысячу с лишним лет тому назад. В начале XVIII в. в европейских странах был распространен деревянный однолемешный конный плуг, изобретенный в Голландии. Все части в нем, кроме лемеха, были деревянные. Потом появились железные и чугунные плуги, но они не отличались достаточной прочностью. Лишь в 1833 г. в Соединенных Штатах кузнец Джон Дир создал первый цельностальной плуг. Вначале плуги изготовлялись из так называемой пильной стали, считавшейся наиболее прочной, но в 1868 г. американец Вильям Морисон создал специальную плужную сталь.

Назовем еще некоторые изобретения из области транспорта.

Первые металлические мосты были построены в горных районах Китая в конце VI в. Они сооружались из толстых железных цепей, на которые укладывали деревянный настил. Цепи закрепляли к скалам крюками.

Первый чугунный мост был построен английским заводчиком Аврагамом Дербивнуком на реке Севери у Кольбрукдельского завода в 1776—1778 гг. Мост был спроектирован и построен главным модельщиком завода Томасом Грегори. Пока возводились мостовые устои, шла отливка чугунных частей, вес которых составлял 400 тонн. Мост был однопролетный, с длиной пролета в 30 м, высотой над ре-





кой 12 м — речные суда могли свободно проходить под ним.

В 1787 г. английский железозаводчик Вилькинсон спустил на воду первое железное судно — небольшую речную шаланду водоизмещением в 20 тонн. Современники писали об этом: «С удивлением замечено, что сей корабль сидит на воде не так глубоко, как бы сидел деревянный корабль такого же груза, и уверяют, что постройка его стоила гораздо дешевле».

В 1822 г. в Англии было построено первое паровое железное судно. Первый железный трансатлантический пароход «Великобритания», построенный в 1843 г., ходил из Европы в Америку за 13 суток.

С развитием производства стали появились огромные океанские пароходы. Например, в XX веке был построен корабль «Куин Мери» водоизмещением 77500 тонн. Корпус парохода изготовили из стали повышенной прочности, для подводной части применили нержавеющую сталь, для корабельных надстроек сталь с высоким пределом упругости. Ахтерштевень — кормовая балка представляла собою крупнейшую в мире отливку весом в 190 тонн. Руль тоже был самым большим в мире — весом 180 тонн. Гигантские якоря по 16 тонн весом держались на якорных цепях, сделанных из круглого железа диаметром 104 мм. На палубе стояли две полые стальные мачты по 73 м высотой. Такой огромный пароход имел 2139 пассажирских мест и 1101 человек команды.

Здесь все говорилось о больших изделиях из металла. Но ведь имеется и много маленьких стальных изделий, без которых тоже не обойдешься. И каждое имеет свою историю.

Строительные идеи в металле

Если раньше в строительстве использовались отдельные металлические конструкции, то появление в XIX веке новых материалов — стали, стекла, железобетона — привело к коренному изменению конструктивных форм зданий. В Европе и Америке появились новые сооружения — настоящие шедевры строительного и инженерного искусства. О некоторых из них мы и расскажем сейчас.

Одним из ранних и замечательных сооружений, выполненных из чугуна и железа, по праву считается стеклянный дворец «Кристаллпалас». Сооружение его было приурочено ко Всемирной выставке в Лондоне в 1851 г. На конкурс было пред-

ставлено 240 проектов главного корпуса выставки, но все они были отвергнуты, ибо не удовлетворяли главным условиям проекта — дешевизне и новизне решения. Был принят 241-й, проект садовника Жозефа Пэкстона, который до этого специализировался на постройке оранжерей.

Главное здание выставки длиной 563 и шириной 124,5 м заняло в Гайд-парке огромную площадь в 69 тыс. кв. м. Только с помощью металлических конструкций и возможно было построить такое громадное здание: поверхность остекления в нем 81 тыс. кв. м намного превышала площадь, занимаемую зданием. Кстати, стекла крыши для предохранения от града были покрыты холстом, и это послужило поводом для названия здания — «Хрустальный дворец».

В 1853 г. после выставки дворец разобрали и перевезли в южное предместье Лондона Сиденхем, где вновь собрали с некоторым сокращением размеров. В 1936 г. в результате взрыва газа и вызванного им пожара дворец обрушился и сгорел — так погибло это выдающееся сооружение из чугуна, железа и стекла. После сооружения «Кристаллпаласа» все торговые здания в Европе и Америке стали строиться по его образцу.

В России тоже было построено много общественных зданий с оригинальным инженерным решением по применению металлических конструкций. Из них наиболее значительной и прогрессивной конструкцией, смело сочетающей инженерное решение с архитектурной композицией, выполненной из чугуна и железа, являлась конструкция купола Исаакиевского собора в Петербурге, сооруженного по проекту архитектора А. Монферрана в 1818—1858 гг. Автор проекта в целях создания более долговечного, легкого и дешевого купола предложил коническую и сферическую часть покрытия диаметром 22,15 м, имеющую в основании общие опоры, сделать из 24 чугунных ребер. Постройка купола была закончена в 1842 г.

Пожалуй, самым выдающимся сооружением во славу же-

леза как строительного материала является Эйфелева башня, построенная в 1889 г. для Всемирной выставки в Париже. История этой знаменитой башни такова.

В 1884 г., когда было принято решение об устройстве Всемирной выставки, инженер Густав Эйфель представил комиссии проект металлической башни высотой 300 м. Но проект даже известного уже в то время инженера-строителя был признан неосуществимым, бесполезным и безрассудным. Однако Эйфель сумел доказать реальность своего проекта.

Эйфелева башня была построена целиком из металла и являлась колоссальным по тем временам сооружением высотой в 300 м, а вместе с флагштоком—312,275 м. Она явилась «гвоздем» выставки. Расположенная у входа на Марсово поле, башня заменяла для выставки триумфальную арку.

Строительство башни, включая земляные работы и устройство фундаментов, длилось 2 года 2 месяца. Отдельные части башни изготовлялись на заводе и собирались на стройке с помощью паровых кранов, расположенных на разных горизонтах. Отсюда части поднимались кранами, установленными на верхнем горизонте собираемой конструкции. Несмотря на свою кажущуюся ажурность, башня была построена так прочно, что колебания верхней ее части во время сильного ветра не превышали 15 см. 21 марта 1889 г. башня была передана в ведение администрации выставки.

Она была готова к приему посетителей. Чтобы добраться до самой высокой платформы — третьей, на высоте 190 м — надо было пройти по лестнице 1792 ступени. С этой площадки открывался вид окрестностью в 140 км.

Башня Эйфеля явилась настолько смелым инженерным решением, что многие техники того времени не принимали ее всерьез. Один из них писал: «Эйфелева башня, по замыслу, представляет спекулятивный каприз промышленности».

Действительно, башня строилась с рекламными целями и служила в основном для получения прибыли — к концу выстав-

ки сбор от входной платы на башню уже покрыв все расходы на постройку, достигавшие 5 миллионов франков. Однако ее сооружение явилось поучительным примером продуманности и организованности всего строительства. Принцип ее сборки на строительной площадке был затем заимствован строителями американских небоскребов. В арсенал строительной техники прочно вошли металлические конструкции.

Используя этот опыт, построили и самое высокое здание в мире — 102-этажный небоскреб Эмпайр-Стэйтс Билдинг. Оно было возведено за 19 месяцев, включая разборку 15-этажного здания, стоявшего на этом участке. Монтаж стального каркаса продолжался всего 6 месяцев. В 1931 г. небоскреб был закончен и представлял собой здание высотой 407 м, включая башню для причала дирижаблей.

Но еще раз вернемся к башне Эйфеля. Строитель ее, сам Эйфель, гарантировал срок жизни башни 25 лет. Но она и до сих пор является эмблемой Парижа и приманкой для туристов всех стран. Правда, в 1928 г. американские газеты сообщали, будто бы знаменитая башня насквозь проржавела и грозит обвалиться, вследствие чего ее придется сломать. В связи с этим было предпринято тщательное исследование состояния башни, которое установило, что о ржавлении не может быть и речи. Железные конструкции покрыты плотным и прочным слоем краски, который защищает ее от всякого влияния окружающего воздуха.

Недавно отмечалось 75 лет существования Эйфелевой башни. За это время ее посетило около 45 миллионов человек. Ежегодно она принимает свыше 2 миллионов посетителей.

В наши дни на Всемирной выставке в 1958 г. в Брюсселе бельгийский павильон Атомium представлял собой увеличенную в 165 миллиардов раз молекулу железа в виде 9 сфер диаметром 18 метров каждая, из которых 8 сфер расположены по вершине куба высотой 102 метра, поставленного на ребро, и девятая — в его центре тяжести. Это сооружение симво-

лизирует победу человека над силами природы, над силами атома и в то же время является данью уважения Железу.

Из современных грандиозных сооружений, сделанных с помощью металлических конструкций, надо упомянуть о стальном острове, который возник в 1949 г. на Каспийском море в 40 км от Апшеронского полуострова. Там на металлической эстакаде вокруг Черных скал возник поселок городского типа Нефтяные Камни. Под жилыми домами, общественными зданиями, улицами этого удивительного поселка — всюду шумит и плещет море.

Недавно в тех местах начали монтаж нового искусственного острова. Прежние островные площадки нельзя разобрать — они намертво вросли в дно моря. А новый металлический остров можно демонтировать и вновь собрать на другом месте. Авторы его проекта — специалисты института «Гипронефть» — создали оригинальную и экономичную конструкцию весом около 600 тонн. Установку ее на дне моря и сборку ведет крановое судно с грузоподъемностью стрелы в 100 тонн. Со стального острова, когда он поднимется над сорокаметровой пучиной, разведчики недр предполагают бурить разведочные скважины.

Письмо на железе

В ноябре 1864 г. «Бирмингемский журнал» в Англии получил из американского города Питсбурга следующее письмо, написанное на листе металлической «бумаги»:

«В номере вашего журнала, вышедшем 1 октября 1864 г., я прочел, что Джон Броун, из Шеффилда, приготовил железный лист толщиной в 13,5 дюйма. Я полагаю, что это самый толстый лист, когда-либо проплющенный. В противоположность ему, я вам посылаю этот железный лист, изготовленный на заводе Слиго, в Питсбурге. Я думаю, что он представляет самый тонкий образчик в целом свете, и вызываю всю Англию

произвести железо более тягучее. Если я не ошибаюсь, это будет первое, переплывшее Атлантический океан письмо, написанное на железе.

Джон К. Эванс.»

До этого времени самый тонкий железный лист в Европе был получен на бельгийском заводе — толщиной 0,07 дюйма. Американский же лист железа с письмом был не толще 0,001 дюйма, т. е. около 0,025 мм.

Английские заводчики приняли вызов автора письма и сделали вскоре еще более тонкие листы из железа: чтобы получить пачку листов высотой один дюйм (2,54 см), надо было положить 2000 таких листов друг на друга. Эти листы были в два раза тоньше американского.

Пробовали использовать и сталь для изготовления тонких листов. Так, заводчик Гиллот из Бирмингама получил три стальных пластинки, средняя толщина которых соответствовала 0,18 дюйма.

Такие тонкие листы железа и стали нужны, конечно, не для писания писем: они используются в различных отраслях машиностроения, приборостроения и в радиотехнике.

Во второй половине XIX века главной продукцией прокатного производства были рельсы. Но в начале XX века новое железнодорожное строительство резко сократилось, возникли новые отрасли потребления проката, и в этих условиях появилась большая потребность в листовом металле. Особенно сильное влияние в этом отношении оказала автомобильная промышленность, крупнейший потребитель стального листа.

Тонкий стальной лист с каждым годом находит все новые и новые области применения. Его используют в производстве мебели и игрушек, в строительстве индивидуальных домов. Жестяная тара заменила стеклянную и успешно используется для упаковки конфет, папирос, хранения различных химических продуктов и т. д. Особенно высока доля листового про-

ката в США, там производство листа составляет более одной трети всего проката.

Жесть сейчас получают обычно на станах холодной прокатки перекаткой горячекатаной полосы до требуемой толщины с последующим покрытием олова. Толщина жести не превышает 0,15—0,25 мм, а толщина оловянного или цинкового покрытия 0,0012—0,0015 мм.

Американцы получают жесть, толщина которой не превышает 0,13—0,15 мм. В Советском Союзе на Новолипецком заводе в 1963 г. вступил в строй действующих уникальный двадцативалковый стан 1200, предназначенный для прокатки тончайшей ленты из трансформаторной стали толщиной 0,1 мм.

Но металлурги на этом не останавливаются. На симпозиуме, состоявшемся в Лондоне, специалисты ведущих фирм по производству жести США, Европы и Австралии поставили задачу производства сверхтонкой жести. Там сообщалось об опытах в США и Англии по производству жести толщиной 0,075—0,152 мм.

По данным фирмы Монсанто рисерч корп (США), для приборов, необходимых в ядерной физике, из нержавеющей стали изготавливается фольга в виде полосы шириной 89 мм и толщиной 0,004—0,006 мм.

Таким образом, в наши дни рекорды английских металлургов давно превзойдены. Совсем недавно чехословацкие инженеры создали два уникальных небольших стана, позволяющих получить стальной лист тоньше папиросной бумаги — толщиной всего 7 микрон. Такая сталь найдет широкое применение в электропромышленности.

Но и на этом не останавливается технический прогресс в получении тонкого листа. Например, современная электроника нуждается в сверхтонком металлическом листе, отсутствие его задерживает работы по созданию новой аппаратуры. Так, производство цветных телекинескопов до сих пор сдерживается трудностями в получении металлургами однородного по всей

поверхности листового железа типа «армко», имеющего точность проката 1—2 микрона при толщине 150 микрон. В то же время электронная техника успешно решает более трудную задачу получения в этом материале на площади, равной телевизионному экрану, около 500 000 отверстий диаметром от 200 до 240 микрон геометрически точно расположенных и имеющих с каждой стороны конусные выходы.

Нет сомнения, что металлурги создадут и такой материал!

История рельса

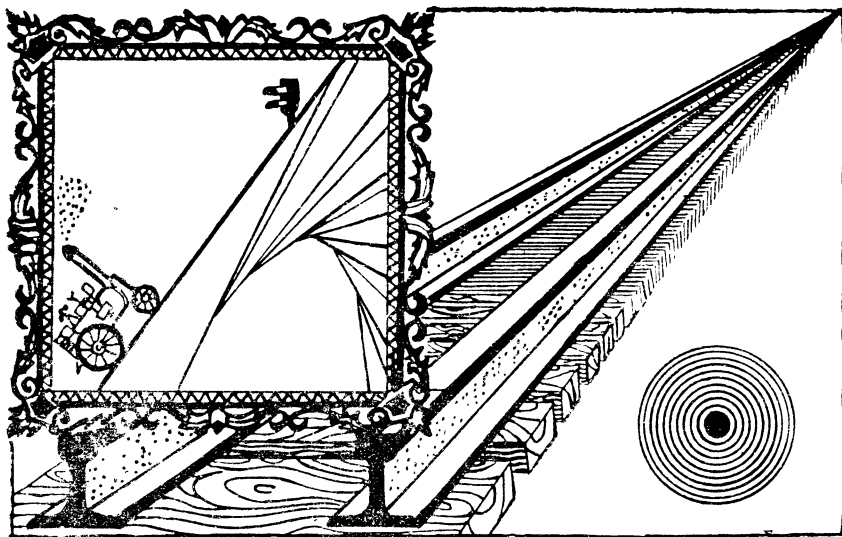
Английский историк лорд Маколей, имея в виду изобретение железной дороги, говорил, что после изобретения азбуки и книгопечатания никакое открытие не содействовало столько моральным и интеллектуальным успехам человечества, как сокращение расстояний между людьми и облегчение их сообщений между собою.

Железнодорожный транспорт развивался в теснейшей связи с металлургией. С одной стороны, металлургия явилась той отраслью промышленности, которая первая во всем народном хозяйстве предъявила высокие требования к транспорту. С другой стороны, именно металлургия обеспечила новый вид транспорта необходимым материалом для путей и локомотивов.

Во второй половине XIX века, в период бурного развития железнодорожного строительства, рельсы были главным видом прокатной продукции. История рельса является также и историей одного из важнейших применений железа в технике.

Проблема парового транспорта привлекла особое внимание общества с начала XIX века. Однако рельсы появились намного раньше, чем был изобретен паровоз.

В горном деле еще в XVI в. на рудниках применяли примитивные деревянные рельсы, по которым двигались тележки с



рудой. В период промышленного переворота в Англии происходило бурное развитие металлургии. Потребовался эффективный транспорт, который позволил бы ускорить передвижение массовых тяжелых грузов. Пионерами в этой области явились английские заводчики Дерби, владельцы Кольбрукдельских заводов.

Увеличение грузооборота на заводе, вызванное расширением производства, заставило Абрагама Дерби-сына искать способа улучшить транспорт. До этого грузы на завод доставлялись вьючным способом. Дерби применил деревянные рельсовые дороги, по которым доставляли руду и уголь к заводу. Одна тележка, влекомая тремя лошадьми, стала доставлять груз 20 вьючных лошадей. В 1767 г. Рейнольдс, зять Дер-

би, заменил деревянные брусья на чугунные пластины с направляющей колеей для колес. По новым путям две лошади тащили уже 19 тележек с 15 центнерами груза. На других заводах на деревянные брусья прикрепляли железные полосы, а позже, в 1776 г., — железные угольники. Впервые они были уложены на угольных коях Шеффилда. Вертикальные полки уголков были обращены обычно внутрь пути, колеса же катились по внешним сторонам. Здесь впервые появилась колея 1524 мм ширины, ныне принятая во многих странах.

В 1789 г. на угольных коях в Лоуберроу некто Джессон ввел и поныне существующий тип головчатого рельса с размерами — ширина подошвы 110 мм, головки — 35 мм, длиной полтора метра. При таком рельсе реборды делались уже на колесах подвижного состава. Так появились раздельные рельсы. Вначале они укладывались на продольные деревянные брусья, и только позже перешли к поперечным подкладкам-шалам.

Чугунные рельсы были хрупки и скоро изнашивались. Низкая прочность их послужила причиной неудач во время испытаний первого в мире рельсового паровоза Треветика. Железнодорожный путь не выдерживал восьмитонной тяжести локомотива, происходили частые задержки из-за ломки рельсов. В конце концов этот паровоз был снят с пути и использован как паровая машина. И только через три года упорного труда над усовершенствованием паровоза и рельсового пути изобретатель построил в Лондоне первую в мире кольцевую дорогу (1808 г.). Любопытно отметить, что современники сравнивали первый паровоз с лошадью. В газетах того времени писали о паровозе Треветика: «Наиболее удивительная машина, которая когда-либо была изобретена, представляет собой паровую машину на четырех колесах, устроенную таким образом, что она свободно и без всякой посторонней помощи будет мчаться галопом по кругу со скоростью 15—20 миль в час. Она весит 8 тонн и на ближайших скачках в Нью-Маркете

будет состязаться с тремя лошадьми в беге в течение 24 часов, дав старт одновременно с ними...»

Дальнейший технический прогресс в производстве рельсов выразился в замене чугуна железом. После изобретения процесса пудлингования в конце XVIII в. железо значительно подешевело и из него стали делать рельсы. Рельсы из сварочного железа впервые применил в Англии инженер Никсон в 1803 г. В 1820 г. в Англии уже прочно было освоено производство железных рельсов.

В 1828 г. англичанин Беркиншау сконструировал прокатный стан для прокатки рельсов. Первые прокатанные рельсы были длиной 4,5 м, затем удлинлись до 7,25 м. В то время всякие профили катали из пакетов пудлингового железа. В готовом рельсе насчитывалось чуть ли не 20 слоев железа. Дальнейшее увеличение длины рельса требовало сварки криц, из которых прокатывались рельсы. В 1857 г. в США сконструировали первый мощный трехвалковый прокатный стан для прокатки рельсов.

Следующим этапом в совершенствовании технологии производства рельсов было использование бессемеровской стали для их получения.

В 1865 г. появилась прокатка стальных рельсов. Они были значительно прочнее сварочных.

С 70-х годов прошлого столетия прокатка рельсов стала главной областью обработки металлов давлением. Прокатные станы совершенствовались и могли прокатывать слитки в 2—3 тонны. Уже в начале XX века могли прокатывать в сутки более 1000 рельсов общим весом в 30 тонн.

Современные рельсы изготавливаются длиной в 12,5 и 25 метров. Различаются следующие типы рельсов: Р-43 (вес 43,6 кг на погонный метр), Р-50, Р-65 и другие. Изготавливаются они из прочной мартеновской и конверторной стали специальной рельсовой марки. Для повышения их сопротивляемости износу они подвергаются термообработке.

Чугун спорит со сталью

Есть у писателя Евгения Пермяка маленькая сказочка «Чугун и сталь». В ней хорошо подчеркнуты «родственные связи» чугуна и стали. Вот как об этом там рассказывается:

«Пролилась огневой струей из жаркой печи горячая Сталь. Засверкала золотыми звездами, остыла дорогими слитками и зазналась. Перед серым Чугуном так стала себя выхвалять, что тот чуть не изоржавел от стыда.

— Я,— говорит Сталь,— нержавеющая, нетемнеющая, хитро сваренная! Как алмаз крепка, как змея гибка.— Закалюсь — не откалюсь! Пилить, сверлить, резать — все могу; на все пригодна! Хочешь — булатом стану, хочешь — иглой! Мостом лягу. Рельсами побегу. Машиной заработаю. Пружинной совьюсь. А ты, что, Чугун? На сковородки, на утюги только и годен. Ну да разве еще на станины второсортные да на шестерни молотильные! Не ковок, не ловок, хрупок, как лед. Немодный металл.

Говорит так Сталь, на весь цех себя славит. И самолетом-то она полетит, и кораблем-то поплывет, и чем только, чем она не станет... Даже перо писчее не забыла. Часовую стрелку и ту не пропустила. Все перебрала. Столько наговорила про себя, что в семи коробах не свезти. Но ничего лишнего не прибавила. Была в ее стальном звоне правда.

Конечно, Чугуну далеко до Стали. Только об одном ей забывать не надо бы: о том, что Чугуну она родной дочерью доводится, что она ему своей жизнью обязана...

Ну, а в остальном все правильно, если, конечно, совесть во внимание не принимать».

«Конечно, чугуну далеко до стали»,— говорит автор сказки. «Не бывать вороне соколом, не бывать чугуну сталью»,— гласит киргизская пословица. Но в наши дни эти утверждения иногда не соответствуют истинным качествам чугуна.

Малая прочность и хрупкость обычного чугуна происходит из-за того, что в нем образуются крупные включения углерода в виде графита. Все попытки размельчить эти включения и равномерно распределить по всему металлу долго не удавались, пока не догадались добавить в чугун немного ферросилиция, сплава железа с кремнием. Тогда сразу началось энергичное размельчение графита. Чугун по своей прочности приблизился к низким сортам углеродистой стали. Но при этом у него оставалась все та же хрупкость.

Поиски продолжались. Попробовали заменить ферросилиций металлом магнием. От вспышки его металл забурлил, заклокотал — в ковше резко поднялась температура. А когда остывший металл подвергли точному анализу, то обнаружили, что под воздействием добавки 0,1 процента магния включения графита приобрели шарообразную форму. Новый чугун стал прочным и нехрупким.

Сейчас все больше производится высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Из него отливают десятки тысяч тонн прокатных валков, изложниц, сменных деталей металлургического оборудования. Стойкость этих изделий увеличилась в 1,5—3 раза. Мировое производство чугуна с шаровидным графитом растет и в 1963 г. составило 835 тысяч тонн.

Работы по дальнейшему увеличению прочности чугуна продолжают. Советские инженеры Н. Клочнев, Л. Лисицын и А. Погонин предложили применить в качестве дополнительной присадки к чугуну кремний — фтористый натрий — всего 0,01—0,075 процента. Введенный в жидкий чугун, он разлагается на фтористый натрий и фтористый кремний. Последний, будучи газообразным веществом, облегчает удаление неметаллических включений в шлак, что значительно увеличивает прочность чугуна.

В Центральном научно-исследовательском институте тяжелого машиностроения получена новая марка высокожаростойкого чугуна с шаровидным графитом, легированным 19—25

процентами алюминия. Он в 3—4 раза прочнее чугуна такого же состава с пластинчатым графитом. При повышении температуры до 800 градусов чугун почти в два раза прочнее сплава Х28 и при этом сохраняет достаточную твердость.

Из улучшенного чугуна изготавливаются некоторые ответственные детали машин. А это очень выгодно, ибо чугун намного дешевле стали. При этом используется одно важное свойство чугуна — он лучше отливается в формы, чем сталь, и поэтому процесс получения отливок из него легче и проще.





В предыдущих главах мы рассказали о свойствах железа и об использовании его в различных отраслях техники. А теперь — о некоторых технологических новинках в области получения и обработки железа. И начнем свой рассказ со старины, вспомним — а как было раньше?

Старинные рецепты

Древние металлурги, обладавшие порою высоким искусством ручной обработки металла, драгоценный опыт добывали по крупицам, вслепую, без всякой помощи теории. Ценные наблюдения за изменением свойств металла в процессе обработки смешивались с суеверными выдумками.

В летописи одного древнего храма в Балгале (Малая Азия) нашли рецепт закалки кинжала: «Нагреть до тех пор, пока он

не засветится, как восходящее в пустыне солнце, затем охладить его до цвета царского пурпура, погружая в тело мускулистого раба. Сила раба, переходя в кинжал, и придает металлу твердость».

Кстати, закалка стали была одной из областей металлургии, где господствовали наиболее нелепые взгляды. Думали, что необходимую прочность сталь приобретает путем восприятия чудодейственных свойств различных веществ при закалке. Рассказывали, что дамасские оружейники будто бы закаливали свои знаменитые клинки в горном ущелье, где обычно дули сильные северные ветры. Вот, дескать, сила ветра и передается оружию.

Высокие качества знаменитых испанских шпаг из Толедо объясняли таинственными свойствами особой воды, в которой они закаливались. В середине XVIII столетия специально возили на кораблях в Америку из Англии воду, чтобы достичь результатов англичан при закалке стали.

В «Словаре коммерческом» Василия Левшина, изданном в конце XVIII века, писалось о закалке: «Закалка — средство, коим придают стали и железу плотность, твердость и крепость. Состоит это в обмакивании раскаленной стали и железной вещи иногда в обыкновенную чистую воду, иногда же в смесь разных соков и жидкостей, по обычаям и спытанию каждого художника (т. е. мастера.— Н. М.), как-то: в уксусе, хреновом соке, в воде из раздавленных земляных червей, в грязь с дорог, разболтанную с солью в воде и проч.»

В старину в России выходили журналы, в которых нередко печатались разные советы по ремесленной части, иногда и по металлургии. Так, в журнале «Экономический магазин» за 1784 год появилась такая заметка:

«Ежели хотеть железо сделать так плавко, как серебро, то взять надобно соку, нажатого из травы золототысячницы и травы дикой цикореи, которая растет во многих местах и имеет цветы голубые, и остудить в оном мягкое хорошо рас-

каленное железо от 10 до 12 раз, так и будет (оно) очень бело и плавко».

Однако автор все-таки заключает заметку предостережением: «Справедливо ли сие, или нет, того не знаю, а могут узнать сие чрез опыт сами любопытные».

В первой половине XIX века в «Журнале мануфактур и торговли» описывался «способ превращать хрупкий чугун в мягкое железо, пересыпая оный сахаром». Этот способ, так сказать «сладкой металлургии», заключался в следующем.

Твердый и хрупкий чугун помещали в закрытый сосуд, пересыпая его слоями сахара-сырца; затем подвергали действию сильного жара в течение 18—20 часов, и чугун превращался в самое мягкое и довольно ковкое железо. В заметке отмечалось, что «открытие сие действительно может быть полезно при обработке железа, а особливо если бы сахар был дешевле, нежели как он ныне есть в Европе...»

Русский автор, приведший эту заметку из немецкой газеты, справедливо добавляет: «Сахар не производит здесь никакого действия, а служит только прикрышкою».

В старину было сделано немало и полезных наблюдений в области металлургии. В кинофильме «Петр Первый» показано, как раньше изготовляли большие железные поковки-якоря. В горне разогревали отдельно ось и лапы якоря, потом переносили их на наковальню, обметали соединяемые поверхности березовыми вениками, складывали вместе и начинали ковать. Зачем было обметать? Это освобождало поверхность разогретой поковки от окалины, и соединяемые поверхности металла были совершенно чистыми.

Кстати, и сейчас этот старинный способ употребляется на уральских заводах при прокатке листов: во время прокатки под валки бросают метлы — они помогают сбивать окалину с поверхности листа.

А теперь познакомимся с современными, новыми способами и процессами в металлургии.

Сталь в порошке

Порошковая металлургия, или иначе — металлокерамика, молодая отрасль производства, хотя начало ей было положено еще в 1826 году, когда горный инженер П. Г. Соболевский впервые изготовил в Петербурге монеты и медали из платинового порошка.

В настоящее время производятся порошки из различных металлов. Так, в 1962 году было произведено железного порошка в США — 50 000 тонн, в Западной Европе — 35 000 тонн, в СССР, ГДР и ЧССР около 10 000 тонн, столько же в Японии.

В Англии разработали метод получения порошков из жидкой стали, основанный на обдувке струи металла из ковша потоком азота. Распыленный металл, в котором три четверти капель размером менее тысячи микрон, охлаждается в воде. В Соединенных Штатах даже нержавеющую сталь, производимую обычным способом, распыляют в особых установках, и полученный порошок используют для получения нужных изделий методом порошковой металлургии.

Сейчас почти все металлы и сплавы, используемые в технике, могут быть получены в виде порошка. Получают порошки различными способами — восстановлением окислов, распылением жидких металлов, механическим размолотом и т. д. А вот инженеры, супруги Б. Р. и Н. И. Лазаренко, неожиданно нашли свой способ получения металлического порошка. Они занимались вопросом борьбы с бедой современной электротехники — разрушением электрических контактов при их включении. Для спасения контактов от разрушения их попробовали погружать в жидкость и вдруг заметили, что жидкость при этом мутнеет. Поднесли магнит — облако мути потянулось к нему. Это оказались частички железа, распыленного искрами в воде — тончайший железный порошок! Лазаренко построил «искровую мельницу», распыляющую в порошок металлы.

Что же дает полезного этот металл в порошке?

Оказывается, в общем машиностроении метод порошковой металлургии зачастую предпочтительнее обычной технологии. И вот почему.

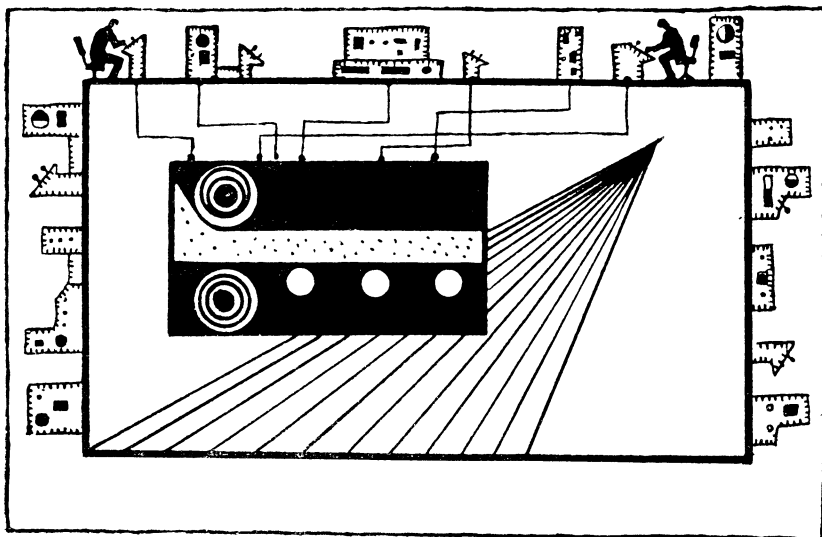
Во-первых, новый способ практически не дает отходов, в то время как литье и последующая обработка резанием дает горы стружки — иногда до половины веса заготовки. Во-вторых, прессованная из порошка деталь не требует дополнительной обработки — она получается с чистой поверхностью. В-третьих, этим способом удается получать самые различные смеси металлов, заменяющие дорогие легирующие стали либо цветные металлы. Так, шестерня из железомедного порошка стоит в десятки раз дешевле шестерни из конструкционной стали.

Метод порошковой металлургии находит все большее применение. Сталь в порошке используется в технике газовой сварки и резки, для изготовления сварочных электродов.

Разработан метод проката металлической полосы и проволоки прямо из порошкообразного металла. Порошок засыпается между двумя вращающимися валками и спрессовывается ими в полосу, достаточно прочную для дальнейшей обработки. После нагрева и повторной прокатки прочность полосы получается такой же, как у металла, прокатанного из слитков.

Лепка . . . из стали

Возможности прокатки исключительно велики. Прокатные станы выпускают массивные плиты толщиной до полуметра и тончайшую фольгу — тоньше одной сотой миллиметра, огромные полотнища шириной до двух с половиною метров и узенькие полоски для часовых пружин и многое другое. Но современной промышленности требуется много деталей переменного сечения. Прокатка и тут пригодилась.



Усилиями советских ученых, сотрудников ВНИИМетмаша под руководством академика А. И. Целикова создан прокатный стан для получения изделий переменного профиля. На таком стане изготавливаются шары для подшипников, полуоси для вагонов и автомобилей. Разогретая заготовка, готовая для формовки, подается на вращающиеся валки. С точностью повторяя команды копировальной линейки, валки, как опытный гончар, лепят из мягкого металла фигурные профили.

В нашей стране работает уже десять таких станов. Пять из них действуют на заводе «Текстильмаш» в Коломне, где на них прокатывают шпиндели текстильных веретен. Благодаря этому процессу достигается экономия легированной стали около четверти веса изделий. Пять подобных станов, но больших размеров установлены на других заводах. На них прокатываются де-

тали для автомобилей и тракторов, валы электродвигателей, заготовки для гаечных ключей. Общая экономия металла составляет около 200 т в год. Недаром эта работа в 1964 г. была удостоена Ленинской премии.

Ученые идут дальше. Они предлагают использовать подобные станы при создании универсального предприятия, на котором металл, начиная с руды, проходит все стадии обработки, и в конце конвейера сходят готовые изделия самого различного профиля. Создав единую непрерывную линию, от руды и до готовых деталей, можно развить совершенно фантастические скорости металлургических процессов.

Электрон помогает металлургам

Еще в 1934 г. «электронных дел мастер» С. Т. Синицын работал над проблемой получения электронных пучков высокой интенсивности. В 1938 г. удалось сделать электронно-лучевую печь, позволяющую плавить и даже испарять любые вещества вплоть до вольфрама и углерода. При этом достигалась исключительная очистка металлов, что значительно повышало их прочность.

Теперь на помощь технологам приходят исключительные по уникальности металлургические печи для выплавки сверхчистых металлов. Например, в металлургии используются электронные «пушки». Такая «пушка» воздействует на металл потоком электронов, собранных в узкий луч. С помощью фокусировки удельную мощность луча можно менять от единиц до миллиона киловатт на квадратный сантиметр. Этим лучом можно плавить любые материалы и обеспечивать любую поддержку жидкого металла в вакууме.

Такая плавка в вакууме является наиболее надежным способом получения сверхчистых и, следовательно, особо долговечных металлов и сплавов. Металлам при этом придается по-

вышенная пластичность. Железо обычной чистоты при низкой температуре становится хрупким, что вызывает механическое разрушение стали. После плавки электроном, даже при температурах, близких к абсолютному нулю, оно оказывается весьма пластичным.

В разных странах создаются и действуют различные конструкции печей с использованием электронного луча. В ГДР созданы электронно-лучевые многокамерные установки мощностью 60—200 киловатт. Такая установка работает на заводе качественных сталей в Фрейтале и производит широкоподшипниковую сталь высокой вязкости. Принцип многокамерности позволяет плавить металл с повышенным газоотделением. Ведутся опыты с установкой в 2000 киловатт, которая позволит выплавлять слитки стали весом в 15 тонн.

Австрийский инженер Франц Лиль изобрел способ получения сверхтвердых деталей, обладающих к тому же повышенным сопротивлением коррозии. Для этого он предложил с помощью интенсивного электронного луча меньше чем за одну десятую доли секунды нагреть поверхностный слой металла и меньше чем за одну сотую долю секунды охладить его.

Научный сотрудник Института механики АН УССР Галина Назаренко с помощью электронной «пушки» произвела успешные эксперименты по закалке стали. Обычная закалка стали, нагрев и охлаждение,— процесс длительный. Иногда имеется необходимость в закалке лишь небольшого участка, например, режущей кромки инструмента, а приходится закалять всю деталь. Г. Назаренко поместила в вакуум-камеру образец, который является в этой установке анодом. На катод подают напряжение до 50 киловатт. Под таким огромным напряжением электроны мчатся и налетают на анод, их кинетическая энергия переходит в тепловую. Происходит мгновенный нагрев и даже оплавление в тех местах, на которые нацелен луч. Перемещая луч по изделию, можно закалить определенные точки или части поверхности.

Жидкая штамповка

Группа советских инженеров под руководством И. Савина разработала полуавтомат карусельного типа, который прессует металл во время его кристаллизации. На поворотном столе размещены матрицы-формы, в них заливают жидкий металл. Через 20—25 секунд под давлением он быстро кристаллизуется. За смену установка штампует 900—1000 деталей, каждая весом в 4,5 кг. По сравнению с ковочным молотом установка производительнее в 5—6 раз. Таким образом можно штамповать изделия из жидкой стали, чугуна, алюминиевых и медных сплавов. Штамповкой жидкого металла занимается также профессор П. Н. Бидуля. По его способу расплавленный металл мерной ложкой заливается в матрицу. Затем пуансон давит на жидкий металл и тот принимает нужную форму.

Метод жидкой штамповки замечателен тем, что он соединяет в себе преимущества и литья под давлением, и свободнойковки. Металл при этом уплотняется, а обрабатывать приходится только поверхности, сопрягающиеся при сборке. При таком способе прочность и пластичность второсортной бессемеровской стали оказывается выше мартеновской.

Прессование цветных металлов уже входит в практику. Новый способ дает большую экономию электроэнергии и топлива.

Сталь для холода

Число поломок оборудования зимой в условиях Крайнего Севера обычно втрое, а, например, автосцепок почти в десять раз больше, чем летом. Сталь не выдерживает низких температур, она становится хрупкой. По этой причине на Норильском горнометаллургическом комбинате ремонт основных узлов экскаваторов дает убытки, достигающие ежегодно

800—900 тысяч рублей. А всего по Сибири убытки, вызванные дополнительными затратами на ремонт землеройной техники, превышают 50 миллионов рублей в год.

Однако холод, низкие температуры, столь опасные для прочности металла, оказалось возможным использовать для улучшения свойств стали: твердости и вязкости, жесткости и упругости.

В Англии проведены исследования по прокатке нержавеющей стали и титана при минусовых температурах, что позволило повысить их механические качества.

Японская фирма «Нихон кокан» выпускает никелевую сталь, способную выдерживать очень низкие температуры. Эта сталь сохраняет свойства при минус 196 градусах. Полагают, что она найдет широкое применение в строительстве танкеров и резервуаров для получения и хранения жидких газов.

Австрийская фирма «Вустер» запатентовала свой метод заковки наиболее быстро изнашивающихся частей металлических деталей — зубьев шестерен, пил и т. п. Деталь при этом «замораживается» при очень низких температурах, а затем в течение 0,1 секунды нагревается за счет ультравысокочастотного облучения до 1040 градусов. Такая обработка деталей делает их также устойчивыми против коррозии.

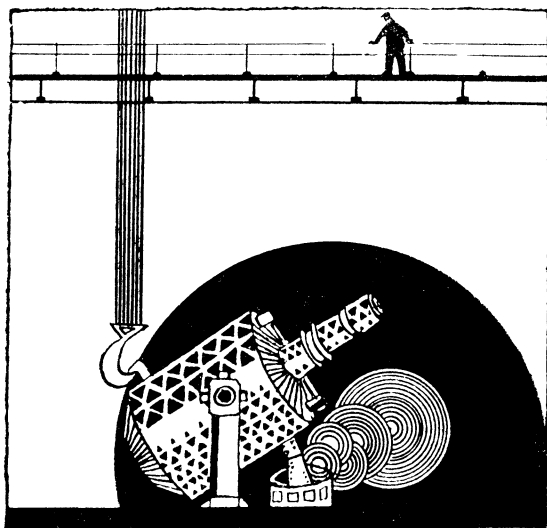
Так холод из врага прочности металла превращается в союзника.

Плазменная металлургия

В Институте атомной энергии имени И. В. Курчатова на установке ПР-25 получена плазма с температурой в 40 миллионов градусов и плотностью 10 миллиардов частиц в кубическом сантиметре, живущая десятые доли секунды. Физики считают это важнейшим достижением за последние несколько лет. Еще недавно исследования четвертого состояния вещества —

плазмы, этого ионизированного электропроводного газа, интересовали сравнительно узкий круг специалистов по физике газового разряда. Тем более, что для управления термоядерной реакцией надо в несколько раз поднять температуру плазмы — примерно до 200 миллионов градусов и в тысячи раз увеличить ее плотность. Для этого еще немало придется потрудиться. Однако, по словам академика Г. И. Будкера, директора Института ядерной физики, понимание процессов в плазме достигло такой высокой степени, и занимаются ими во всем мире так много людей, что сообщение о решении этой проблемы можно ожидать в любой момент. В любой момент может начаться новая эра в энергетике!

Но открытие и освоение низкотемпературной плазмы (10—20 тысяч градусов!) уже привлекло внимание металлургов.



Они увидели, что плазма может дать богатые возможности для коренного изменения металлургической технологии. Уже выяснились некоторые практические возможности использования плазмы в обработке материалов и в металлургии. Струя плазмы с температурой от тысячи до десятков тысяч градусов и мощностью от киловатт до тысячи киловатт используется как удобный источник тепла при проведении технологической и химико-металлургической обработки материалов. Плазма весьма успешно используется для резки, сварки, наплавления, нанесения покрытий, термообработки, сфероидизации частиц и других методов обработки материалов.

Если сжать газовым потоком или электромагнитным способом столб сварочной дуги, температура в ее плазме повышается от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч градусов. При такой температуре резко ускоряются металлургические процессы, становится возможным прямое восстановление металла, создаются условия для создания принципиально новых методов получения сталей и сплавов заданных составов и свойств. Академик Б. Патон называет такие процессы плазменной металлургией.

Плазма применяется сейчас в сварочном производстве, а также для нанесения огнеупорных, тугоплавких и износостойких покрытий путем распыления хрома, титана, вольфрама, кремния, окислов и карбидов. Плазменные приборы используются в химии и астронавтике.

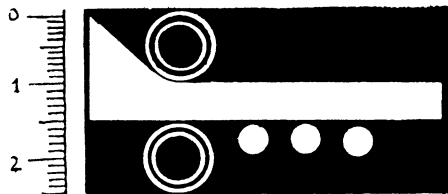
Исследования продолжаются, плазма все шире вторгается в технологию нашей промышленности.

Микрометаллургия

Такой отрасли техники еще не существует. Но она уже рождается и даже имеет свою историю.

В 1934—1935 годах в Институте прикладной физики при Ле-

нинградском госуниверситете было начато промышленное использование токов высокой частоты для плавки, закалки и пайки металлов. Талантливый экспериментатор в области металлургии А. В.



Улитовский применил плавку малых количеств металла с помощью токов высокой частоты на радиочастотных диапазонах коротких волн. В маленькой мастерской на самодельном оборудовании методом жидкой штамповки чугуна получали в смену 20 000 мелких деталей весом около 10 граммов. Эту технологию изготовления изделий непосредственно из жидкого металла академик И. П. Бардин назвал микрометаллургией.

В 1936 г. там же на маленьких валках диаметром 20—30 миллиметров прокатывали ленту из жидкого чугуна шириной два сантиметра и толщиной десятые доли миллиметра. Весною 1937 г. впервые в истории металлургии была прокатана на заводе им. МОПРа жидкая сталь и получена доброкачественная стальная лента.

В 1952—1956 годах А. В. Улитовский получил микропрово-локу в стеклянной изоляции. За эту работу ему посмертно в 1960 г. была присуждена Ленинская премия.

Сейчас в Институте металлургии имени А. А. Байкова в лаборатории доктора технических наук П. К. Ощепкова ведутся новые важные для промышленности исследования в области микрометаллургии.

В специальной установке, огромной электроннолучевой трубке, образуется мощный поток электронов, который направляется в вакуумную камеру. Здесь находятся обрабатываемые детали и исходные материалы, которыми их хотят покрыть. Под электронной бомбардировкой материал расплыв-

ляется и оседает на деталях, давая пленку от десятых до сотых долей миллиметра. На любую поверхность можно осадить тончайшие пленки никеля, вольфрама, молибдена, меди, стекла и других материалов.

В металлургических исследованиях возможно использование минимальных количеств веществ: от 30 до 340 граммов. Такая миниатюризация исследований резко повышает экономичность и производительность лабораторных работ: продолжительность опытной плавки снижается до 5—10 минут, стоимость оборудования, расход сырья, эксплуатационные расходы намного ниже обычных. Состав металла контролируется легко и с большой точностью, обеспечивается полнота наблюдения и надежность получаемой информации. Использование малых количеств материалов позволяет обойтись без громоздких запасов и складских помещений. В Англии таким способом ведутся работы по изысканию новых высокопрочных нержавеющей сталей.

Микрометаллургия обещает дать большую экономию дорогих материалов и высокое качество продукции.

Прокатка с помощью . . . воды

Физики применяют для своих аппаратов высокого давления наиболее высокопрочные стали и сверхтвердые сплавы на основе карбидов вольфрама. Однако давление, развиваемое внутри камеры этих аппаратов, иногда так велико (доходит до 100 000 атмосфер), что пока нет таких сталей, которые смогли бы выдержать огромные напряжения, возникающие при этом в стенках камеры. Но здесь на помощь ученым приходит само же давление. Оказалось, что при высоких давлениях сильно возрастает пластичность и прочность сталей и сплавов. Эти исследования открыли возможность создать такую конструкцию аппаратуры, где сам материал камеры под влиянием высокого давления становится особо прочным.

В Институте физики высоких давлений АН СССР, которым руководит член-корреспондент АН СССР Л. Ф. Верещагин, установили, что при давлении в 10 000 атмосфер металл становится текучим. При этом он как бы облагораживается — даже самые хрупкие металлы приобретают в какой-то мере пластичность. Прочность металлов возрастает в два-два с половиной раза. Выяснилось, что под высоким давлением можно выдавливать трубы и прутки любого сложного профиля, причем с большой скоростью — более 100 метров в секунду. Опыты показали, что металлические трубы, полученные таким способом, достаточно прочны.

Таким образом, намечаются новые пути овладения еще не использованными свойствами металла.

В лаборатории Л. Ф. Верещагина создан прокатный стан, который находится в огромном резервуаре, заполненном жидкостью под высоким давлением. Работает он без участия человека. Оператор находится в особой комнате и следит за работой стана по показаниям контрольных приборов. Зачем понадобилась эта «подводная» металлургия?

Оказывается, в металле, находящемся в жидкости под высоким давлением, трещины и раковины исчезают, поры затягиваются, разрывы сглаживаются. Вода «залечивает» не только внутренние пороки металла. Она «залечивает» поверхностные раны и трещины, что значительно упрочняет металл. Вот почему и создали такой необычный прокатный стан.

Советские ученые решили заставить воду не только обрабатывать металлические листы, но и изготавливать из металлов различные сверхпрочные детали и проволоку. В том же институте создана установка для получения прочной и весьма пластичной проволоки. В ней проволока выдавливается через небольшое отверстие в жидкость, сжатую до 8000 атмосфер. Она вдвое прочнее полученной обычным волочением. При помощи той же установки можно получать и шестерни, трубы, фасонные детали. Для этого надо лишь сменить рабочий на-

конечник установки. Новые методы открывают небывалые возможности для техники настоящего и будущего.

Высокое давление для обработки металлов можно использовать еще и по-другому. Сотрудники Института гидродинамики АН СССР под руководством Б. В. Войцеховского построили и в различных условиях испытали сверхмощный водомет со струей, способной производить давление более 40 000 атмосфер. Это вполне соизмеримо с давлением, возникающим при взрыве. Мощную силу воды предполагается использовать для решения важной технической задачи — упрочнения металлических изделий высоким давлением.

Молодой украинский инженер Ю. Г. Козин изобрел способ обработки деталей, не имеющих правильной геометрической формы, — хрупких и требующих поверхности чистой отделки. В обычных способах упрочнения поверхности ее наклепывают — создают в ней сжимающие напряжения. Так, детали типа валов накатывают, обжимают их поверхность специальными твердыми роликами. Листовые рессоры автомобилей, пружины, штоки молотов, например, обдувают сильным потоком дроби. Все это повышает усталостную прочность металла. Инженер Козин предложил вместо роликов и дроби использовать воду. Плавно меняя давление, можно получить и такую струю, которая бы детали не разрезала, но была бы достаточно сильной, чтобы уплотнить, наклепать их поверхность не хуже дробинки. Для деталей из углеродистых конструкционных сталей вполне достаточно 4—6 тысяч атмосфер. Необходимое оборудование для этого сводится к специальному соплу и насосу высокого давления.

Сплошные и трубчатые профили малых диаметров из цветных и черных металлов со сложным наружным профилем и высоким качеством наружных и внутренних поверхностей изготавливаются сейчас холодным волочением, холодной прокаткой или обкаткой. Эти процессы сравнительно трудоемки.

Прессование металла в холодном состоянии с меньшими

усилиями может быть осуществлено жидкостью высокого давления. Этот метод разработан институтами физических металлов и физики высоких давлений АН СССР (первые публикации в 1957—1959 гг.). Там были проведены большие лабораторные исследования по прессованию разнообразных сплошных профилей и гладких труб из различных цветных металлов: алюминия, меди и других.

В контейнер подается рабочая жидкость, давление которой постепенно повышается. При достижении определенной величины давления, зависящего от материала заготовки и степени пластической деформации, происходит выпрессование заготовки в отверстие матрицы. При таком способе прессования не затрачивается работа на преодоление сил трения между металлом и пуансоном с контейнером.

Общеизвестно, что вода при замерзании расширяется. Это свойство использовала одна американская фирма для штамповки деталей. Лист металла помещают под матрицей заданной формы. Сверху накладывают и закрепляют болтами выпуклую крышку, под которую наливается вода. Вся конструкция замораживается — вода превращается в лед, который, расширяясь, выдавливает металл в матрицу как мощный поршень.

Как утверждает фирма, такая технология очень проста и пригодна для изготовления деталей из очень прочных сплавов, плохо поддающихся обычной штамповке.

Советский инженер М. С. Курневич предложил заменить стальной штемпель ...водой. Вместо громадного пресса теперь достаточно небольшого насоса высокого давления — компрессора. Жидкость давит во все стороны равномерно, поэтому если в тоненькой трубке, соединенной с большой камерой, развить высокое давление (а на это надо мало усилий), то такое давление возникает и в камере.

Изобретатели Л. Д. Гольман, Д. И. Прохоров и А. И. Каголовской из Всесоюзного научно-исследовательского института

металлургического машиностроения предложили прессовать прутки, свернутый в спираль, как пружина. Прессование по их методу позволяет впервые в мировой практике, срастив сталь и алюминий, получить биметаллический провод практически неограниченной длины.

Упрочненный прокат

В последние годы в металлургической промышленности появился новый технологический процесс — термическое упрочнение проката. Оно заключается в ускоренном охлаждении водой изделий на выходе их из прокатных станов. Такая обработка позволяет в полтора-два раза увеличить прочность стали и тем самым на 15—30 процентов снизить расход проката. стальных труб, метизов в народном хозяйстве.

В результате термообработки резко снижаются потери металла на окалину, повышается конструктивная прочность сооружений и оборудования, надежность их эксплуатации. Термически упрочненной углеродистой сталью можно заменить ряд марок более дорогой низколегированной стали.

Сейчас термическому упрочнению подвергаются железнодорожные колеса после их прокатки, концы рельсов и другие изделия. Износостойкость колес и рельсов при этом повысилась вдвое. Уже построены опытно-промышленные установки для термического упрочнения арматуры на Макеевском и Криворожском заводах, на других заводах строятся установки по упрочнению мелких фасонных профилей, крупных балок и швеллеров, толстых листов и рельсов.

В газете «Правда» сообщалось, что из общего количества готового проката не менее 60—80 процентов может быть термически упрочнено. При нынешних масштабах производства металла в стране это может дать экономию, примерно, в 10 миллионов тонн проката.

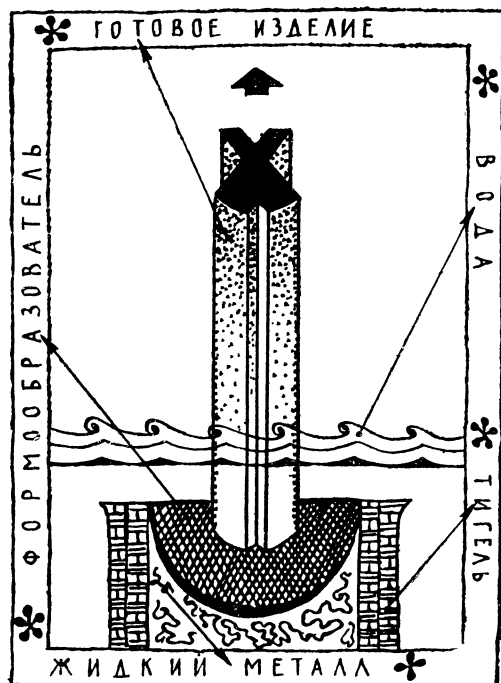
Вакуумная прокатка

Вакуумная выплавка и обработка жидкой стали перед разливкой являются крупным шагом в дальнейшем совершенствовании производства стали и повышения ее качества. Вакуумированная сталь освобождается от газов и неметаллических включений, дает более плотный и пластичный металл. Теперь вакуумируется сталь не только в специальных печах и в ковше, но даже и в изложницах. Но последней новинкой в этой области является вакуумная прокатка труб. Технология процесса разработана во Всесоюзном научно-исследовательском и конструкторско-технологическом институте трубной промышленности.

Здесь сконструировали вакуумный пилигриммовый стан для прокатки труб из сталей и сплавов, которые при обработке давлением нагреваются до весьма высоких температур и в процессе нагрева окисляются или насыщаются газами. Вакуумированная зона, в которой нагревается, перемещается, прокатывается и охлаждается труба-заготовка, весьма невелика по объему. На ней можно получать трубы сечением 57—89 на 2—10 мм и длиной 4—7 м. Стан полностью автоматизирован.

Рельсы без проката

В 1959 г. в Государственном научно-техническом комитете Совета Министров СССР демонстрировались удивительные образцы из алюминия с гладкой поверхностью, напоминающей прокат. Образцы изготовила физическая лаборатория Ленинградского ...пединститута им. Герцена, которую возглавлял профессор физик А. В. Степанов. Большинство инженеров восприняли образцы как лабораторный фокус, не имеющий практического значения. Действительно, это было очень необычно.



Ведь около 90—95 процентов всех выплавляемых металлов перерабатывается сначала в полуфабрикаты — заготовки, трубы, листы. Это сложный процесс обработки металлов давлением — прокаткой, прессованием, волочением. А вот по способу профессора Степанова можно получать такие изделия и без прокатного стана.

В своем методе ученый использовал многие физические свойства металлов: их смачиваемость, вязкость, поверхностное натяжение, капиллярное давление и кристаллизацию. Здесь можно привести такую аналогию: если в чашку с вязкой

жидкостью опустить стержень, а потом поднимать его, то за ним поднимется столбик жидкости, причем той же формы, что и стержень. То же получается и с жидким металлом.

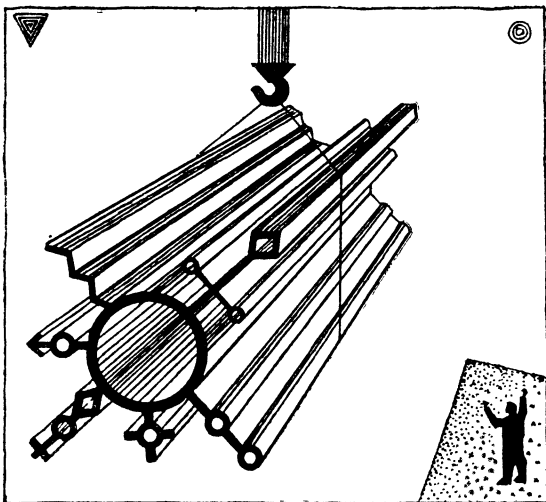
Сейчас уже создана опытная установка по методу Степанова. В металл опускается затравка. Механизм медленно поднимает затравку, и вслед за ней тянется жидкий металл, в точности повторяя форму затравки. В кристаллизаторе металл затвердевает и уже сам служит затравкой. Так непрерывно из

ванны с жидким металлом тянется готовое изделие, не нуждающееся в дальнейшей обработке. Само формирование профилей начинается в жидком состоянии и заканчивается в кристаллизационном периоде. Это происходит с минимальной затратой энергии и минимальными потерями.

Все процессы вытягивания, начиная от поддержания постоянной температуры, соблюдения уровня жидкого металла и кончая разрезкой изделия, легко автоматизировать.

Эта технология практически пригодна для всех металлов. Опыты производились с 25 материалами, в том числе с цинком, висмутом, оловом, медью, чугуном, солями металлов. Ассортимент получаемых разнопрофильных изделий огромен. Из алюминия и его сплавов изготовлено свыше 40 видов изделий: здесь и ленты разной ширины и толщины, трубы витые и прямоугольные, спиральные и ребристые изнутри. Длина изделий достигает многих десятков и сотен метров.

Вполне возможна такая технология и для получения изделий из стали. Если по способу Степанова из ванны с жидким металлом вытягивать рельс, то и наращиваться будет рельс. Рельс без проката!



Академик И. П. Бардин писал о работах А. В. Степанова: «Успешно проведенные... испытания этого метода дают нам основания предполагать, что в ряде отраслей металлургического производства он сыграет поистине революционную роль».

Пушки . . . режут сталь

Репортаж под таким удивительным заголовком, напечатанный в газете «Правда», рассказывал о чудо-пушке, действующей на Узбекском металлургическом заводе.

Артиллерия — бог войны, и вдруг мирная профессия пушки! Это произошло благодаря достижениям ученых Харьковского авиационного института, в группе конструкторов, которой руководит доктор технических наук В. Г. Кононенко.

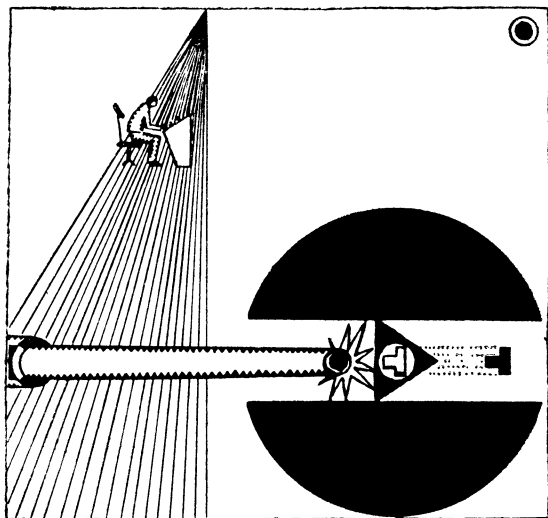
В лаборатории института эта чудо-пушка по-ученому называется промышленной установкой импульсного действия. Это она на резке металла вполне заменяет прессы и молоты.

Главная часть установки — направляющий цилиндр — ствол 122-миллиметровой гаубицы. На конце ствола закреплена казенная часть противотанковой пушки, она служит взрывной камерой. С другой стороны ствола установлен шток с ножом. За счет отдачи, возникающей при выстреле пушки, приходит в движение встречный нож, закрепленный на подвижном штоке. Оба эти ножа при движении и обеспечивают резку металла.

Происходит это так.

В казенную часть пушки вставляют патрон с удаленным из него боевым зарядом. Следует выстрел. Энергия выстрела мгновенно передается на специальное устройство, штоки с ножами молниеносно устремляются навстречу друг другу, врезаются в стальную заготовку и разрезают ее на нужную длину. И все это происходит в одну сотую долю секунды.

Установки прошли промышленные испытания на ряде заво-



дов и режут любую сталь сечением 220 на 220 миллиметров.

Взрывы находят в технике и другую работу. Они теперь штампуют, сваривают, упрочняют. Если на стальной образец метнуть медный, разумеется, с большой скоростью, то они соединятся настолько прочно, что отсоединить их уже не удастся. В роли «метателя» выступает взрыв. Во время взрыва в месте контакта развиваются столь высокие давления, что металл течет подобно жидкости. Образуются мелкие поверхностные волны, гребешки которых как бы перевязывают образцы.

На Кузнецком комбинате получена первая партия необычных слябов. После оглушительного взрыва кран вынимает из глубокой ямы сляб — стальную плиту весом около тонны. Взрыв намертво приварил друг к другу два различных сорта

стали — получились листы двухслойной стали. Подложка состоит из обычного дешевого металла, а верхний тонкий слой — дорогая нержавеющая сталь. Этот лист стоек в агрессивных средах, и на него особый спрос у химиков и нефтепереработчиков.

Новый способ сварки разработан и осуществлен Институтом гидродинамики Сибирского отделения АН СССР и кузнечными инженерами. Первые партии двухслойной стали уже в 1965 г. направлены уральским машиностроителям.

Для атомной промышленности нужны трубы, сваренные из двух кусков — стального и циркониевого. Сварка таких несоместимых металлов возможна с помощью взрыва.

Освоенный несколько лет назад способ взрывной штамповки, когда вместо штампа используются продукты взрыва пороховых смесей, продолжает совершенствоваться. Изобретатель В. А. Черепенников предложил использовать вместо пороха газовую смесь, поскольку это гораздо безопаснее.

Автоматизированный завод

Итак, мы рассказали только о некоторых новых процессах и методах в технике железа. Жизнь продолжает этот рассказ каждый день — печать сообщает все о новых и новых открытиях в технике. В заключительном разделе главы можно было описать какой-нибудь фантастический проект на тему создания металлургического завода, использующего одновременно все описанные новинки на своем производстве. Но мы расскажем о самом реальном проекте автоматизированного металлургического завода недалекого будущего, все процессы которого в отдельности уже освоены современным производством.

Проектные предложения по автоматизированному металлургическому заводу разрабатывал ряд институтов нашей

страны. Такой завод явится комбинированным предприятием металлургии, химии и промышленности строительных материалов на основе непрерывных процессов.

На этом заводе предполагается использовать офлюсованные богатые железом окатыши однородного состава, конвертированный природный газ и высокопрочный формованный кокс, что должно обеспечить получение чугуна высокого качества. Улучшение качества стали будет достигаться обработкой ее в специальных установках синтетическими шлаками, вакуумированием и добавкой легирующих присадок. В прокатных цехах будут установки для термообработки металла, повышения точности его геометрических форм, нанесения антикоррозионных защитных покрытий и т. д.

На этом заводе будут действовать гигантские агрегаты: доменные печи объемом в 2700 м^3 и конверторы емкостью до 500 тонн. Рассматривается также вариант со сталеплавильным агрегатом непрерывного действия. Вся сталь будет разливаться установки непрерывной разливки с криволинейными кристаллизаторами. Производительность таких установок для слитков большого сечения достигнет двух с половиной миллионов в год. Металл с непрерывной разливки будет поступать в цеха горячей прокатки с широкополосным станом 2200.

Новый проект представляет богатую возможность осуществить тесный союз металлургии и химии.

Металлургия одна из отраслей промышленности, способствующая развитию химии. 60 процентов пластмасс, химических волокон и других синтетических материалов производится из коксохимического сырья. Из коксового газа можно извлекать до 400 наименований химических продуктов.

Развитие металлургии и химии ставит задачу превращения металлургических гигантов в комплексные комбинаты, выпускающие огромное количество химических продуктов.

Если увеличить количество вдуваемого в доменную печь кислорода и природного газа, то тем самым увеличится содер-

жание водорода и окиси углерода в доменном газе. Имея водород, нетрудно синтезировать аммиак, затем азотные удобрения, мочевины, идущую в корм скоту, азотную кислоту, соду. По расчетам специалистов, стоимость чугуна при таком кооперированном производстве снизится больше чем на одну десятую.

Эти важные соображения учитываются в проекте автоматизированного завода. Кроме 10 миллионов тонн металлических изделий в год, в химических цехах завода будет организовано производство новых высококачественных материалов — ситаллов, идущих на выделку панелей, труб и бытовых изделий, а также химических удобрений, клинкеров и другой продукции. Для производства химической продукции будут использованы отходящие газы коксохимического производства, а также газы доменных, конверторных и термических цехов. Общий выпуск побочных изделий составит около 6 миллионов тонн в год.



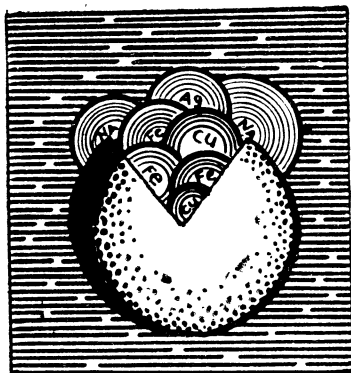


Проблема железного голода

Мы уже говорили, что в среднем земной шар состоит на 39,76 процента из железа. Но человеку пока доступна незначительная часть этих колоссальных запасов. Извлечь железо удастся лишь из поверхностных скоплений богатых руд. Поэтому у людей давно возникал вопрос: насколько же хватит доступных для разработки запасов железных руд?

Проблема «железного голода» так же стара, как и само железоделательное производство. Еще две тысячи лет назад мыслители древней Греции и Рима задавались вопросом, что же станет с человечеством, когда на земле будут истощены последние рудники. В те далекие времена подобные опасения были явно преувеличены. Вызывались они недостаточными знаниями о действительных запасах руд.

На рубеже двух последних столетий индустрии все в воз-



растающей степени требовался черный металл, крупные месторождения руд истощались, и резко повысились цены на металл. Первой реагировала Америка с ее трестами и миллионерами-королями, связанными с потреблением железа. В 1908 г. президент Соединенных Штатов Теодор Рузвельт созвал в Вашингтоне всех губернаторов для обсуждения грозящего металлургического кризиса. В то же время подобный вопрос обсуждался в Германии и Швеции.

Вопрос об угрозе «железного голода» настолько волновал, что в 1910 году на специальном заседании Международного геологического конгресса в Стокгольме известные геологи мира обсуждали его. 72 страны прислали сведения о своих рудных запасах. Выводы конгресса были неутешительны: общих запасов железных руд хватит лишь на 60 лет, то есть только до 1970 года.

В прессе того времени писали: «Считаясь же с неизбежным возрастанием расхода металла по мере развития промышленности, можно смело утверждать, что не пройдет и 100—150 лет, как железо останется лишь на фотографических снимках, да еще в лабораториях и музеях, а железные, некогда богатейшие, рудные месторождения — на диапозитивах и научных кинофильмах, на которых наши потомки будут поучаться былым богатствам нашей планеты».

Дальнейшие поиски геологов помогли открытию ряда новых месторождений. Однако ученые, собравшиеся на очередную сессию Международного геологического конгресса в Брюсселе в 1922 г., обсуждали эту волнующую проблему и пришли к прежнему выводу — железных руд хватит ненадолго.

В 1923 г. в Советской России взяли первые куски руды из месторождения Курской магнитной аномалии. С разведкой этих огромных скоплений железных руд исчислимые запасы их на земном шаре возросли по крайней мере вдвое. Затем последовали открытия других месторождений.

В настоящее время мировые запасы промышленных железных руд составляют около 95 миллиардов тонн. Ежегодный расход их в мировой металлургии превышает 250—280 миллионов тонн. Таким образом, при современном уровне расходования обнаруженных железных руд хватит на три с небольшим сотни лет.

Но производство черных металлов с каждым годом растет. Даже с учетом успехов геологических наук в поисках новых месторождений, особенно в слаборазвитых районах мира, человек все-таки вынужден задуматься о пределах в запасах железных руд и, в связи с этим, о дальнейшей судьбе металлургии железа.

В связи с возможным иссяканием запасов богатых месторождений железных руд ученые в наши дни уже думают о процессах получения железа в будущем. О некоторых предполагаемых процессах извлечения железа и рассказывается в этой главе.

Подземная металлургия

По мере уменьшения запасов сравнительно богатых руд металлургам, пожалуй, придется обратить внимание на сырье более бедное по содержанию железа. В этих условиях заманчив предлагаемый химиками способ прямого извлечения железа из руд на месте их залегания под землей. Известно, что химические растворители могут вымыть металлы из руд подобно тому, как это делается сейчас в технике с различными веществами. Например, можно производить подзем-

ное выщелачивание меди из колчеданных руд. По некоторым данным, этот способ применялся уже в начале XVI века, когда стало известно, что содержащуюся в кислых рудничных водах медь можно осаждать железом. Ученые сейчас ищут такие химические соединения, которые растворят содержащийся в руде металл, и тогда, не добывая сырье из недр земли, можно производить вымывание металла из руды с последующим его выделением из раствора.

Используя поверхностные запасы сырья, человек вынужден будет в поисках рудных материалов углубиться в недра земли. Пока люди проникли в глубь земли шахтами до 3, буровыми скважинами до 8 километров. Громадный практический интерес представляет изучение, а затем и постепенное освоение земных недр на глубине 20—50 и более километров. Вполне вероятно, что там существуют богатейшие месторождения многих полезных ископаемых, в том числе и железа. Перспективным планом развития советской науки предусмотрено создание специального института для изучения больших глубин земных недр. Намечено разработать принципы и теорию сверхглубокого бурения.

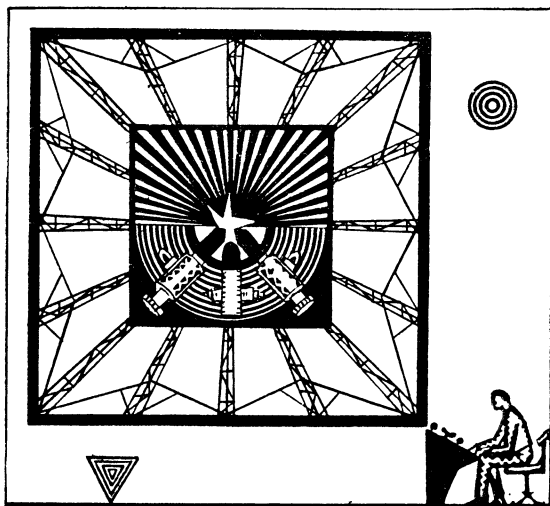
Некоторые ученые полагают, что внутри земли все еще могут существовать скопления жидкой магмы, содержащей различные металлы. Используя методы, применяемые при бурении нефти, вполне возможно устанавливать местонахождение жил расплавленной магмы и извлекать ее на поверхность в жидком виде. При благоприятных условиях магма будет выжиматься наверх по скважине под давлением природного газа. Возможно, что для подъема магмы придется подавать под нее воду, переходящую от нагревания в пар высокого давления.

Новая отрасль техники — геотехнология, т. е. бесшахтные методы добычи твердых полезных ископаемых, превращаемых под землей в жидкое и газообразное состояние — привлекает внимание металлургов.

Базальтовая металлургия

Геохимиками установлено, что железо имеется не только в руде. Окислы его являются важнейшей составною частью почти всех минералов, образующих земную кору. По мере использования все более бедных руд, очевидно, на очередь станет новое металлургическое сырье — горные породы. Вначале можно будет использовать те породы, которые содержат большее количество железа — такие, как базальт, гранит, гнейс, сиенит и т. п. Когда развитие техники создаст возможность комплексной переработки горных пород с полным извлечением всех или большинства металлов, тогда процесс полиметаллургии будет экономически выгоден.

Но даже раньше того далекого времени имеет смысл заинтересоваться возможностью извлечения железа из базальта,



содержащего около 6 процентов железа, а также 40 процентов кремния, 15 — алюминия, 7 — кальция, 5 — магния, 2 — титана. Особенно, если извлечение металлов сочетать с производством литья из базальта, которое уже и сейчас начинает применяться во многих отраслях техники. Плиты литого базальта заменяют чугунную облицовку мельниц для размола угля, трубки из этого материала вытесняют победитовые насадки пестроульных аппаратов.

Академик Д. И. Щербаков заявил, что, когда на земле будут исчерпаны запасы железных руд, наступит век базальтовой металлургии.

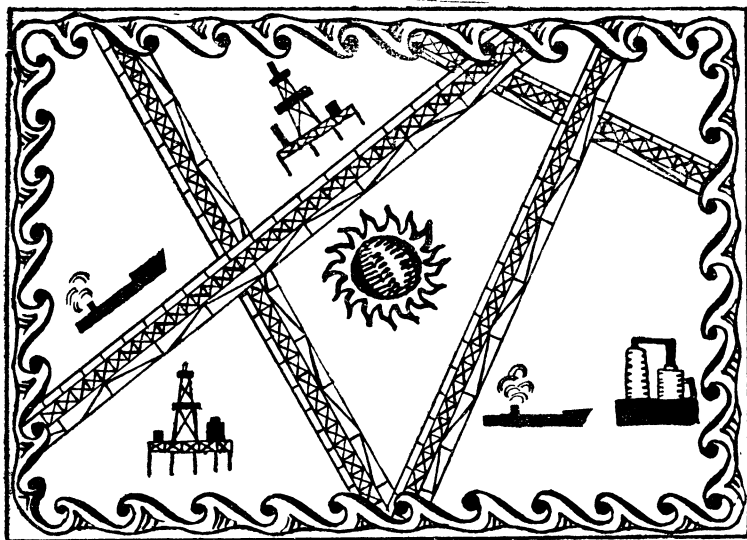
Океанская металлургия

Моря и океаны являются кладовыми огромных запасов минеральных богатств. Если извлечь все соли, растворенные в морской воде, то на каждого жителя земли придется по 3 тонны золота, 60 тонн серебра.

В морском дне запрячено свыше 40 миллиардов тонн нефти. Близ Ньюфаундленда на морском дне лежит 3,5 миллиарда тонн железной руды. Около Ваянувега (Северная Америка), близ Сиднея (Австралия) и в районе Чили под морским дном находятся запасы каменного угля.

Колоссальные площади мирового океана покрыты железомарганцевыми конкрециями, которые представляют собой неправильные сферические образования в 5—12 см длиной. Конкрекции содержат до 20 процентов марганца, около 15 — железа, до одного процента кобальта, никеля и другие элементы. По некоторым подсчетам, залежи этих высококачественных железных, марганцевых, кобальтовых, никелевых руд определяются в 350 миллиардов тонн, в то время как мировые запасы железных руд всех категорий на суше оцениваются всего в 250 миллиардов тонн.

Человек начинает осваивать эти несметные богатства. Так,



всему миру известны советские нефтяные промыслы на Каспийском море у поселка Нефтяные Камни. Вышки там шагают все дальше и дальше в море. Нефть добывают и в Мексиканском заливе, и в Карибском море, и у берегов Южной Америки, и около Аляски.

Из морской воды извлекаются такие вещества, как бром, йод, магний, поваренная соль, мирабелит и другие. Только за рубежом в 1960 г. было извлечено из морской воды 18 процентов магния из общего его количества добычи. Для этого созданы крупные предприятия в США, Англии и Норвегии. Из вод мирового океана выпаривается 6 миллионов тонн поваренной соли, что составляет четверть всего ежегодного мирового потребления.

Из прибрежных морских россыпей добывают такие важные минералы, как титанит, ильменит, монацит, рутил. Пески побережья Австралии дают 60 процентов добычи циркония стран капиталистического мира. Из россыпей на о. Хондо в Японии извлекают ванадий. Со дна Токийского залива лишь в 1961 г. поднято 7 миллионов тонн железной руды.

Японская фирма «Курито когио» запроектировала завод по переработке морской воды. По предварительным подсчетам, из каждых четырех миллионов литров морской воды может быть получено 3000 тонн питьевой воды, более ста тонн поваренной соли и более двух тонн глауберовой соли, по 16 тонн магния и хлора, а также значительное количество рассола для производства каустической соды. Причем один только этот рассол обойдется вдвое дешевле, чем при обычной технологии.

Ученые думают и об использовании океанских запасов железа.

Инженеры уже работают над созданием глубоководных добывающих устройств гидравлического типа, основная идея которых заключается в подъеме конкреций со дна в потоке морской воды. Один из таких проектов создал американский инженер Дж. Лиро. Суть проекта такова.

Гигантская гидравлическая драга для открытой добычи донных осадков состоит из трубопровода, моторно-насосного агрегата, расположенного близко к дну, и приемников. Рядом с драгой находится баржа — обогатительная фабрика, где добытые конкреции обезвоживаются, дробятся, обогащаются до состояния концентратов. Контроль за разработкой залежи будет вестись с помощью двух глубоководных телекамер. Установка рассчитана на добычу около 5000 тонн конкреций в сутки и полностью окупает себя через два-три года. Стоимость поднятых со дна моря металлов будет не выше цен мирового рынка.

Член-корреспондент АН СССР Л. А. Зенкевич поддержи-

вает гипотезу инженера А. Дмитриева и М. Диомидова, предложивших использовать давление воды на дне океана для проведения химических реакций в промышленных масштабах. Авторы считают вполне осуществимым в недалеком будущем строительство на дне океана химических предприятий, сырьевой базой которых могут служить неисчерпаемые залежи океана.

Биометаллургия

Давно известна способность некоторых растений и простейших животных накапливать химические элементы из окружающей среды.

В качестве таких аккумуляторов химических элементов выступают и фораминиферы — отряд простейших морских животных. Около трети площади дна океанов покрыто глобигериновым илом, состоящим главным образом из раковинок фораминифер. Во всех видах планктонных фораминифер содержится марганец, железо, ванадий, кремний, медь, алюминий, титан и свинец. Расчеты показали, что на одну тонну фораминиферового ила приходится 5150 г железа, 2201 — ванадия, 790 — титана, 1100 — стронция.

Выяснилось, что способностью накапливать химические элементы обладают и водоросли. Исследованием этого явления занялись ученые Института экологии УФАНа СССР. В водоемах, где выращивались водоросли, растворяли различные элементы. Через некоторое время концентрация элементов в водорослях достигла колоссальной величины, особенно для радиоактивных и редкоземельных элементов. Вполне возможно, что в глубинах океанов металлургов ожидают живые месторождения различных руд.

Некоторые виды бактерий также участвуют в накоплении химических элементов. Ученые уже думают об использовании

этих «помощников» для извлечения металлов. Так, специалисты Уральского научно-исследовательского и проектного института обогащения и механической обработки полезных ископаемых, изучая опыт Дегтярского медного рудника, обнаружили, что работу целой обогатительной фабрики могут выполнить бактерии. Будет достаточно комплексной установки по разведению бактерий, орошению руды раствором, содержащим бактерии. Они усилят окислительные процессы в рудах, создадут растворимые соединения металла. Затем этот раствор откачивать и извлекать из него металл.

Первые опытно-промышленные испытания, проведенные на Дегтярском руднике близ г. Свердловска, прошли успешно. Сейчас разрабатывается проект постоянно действующей установки для извлечения металла из руд. Новая «профессия» бактерий найдет, возможно, широкое применение на горных предприятиях Урала, Сибири и других районов. Таким способом можно получать медь, цинк, марганец.

А каковы же взаимоотношения бактерий с железом?

К наиболее молодым железорудным скоплениям относятся болотные и озерные руды. Они чаще образуются путем химико-биологических реакций, в создании которых участвуют особые железобактерии. В районе действия этих бактерий в течение 15—30 лет накапливается слой озерной руды толщиной 10—15 сантиметров.

Уже высказываются соображения об использовании железобактерий для металлургической переработки в качестве живой руды. За рубежом усиленно рекламируются бактерии в качестве способных «металлургов».

Английские исследователи отмечают, что микроорганизмы типа азобактер и ферробактер могут быть использованы для целей химического синтеза и превращения солей металла в растворимые соединения. Это даст возможность вести гидрометаллургический процесс. Специалисты предлагают вести изыскания способов переработки руд для обогащения и се-

лентивного (избирательного) обогащения с помощью микроорганизмов.

Советские ученые уже ведут такие изыскания. Они обнаружили новую группу микроорганизмов, которые участвуют в образовании марганцевых руд. Сотруднику Института микробиологии АН СССР Г. Заварзину удалось вырастить их в лабораторных условиях. В созданной среде наблюдалось бурное развитие микроорганизмов с одновременно идущим окислением марганца. Молодой ученый изыскивает нужные условия для роста и развития других микроорганизмов, участвующих в образовании железной руды.

Проведенные другими исследователями опыты показали, что если пропускать через низкосортную руду воду, содержащую определенные виды бактерий, то удастся довольно экономично извлекать кобальт и железо, медь и цинк. И все это возможно без высоких температур, огромных печей и мощного оборудования.

В заключение можно сказать, что по мере расходования всевозможных железорудных месторождений все более развивающийся прогресс науки и техники позволит находить новые источники сырья и новые способы получения железа и других металлов. Таким образом, можно вполне обоснованно утверждать, что «железный голод» человечеству не угрожает еще долгие века.



Судьба железа

[Вместо заключения]

Как-то мне довелось участвовать в большом совещании в Ленинградском отделении Академии наук. Тема совещания — «Новые материалы и их роль в развитии общества (прошлое, настоящее, будущее)». С докладами выступали крупные советские ученые — академики, профессора, доктора наук. Все выступающие отмечали наиболее характерную черту технического прогресса наших дней — появление и развитие все новых и новых материалов. Докладчики говорили о производстве пластмасс и каучуков, полупроводников и чистых редких металлов, тугоплавких и твердых соединений (карбидов, боридов и других), о стекле и алмазах.

Слушая эти выступления, я невольно думал о судьбе железа — металла, так славно потрудившегося на пользу человека в течение многих веков. И сейчас он еще в славе и почете, но, может, не за горами то будущее, когда новые материалы решительно вытеснят его?

Какова же дальнейшая судьба железа и стали в новых условиях?

Действительно, в послевоенные годы в промышленно развитых странах коренным образом изменилось соотношение между ростом выплавки стали и промышленного производства в целом. До первой мировой войны темпы роста выплавки стали опережали темпы роста промышленного производства. В период между двумя войнами они приблизительно совпадали, а после второй мировой войны рост производства стали значительно отстает от роста промышленного производства.

Объяснить это явление вытесняющим действием цветных металлов, пластмасс и других материалов нельзя. Производство чугуна во всем мире составляло от производства всех металлов: в 1880 г.—95,65 процента, в 1939 г.—94, в 1954 г.—92,9 процента. Два и семь десятых процента — вот доля, отвоеванная цветными металлами у железа за 75 лет.

Из цветных металлов в наибольших масштабах растет выплавка алюминия, но и он по весу и объему составляет незначительный процент к весу и объему выплавленной стали. Алюминий вытесняет в основном свинец, медь и дерево. Производство пластмасс по весу и объему также составляет незначительную величину по сравнению с выплавкой стали. Они заменяют сейчас главным образом цветные металлы, кожу, дерево.

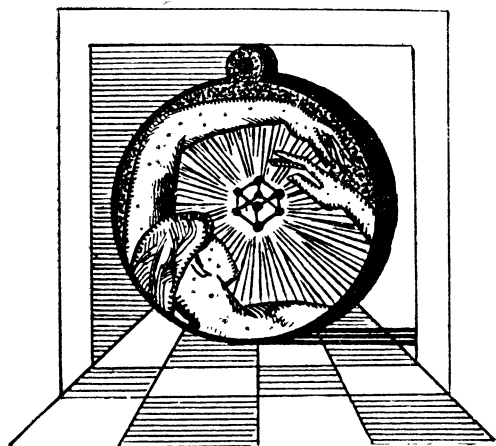
Основной причиной отставания темпов выплавки стали от темпов роста промышленного производства является сокращение удельного расхода стали на единицу изделий и мощности, что вызвано техническим прогрессом. Переход к легированным и нержавеющей сталям удлинил срок жизни металла. На сокращение потребления металла повлияло и уменьшение удельного веса железнодорожного машиностроения, потреблявшего металл в большом количестве в течение многих десятилетий.

Но, может быть, в будущем металлы уступят свое место пластмассам? Академик Н. М. Жаворонков предостерегает от увлечения прессы и популяризаторов темой вытеснения металлов пластмассами. При этом забываются некоторые физические особенности металлов и пластмасс. Полимеры, построенные в основном из неметаллов, неэлектропроводны. Пластмассы не могут также заменить жаропрочные сплавы, так как обычно не выдерживают нагревания свыше 300—400 градусов.

В печати иногда необоснованно рекламируется высокая прочность некоторых полимеров, превосходящая прочность стали. При этом не учитывается, как сильно проявляется в пластмассах зависимость прочности от длительности приложения нагрузки. Вообще следует признать пластмассы вполне самостоятельными материалами, со своими специфическими свойствами, достоинствами и известными недостатками.

Будущий век — это век не только стали, но и алюминия, титана, пластмасс и многих других материалов. Время, когда какой-нибудь один материал знаменовал собой эпоху в истории техники, кончилось. Сейчас сле-

дует говорить о совместном использовании различных конструкционных материалов. Соединятся вместе черные металлы и цветные, металлы с пластмассами и каучуком, пластмассы с деревом и т. д. Появятся сочетания различных видов конструкционных материалов, отвечающие новым и многообразным требованиям техники. Однако при всем многообразии материалов сталь останется еще долгое время главным конструкционным материалом техники.



СОДЕРЖАНИЕ

От автора	5
Глава I. Железо — везде!	8
Что такое железо!	8
Железо в живой природе	10
...в морской воде и на океанском дне	12
...в земле.	14
...в космосе.	15
Глава II. Свойства железа.	19
Есть ли чистое железо!	19
Кристалл Д. К. Чернова	22
Железо — магнит	24
«Ржа ест железо»	29
Удивительные стали	32
Глава III. Из истории железа	36
Дух железа	40
Сколько стоил гвоздь!	42
Почетная профессия	43
Кульť железа	45
Утраченные секреты	48
Железная колонна в Дели	49
Тайна булата	52
Первый чугуи	59
Уральская марка	60
Петровский указ	64
Исчезнувшие профессии	66
Глава IV. Железо в технике	72
Впервые из железа	73
Строительные идеи в металле	77
Письмо на железе	81
История рельса	84
Чугун спорит со сталью	88

Глава V. Техника производства железа	91
Старинные рецепты	91
Сталь в порошке	94
Лепка... из стали	95
Электрон помогает металлургам	97
Жидкая штамповка	99
Сталь для холода	99
Плазменная металлургия	100
Микрометаллургия	102
Прокатка с помощью... воды	104
Упрочненный прокат	108
Вакуумная прокатка	109
Рельсы без проката	109
Пушки... режут сталь	112
Автоматизированный завод	114
Глава VI. Будущее металлургии	117
Проблема железного голода	117
Подземная металлургия	119
Базальтовая металлургия	121
Океанская металлургия	122
Биометаллургия	125
Судьба железа (вместо заключения)	128

Мезенин Николай Александрович

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Художник А. Лебедев

Редактор С. Кириенко

Художественный редактор Я. Черников

Технический редактор К. Проскурникова

Корректор О. Щербина

Сдано в набор 21/XII 1967 г. Подписано в печать 31/V 1967 г.

Усл. печ. л. 6,44. Уч.-изд. л. 5,87.

Бумага 60×70/16.

НС 17817. Тираж 7000. Заказ 919. Цена 19 коп.

Средне-Уральское Книжное Издательство,

Свердловск, ул. Малышева, 24.

Типография издательства «Уральский рабочий»,

Свердловск, проспект Ленина, 49.

19 коп.



СРЕДНЕ - УРАЛЬСКОЕ
КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СВЕРДЛОВСК, 1967