



Человек

ДАФАИЛ
БАХТАМОВ



турмуэт

Землю

ДЕТГИЗ

ДАФАИЛ
БАХТАМОВ



РИСУНКИ Г. БЕДАРЕВА

ЧЕЛОВЕК ШТУРМУЕТ ЗЕМЛЮ

Государственное Издательство
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Министерства Просвещения РСФСР
Москва 1963

«Природа, — говорят ученые, — редко разбрасывает свои сокровища по земной поверхности. Главные замурованы глубоко в недрах. В тайгу и горы идут не золотоискатели, а научные работники, потому что разведка недр начинается в наше время не со случайной находки, а с трудных размышлений над законами строения земной коры. И, может быть, именно это — самое интересное в профессии людей, которым природа наконец-то вверяет свои вековые тайны».

В книге Р. Бахтамова «Человек штурмует Землю», рассчитанной на школьников старшего возраста, увлекательно рассказывается о том, как труд, энергия и талант Человека сделали полезными ископаемыми железо и нефть, медь и германий, воздух и воду и многие другие природные материалы, имеющие важное значение в создании материально-технической базы коммунизма.





ЧТОБЫ ПОНЯТЬ ПРОСТОЕ СЛОВО „ПОЛЕЗНО“...

(Вместо предисловия)

О ЧЕМ ЗАБЫЛИ МЫ С АРХИМЕДОМ

В ЮНОСТИ меня поразили знаменитые слова Архимеда: «Дайте мне точку опоры — и я сдвину Землю». Иногда считают, что это гимн рычагу. Но, по моему, это гимн Человеку, его возможностям.

«А в самом деле, почему бы и нет? — думал я. — Если в будущем удастся где-то в пространстве найти или создать такую точку (мне этого очень хотелось) и поддеть Землю рычагом...»

С помощью циркуля я без труда изобразил Землю, провел линию-рычаг и приступил к расчетам. Масса земного шара ($5,98 \cdot 10^{27}$ грамма) показалась мне чрезмерной, но я выбрал точку опоры поближе к нему, недрогнувшей рукой отнес конец рычага на Луну (среднее расстояние 384 386 километров) и принялся определять силу, которой

предстояло выполнить эту нелегкую работу. Величина получилась такой, что все население нашей планеты, дружно взявшись за один конец рычага, не смогло бы сдвинуть Землю даже на миллиметр!

Однако и это меня не испугало. Я знал, что сила человека вовсе не в руках. Небольшая машина мощностью всего в одну лошадиную силу может заменить восемь человек. А Братская и Красноярская гидроэлектростанции «сильнее», чем все население США.

Итак, самым тщательным образом вычертив земной шар, рычаг и точку опоры, еще раз проверив все расчеты и вооружившись на всякий случай данными о мощности земных электростанций, я пришел к знакомому инженеру.

Выбрал я его не случайно. Во-первых, этот инженер был известным изобретателем, и мне не раз приходилось слышать о смелости и даже дерзости его проектов. Во-вторых (и это, пожалуй, главное), он никогда не смеялся. То есть вообще-то он был веселым и живым человеком. Но, когда речь заходила о какой-нибудь машине (хотя бы самой простой, вроде испортившейся мясорубки), он надевал очки и сразу становился внимательным, серьезным и строгим, как учитель на экзамене.

Мельком взглянув на меня, он неторопливо принялся изучать чертеж. Потом взял логарифмическую линейку и так же неторопливо проверил все мои расчеты. Волнуясь, я ждал. Закончив, он вздохнул и печально покачал головой. Я понял: ошибка. И вдруг...

— Ну что же, все верно, — задумчиво сказал инженер. — Абсолютно точно.

— Значит... значит, Архимед был прав? (О себе я, конечно, умолчал.)

— Как математик — совершенно.

— Что это значит — как математик?

— А это значит, не как инженер.

— Извините, мне, честное слово, ничего не понятно, — взмолился я.

— Хорошо, разберемся. Архимед говорит: «Дайте мне точку опоры...» Ты понимаешь, что «мне» — это не обязательно ему, Архимеду, а вообще человеку, людям. Верно? Чтобы произвести любую работу, тем более такую сложную, нужен человек. А для чего точка опоры?

— Наверное, чтобы поддеть Землю рычагом.

— Довольно точная мысль. Только скажем шире: чтобы использовать машину или вообще орудие. И так, у нас есть уже два необходимых элемента — человек и машина. Но, кроме них, совершенно необходим третий... — Он помолчал, выжидая, и потом как-то очень веско и значительно выговорил: — Необходим материал.

— Материал? — не понял я.

— Ну конечно. Видишь, рычаг ты изобразил линией. Для математика — достаточно. А инженеру нужно знать, из чего ты собираешься строить эту линию.

— Можно сделать рычаг из стали или, например, из алюминия...

— А они выдержат?

— Не знаю.

— В том-то и дело, что нет. Это ясно без всяких расчетов. Поэтому, если бы вы с Архимедом рассуждали не как математики, а как инженеры, вам нужно было сказать: «Дайте мне точку опоры и материал — и я сдвину Землю». Но о материале вы забыли...

Я посмотрел на него. Он говорил строго и даже сердито, только в углах его глаз пряталась улыбка. Но это, наверное, мне показалось...

ЧЕЛОВЕК, МАТЕРИАЛ, МАШИНА



ЕЙЧАС я думаю, что двигать земной шар не стоит — без этого можно обойтись. Но в наших обычных земных делах никак не обойтись без материала.

Все вещи из чего-то сделаны. Это «что-то» — материал. Правда, сам по себе материал еще не вещь. Вещью — самолетом, радиоприемником, спичечной коробкой — его делают человек и машина. Они придают мате-

риалу нужные качества, размеры, форму. «Человек, материал, машина — основные движущие силы прогресса в истории общества», — писал один из крупнейших советских ученых академик И. П. Бардин.

В этом «тройственном союзе» материал как будто занимает подчиненное положение. Человек и машина работают, а материал покорно и терпеливо ждет, что из него получится.

Покорно?

Но попробуйте сделать перочинный ножик из дерева, станок из камня или плот из свинца. Ножик будет совсем как настоящий, только резать им вы не сможете. Станок немедленно сломается, ибо камень — материал хрупкий. Плот утонет — свинец тяжелый.

А если бы в «покорность» материала поверили инженеры, если бы они хоть на минуту забыли о его свойствах, материал заговорил бы с людьми гневным языком катастроф: развалившиеся в воздухе самолеты, сошедшие с рельсов поезда, дома, не выдержавшие собственной тяжести...

Самому смелому, интересному и нужному проекту материал может сказать: «Нельзя». Сам материал, конечно, промолчит: за него скажет наука, которую назвали, по моему, очень точно — «Соппротивление материалов». Эта наука напомнит человеку, что любой проект, любая вещь или машина живут настоящей жизнью не в линиях чертежа, а в материалах — бетоне, стали, пластмассах. И, если подходящего материала нет, значит, нет ни вещи, ни машины. Нет проекта, есть мечта. Со временем она станет явью — тогда, когда удастся найти или создать нужный материал.

Но и уже построенная машина сама по себе работать не будет. Чтобы привести ее в движение, необходима энергия. Источники энергии, которыми мы пользуемся — уголь, нефть, природный газ, уран, — это тоже, в сущности, материалы. И опять-таки машине совсем не безразлично, чем ее «кормят». Для паровой машины уголь — вполне подходящее топливо, авиационному двигателю нужны бензин или керосин.

Естественно, что, раз жизнь вещей и машин самым непосредственным образом зависит от материала, поиски новых, лучших материалов всегда были, есть и будут одной из главных забот человека.



Д О СИХ ПОР не знаю его имени. Когда я поступал на первый курс, он уже окончил институт и бродил с геологическим молотком где-нибудь в Муганской степи или в горах Тянь-Шаня. На память о нем осталась тетрадь — голубая ученическая тетрадка с таблицей умножения на обложке.

В первый же день после окончания занятий (я еще, по привычке, называл аудиторию классом

и с уважением относился к загадочному слову «сопромат») меня отозвал в сторону товарищ. Оглядевшись по сторонам, он спросил шепотом:

— Читал?

— Что? — не понял я.

— Эх, ты... А еще думаешь стать геологом. — Он осторожно вытащил из кармана потрепанную тетрадь. — Прочти обязательно, иначе в геологии ты нуль.

Нулем мне быть не хотелось, и я робко спросил:

— Домой можно? Хоть на один день...

— Ладно. Но только смотри — ни одному человеку...

И вот я дома, наедине с голубой тетрадкой. Обложка выцвела, углы загнулись. Должно быть, не одно поколение студентов читало тетрадь. Я решаюсь и открываю первую страницу.

«Недавно к нам в институт поступило заявление некоего господина бога. Заявитель просит присвоить ему звание кандидата наук на том основании, что он в течение нескольких дней разработал и осуществил проект под названием «Устройство Земли».

Эта просьба не может быть удовлетворена. Приложенный к заявлению технический проект земного шара изобилует грубыми ошибками и просчета-

ми. Дело тут, очевидно, не только в спешке (хотя она совершенно недопустима в серьезной работе), но и в крайне низком уровне знаний, характерном для той эпохи (четыре с половиной миллиарда лет назад). В подтверждение приведем некоторые доказательства...»

Я рассмеялся. Но скоро почувствовал, что автор тетради не шутит. Нынешняя «конструкция» Земли ему определенно не нравилась. Раскритиковав бога, он решительно потребовал переустройства нашей планеты, а заодно высказал немало смелых мыслей по созданию новых планет. Вместо подписи стояла таинственная закорючка, а ниже было аккуратно выведено: «Оппонент господа бога».

«Оппонент — тот, кто возражает, спорит», — машинально подумал я. И тут же забыл. Конструирование новых планет! Это было пограндиознее, чем двигать Землю, которая все-таки уже существовала. И еще мне очень хотелось понять, какие же ошибки и просчеты обнаружил автор тетради в «земной диссертации» господа бога.

...Как просто выглядит на рисунке наша Земля! Три окружности — одна в другой. Между ним оболочки — геосферы. В самом центре — земное ядро. О нем почти ничего не известно. Никто не знает, состоит ли оно из железа или из обычных горных пород. И какое оно — газообразное, жидкое или твердое? Может быть, под влиянием высокой температуры и колоссального давления (три-четыре миллиона килограммов на каждый квадратный сантиметр) вещество находится там в новом, не ведомом человеку состоянии...

Промежуточную оболочку называют «мантией». Вероятно, потому, что она окружает, укутывает ядро Земли. Раньше считали, что мантия — огромный океан расплавленных пород. Теперь ученые думают иначе. На глубине породы, видимо, твердые и имеют вид блестящей стекловидной массы. В этой массе есть расплавленные очаги, озера. Они-то и питают вулканы.

Наружная оболочка — земная кора. В сравнении с тысячекилометровыми размерами ядра и мантии толщина земной коры ничтожна — от 10 до 60 километров. Но на эту узкую полосу я смотрю с особым интересом —

здесь мы живем. Все материалы, которыми люди пользуются, добыты из самого верхнего слоя земной коры — осадочных пород.

Эти породы — глины, пески, известняк — будто насыпь на каменной броне Земли. Насыпь строили солнце, вода и ветер. Тепло и холод разрушали горы, вода и ветер уносили частицы породы на сотни километров, собирали вместе разбросанные по земле крупинки руд.

Под осадочными породами лежит гранитный слой, а еще ниже базальтовый. Базальтовым его называют пока условно, ибо его никто не видел и пород, из которых он складывается, не держал в руках. Действительно ли этот слой состоит из базальтов — тяжелых вулканических пород, богатых железом и магнием? Неизвестно.

Земную кору отделяет от мантии таинственная «поверхность Мохоровичича». Она названа так в честь югославского ученого, профессора А. Мохоровичича, который обнаружил эту загадочную область, изучая... землетрясения.

Если ударить по воде рукой или камнем, во все стороны разбегутся волны. Такие же волны, только гораздо более сильные, возникают при землетрясении. Чувствительные приборы — сейсмографы, стоящие на поверхности Земли, — ощущают самые отдаленные толчки. С помощью нескольких приборов можно измерить и сравнить скорости, с которыми волны проходят через различные участки Земли.

Ученые знают, что в одних и тех же породах волны движутся с одинаковой скоростью. А когда скорости движения меняются, значит, и породы, лежащие на пути волн, различны. Еще в начале нашего века русский ученый Б. Б. Голицын писал: «Можно уподобить всякое землетрясение фонарю, который зажигается на короткое время и освещает нам внутренность Земли, позволяя тем самым рассмотреть то, что там происходит».

Но, конечно, при неверном свете этих «вспышек» нельзя разглядеть подробности. И потому о Земле-планете, на которой мы живем, люди знают немногим больше, чем о Луне или Марсе.

Человек проник в дебри Африки, в тропические леса Амазонки. На Северном и Южном полюсах работают экспедиции. Однако все это на поверхности. А глубина? За миллион лет своего существования человек проник в

глубину примерно лишь на 7800 метров. Расстояние, которое на земле спортсмен легко прошел бы за час...

Пожалуй, достаточно. Я отодвигаю книги и снова берусь за тетрадь.



СЛОЕННЫЙ ПИРОГ

СЛОЕННЫЙ пирог! Вот какой вид имела бы Земля, если бы бог был опытным конструктором и к тому же знал кулинарию. Сверху, на самой поверхности, лежали бы материалы, необходимые уже первобытному человеку: камень, золото, медь. Ниже—железо. Потом уголь, цинк, алюминий, нефть. И, наконец, материалы, которые понадобились только в XX веке, — радий, уран, германий...

А что получилось? Полнейшая неразбериха. Материалы лежат не по порядку. Многие из них перемешаны с породой, упрятаны под дно океанов.

Правда, когда Земля проектировалась, будущая история человечества была не вполне ясна. Но конструктор обязан видеть будущее!»

Прочитав эти строки, я забеспокоился. Неужели земной шар действительно устроен так неудачно?

Как будто, да. Земля окружена воздушной оболочкой, атмосферой. Ну что же, воздух геологу не мешает. В принципе я был готов согласиться даже на моря и океаны, если бы они не занимали так много места. Страшно подумать, что почти три четверти поверхности Земли отданы рыбам, а на долю геологов остались жалкие двадцать девять процентов...

На гигантских пространствах океанического дна под километровой толщей воды лежат железо и медь, ни-

кель, кобальт и марганец. Их запасы, только известные и подсчитанные, больше 200 миллиардов тонн. Этого хватило бы всему человечеству почти на целое столетие. Но как добыть их со дна океана? И как заглянуть еще ниже, под дно, — ведь там наверняка есть нефть, алюминиевые руды, десятки необходимых человеку материалов...

Ученые убеждены, что и на суше, на глубине в 10—20 километров, скрыты огромные запасы нефти, величайшие источники энергии, ценнейшие материалы — может быть, даже такие, о которых мы не подозреваем. Но путь к ним закрыт прочной каменной броней.

А как материалы перемешаны! Миллиграмм радия скрыт в тоннах урановой руды, крупинка германия — в горах каменного угля.

Я вздыхаю. Земля совсем не похожа на кладовую, где в строгом порядке лежат нужные нам материалы. Тетрадка права — бог был плохим конструктором.



СЛИШКОМ МНОГО КИСЛОРОДА

КИСЛОРОД необходим для жизни. Поэтому бог поступил правильно, снабдив Землю воздухом и водой. Однако в дальнейшем, действуя по шаблону, он ввел кислород в состав большинства горных пород. Ошибка, за которую мы до сих пор расплачиваемся».

Утверждение вначале показалось мне странным, потом я решил, что в нем есть кое-какой смысл, потом... Но судите сами.

В горных породах, из которых сложена земная кора, есть все химические элементы (а значит, и материалы), нужные человеку. Но сталь и уголь промышленность использует в миллионах тонн, а германий и радий в кило-

граммах и граммах. Столетие же назад у человека не было даже обычных материалов — алюминия, вольфрама, магния. Немалую «вину» за это несет кислород.

Количества того или иного материала на Земле не одинаковы. Земная кора больше чем на четверть состоит из кремния и почти наполовину из кислорода. Можно подсчитать, что на долю всех остальных элементов остается сравнительно немного — лишь двадцать пять процентов общего веса. И если алюминия, железа, кальция в общем достаточно, то с другими важнейшими материалами дело обстоит хуже. Меди, например, в земной коре лишь одна сотая процента, а золота еще в тысячи раз меньше. Его настолько мало, что, распределись оно равномерно, в ста тысячах килограммов горной породы было бы полграмма золота...

В книгах обо всем этом говорилось спокойно, даже равнодушно. А между тем какая заманчивая идея: удалить из земной коры процентов двадцать кислорода (того, что останется, хватит с избытком) и взамен добавить уран, золото, платину, германий, радий...

Итак, дело в количестве. Но тут я спохватился. Если бы имело значение только количество, человек прежде всего стал бы применять самые распространенные металлы: алюминий, железо, кальций, натрий. Гораздо позднее он обратился бы к довольно редким — меди и олову — и уже буквально в наши дни добрался бы до редчайших — золота и серебра.

Но получилось совсем наоборот. Первыми металлами в человеческой практике были как раз золото и серебро. Металлургия, то есть выплавка металлов, началась не с алюминия или железа, а с меди и олова. Из самых распространенных металлов в древности, до начала нашей эры, применялось только железо.

Алюминия в земной коре в двадцать раз больше, чем углерода. Однако углерод знаком человеку тысячи лет, а алюминий еще в прошлом веке считался очень редким и драгоценным металлом. Даже сейчас рубидий используется в самых скромных количествах, хотя на Земле его больше, чем меди, свинца и мышьяка вместе взятых!

Химические элементы, как и люди, ведут себя по-разному. Железо и алюминий легко вступают в реакции с другими элементами, особенно с кислородом (опять кислород!), а расстаются с ними трудно. Медь же иногда

встречается в чистом, самородном виде. Еще «благороднее» золото — на кислород оно вообще не реагирует.

Самородные медь и золото — готовые материалы, из них можно сразу делать вещи. Из железной руды — нет. Чтобы она стала материалом, ее надо освободить от кислорода. А этого первобытные люди не умели делать.

Да, если бы при строительстве Земли кислород расходовался не так щедро, польза была бы тройная. Во-первых, экономия ценнейшего материала (как он нужен на Марсе!). Во-вторых, редчайшие элементы вроде радия можно было сделать обычными. И наконец, в-третьих, человечество было бы избавлено от многих забот, с которыми связано получение материалов.

Мысль, что Земля устроена неудачно, не давала мне покоя весь вечер. А утром я услышал лекцию — первую в своей жизни лекцию по геологии.

„СНЕ ОТ НАС НЕ ЗАВИСИТ“



ПРОФЕССОР неторопливо ходил по аудитории. Невысокий, худощавый, он двигался легко и свободно. Но большая комната сделалась вдруг тесной, будто он принес с собой широту полей, глухой грохот ледников, жаркую радость солнца.

От руки, без циркуля, он вычертил на доске три идеальные окружности — одна в другой. Написал несколько чисел и щелкнул по рисунку пальцем:

— Земной шар. Диа-

метр — свыше 12 700 километров. Представляете песчинку на вершине Эвереста? Человек на Земле — примерно то же. И он штурмует планету. Ему нужны материалы, чтобы жить, строить, летать к другим мирам. Короче, чтобы быть человеком... — Он внимательно оглядел нас и

вдруг спросил: — Знаете, что такое полезные ископаемые?

— Природные минеральные вещества в земной коре, — быстро ответил я (так было сказано в книге).

— Железная руда. Уголь. Нефть, — подсказали сзади.

— Значит, ясно, — усмехнулся профессор. — Какая же именно железная руда — полезное ископаемое? Всякий ли уголь? Любая ли нефть?

Из осторожности мы промолчали.

— Как вы думаете, первобытный охотник отказался бы от стального топора или алюминиевой кастрюли? Помоему, нет. Он довольно быстро сообразил бы, что стальной топор острее и крепче каменного. А алюминиевая кастрюля гораздо удобнее глиняного горшка. Почему же он пользовался камнем и глиной, а не сталью и алюминием?

— Да он не умел! — воскликнул я. — Для выплавки стали нужна печь, хотя бы самая простая. Как ее строить, первобытные люди не знали. А как выплавлять алюминий, тем более. Тут требуется особая печь, электрическая...

— Правильно. — Профессор кивнул. — Но из этого следует, что для первобытных людей самые богатые залежи алюминиевых и железных руд были «бесполезными» ископаемыми. Они сделались полезными только тогда, когда человек научился их применять. И сейчас, если в железной руде много вредных примесей, или мало железа, или она залегает глубоко в земле, мы ее не считаем полезным ископаемым. Вообще обратите внимание на это слово — «полезно». Один ученый справедливо сказал: «Чтобы понять простое слово «полезно», нужно изучить не только развитие науки и техники, но и геологию, географию, экономику, политику...»

Неожиданно он заговорил совсем о другом. Широки-ми мазками он обрисовал историю Земли. Противоборство великих сил, которые швыряли материки, как мячики, мяли горы, плескали на сушу пригоршни океанов.

Но меня поразило другое. В диком сплетении огня и воды, в бешеных толчках землетрясений, в реве вулканов была своя логика. Безудержный разгул стихий подчинялся железным законам природы. Я подумал, что Земля устроена, пожалуй, не так нелепо: обилие одних материалов и недостаток других, загадочная любовь металлов

к кислороду, залежи полезных ископаемых на дне морей и глубоко в земле,—все это логично, оправданно, закономерно. Стихиям колоссальной мощи, творившим Землю, были одинаково безразличны и люди с их интересами, и придуманные человеком боги...

— Может быть, вам кажется, что Земля устроена неудачно,— продолжал профессор.— Вот если бы наша планета походила на склад, на кладовую, где, снабженные для удобства табличками, лежали готовые материалы... Однако сие, во-первых, от нас не зависит.

Я смеялся вместе со всеми, а про себя думал: «Неужели он знает про тетрадь?»

— Во-вторых,— он хитро улыбнулся,—я не убежден, что природа ошиблась, устроив для нас такую сложную Землю. В складе человек вряд ли чему-нибудь научился бы. Он был бы богаче материалами и беднее разумом. А штурмуя Землю, преодолевая великие трудности, он создал горное дело и металлургию, химию и геофизику. Чтобы найти материалы, спрятанные на глубине в сотни и тысячи метров, чтобы суметь их добыть, переработать, использовать, нужен был гений человека, титанический труд сотен поколений.

Он остановился, словно хотел представить себе этот труд: далекие маршруты геологов, бесчисленные рудники, лаборатории химиков, металлургические заводы...

Я нащупал тетрадь. Она была совсем близко, в кармане пиджака, и бесконечно далеко, в прошлом. В прошлом, где можно было играть в борьбу с природой, смело устанавливая собственные, легкие и приятные правила. А у природы были свои законы — суровые, жесткие. Покорение Земли требовало от человека всех его сил, а нередко и жизни...

Я понял, почему голос профессора дрогнул.

— Штурм Земли начался очень давно, тысячи лет назад...



ОХОТНИКИ ЗА МАТЕРИАЛОМ

В МИРЕ КАМНЯ

ШТУРМ Земли начался очень давно, тысячи лет назад. Те, кто его начинали, косматые, длиннорукие существа, похожие на обезьян, не имели понятия о «штурме», да и о самой Земле почти ничего не знали. И все-таки это были люди. Добывая еду, они пользовались не только руками (охотиться и ловить рыбу лапой умеет, к примеру, медведь), но и орудиями. Именно это их и отличало. «Животное, делающее орудия», — сказал о человеке известный ученый Вениамин Франклин.

Чтобы изготовить орудие, нужен материал. Первобытный человек брал первое, что попадалось под руку.

В лесу — ветки деревьев, на берегу моря или в горах — камень. Камень был удобнее: тяжелее, крепче. Некоторые камни оказались особенно прочными — темный кремний, белый или зеленый нефрит.

Должно быть, прошли тысячи лет, прежде чем люди научились придавать камню форму. Появились узкая кремневая пластинка с лезвием — нож, трехгранный кусок камня — топор, гладкий квадратный камень с деревянной рукояткой — молот.

Конечно, это были примитивные орудия. Но обходиться без них человек уже не мог. И, когда кремний стал попадаться все реже (неудивительно: его добывали на протяжении десятков тысяч лет!), началась настоящая охота за камнем. Племена покидали привычные места и отправлялись в далекие и опасные странствия. Месяцами трудились первобытные умельцы, переделывая старые, давно выброшенные орудия.

Однако нужда в камне росла. Впервые в своей истории людям пришлось столкнуться с недостатком материала. Потом это будет повторяться часто, но тогда и человек будет лучше подготовлен к борьбе. А пока ему может помочь только случай.

Кто-то (скорее всего женщина, искавшая в земле коренья) откопал камень. Десяток лет назад женщина досадливо отбросила бы его в сторону. Но теперь бережно очистила камень от земли и радостно вскрикнула — это был драгоценный кремний. Наверное, потребовалась не одна и не две таких находки, чтобы в неповоротливом сознании первобытного человека сложилась картина: земля—яма—кремний. Только тогда люди в поисках кремния стали копать ямы нарочно.

В то время никто не придавал этому значения. А момент был исторический. Раньше дерево и камень находили на поверхности — их нельзя считать «ископаемыми». Первая яма была началом штурма Земли, найденный в ней кремний — первым ископаемым, которое человек сделал полезным.

Сначала камень добывали из обыкновенных ям. Потом люди поняли, что нелепо каждый раз рыть новую яму. Гораздо легче пробивать из нее подземные ходы. Ямы превратились в шахты.

Достижения первобытного человека выглядят сейчас более чем скромно. Шахта глубиной в пятнадцать мет-

ров — предел его возможностей. Но сколько сил, энергии и таланта вложено в каждую шахту (только в Крымс-Гревсе, в Англии, их найдено свыше двухсот пятидесяти) — ведь шахты рыли камнем, в лучшем случае — чем-то вроде каменной мотыги! Когда все это представишь себе, то невольно приходишь к выводу, что первые страницы великой книги штурма Земли были поистине героическими...

Пожалуй, никогда уже камень не будет так нужен человеку. Топоры и скребки для выделки кож, ножи и долота, пилы и наконечники стрел — все это из камня.

Камень незаменим. Однако проходят тысячелетия, и он уступает место другому материалу. Этот материал мягче камня, не так прочен, добывать его труднее. Но человек прощает ему все, только бы избавиться от камня. Откуда эта «неблагодарность»?

...Моему соседу Славке, который учится в пятом классе, дали на дом задание — изготовить каменный нож. Ребята проходили по истории каменный век, и учительница хотела, чтобы они яснее представили себе то время.

Как делать каменные ножи, Славка не знал. Спросить же на уроке постеснялся. Хотя он и пятиклассник, но современный и понимает не меньше взрослого, который жил десять тысяч лет назад. Тем более, что нож предстояло делать не из стали, а из какого-то камня...

Со мной Славка держался тоже независимо. Нож, конечно, он будет делать сам. От меня требуется только одно: дать несколько практических советов, поскольку заниматься изготовлением каменных ножей ему, честно говоря, раньше не приходилось.

Мне — тоже, хотя я инженер. К счастью, у меня дома были нужные книги. С их помощью мы узнали, что первобытный человек при изготовлении каменных орудий пользовался тремя методами: оббивкой (то есть бил камнем по камню), отжимкой (жал один камень другим) и шлифовкой (тер камень о камень)... Подняв глаза, я увидел на руке у моего собеседника свежий бинт и предложил делать домашнее задание вместе. Славка вежливо согласился.

На следующий день мы начали. Я достал кусок отличного кремня и несколько подходящих булыжников. Булыжникам отводилась роль инструмента — пользоваться молотком и зубилом мне не хотелось, это было бы не по

«правилам». Минут пятнадцать я «обжимал» кремень булыжниками. Но он держался «как кремень», все мои усилия не произвели на него ни малейшего впечатления. Затем я прищемил кожу ладони, Славка сбегал за йодом, и мы решили перейти к «шлифовке».

Часа полтора, не разгибая спины, мы по очереди терли этот упрямый кусок кремня. Только когда моя рубашка окончательно вымокла от пота, я остановился и оценил результаты. На булыжнике четко обозначилась узкая полоса стертого камня, на темной поверхности кремня не было даже царапины.

Перед тем как приступить к «оббивке», я отослал Славку домой. Это было очень своевременно, иначе он получил бы неправильное представление о способностях инженеров. Первым же ударом булыжника я угодил себе по пальцу...

Ложась спать, я твердо решил пойти завтра на завод и попросить, чтобы мне обработали кремень на шлифовальном станке. Но утром передумал. Каменный нож и шлифовальный станок — это уже чересчур! Я ограничился тем, что выбросил булыжники и взял обычные инструменты слесаря: тиски, молоток, зубило, напильники.

Рассказывать, как я мучился с этим куском кремня, слишком долго. Скажу только, что я трудился еще два дня, не давая себе ни минуты отдыха, что на руке у меня до сих пор шрам, что на последней стадии процесса в работу включился знакомый точильщик...

Не подумайте, что виновата моя неопытность. До института я работал на заводе слесарем и считался неплохим специалистом. Мне приходилось иметь дело со многими материалами — только не с камнем...

А первобытный человек? Он привык к камню. Но и у него изготовление ножа или топора занимало несколько месяцев. Позволить себе подобную «роскошь» в XX веке никто, конечно, не может. Да и первобытный человек мирился с камнем только до тех пор, пока не было лучшего материала.

Сделанный мной нож Славка осматривал подозрительно долго.

— Ну? — не удержался я.

— А это нож?

— Конечно, только каменный. Любой первобытный человек был бы в восторге.

Славка поблагодарил, но как-то неуверенно. Впрочем, из школы он вернулся веселый и сразу прибежал ко мне.

— Все в порядке! — крикнул он еще в дверях.

— Разумеется, — подтвердил я. — А что сказала учительница?

— Она сказала: «Неплохо... для первобытного человека».

Я сделал вид, что не слышу. А про себя подумал: «Хорошо, что Славке не задали на дом охоту на мамонта».

КОСТЕР И „МЕДНЫЙ КАМЕНЬ“



В ОИДЯ в незнакомую комнату, мы раньше всего видим предметы, которых много или которые занимают большое место. Потом мы обращаем внимание на вещи, хотя и мелкие, но необычные — красивые, яркие. И, наконец, замечаем то, что нас действительно интересует: скажем, хорошую книгу.

Тем же путем шел и древний человек. Сначала он «увидел» камни и дерево: ведь не увидеть их

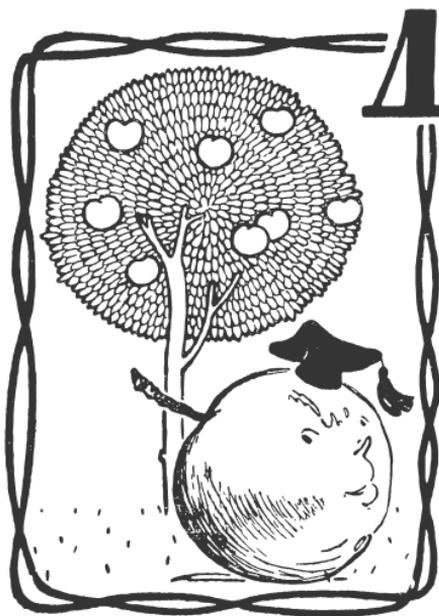
было невозможно. Затем его привлекли гранатово-красный рубин, синий сапфир, небесно-голубая бирюза, ярко-зеленый изумруд, блестящие крупинки золота, серебра, меди. «Золото было, в сущности, первым металлом, который открыл человек», — писал Карл Маркс.

Так случилось еще и потому, что делать вещи из золота сравнительно легко. Не в пример большинству металлов, оно встречается в чистом, «самородном», виде; выплавлять его не надо. Вслед за золотом люди открыли медь и серебро. Опять-таки потому, что по цвету они отличаются от камней и существуют в природе в самородном виде.

Все эти металлы человек узнал в каменном веке. Но особого значения они не имели: слишком мягкие. Главное же, их было мало. Из золота, серебра, а вначале и меди делали только украшения.

А потом случайность. Подробностей мы, конечно, не знаем. Скорее всего, хрупкий зеленый камень попал в костер. На него не обратили внимания — пусть себе лежит. Утром же, разгребая золу, чтобы зажечь новый огонь, человек с удивлением обнаружил на месте костра целые «залежи» драгоценной меди. Понадобилось много таких случаев, прежде чем человек понял: между костром, зеленым камнем и драгоценной медью существует связь. Даже тогда причины этого странного явления были от него скрыты. Но он понял: если взять зеленый камень и бросить его в костер, камень превратится в медь.

Самородной меди было мало, медных камней — много. Человек стал нарочно класть камни в костер. Он не придавал тому, что делал, особого значения. Между тем в этот момент родилось одно из величайших изобретений человечества — металлургия.



СЛУЧАЙНОСТЬ?

ДОЛЖЕН отвлекаться, чтобы поговорить о случайности. Иногда ей придается слишком большое значение в истории открытий и изобретений. Вы, наверное, и сами знаете достаточно таких рассказов. вспомните хотя бы яблоко, которое, упав с дерева, «само» открыло закон всемирного тяготения. «Случайно» оказавшемуся поблизости Ньютону осталось его только записать...

Действительная история изобретений и открытий имеет мало общего с этими рассказами. Верно, что в древ-

нейшие времена открытия и изобретения нередко делались случайно. Человек знал об окружающем его мире мало и шел по нему с «завязанными» глазами. Именно так, «ощупью», он и обнаруживал новые материалы, явления, процессы — делал первые открытия и изобретения.

Однако чем дальше, тем больше становился его опыт, его знания о мире. В великой книге природы открывались все новые страницы. Человек научился понимать и предсказывать природные явления. Больше того, многие из них он сумел использовать в своих интересах, превратить их из врага в друга и помощника.

И, по мере того как человек проникал в тайны природы, мир переставал быть для него загадкой. Уже не ощупью шел он по Земле. Все меньше он натывался на неожиданности, все чаще он находил то, что искал. Конечно, еще и сейчас открытие или изобретение может быть сделано случайно. Но это исключение. Такие изобретения, как циклотрон, электронная счетная машина, телевизор, нельзя сделать случайно. Чтобы прийти к ним, нужен огромный, согласованный труд десятков и сотен людей разного опыта, знаний, специальностей.

Но и в те далекие времена, о которых идет разговор, открытия и изобретения делались не совсем случайно. Мог ли первобытный человек, не знавший огня, изобрести металлургию? Конечно, не мог. Чтобы выплавить металл, нужен огонь. Итак, огонь — первая «неслучайность».

Мог ли прийти к этому изобретению человек, вообще не знающий металлов? Тоже нет. Ведь, для того чтобы увидеть в костре медь, человек должен был знать ее раньше и иметь с ней дело. Только тогда он мог понять, что это не обычная зола, а что-то ценное. Знание металлов — это уже вторая «неслучайность».

И, наконец, третья. Чтобы уразуметь связь между костром, «медным камнем» и медью, требовалось определенное развитие, умение размышлять и связывать довольно разнородные и далекие между собой явления. Человек, только научившийся добывать огонь, таким развитием еще не обладал. Поэтому, даже увидев в костре медь, он не «увидел» бы за ней металлургию, он равнодушно прошел бы мимо этого великого изобретения, как тысячи людей до Ньютона проходили мимо падающих яблок...

Как видите, для «случайного» изобретения — металлургии — потребовалось много «неслучайностей». Тысячу раз прав английский ученый Джон Бернал, когда говорит: «Трудность в науке часто представляет не столько то, как сделать открытие, сколько понять, что оно сделано».



ПОЧЕМУ БРОНЗА?

ВЫПЛАВКА меди из руды имела огромное значение. Она превратила в полезное ископаемое бесполезные камни — медные руды. Она сделала редчайший металл (самородная медь встречается в природе редко) самым обычным. А золото и серебро? Они остались редкими: ведь в земной коре серебра в тысячу раз и золота в двадцать тысяч раз меньше, чем меди.

И все-таки не меди, а другому материалу предстояло стать главным в ту эпоху, дать ей свое имя. Этот материал — бронза.

Почему же так получилось? Медь имеет немало достоинств: ее легко выплавлять, она прекрасно обрабатывается, ей можно придать гораздо более тонкую и изящную форму, чем камню. Недостаток у нее один — мягкость. Но именно твердость имела тогда решающее значение. Человеку нужен был прежде всего материал для орудий — ножа, топора, молота. А для этой цели медь малопригодна.

Вот почему, отодвинув медь на второе место, на первое вырвался новый материал — бронза. Бронза оказалась и тверже, и прочнее меди. Из нее можно было делать самые разнообразные орудия, гораздо лучше каменных. А главное — быстрее и проще, потому что бронза обрабатывается много легче неподатливого камня.

Что же это за металл, бронза? Оказывается, это не металл, а два металла. Олово и... медь. Сама медь мало-пригодна для орудий. Вместе же с оловом, в сплаве с ним, она приобретает совсем новые качества — становится прочной и твердой (кстати, слово «бронза» происходит от древнеперсидского «бронтпсион», что как раз и означает «сплав»).

Интересно, что олово, взятое отдельно, еще мягче меди и никакого орудия из него, конечно, не сделаешь. А вот два мягких металла, сплавленных между собой, дают новый материал, отличающийся твердостью...

В те времена об удивительном свойстве сплавов не знали. И бронзу, вероятно, научились делать случайно, благодаря счастливому обстоятельству: в медной руде часто содержится олово. Не подозревая об этом, человек бросил руду в костер, думая, что выплавит медь. А в огне медь не только освободилась от кислорода и других примесей, но и сплавилась с оловом. Получился новый материал. Когда его попробовали обрабатывать, оказалось, что он гораздо лучше меди.

Человек понял это довольно скоро и запомнил, как выглядит руда, дающая такой необычный материал. Со временем он научился отличать ее по виду от простой медной руды и стал искать специально.

Сначала медь и бронзу выплавляли в кострах. Много позднее появились печи в виде корзин, обмазанных глиной. Потом научились строить печи прямо из глины или рыть в земле яму, а стенки выкладывать камнем. В таких печах можно было выплавлять гораздо больше металла, и сам металл получался чище и лучше.

Бронзовый век продолжался около трех тысячелетий. Раскопки показывают, что изделия из бронзы были распространены в древнем мире очень широко. Их находят в Египте, Индии, по всей Европе, в Армении и на Южном Алтае. Известный русский геолог Паллас, много путешествовавший по Алтаю во второй половине XVIII века, с восхищением писал о древних народах, «столь тщательно... руду добывавших, что ныне весьма редко находят новые рудные места, где бы не было видно следов их древней работы».

...Построить шахту совсем не просто. Путь в глубину преграждают горные породы. Перед ними бессильны даже новые, бронзовые орудия.

Человек думает. Он уже знает, что породы — это, в сущности, тот же камень. А что ему известно о камне? Многое. Из сотен различных случаев человек вспоминает один. Кто-то уронил в костер каменный топор. Выхватил, обжегся и бросил в воду. Камень растрескался. Это плохо: топор был помощником. Но теперь камень мешает.

Медленно, трудно складываются мысли. Тогда камень попал в костер, а теперь костер нужно разложить на камне. Потом бросить... нет, налить на камень воду. В породе появятся трещины, и она разлетится под ударами тяжелой бронзовой кувалды...

Новые средства — огонь и вода — открывают неожиданные возможности. Вертикальная или наклонная яма («ствол») уходит нередко на глубину ста метров. Оттуда разбегаются подземные ходы — штреки. Во избежание обвалов ставят деревянные крепления. Начинают применять вентиляцию...

Бронзовые орудия, конечно, лучше каменных. Но медь и олово — металлы все-таки редкие. Нужен новый, универсальный материал: простой, широко распространенный в природе, легко выплавляемый, твердый. Таким материалом стало железо.

НЕБЕСНОЕ ИЛИ ЗЕМНОЕ?



ВЕК ЖЕЛЕЗА начался не так уж давно — где-то на границе II и I тысячелетий до нашей эры. Он продолжается еще и сейчас, значит, ему всего около трех тысяч лет. Примерно столько же занял бронзовый век, а каменный — в десятки и сотни раз больше. Но это по годам. По событиям же, по тому новому, что внес век железа в человеческую жизнь, он неизмеримо богаче всех предшествующих эпох.

«Железо, — говорит Фридрих Энгельс, — стало служить человеку — последнее и важнейшее из всех видов сырья, игравших громадную историческую роль... Железо создало обработку земли на крупных участках, сделало возможным превращение в пашню широких лесных пространств; оно дало ремесленнику орудия такой твердости и остроты, которым не мог противостоять ни один камень, ни один из известных тогда металлов».

Железо составляет больше пяти процентов веса земной коры. Иначе говоря, земная кора на $\frac{1}{20}$ состоит из железа. Казалось бы, что может быть легче, чем узнать такой обыкновенный, такой распространенный металл. Однако первое железо, с которым человек познакомился, пришло на Землю из... космоса.

Любопытно, что люди той эпохи это знали. Недаром они называли железо «ан-бар» — «огонь с неба». Вполне вероятно, что знакомство так и началось. Огненная дуга со свистом и грохотом прочертила небо. Сначала люди испугались. Потом, когда все успокоилось, осмелели и подошли посмотреть. Среди поваленных деревьев и выжженной травы они нашли большой кусок темного металла.

Довольно скоро, (конечно, по тем временам) люди узнали, что из «небесного камня» можно делать вещи ничуть не хуже, чем из камня или бронзы. Но это еще не значит, что сразу же вслед за этим на смену бронзовому веку пришел железный. Крупные метеориты падают на Землю не каждый день. Строить на них промышленность (даже древнюю!) совершенно невозможно. Поэтому, хотя железо стало известно человеку, вероятно, уже в конце каменного века, оно долго было исключительной редкостью и ценилось дороже золота.

Почему же люди, имея буквально неограниченные запасы земного железа, вначале узнали и даже использовали небесное?

По той же причине, по которой они вначале применяли самородную медь.

В самородном виде железо на Земле почти не встречается. Чтобы получить железо, его нужно выделить из тех соединений, в состав которых оно входит. Чаще всего в рудах железо химически связано с кислородом или серой. Естественно, выплавлять железо человек смог никак не раньше, чем узнал (по опыту с медью), что для

этого нужен огонь. И не костер, а хотя бы примитивная печь, потому что железо со своими «спутниками» — кислородом или серой — растает неохотно, гораздо труднее, чем медь.

Даже когда люди научились выплавлять железо из руд, оно не сразу стало основным металлом. Первое железо было часто мягче бронзы.

Вообще редко бывает, чтобы на смену одному материалу сразу пришел другой. Каменные орудия продолжали служить человеку не только в бронзовом веке, но и много позднее. Даже в знаменитом сражении при Гастингсе (Англия), около 900 лет назад, еще пускались в ход каменные топоры. У нас в России бронза перестала использоваться для пушек только после Крымской войны.

И все-таки век железа шел на смену бронзовому. Финикияне, заменившие при постройке кораблей бронзу железом, захватили торговое господство на морях, вытеснив эгейцев, которые пользовались только бронзой.

НАЧАЛО НОВОГО ВЕКА



ЕЩЕ и теперь в Белоруссии и на севере Украины есть селения, которые называются «Рудня». Обычно около таких селений можно найти небольшие залежи железных руд, а если лучше поискать, то и кучи шлака. Здесь когда-то выплавляли железо.

В древности «руднями» называли места, где стояли печи и шла плавка. Печи были маленькие, примитивные.

Но с их развитием связан в эту эпоху штурм Земли. Человек избегает бесполезной работы. Пока железной руды достаточно, он не станет пробивать глубокие шахты.

Да и как их пробивать, если люди еще не умеют превращать железную руду в прочную и твердую сталь!

Железо получали в горнах—печах, вырытых в земле или устроенных из камней. Печи были открытые и отапливались дровами. Как-то люди заметили, что, если печь прикрыть, оставив лишь небольшие отверстия, дело идет скорее.

Было сделано и еще одно очень важное открытие: ветер не только не мешает плавке, но ускоряет ее. Возникла мысль заменить естественную тягу искусственным ветром.

Сначала воздух «вдували» в печь через деревянные или бамбуковые трубки. Это был тяжелый и утомительный труд.

Затем вместо трубок стали использовать мехи из шкур. Мехи приводились в действие людьми (это можно видеть и сейчас кое-где в маленьких кузницах), а позднее животными.

Что же происходило в печи?

Руда состоит из химического соединения железа с кислородом и «пустой» горной породы. Отнять кислород нелегко. Ведь руда именно потому бывает чаще всего «кислородной», что железо охотно присоединяет к себе кислород, окисляется. Чтобы «восстановить» железо из руды (то есть освободить его от кислорода), нужен химический элемент, который вступил бы в борьбу с железом и отобрал у него кислород. Из всего, что знал человек, углерод больше всего годился для этой цели.

При обычной температуре отнять кислород трудно: он крепко «держится» за железо. Чтобы облегчить дело, руду нужно нагреть. А откуда взять тепло? От сжигания того же углерода! Выходит, что при плавке руды углерод выполняет две работы: и нагревает железо, и отнимает у него кислород.

В старину во всем этом не разбирались. В печь засыпали железную руду и древесный уголь; уголь зажигали, а потом начинали дуть. Дуть приходилось долго, иногда в течение суток. Температура в печи повышалась до 700—800 градусов. Руда при такой температуре еще не плавится, но кислород отдает. А железо становится мягким и тягучим, как тесто, и собирается внизу. Получается ком весом в несколько килограммов — крица.

Раскаленную губку-крицу проковывали. При этом ме-

талл «слипался», сваривался, и из него под ударами молота выжималась пустая порода.

Иногда железо получалось слишком твердым, и делать из него орудия было трудно. Иногда, наоборот, — настолько мягким, что для орудий оно не годилось. Бывало и так: железо как будто хорошее, а ударишь молотом — разлетается на куски...

Объяснить все это могла только наука. Однако науки не было. Лишь через много веков ученые подошли к разгадке тайн плавки.

Но люди не могли ждать. Недостаток понимания они восполняли опытом и наблюдательностью. Они внимательно присматривались ко всему: запоминали оттенки цвета и тяжесть руд, качество угля, силу дутья. Опыт отцов по наследству передавался детям. Постепенно накапливались знания, рождались навыки.

Иной раз древние металлурги достигали замечательного искусства. Еще за 1300 лет до нашей эры в Индии изготовляли слитки особой стали, по форме напоминающие хлебцы. Сталь эта называлась «вутц». Из нее делали оружие не только в самой Индии, но и в Персии, Сирии, Египте. Знаменитый булат, дамасские клинки — все это «вутц».

Удивительные клинки — упругие и вязкие, твердые и нежные! Они разрезали на лету тончайшую газовую ткань. И без единой зазубрины перерубали гвозди.

После захвата Индии англичанами и вторжения Тамерлана в Сирию секреты удивительной стали были утеряны. Лишь в XVII веке искусство выделки булатного оружия ненадолго возродилось в Москве. Богдан Ипатьев и другие мастера Оружейной палаты делали знаменитые булатные ножи. В документах того времени часто встречаются упоминания о синем булате московской выковки, о русских саблях из булата.

Но и это искусство было вскоре утрачено. Только в 1833 году замечательному русскому металлургу Павлу Петровичу Аносову после многолетнего упорного труда удалось разгадать тысячелетний секрет древних индийцев и создать булат...

Упорно, настойчиво старые мастера трудились и над улучшением печей. Мы знаем древние печи: два усеченных конуса, соединенных основаниями.

Почему выбрана такая форма? Оказывается, очень

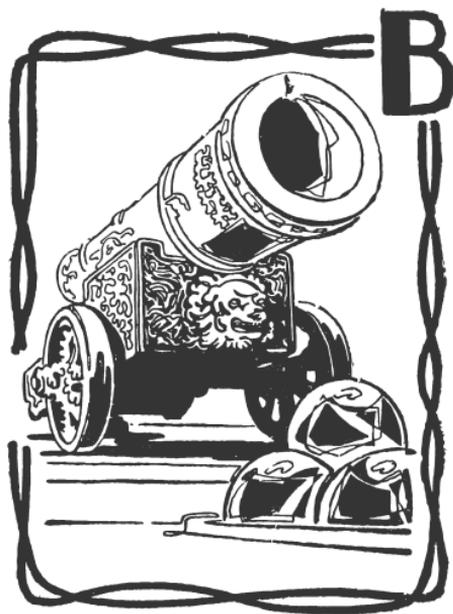
разумно. Материалы закладывались в печь сверху. Сначала, когда они плавилась и образовывалось железо, объем массы увеличивался. Но расходящиеся книзу стенки печи не задерживали движение, и железо вместе с еще не расплавленной рудой и древесным углем медленно и равномерно опускалось.

Однако руды становилось меньше, уголь постепенно выгорал. Объем плавильных материалов уменьшался, и весь столб мог резко осесть, если бы стенки второго конуса не суживались книзу.

Начиная с середины XIV века, горны уступают место печам. В России их называли домницами (от славянского слова «дмуть» — «дуть»). Домница — массивная четырехугольная печь, суживающаяся кверху. Вместо людей и животных мехи стала двигать падающая вода.

Казалось, новые печи позволят получать железо быстро, сразу в больших количествах. И переворот действительно произошел, и даже гораздо более крупный, чем думали. Но это был совсем другой переворот — настолько неожиданный, что мастера только ругались, с ужасом наблюдая, что творит добрая старая домница...

ХОРОШО ИЛИ ПЛОХО?



В НАЧАЛЕ решили — хорошо. Потом подумали — плохо, даже очень. Несколько позднее — ничего, сойдет. И, наконец, поняли — великолепно, замечательно.

Смена настроений не случайна: за ней цепь открытий и изобретений. Эти открытия и изобретения настолько значительны, что только после них железо стало основным материалом человечества.

А началось с пустяка.

В печь загрузили руду, через отверстия («фурмы») пустили мощный по тем временам поток воздуха (мехи двигала вода) и стали ждать. Через положенное время приготовили клещи, в «груди» печи пробили достаточно солидное отверстие, чтобы извлечь крицу весом во много пудов.

К великому изумлению железоделов, на дне в горне печи вместо тестообразной крицы оказался... жидкий металл.

Это было необычайно! Никто и никогда раньше «жидкого железа» не видел (ведь прежде железо лишь размягчалось, но не плавилось).

В первый момент мастера обрадовались: не нужно вытаскивать клещами тяжелую крицу; пробей в стене печи небольшое отверстие — и жидкий металл потечет сам. Но почти сразу же последовала еще одна неожиданность, на этот раз неприятная. Когда остывший металл положили на наковальню и ударили по нему молотом, он раскололся. И сколько с ним ни бились, ничего не вышло — металл не ковался.

Мастера думали, что это случайность. Что в следующей плавке вместо непонятной жидкости получится крица. Но нет! Печи упорно выдавали жидкий металл. И тем больше, чем лучше работали мехи. Раздраженные мастера ругали его на разных языках и с отвращением выбрасывали.

В России его прозвали «диким камнем», «гусем», в Англии — «свинским железом».

Стали думать, нельзя ли как-то использовать новый материал? Оказалось, можно, и даже легко. Железо никогда не пробовали лить, да и не могли пробовать: ведь оно имело вид теста. Однако из меди и бронзы в то время уже отливали самые разнообразные вещи. Попробовали лить и новый материал. Первые такие отливки были получены в конце XIV века, а уже в XV веке из «дикого камня» стали делать пушки. В 1554 году в Москве была отлита чугунная пушка весом 1200 пудов — знаменитая Царь-пушка. «Свинское железо» сразу превратилось в очень нужный материал. Печи начали строить еще выше, искать для них лучшую форму, увеличивать дутье. Домница превратилась в домну.

Еще раньше металлурги сделали поразительное открытие: оказалось, что новый, совсем не похожий на

крицу материал можно превратить в железо. Нужно только еще раз переплавить его под струей воздуха. Для этого использовали печь вроде старинного горна. А чтобы было видно различие (ведь плавил в таком горне не руду, а новый материал), печь называли кричным горном.

И тогда обнаружилась еще одна странность. Железо (вернее сказать, сталь) из «дикого камня» было гораздо лучше и обходилось дешевле, чем выплавленное прямо из руды.

Английский металлург Перси подсчитал, что при новом, «двойном», способе на получение железной полосы уходит в два раза меньше угля и почти в полтора раза меньше руды...

В то время разгадать это непонятное явление металлурги были не в состоянии. Они вообще не понимали, почему руда стала вдруг превращаться в жидкость, отчего эта жидкость, застывая, ломается под ударами молота, а после вторичной плавки снова становится хорошо ковким железом.

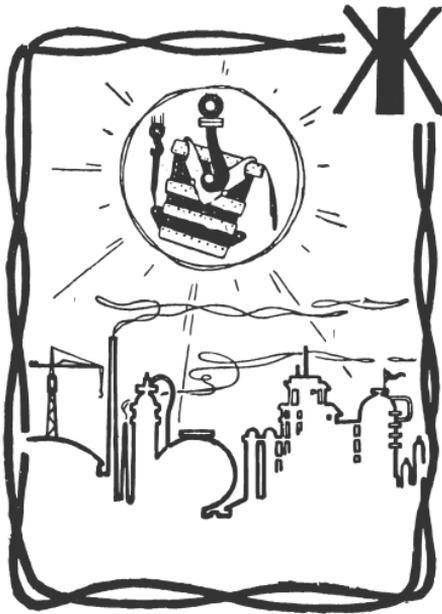
Чтобы во всем этом разобраться, понадобилось ни мало ни много — пятьсот лет.

Потребовалось открыть кислород и узнать его свойства, выяснить особенности углерода, понять влияние примесей на металл и целый ряд других вещей — всего не перечислишь.

Для нас «новый» материал давно сделался старым и получил известное всем название — чугун. Как и сталь, чугун состоит в основном из железа. Но не только: и в его состав, и в состав стали входит углерод. Разница в количестве: в стали углерода меньше, примерно 0,2—0,7 процента, в чугуне больше — до 4 процентов.

Кажется, разница не очень значительна — доли процента. Но, если подумать, так уже не скажешь. Ведь чугун в самом деле мало похож на сталь. Да и сама сталь неодинакова — бывает и довольно мягкая, и очень твердая. Все зависит опять-таки от примесей, главным образом от углерода. Тут буквально каждая доля процента — новая марка стали со своим особым характером, свойствами...

Итак, чтобы получить материалы — железо и сталь, — человек должен был узнать, из чего их можно сделать, научиться находить руду, удалять из нее кислород и, наоборот, в определенных количествах добавлять углерод.



ЖЕЛЕЗНЫЙ век начался во II тысячелетии до нашей эры. Но это в Европе и в Азии. В Австралии, в Америке, на островах Тихого океана продолжался век бронзы. Европа сравнительно бедна медными рудами. Южная Америка, наоборот, очень богата. А железа, лежащего на поверхности, там мало. Вот почему век железа пришел сюда вместе с европейцами, во II тысячелетии, но уже нашей эры.

Конечно, в Европе и в Азии тоже применяли не только железо. Еще с древних времен человек знал золото, серебро, медь, олово, мышьяк, свинец, ртуть, серу, углерод. Средние века немногим дополнили этот список. С начала XIII века по 1750 год было открыто всего пять элементов: висмут, сурьма, цинк, фосфор и водород. Использовались и старые строительные материалы — камень, глина, песок (из песка и соды еще за двенадцать веков до нашей эры умели делать стекло), слюда, а из веществ, употребляемых в пищу, — поваренная соль.

Большинство материалов добывали прямо на поверхности. Лишь изредка в земле рыли шахты, откуда корзинами вытаскивали отбитую вручную руду, из неглубоких колодцев вычерпывали соль.

И все-таки человек постепенно узнавал свойства минералов, места, где стоит искать полезные ископаемые, начинал замечать загадочную «привязанность» одних металлов к другим: они почти всегда встречались вместе.

Материалов тогда добывалось совсем немного. Железа во всех странах мира было выплавлено в XV веке всего 50 тысяч тонн, в XVI — 70 тысяч и даже в XVII — только 100 тысяч.

Всю нужду древних и средних веков в железе мог бы покрыть за год один современный металлургический завод...

Золота же было добыто неизмеримо меньше. С момента, когда человек узнал этот металл, и до середины прошлого столетия — что-то около 230 тонн. И тем не менее этот, казалось бы, не такой уж важный металл начал играть большую роль. Его было мало, и от употребления он не портился, поэтому еще в древности золото стали использовать в качестве денег: на него меняли все остальные вещи. Особенно выросло его значение в средние века, когда было открыто много новых земель, широко развилась торговля. На золото можно было купить любой товар: еду, одежду, драгоценные камни, корабли, пушки.

Золото было богатством, а значит, и силой. Железо же считалось самым обычным, дешевым, неблагородным металлом. И мало кто понимал тогда, что у железа великое будущее, ибо за ним — промышленность.



КУДА ДУЕТ ВЕТЕР

ЖЕЛЕЗО ПРОТИВ ЗОЛОТА

ВЯСНЫЙ майский день 1588 года при попутном ветре, обещавшем удачное плавание, вышли из Лиссабона корабли «Непобедимой армады». Тысячи людей собрались на пристани, провожая флот, равного которому не знали времена и народы.

Два года, не жалея ни людей, ни денег, строил испанский король этот огромный флот. «Армада» должна была раз и навсегда закрепить превосходство Испании, уничтожить английских протестантов, а главное — торговое и промышленное могущество Англии, которая осмелилась бороться с сильнейшей в мире католической державой.

Идут, гордо неся паруса, сто тридцать кораблей. На высоких бортах застыли, готовые к бою, две тысячи

четыреста орудий. Девятнадцать тысяч солдат ждут в трюмах: пройдет немного дней, и они ринутся на берег. Судьба Англии решена: «Новый Карфаген» будет уничтожен.

Ветер меняет направление, усиливается. Флот короля плохо переносит шторм. Приходится войти в порт Ла-Корунья. Но 12 июля суда снова в море. Уже видны вдали низменные английские берега... И тогда на краю горизонта появляются паруса. Их немного. Низкие, окрашенные под цвет моря, борта кораблей едва видны над волнами.

Испанцы смеются: что могут сделать эти карлики с огромным флотом католического короля?..

Солдаты не торопятся. Корабли далеко, рано стрелять.

Но происходит непонятное. С расстояния, на котором бессильны крупнейшие испанские пушки, англичане открывают огонь. И странно — ядра долетают. Падают люди, вспыхивают пожары. Испанский адмирал в ярости отдает приказ: «Абордаж». Солдаты замирают у бортов, готовые по первой команде ворваться на суда неприятеля. Но юркие английские корабли не принимают боя — они отходят. И новое чудо! Огромные корабли испанцев не могут догнать жалкие суда англичан. Отходя, англичане ведут огонь. Снова падают люди, вспыхивают пожары...

Трижды — у Плимута, у острова Уайта и у Гравелина — англичане навязывают бой. И трижды они громят флот Испании. «Непобедимая армада» бессильна: преимущество в быстроте хода и дальнобойности пушек делает англичан неуязвимыми.

О высадке нечего и думать — слишком велики потери. Испанский адмирал решает уйти, обойдя проклятые острова с севера. И тогда налетает шторм...

Плохо, плохо переносят шторм огромные, неповоротливые корабли испанцев. Немногим удается спастись. И они уходят, не понимая, что произошло, унося в Испанию рассказы о чуде, о ветре, который дует не туда, куда надо, о ветре, который победил «Непобедимую армаду».

А ветер дует, свежий ветер. Но мало кто даже в самой Англии понимает, откуда и куда он дует. Право же, трудно поверить, что не золото и серебро, непрерывным потоком идущие в Испанию из колоний, а маленькие анг-

лийские мастерские, где стучат молотки, кустарные верфи, шахты, больше похожие на ямы, начинают определять погоду.

Однако так оно и есть. Пока испанские дворяне, охотясь за золотом, грабят чужие страны и торгуют, в Англии бурно растет промышленность. Незаметно в жизнь входит новое: десятки изобретений (на весах истории они дороже золота) оборачиваются дальнобойными пушками и точными приборами, превосходными инструментами и быстроходными кораблями.

Торговля столкнулась с промышленностью, золото — с железом. И железо победило.

ГОЛОД СРЕДИ ИЗОБИЛИЯ



НО НЕ ПРОХОДИТ и ставлет, как английский историк Эндрю Яррантон пишет: «По мнению некоторых (среди них даже много таких, которые считают себя людьми, преисполненными мудрости), было бы лучше, если бы в Англии совсем не было металлургических заводов и чтобы в ней не производили железа...»

Как же случилось, что англичане, всем обязанные железу, начали вдруг сомневаться: причислять ли его к богатствам Англии? Это удивительное явление назвали «углеродным голодом». Углеродный голод?

Непонятно. Углерода на Земле вполне достаточно: запасы угля, нефти, торфа огромны. Может быть, люди тогда не знали о них? Нет, знали.

Нефть известна человеку с доисторических времен, уголь и торф упоминаются в одной английской грамоте еще в 852 году, за девять веков до того, как возник этот странный «голод».

Правда, для выплавки чугуна использовать нефть или торф трудно. Однако каменный уголь — это почти чистый углерод, а его в Англии сколько угодно. В конце XVI века каменным углем пользовались стекольщики и винокуры, пивовары и красильщики, обжигальщики извести и набойщики ситца, литейщики и кузнецы... Да, и литейщики и кузнецы. Но только дляковки и обработки готового металла. Для выплавки чугуна и стали применялся древесный уголь, тот самый, что сейчас увидишь разве что в самоваре.

Древесный уголь, как легко догадаться, готовят из древесины. Для этого ее обжигают без доступа воздуха, иначе она сгорит и получится не уголь, а зола. Когда же воздуха мало, древесина медленно тлеет, из нее выделяются вода и другие летучие примеси. Остается сухой и легкий материал — чистый углерод.

Каменный уголь — тоже почти чистый углерод. Но вот это-то «почти» и портит все дело. Среди примесей каменного угля есть сера. Во время выплавки уголь смешивается с рудой, и сера попадает из угля в чугун, а потом в сталь. Ее совсем немного, однако металл портится, как говорят металлурги, приобретает «красноломкость». Проще сказать, когда металл потом нагревают, он трескается и ломается — ковать его нельзя.

Для выплавки тонны стали раньше тратили четыре тонны древесного угля. Чтобы получить тонну древесного угля, приходится пережигать очень много дров. Сначала это не имело значения: ведь железа выплавляли мало. Но производство росло, а леса исчезали.

В некоторых странах, особенно в Англии, недостаток леса стал настоящим бедствием.

Англия — остров, и лес ей совершенно необходим для строительства кораблей. Неудивительно, что англичане проклинали металлургические заводы, которые «пожигают все наши деревья».

В 1535 году английская королева Елизавета издала даже специальный эдикт (закон), запрещающий выплавку металла на древесном угле. Однако издать закон можно, а вот обходиться без железа нельзя, поэтому закон исполнялся не слишком строго.

Лесов становилось все меньше. Целые районы Англии превращались в степь. Было ясно: недалек день, когда сожгут последние деревья и богатые железные руды

страны потеряют всякое значение — из полезного ископаемого они снова превратятся в никому не нужные камни...

Приспособить каменный уголь к доменному производству пытались еще в 1589 году. Однако первые удачные результаты были получены лишь в начале XVII века Эдуардом Додлеем: он открыл, что каменный уголь, спекаясь, освобождается от летучих веществ, в том числе и от серы.

Осуществить это замечательное изобретение ему помешали владельцы лесов и домен, работающих на древесном угле.

В 1684 году изобретатель умер, забытый всеми. Вместе с ним умер и его секрет.

Вторично секрет удалось раскрыть только через сто с лишним лет, в 1735 году, Аврааму Дерби. Он попробовал обжигать каменный уголь примерно так, как обжигали дерево: без доступа воздуха, в кучах, засыпанных землей. Получился какой-то новый материал, немного напоминающий древесный уголь. Новый уголь (название «кокс» появилось позднее) Дерби пустил в дело.

Вот что пишет историк тех лет: «Он оставался сам возле доменной печи в продолжение шести дней и шести ночей, почти без сна... Вечером шестого дня, после более чем одного разочарования, опыт удался, и выпуск металла произошел как нельзя лучше. Тогда Дерби уснул тут же, у порога топливника, так крепко, что рабочие не могли его добудиться и отнесли его домой, за четверть мили от завода».

Как видите, чтобы железная руда стала полезным ископаемым, потребовалось сделать полезным еще одно ископаемое — каменный уголь — и суметь получить из него новый материал — кокс. С этого времени угольные копи начали приносить Англии не меньше доходов, чем колонии, — недаром их прозвали (помните роман Жюль Верна?) «Черной Индией»...

Итак, «углеродный голод» удалось преодолеть: металлургия получила материал, запасы которого на Земле огромны.

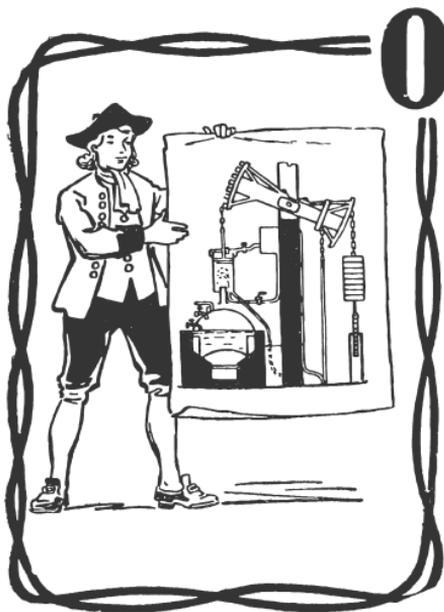
Теперь уже ничто не мешает выплавлять чугун в любых количествах.

Чугун, но не сталь. В кричных горнах, к сожалению, ее много не выплавишь. А сталь нужна промышленности

XVIII века, пожалуй, еще больше, чем чугун. Нужны новые способы выделки стали.

Сначала поиски не давали результатов. Однако делалось все очевиднее — новый способ будет найден. Не только потому, что над проблемой работали выдающиеся ученые Реомюр и Фарадей, но и потому, что, властно требуя сталь, на дороги истории выходила машина.

ЖЕЛЕЗНАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ



ОРУДИЯ труда — палку, камень, топор — люди применяли в глубокой древности.

Но машина, которая кажется нам сейчас неизменным спутником человека, появилась совсем недавно — около двухсот лет назад. Конечно, трудно провести границу и сказать: вчера машины не было, а сегодня она есть. Трудно потому, что развитие орудий и инструментов, их превращение в

различные машины происходит постепенно.

Еще в древности сделаны такие «полумашинные» изобретения, как часы и водяная мельница. Однако настоящая машина, то есть «соединение орудий труда, приводимых в действие одним двигателем», создана в XVIII столетии. И это не случайно.

Прежде машины должна была появиться потребность в ней. Иначе никто не станет ею пользоваться, и машина превратится просто в игрушку.

Но одной потребности мало. Чтобы построить машину, нужны знания.

Изготавливая орудия труда, наблюдая за их работой, люди постепенно улучшали эти орудия, накапливали знания и опыт.

Все это пришло к человеку не сразу, не вдруг. Но, уж когда появилась потребность в машине и возможность ее сделать, можно было не сомневаться — машину изобретут. Годом раньше или годом позже, но изобретут. Обязательно.

Такой уж у человека характер.

Изобретением машин в конце XVII и начале XVIII века занимались люди разных стран: Франции и Германии, Англии и России. Первые машины, которые начали применяться, даже нельзя назвать машиной — это скорее насос.

В то время полезные ископаемые добывали уже с довольно значительной глубины. В Англии, например, было много медных рудников глубиной 50—60 метров. Из таких рудников приходилось откачивать подземную воду, которая заливала галереи. Обычный всасывающий насос может поднять воду не больше чем на десять метров. Значит, нужно было ставить один над другим шесть насосов.

А это дорого и неудобно.

Так вот, для замены всасывающих насосов и придумали машины-насосы, или «огневые» машины, как их долго называли.

Сначала они были маломощными, слабее нынешнего мотоциклетного моторчика.

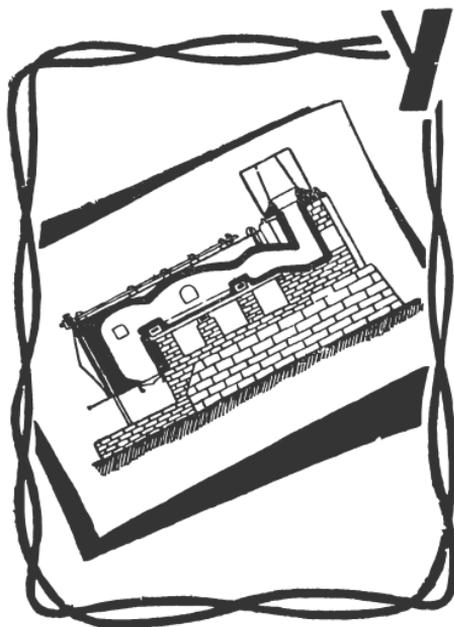
К 1765 году замечательный русский механик Иван Иванович Ползунов завершил создание совершенно оригинальной «огневой» машины и впервые использовал ее по-новому — для движения мехов.

Позднее Джеймс Уатт превратил машину-насос в универсальную паровую машину. И почти одновременно машины появились совсем в другой области: в 1764 году Джеймс Харгривс создал свою знаменитую механическую прялку «Дженни».

Машина — удивительная вещь. Пока ее нет, без нее легко обходятся. Но стоит появиться машине — и человек сразу чувствует, что работать без нее совершенно невозможно. Еще бы! Машина заменяет труд десятков и сотен людей; предметы, которые делают с ее помощью, стоят гораздо дешевле.

Строительство машин требовало чугуна и особенно стали.

Это была железная необходимость!



ЖЕ В 1762 ГОДУ Джон Робак сделал первую успешную попытку переплавлять чугун в сталь по-новому. Еще большего успеха достигли в 1766 году английские рабочие, братья Томас и Джордж Кранедж. Однако главная роль принадлежит, пожалуй, Генри Карту, который сумел ввести новый способ в промышленность. По этому способу (его назвали пудлингованием) чугун превращается в сталь не в кричных

горнах, а в отражательных печах. Интересно, что такие печи вовсе не были новостью. Еще в XVII веке их широко применяли в «соседнем» производстве — для плавки меди, а позднее и для литья чугуна. Но потребовалось несколько десятилетий и немало труда, чтобы сделать последний шаг — суметь выплавлять в таких печах сталь.

Что же нового в этом «новом» способе? Прежде всего печь как бы разделили на две части: в одной — уголь, в другой — чугун. Между ними — «пламенный порог», который не дает металлу соприкоснуться с пламенем, а значит, и загрязняться примесями. Над ванной, где находится чугун, — свод в форме купола. «Отражаясь» от него, тепло, уносимое газами, попадает на металл.

Куски чугуна помещали в печь и нагревали до тех пор, пока они не плавилась. Тогда к чугуну добавляли шлаки, богатые окисью железа, железные обрезки и хорошо перемешивали всю массу крючком или кочергой. Начиналось кипение с характерным синим пламенем — это выгорал углерод. Чугун превращался в сталь.

Переход с древесного угля на каменный и изобретение пудлингования открыли перед железом великое будущее. Если за весь XVII век выплавлено было всего 100 тысяч тонн стали, то в одном 1800 году — 700 тысяч!

Это был период, о котором Фридрих Энгельс писал: «В то время как над Францией проносился ураган революции, в Англии совершался менее шумный, но не менее могущественный переворот».

Одно из важнейших последствий переворота — быстрое развитие науки. Пока человек обходился простыми орудиями труда, он мог особенно не задумываться над тем, что делает. Собственные навыки и опыт прошлых поколений давали ему возможность механически выполнять работу.

Для изготовления машин, для плавки металла в крупных печах одного опыта недостаточно. Нужно не только уметь, но и разбираться в сущности происходящего.



У ИСТОКОВ НАУКИ

ЕЩЕ В ДРЕВНОСТИ, при поисках и добыче первых полезных ископаемых, при рытье ям и колодцев, проведении каналов, люди замечали, что отдельные участки земли состоят из разных пород. Сначала их интересовали только необыкновенные вещи: сверкающее золото, очень тяжелая железная руда. Постепенно они убеждались, что из самых, казалось бы, обычных камней можно добыть нужные материалы.

Стали замечать, что некоторые металлы часто встречаются вместе, некоторые, наоборот, избегают друг друга. Блестящие кристаллы свинцового блеска сопровождаются обычно минералами цинка, серебро следует за золотом, мышьяк сопутствует меди...

В таинственной тишине алхимических лабораторий, в рудниках Саксонии и Венгрии, на соляных промыслах

России, в угольных копях Англии зарождались основы первых «земных» наук. Возникали геология — учение о Земле, ее породах, полезных ископаемых, и геохимия — наука о химических процессах, идущих на поверхности Земли и в ее недрах.

Наука создается не сразу. Поэтому трудно назвать год или даже столетие, когда возникла геология. Еще две тысячи лет назад римский поэт и ученый Лукреций Кар в поэме «О природе вещей» высказал мысль, что раскаленные потоки лавы вынесли металлы на поверхность из глубоких недр.

Он хорошо знал качества золота, меди и некоторых других металлов.

Но, пожалуй, первые серьезные исследования по геологии и металлургии проводил знаменитый минералог и врач Агрикола в первой половине XVI столетия. В его капитальном труде о металлах описаны многие признаки полезных ископаемых, способы добычи и переработки руд.

В нашей стране основы геологии и металлургии заложил Михаил Васильевич Ломоносов — удивительный человек, который многое сделал для развития языка, литературы, самых различных наук. Каждое его исследование озарено немеркнущим светом гения. И все-таки «главное мое дело есть горная наука», — писал он. Его замечательные работы — «Слово о рождении металлов от трясения земли» и «Первые основания металлургии или рудных дел» — открыли дорогу будущим исследователям, стали настольной книгой многих поколений ученых и инженеров.

Со времен Ломоносова внимание к горному делу стало традиционным для крупнейших русских ученых.

Не случайно, например, Менделеев — химик по специальности — занимался и проблемой происхождения нефти, и использованием каменного угля, и металлургической промышленностью.

Очень важную роль в развитии геологии и металлургии сыграли успехи химии, физики и других наук. Во второй половине XVII века английский ученый Роберт Бойль впервые объяснил, что все вещества природы состоят из элементов — «камней» мироздания. Но особенно большое значение и для химии и для металлургии имели работы Ломоносова, великого французского хими-

ка Лавуазье, английского ученого Дальтона. Стало ясно, что горение — это вовсе не потеря таинственного горючего «флогистона», а соединение химических элементов с кислородом.

Наука все решительнее вторгалась в жизнь рудников и шахт, проникала в огненную стихию плавки. В распоряжении человека оказалось средство, всю силу которого трудно оценить, — знания.



СИЛА ЗНАНИЯ

ТЕЦ мой был кузнец, мой дядя — ветеринар, и сам я в юности был и кузнецом и ветеринаром. Потом я поступил на оружейный завод и изучил мое теперешнее ремесло; изучил его в совершенстве: научился делать все — ружья, револьверы, пушки, паровые котлы, паровозы, станки. Я умел сделать все, что только может понадобиться, любую вещь на свете; если не существовало новейшего способа

изготовить какую-нибудь вещь быстро, я сам изобретал такой способ...»

Так начинается рассказ герой книги Марка Твена «Янки при дворе короля Артура». Может быть, рассказывая о себе, он намного и прихвастнул, этот янки. Но ничего чудесного в его словах нет: он умел делать довольно обычные вещи. У Лескова тульский кузнец Левша, подковавший блоху, был куда большим искусником.

Чудеса начинаются дальше. По воле автора, обыкновенный человек конца XIX века попадает в VI век, в страну легендарного короля Артура, великого рыцаря, чьи подвиги описаны в сотнях книг.

Поначалу человек беззащитен.

Револьверы, пушки и паровозы остались в XIX столетии. Первый же встречный рыцарь берет его в плен, у него отнимают последнее — одежду, бросают в тюрьму. Его ждет смерть.

И тогда он пускает в ход свое единственное богатство — знания. Знания, данные ему веком. Он использует солнечное затмение — и получает свободу. Взрывает изготовленный им порох — и получает власть. Он строит школы и рудники, телеграф и велосипеды. Он воюет винтовками и электричеством, газетой и мылом. Один — против прославленных рыцарей целой страны. И побеждает.

Собственно, побеждает не он. Любой из рыцарей короля Артура справился бы с ним без труда. Но рыцарям приходится воевать со знанием, накопленным всем человечеством за тринадцать веков, отделяющих XIX столетие от времен короля Артура. В этой борьбе побеждает знание.

Родившись в определенную историческую эпоху, мы смотрим на вещи ее глазами. Для нас металл, уголь, тракторы, станки — это орудия и средства труда, которые дают все необходимое: хлеб, одежду, жилье. Само собой разумеется, что станки и тракторы приводит в движение человек. И не вообще человек, а люди, обладающие определенным умением, навыками, знаниями.

Если же знаний нет? Тогда нет ни металла, ни угля, ни трактора, ни станка. Есть железки и камни. Интересные, хитро устроенные железки. Необычные, очень черные камни.

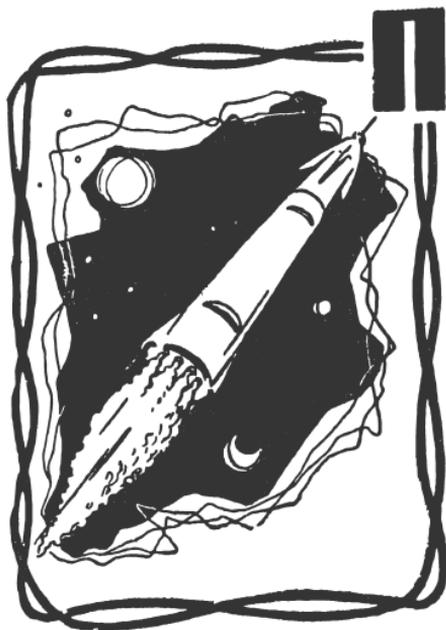
Нет нужды брать в пример первобытного человека. Именно так (а может быть, и еще примитивнее) он воспринял бы нынешнюю промышленность. Но и на взгляд человека времен короля Артура вся современная техника мало чем отличалась бы от «собрания камней и железок».

Среди этого богатства он чувствовал бы себя крайне неуютно. Владея спичечной фабрикой, он умер бы без огня. Имея в своем распоряжении заводы и шахты, он был бы не в состоянии добыть уголь или выплавить металл.

Любая вещь, созданная человеком, — будь то самый сложный электронный микроскоп или простая игла — не-

сет в себе бесчисленное множество самых разнообразных знаний, огромный, в течение тысячелетий накопленный опыт. Чтобы проследить, откуда пришли к нам эти знания, понадобилось бы углубиться в историю самых отдаленных времен. Ведь зарождение опыта, который позволяет сегодня штамповать миллионы иглол, восходит к первым людям, тратившим месяцы, чтобы обтесать камень или заточить стрелу.

Из всех богатств, доставшихся человеку от прошлых поколений, самые важные — опыт и знания. Собирая и, главное, осмысливая эти знания, наука открывает дорогу прогрессу, дает людям возможности поистине неограниченные.



ЧЕЛОВЕК И ВРЕМЯ

ПРОГРЕСС — как человек. Тысячи лет он шел пешком, осторожно выбирая дорогу. Трусил на лошади, ехал в крестьянских телегах, незаметно подсаживался к кучеру лондонских почтовых карет. Уставший от тряски и медлительности, он с удовольствием устроился на жесткой деревянной скамейке первого поезда.

Стучали колеса, мелькала земля, бежал навстречу веселый ветер, свежий ветер XX века.

И, приветствуя новый век, выли сирены автомобилей, стучали, захлебываясь от слабости и восторга, двигатели первых самолетов. С фотографической пластинки уверенно смотрел в будущее еще не ведомый человеку радий.

Несколько десятилетий — и, набирая скорость, прогресс понесется вперед в вагонах стремительных электропоездов, в обтекаемых кабинах реактивных самолетов,

закрутится в бешеном вихре турбин и уйдет, наконец, за пределы земного притяжения с обманчивой неторопливостью ракеты...

Но это потом. А пока — середина XIX века. На заводах, на рудниках и в шахтах пыhtят солидные паровые машины. По рельсам (в одной Англии их десять тысяч километров) грохочут поезда. С 1780 года, когда изобрели пудлингование, выплавка стали выросла в 70 раз. С начала XVIII века открыто 45 новых химических элементов, последний — рутений (от латинского названия России) — совсем недавно. А всего их известно около шестидесяти. С этим количеством и работает Менделеев над величайшей проблемой химии — периодической системой. Среди недавно открытых элементов — широко распространенные в природе алюминий, хром, титан, никель и довольно редкие — уран, эрбий, ниобий, осмий...

Впрочем, и те и другие пока что в колбах химиков. Алюминий известен с 1825 года, а через тридцать лет крупный французский завод в Руане доводит его выплавку до... 2 килограммов в день. На Всемирной выставке в Париже демонстрируются бруски этого странного металла — «серебра из глины». Посетители смотрят и пожимают плечами: килограмм его стоит 1200 рублей золотом.

Давно получены в лаборатории титан и магний. Толку же от них никакого. А вот уран уже применяется. Из его солей делают... краску для стекла и керамики.

О нефти в газетах пишут под рубрикой: «Знаете ли вы?»

Знаете ли вы, что крестьяне смазывают нефтью оси телег? Что доктор М. рекомендует нефтяное лечение: не то мази, не то грязи? Что нефть добывают где-то в Баку и еще на Севере, есть там река Ухта? Что нефть, как воду, черпают из колодцев? Что года два назад в России пробурили первую в мире нефтяную скважину?.. «Нефтяная скважина? К чему бы это?» Читатель, зевая, складывает газету.

И если бы ему сказали, что всего через пять лет изобретут керосиновую лампу, а нефть станет важнейшим топливом XX века, что из драгоценного алюминия будут строить дома и мосты, что уран... Но человеку XIX столетия бессмысленно доказывать ценность урана. В луч-

шем случае, иронически улыбаясь, он вспомнит слова великого римского поэта и ученого Тита Лукреция Кара:

Так обращение времен изменяет значенье предметов:
Что было раньше в цене, то лишается вовсе почета,
Следом другое растет, выходя из ничтожества к блеску;
День ото дня все сильней вожделеют его и находку
Славят его, и цветет оно дивным у смертных почетом.

Обращенье времен?.. Да, обращение времен изменяет значение предметов. Но за движением стрелки истории стоит человек. Это его труд, энергия и талант создали материалы, способные выдержать стремительный бег электровозов, бешеную скорость турбин, жар реактивных двигателей, космический холод Вселенной. Это он, пройдя сквозь горнило поисков, ошибок и неудач, сделал полезным ископаемым нефть и железо, медь и германий, воздух и воду.



ПО СЛЕДАМ ДРЕВНИХ МОРЕЙ

„ЧТО ВАС ИНТЕРЕСУЕТ
В ГОРНОМ ДЕЛЕ?“

У ПРОФЕССОРА Горного института нет ни времени, ни желания рассматривать экзаменуемых — их слишком много: на пятьдесят мест семьсот заявлений. Заложив руки за спину, профессор шагает по аудитории. Изредка взглянет на доску и неторопливо идет дальше.

В сплетении математических знаков он сразу улавливает ход решения, замечает ошибку. Его не удивишь: чего он только не видел на своем долгом веку...

Но перед крайней доской профессор останавливается. С недоумением он наблюдает, как будущий студент стирает с доски решение задачи — совершенно правильное решение... Взгляд профессора становится жестким: человек, не уверенный в собственной правоте, никогда не

будет настоящим инженером. Все-таки, насмешливо прищурившись, он спрашивает:

— Заметили ошибку, молодой человек?

Молодой человек оборачивается. Собственно, он не так уж молод. Одет просто. Светлые, широко расставленные глаза спокойно улыбаются.

— Да. Решение было слишком сложным.

— Надеетесь найти проще?

— Уверен.

— Ого! — Профессор заинтересован. — А если не найдете?

— Буду экзаменоваться в следующем году.

— Простите, сколько же вам лет?

— Тридцать два.

— Имя?

— Иван Губкин.

— Что вас интересует в горном деле? Уголь?

— Нефть, господин профессор.

— Почему же именно нефть?

Почему? Трудно сказать. Для одного человека найденная в пыли у дороги сухая палка — только палка. Для другого — рассказ о жизни дерева, об удивительном влиянии солнца на хлорофилл, о таинственном превращении простых веществ в сложнейшие белковые тела — основу жизни...

Разве объяснишь вот так, в двух словах, как пришла к нему мечта о нефти. Ворвалась, наполнила его маленькую комнату учителя светом и воздухом, дыханием бескрайних земных пространств.

По ночам, как мальчишка романами, он зачитывался учебниками.

Книги отгораживались от него непонятными, сухими названиями, длинными рядами формул. Но его трудно было провести.

Он читал и чувствовал, что перед ним нераскрытый мир, мир, полный тайн и загадок, дорог, по которым еще никто не ходил.

Нелегко начинать новую жизнь в тридцать два года. Особенно ему, сыну бедного муромского крестьянина, на медные деньги закончившему учительский институт. Но Иван Михайлович Губкин знает: лучше потерять годы, чем всю жизнь.

Курс Горного института окончен. Молодой инженер

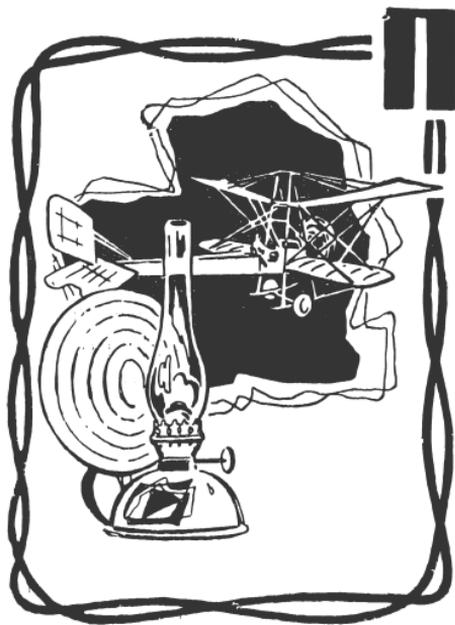
отмечает сразу два события: сорокалетие и начало научной деятельности.

Снова, на этот раз в Геологическом комитете, ему задают вопрос:

— Что вас интересует в горном деле? Уголь?

И снова он отвечает:

— Нефть.



СУДЬБА НЕФТИ

РОДУКТ «более ценный, более привлекательный, более могущественный, нежели само золото». Эти слова (Губкин впоследствии будет их вспоминать часто) не из популярной книги, а из дипломатической ноты, адресованной премьер-министру Франции Клемансо.

Речь идет о нефти.

Судьба ископаемых различна. Одни делаются полезными сразу, едва их обнаружат и начнут добывать. Другие в течение

тысячелетий ждут, пока начнется их настоящая жизнь.

Нелегко сказать, что человек узнал раньше: уголь или нефть.

Еще восемь тысяч лет назад горели «вечные огни» в знаменитом храме огнепоклонников у азербайджанского селения Сураханы.

На берегу Евфрата нефть и асфальт добывались за 4—6 тысячелетий до нашей эры.

О нефти упоминает Плутарх, описывая походы Александра Македонского. Про использование нефти говорит историк и географ Страбон, живший в I веке до нашей эры.

Но если уголь довольно широко применялся еще в древности, если в XVII—XIX веках богатство страны во многом зависело от добычи угля, то промышленная исто-

рия нефти укладывается в столетие. А конкурировать с углем нефть начинает еще позже — в XX веке.

Почему?

Уголь использовали в гончарном деле, в металлургии и во многих других производствах, которым сотни и тысячи лет.

История нефти как полезного ископаемого начинается с керосиновой лампы.

Я хотел было сказать с «обыкновенной» лампы, но вспомнил, что для вас она совсем не обыкновенная. Сейчас ее почти не увидишь, разве в отдаленной деревне, куда электричество еще не добралось. Но лампа, ставшая теперь признаком отсталости, в середине прошлого столетия сыграла большую и полезную роль. Она осветила улицы, дала свет домам, а самое главное — превратила нефть в полезное ископаемое.

Керосиновых ламп вскоре после изобретения появилось великое множество. Чтобы «прокормить» их, нужен был керосин и, значит, нефть. Пришлось увеличить добычу нефти и научиться ее перерабатывать — выделять керосин.

Так родились сразу две новые отрасли промышленности: добыча нефти и нефтепереработка.

Конечно, не керосиновая лампа выдвинула нефть на первое место. Это сделал двигатель. Правда, бензиновые двигатели появились в 60—70-х годах прошлого столетия, а в 1896 году по земным дорогам двигалось всего... 4 автомобиля. Однако в 1910 году их было уже 10 миллионов. И самолет из интересной игрушки начинает превращаться в транспорт, рискованный, но зато быстрый.

Экономисты говорят: производство рождается потреблением.

Это верно. В середине XIX века во всем мире добывалось 3—4 тысячи тонн нефти в год. В 1870 году добыча выросла до 800 тысяч тонн, в начале нашего века достигла 10 миллионов тонн, в 1961 году она уже превысила миллиард.

Трудно представить себе, как обходились бы в наше время без нефти сельское хозяйство, промышленность, транспорт. И одним из первых увидел великое будущее нефти человек, пришедший в науку в сорокалетнем возрасте, — Иван Михайлович Губкин.

РАССЧИТЫВАТЬ НА СЛУЧАЙ НЕЛЬЗЯ



МЕСТО его первой самостоятельной работы—Кубань, Нефтяно-Ширванский район. Губкина встретили вежливо, но безразлично. Что мог сделать вчерашний студент на месторождении, перед которым терялись крупнейшие ученые России! Нефть здесь как будто смеялась над геологами. Одни скважины давали ежедневно цистерны нефти. Из других нельзя было набрать и стакана.

Вокруг нефти кипели страсти. Бурение походило на азартную игру. И капиталисты со страстностью отдавались игре: не повезет сегодня, повезет завтра...

Губкина это не интересовало. Он снял комнату в скромном доме поближе к промыслу, к нефти, и начал работать.

Скоро к нему привыкли. Он великолепно знал нефть. Разведку и бурение, переработку и использование. Мог, не задумываясь, перечислить месторождения Мексики и Румынии, подробно разобрать особенности каждого нефтяного пласта, характер пород, их вероятное происхождение.

Новый геолог не чурался никакой работы. Сам отбирал пробы, готов был в дождь и в грязь отшагать десяток километров, чтобы осмотреть новую буровую. «Полевой», — коротко и точно определил кто-то. «Полевой» значило не кабинетный, такой, что любит и умеет работать на местности, «в поле».

Губкин, однако, работал не только в поле. Его большую комнату почти целиком захватили книги, геологические карты, образцы пород. Они оттеснили хозяина в угол, оставив ему на несколько часов сна узкую железную кровать.

Иногда заходили гости, такие же, как и Губкин, молодые геологи. Подолгу спорили, подшучивали над хо-

зьяном: «Смотри, станешь кабинетчиком». А про себя удивлялись быстроте, с которой новый геолог освоился, невероятной настойчивости. И, пожалуй, больше всего — математическому складу его ума, стремлению за каждым отдельным фактом видеть общее, закономерность.

Через несколько лет, когда были опубликованы его первые статьи, удивление сменилось восторгом. Смело используя в геологии математику (тогда это было непривычно), Губкин создал новый способ построения карт подземного рельефа нефтяных месторождений. Составленные им по этому способу карты дали исчерпывающий ответ на вопрос, где на Кубани нужно искать нефть. Он открыл неизвестный геологам тип нефтяных залежей, определил перспективы Нефтяно-Ширванского района.

Работы принесли Губкину мировую известность. Его, однако, волновало другое. Старые нефтяные месторождения России постепенно истощались. Добыча нефти падала. Короткая запись в блокноте: «1901 год — 10,5 миллиона тонн, 1910 — немногим больше 7 миллионов. Нужен новый подход!»

... Мы уже говорили, что нефть стала полезным ископаемым, когда изобрели керосиновую лампу и бензиновый двигатель. Но не всякая нефть. Только такая, которую в то время умели находить.

Вначале особого умения не требовалось. Нефть иногда выходит на поверхность или залегает настолько неглубоко, что на земле образуются характерные пятна. В этих местах рыли колодцы, позднее — бурили скважины. Так искали нефть в древности, так искали ее и в начале нашего века.

Губкин был уже опытным полевым геологом. В совершенстве знал все внешние признаки нефти: выходы ее на поверхность, отложения асфальта, выделения газа. Он мог угадать нефть по запаху, по бурым пятнам на земле, по радужной пленке на поверхности воды. Больше того, именно он доказал, что грязевые вулканы, которые часто встречаются в районе Баку, — один из самых верных признаков «большой нефти».

Но Губкин знал и другое. Внешние признаки часто обманывают геолога. Признаков может быть много, а нефти в земле мало. И, наоборот, иногда богатейшее месторождение так маскируется, что на поверхности нет никаких следов нефти.

Можно, конечно, бурить наугад, в надежде на счастливый случай. Однако поверхность Земли огромна, и шансы на успех ничтожны. А пробурить скважину — значит пробить сотни метров твердой горной породы. Это требует огромных усилий, времени и средств. Вот почему геологи, вслед за шекспировским Гамлетом, любят повторять, несколько перефразируя его слова: «Бурить или не бурить, вот в чем вопрос».

Правда, геолог умеет видеть и сквозь землю. Для этого есть разные методы: сейсмический, электрический, магнитный и другие. Однако все это, так сказать, методы ближней, «тактической» разведки. Они дают хорошие результаты, когда нужно обследовать сравнительно небольшой участок. Но в поисках нефти прощупывать таким образом весь земной шар долго и сложно.

Иван Михайлович Губкин был отличным тактиком. Именно поэтому он понимал, что для поисков нефти, для открытия новых крупных месторождений одной тактической разведки мало. Нужна стратегия — знание закономерностей залегания нефти в земной коре. Только тогда геолог сможет уверенно сказать, в каком районе стоит искать нефть.



БОРЬБА ИДЕЙ

СТРАТЕГИЯ разведки... А пока он ведет обычную жизнь полевого геолога. Работает на Таманском полуострове, на родине российской нефти — в Баку. Изучением этих районов занимались крупнейшие геологи страны. Однако именно здесь, на месторождениях, исследованных вдоль и поперек, проявляется изумительный талант Губкина. Он открывает на Таманском полуострове новые нефтя-

ные горизонты, дает объяснение загадке бакинских грязевых вулканов. И упорно, год за годом, копит материалы для главного дела.

Он снова и снова перечитывает книги по нефтяной геологии. В книгах немало сведений об уже известных месторождениях и ничего о том, где искать новые. Закономерности залегания нефти? А существуют ли они вообще? Авторы многих книг в этом сомневаются.

Чтобы искать нефть, нужно понять, как она образовалась, проследить историю ее рождения. Но и в этом основном вопросе нет ясности. Вероятно, именно поэтому история геологии не знает случаев, когда открытие нового месторождения было бы предсказано заранее. С вопроса о происхождении нефти и начинается Губкин.

Происхождением нефти занимались многие ученые. В конце XIX века Дмитрий Иванович Менделеев смело предположил, что нефть образовалась в результате химических реакций в великой природной лаборатории — Земле. Родителями нефти он считал карбиды тяжелых металлов (то есть соединения металлов с углеродом) и воду. С поверхности вода по трещинам просачивалась в недра Земли на большую глубину. Там она встречала карбиды тяжелых металлов и, соединяясь с ними, образовывала простые органические вещества. Под действием высокого давления и температуры простые вещества постепенно усложнялись, превращаясь в нефть...

Менделеев изумительный химик. В данном случае он подтвердил это вновь. Умело маневрируя температурой и давлением, он получил в лаборатории искусственную нефть, очень сходную с настоящей. Химическое происхождение нефти было как будто доказано.

Иван Михайлович Губкин с тщательностью химика изучает каждый опыт. Опыты, что и говорить, блестящие. В своей лаборатории Менделеев как бы указал природе путь получения нефти. «Но воспользовалась ли природа его путем или она выбрала другую дорогу?» — думает Губкин. Думает уже не как химик, а как геолог.

Похожа ли Земля на химическую лабораторию? Пожалуй, мало. В лаборатории нет ничего проще, как свети вместе воду и карбид металла. А в Земле? Карбиды металлов находятся на большой глубине. Температура там, очевидно, не меньше 1000—1500 градусов. Может ли вода с поверхности попасть к ним по трещинам? Вряд

ли: гораздо раньше она обратится в пар. Пар же, как легко заметить, наблюдая за кипящим чайником, обычно идет вверх, а не вниз...

Предположим, однако, что вода и пар добрались до карбидов. В каких участках Земли эта встреча наиболее вероятна? Конечно, где больше всего глубоких подземных каналов-трещин. А трещины нужно искать там, где действуют мощные вулканические силы, — в центральных частях горных хребтов.

Итак... Губкин заранее знает ответ, но попробуем. Тщательно вычерчиваются две карты. На одной — главные районы действия вулканических сил. На другой — известные нефтяные месторождения. Теперь сравним. Карты явно не совпадают. Большинство месторождений расположено не в центре, а по краям горных цепей. В центральных же частях горных хребтов, где много глубоких трещин, нет не только месторождений, но даже и признаков нефти...

Как будто достаточно. Но проверим неорганическую теорию еще с одной точки зрения. Рижский ученый Вальден напоминает почти забытый факт: искусственная нефть оптически не активна. Между тем подавляющее большинство природных нефтей как раз активны — они вращают плоскость поляризации светового луча. Объяснить это противоречие хоть сколько-нибудь удовлетворительно сторонники неорганической теории не могут.

Сомнения в науке — это хорошо. Без них наука перестала бы идти вперед, развиваться. Но Губкин понимает: с одними сомнениями тоже далеко не уйдешь. Сказав «нет» ошибочной теории, ученый должен сказать и «да» — суметь по-иному, правильно объяснить явления природы.

Предположим, нефть образовалась из органических материалов — остатков животных или растений. Что говорит на этот счет химия?

Губкин становится химиком. Опыты знаменитого Энглера, японского ученого Кобаяши, академика Зелинского... Органическое происхождение нефти кажется Губкину вероятным, именно поэтому он изучает опыты особенно тщательно, даже придирчиво. Однако спорить трудно. Опыты подтверждают, что из растительных и животных материалов при определенных условиях можно получить вещества, близкие к нефти.

Сам по себе этот факт еще ничего не доказывает. Да, нефть могла образоваться органическим путем. Но «могла» — не значит «образовалась». Для превращения материала в нефть необходимы условия. Существуют ли эти условия в природе?

Нефти на Земле много — миллиарды тонн. Значит, количества строительного материала, из которого она образовалась, также должны быть огромны. И этот материал должен собираться, скапливаться. Иначе не объяснишь существование колоссальных нефтеносных областей — таких, как Эмбенская, занимающая площадь четверть миллиона квадратных километров.

Химик уступает место геологу. Не только геологу, но и ученому доброго десятка специальностей. В поисках ответа Губкин изучает зоологию давно вымерших животных, древнюю историю морей и рек, происхождение угля и торфа, деятельность вулканов, природу метеоритов. Он читает старые отчеты о походе экспедиционного судна «Талисман» в Саргассово море, о ветрах и течениях, которые рвут водоросли и, не давая им осесть на дно, гонят к скалистым берегам...

Да, отвечает он, условия для образования нефти из растительных и животных материалов существуют.

Одна микроскопическая водоросль (диатомея) способна за восемь дней образовать массу, по объему равную... нашей планете. Одна бактерия в течение суток может дать 10^{36} потомков — невероятное количество, достаточное, чтобы заполнить океан. Наконец, один растительный организм — фитопланктон — в состоянии вырабатывать ежегодно 60 миллиардов тонн углерода, почти вдвое больше всех известных на Земле запасов нефти!

Конечно, на практике такой рост не наблюдается — мешают внешние причины. Однако в древности, когда условия были благоприятнее, остатки растений и животных накапливались в огромных количествах. Природная «нефтеобразующая промышленность» располагала достаточными запасами сырья.

Сырье, рассуждает Губкин, собиралось, концентрировалось в местах, где животная и растительная жизнь была наиболее активной, — в районах древних морей. Именно здесь и нужно искать нефть.

Сотни миллионов лет назад на огромных пространствах Земли простиралось теплое море. Животные и

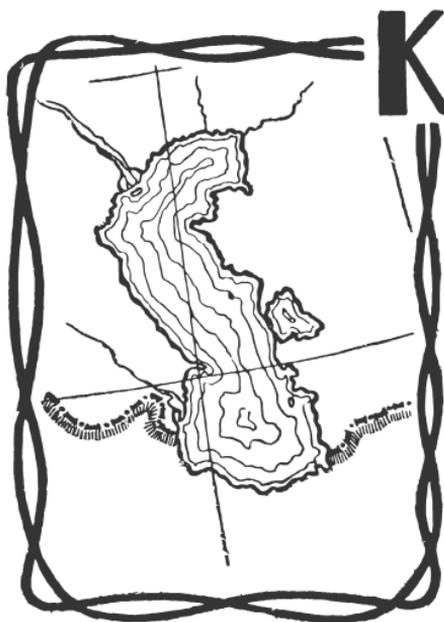
растения, жившие в заливах и по берегам, отмирали и, опускаясь на дно, постепенно превращались в ил. Сюда же, в море, сносили органические вещества многочисленных реки и ручьи.

Дно моря медленно погружалось, вода захватывала все новые участки суши. Органические материалы уходили на глубину, сверху их закрывали новые пласты ила, песка, глины. Опускаясь, нижние слои попадали в зону повышенных температур, испытывали сильное давление верхних пород. При этом ил (обычно его называют «сапропель», или «гнилой ил») разлагался, образуя...

Губкин улыбается. Небольшая температура и высокое давление — именно те условия, при которых из растительных и животных остатков удавалось получить нефть в лаборатории!

Теперь как будто ясно, где искать нефть, — в прибрежных частях морей. Но морей нет на географической карте: ведь они древние. Где были их берега, заливы? Куда в те времена впадали реки? Все это нужно знать точно. Небольшая (по масштабам Земли) ошибка в сотню километров — и буровая скважина найдет пустой песок...

ГЕОГРАФИЯ ДРЕВНЯЯ И НОВАЯ



КАК УЗНАТЬ, что было на Земле 500 миллионов лет назад? От того времени, к сожалению, не осталось географических карт. Кому их было составлять, если со времени появления человека не прошло и миллиона лет.

Обычно, занимаясь каким-нибудь загадочным делом, следовательно рассчитывает на помощь свидетелей, на документы. «Следствие», которое вел Губкин, было в сотни

раз труднее: документов не было, свидетели (например, древние рыбы) давно вымерли. Можно представить себе, какую поистине титаническую работу предстояло проделать, чтобы воссоздать древнее лицо нашей планеты, найти места, где шло образование нефти.

Нужно было разобраться в хаосе колоссальных геологических перемен, в действии великих сил, которые сжимали и растягивали Землю, трясли, ломали и снова строили горы, создавали и уничтожали моря, двигали ледники.

Конечно, над этой великой проблемой Иван Михайлович работал не один. Основы древней географии («палеогеографии» — говорят ученые) заложил русский ученый А. П. Карпинский. Изучением горных пород — этих немых свидетелей прошлого — занимались целые научные коллективы. Медленно и упорно они проникали на миллионы лет назад, создавая совсем новые географические карты — карты древней жизни Земли.

Эти карты во многом помогли Губкину. Однако и они не могли ответить на вопрос, где нужно искать нефть. Если бы Иван Михайлович занимался железом, углем или золотом, все было бы проще. Но нефть...

Слово «нефть» происходит от мидийского «нафта» (или «нефата») и означает «просачиваться», «вытекать». Название совершенно точное. Нефть обладает такой поразительной способностью «вытекать» и «просачиваться», что обычный у геологов термин «месторождение» теряет смысл. Как правило, там, где нефть родилась, ее уже нет, а район, где ее находят, очень далек от «места рождения». Следовательно, нужно знать и пути нефти, места, где она собирается.

Идут годы. Осторожно, шаг за шагом, Губкин движется вперед. Каждое новое положение, каждый вывод он проверяет практикой геологов разных частей света, собственным опытом.

Снова две карты. Карта районов, где (если верить его теории) должна быть нефть. И обычная — на ней указаны известные месторождения. Он знает ответ. Но все равно это огромное событие в его жизни — карты совпадают... Правда, не полностью. Его карта богаче. Она включает район между Волгой и Уралом, огромные пространства Сибири, нефтяные залежи, скрытые под дном Каспийского моря.

Настало время сделать последний, самый ответственный шаг — сказать разведчикам нефти: «Бурите здесь. Не жалейте ни сил, ни времени, ни сотен тысяч рублей народных средств. Все это окупится, вы найдете нефть!»

Если же он ошибся? Если в безбрежном море расчетов, фактов и предположений хоть что-то не так? Тогда усилия, деньги и время уйдут зря. И еще, хотя об этом он меньше всего думает, уйдет его доброе имя ученого, человека, которому разведчики нефти привыкли верить.

Он еще и еще раз проверяет каждый факт, каждую цифру.

Выводы, к которым он пришел, неожиданны, они противоречат сложившимся взглядам. Если бурение ничего не даст, пойдет насмарку работа многих лет. Риск велик. Но в науке нельзя без риска.

И ждать больше нельзя. Страна живет пятилеткой.

А нефти мало. В России до революции 90 процентов нефти добывалось в Баку. Остальное — в районах Грозного, Майкопа, острова Челекена. Теперь эти месторождения дают больше, чем раньше. Но их запасы не безграничны. Нужны новые районы, новые месторождения...

НАУКА

И „ДИКИЕ КОШКИ“



СОВЕЩАНИЕ затянулось. В большую, похожую на зал комнату медленно вползали сумерки. Света не зажигали, с минуты на минуту совещание должно было кончиться.

Утомленные ораторы говорили коротко: называли районы, где, по их мнению, нужно искать нефть. Названия все были старые, давно знакомые: Баку, Майкоп, Грозный, снова Баку.

Неожиданно в зале

стало очень тихо. На трибуну поднялся худощавый, молодой уже человек.

— Промышленность не может больше ждать, — сказал он твердо. — Пятилетке нужна нефть. Искать ее... — он на секунду задержал указку, — следует прежде всего здесь.

Легким движением указка коснулась синей змейки Печоры и заскользила вниз — к Каме и дальше, к Бугульме, Белебею, Ишимбаю; она прочертила просторы Оренбургской области и стремительно рванулась к Каспию...

Наступило молчание. Волжско-Уральский район считался одним из наименее перспективных. Здесь было мало признаков нефти — выходов ее на поверхность. А главное, тут уже пробовали бурить на нефть, и поиски не дали результатов.

Геологи слушали и не понимали. Что может противопоставить этим фактам почтенный академик, ученый с мировым именем? Пока только данные палеогеографии, сведения 500-миллионнолетней давности!..

— Эти районы только часть огромной нефтеносной полосы, — продолжал Губкин. — Ее можно проследить от южных границ Туркмении, через Кара-Кумы и Усть-Урт до самых берегов Ледовитого океана.

Поднялся шум.

Кто-то спросил с места:

— Вы что, коллега, серьезно надеетесь найти там нефть?

— Уверен.

— А если не найдете?

Губкин обернулся. Сказал негромко, но очень уверенно:

— Найдем. Обязательно.

Спор ничего не дал. Большинство опытных геологов было против поисков. Губкина это не остановило. С упорством ученого, уверенного в своей правоте, со страстью коммуниста, знающего, что стране необходима нефть, он продолжает борьбу. В Геологическом комитете и на съезде нефтяников, на партийных собраниях и на лекциях в Горной академии он отстаивает необходимость поисков. Его настойчивость побеждает. В 1928 году начинаются систематические геологоразведочные работы в Приуралье и Заволжье.

Поиски предстояло вести на огромных пространствах между Волгой и Уралом. А методы разведки были несовершенны. Да и выделить больших средств государство не могло: оно строило электростанции и алюминиевые заводы, металлургические комбинаты и шахты.

Но, кроме «официальных» геологических партий, поисками нефти занимались сотни молодых геологов. Энтузиасты новой теории, ученики Губкина по академии, ученики его учеников. Они верили ему, назубок знали его теорию. И что бы ни искали — железо или калий, свинец или уголь, — они занимались и нефтью. Они сообщали Губкину обо всех интересных находках, посылали образцы пород.

Приезжая в Москву, они шли к нему в Московское отделение Геологического комитета или прямо домой. Уставший после тяжелого рабочего дня, он пил с ними ночью крепкий чай, помогал разбираться в находках, давал советы, ободрял.

Потом, встречаясь у походных костров, геологи рассказывали об этих ночных беседах. И новые энтузиасты, никогда не видевшие Губкина, заражались его страстной верой в волжско-уральскую «большую нефть»...

Победа пришла. Через год в Чусовских городках ударил нефтяной фонтан на одной из скважин. История сохранила ее номер — 9. Но и в разговорах, и в серьезных научных книгах ее чаще называют иначе — бабушкой «Второго Баку».

Сейчас на долю «спорной» области приходится большая часть всей добываемой в стране нефти. Только за 1956 год в Башкирии было открыто десять новых залежей нефти; в Татарии освоено крупное Ромашкинское месторождение. Переворот в науке стал переворотом в промышленности.

Многие нефтяные районы в Соединенных Штатах Америки открыты случайно. Для таких находок даже придумали название «дикие кошки». Когда участки земли принадлежат отдельным лицам, нет возможности проводить систематическое изучение всей территории страны. Каждого капиталиста интересует его земля, и скважины прыгают по стране, как дикие кошки.

Советские геологи могут гордиться тем, что наша наука обошлась без «диких кошек», — нефть находили там, где ее искали.

Нефть, открытая Губкиным, залегала на большой глубине. Находка такой нефти — выдающееся достижение науки. Но у техники свои мерки: добыча ископаемых, скрытых на глубине, связана с дополнительными трудностями. Вот почему прошел не один год, прежде чем нефть «Второго Баку» стала полезным ископаемым.

Правда, добывать нефть легче, чем большинство других ископаемых. К примеру, до железа мало добраться: его еще нужно добыть и поднять. Нефть выйдет сама. Во-первых, потому что она жидкая. Во-вторых, на глубине такое давление, что ее выжмет. Человек должен сделать как будто немного — открыть нефти путь на поверхность, а для этого пробить в земле отверстие глубиной в тысячи метров.

ПРЯМАЯ ИЛИ СПИРАЛЬ?



ИСТОРИЮ бурения обычно рисуют так. Сначала человек копал ямы заостренной палкой и камнем. Потом стал пользоваться бронзовыми или железными орудиями вроде нынешних кирки и лома. Много позднее, когда понадобилось рыть глубокие ямы, человек догадался удлинить лом — стал привязывать к нему железные палки.

Такой лом (а позднее — особый инструмент, похожий на когти или зубы) поднимали высоко над землей, на башню или вышку, и с силой сбрасывали вниз. Возникло ударное бурение.

В конце XIX века, вместо того чтобы бить инструментом по земле, его стали вращать. Этот способ сохранился и сейчас. Поэтому, когда говорят «буровой инстру-

мент», мы представляем себе что-то напоминающее штопор.

В действительности все было почти так. Но не совсем, ибо развитие техники редко идет по прямой. Герон Александрийский изобрел турбину в I веке до нашей эры, а применять ее стали позже паровой машины.

То же самое и с вращательным бурением.

Этот способ знали китайцы примерно четыре тысячи лет назад. Весь инструмент и приспособления делались из бамбука. Вращали его, конечно, вручную. Работа требовала невероятного терпения. За сутки напряженного труда удавалось пройти около полуметра. И все-таки в Китае таким способом было пробурено огромное количество скважин для добычи соли и нефти. Некоторые из них достигали невероятной по тем временам глубины — 500 и даже 1200 метров.

Потом это искусство, как и многие другие, было забыто.

Снова мы встречаемся с бурением уже в России, в районе Соликамска.

Примерно с середины XIII века русские умельцы применяли оба способа бурения: для твердых пород — ударное, для мягких — вращательное.

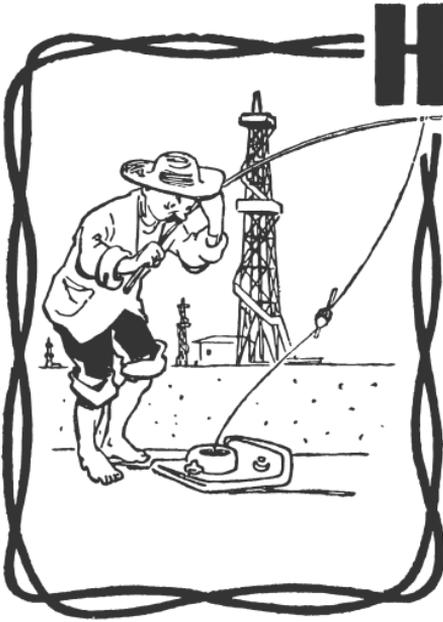
Чтобы скважины не осыпались, их закрепляли деревянными трубами. Отсюда и старое название скважины — «труба».

В XVII веке бурение стали использовать не только для добычи соли, но и для разведки других полезных ископаемых. Например, поисковая партия, отправленная в 1696 году на сибирскую реку Каштак, в числе прочего снаряжения везла с собой буровой инструмент.

Таким образом, когда началась добыча нефти, бурение было хорошо известно. Тем не менее нефть долго добывали не из скважин, а из колодцев. И для рытья колодцев использовали кирку, лом и лопату. Затем широкое распространение получило ударное бурение, а к вращательному вернулись только в XX столетии, фактически после Великой Октябрьской социалистической революции.

Путь, которым идет техника, мало похож на прямую. Скорее, это спираль. Ее витки как будто повторяют то, что уже было, и в то же время поднимаются выше и выше — техника развивается.

ЕЩЕ ОДИН ВИТОК СПИРАЛИ



НО ЧТО ЖЕ помешало сразу превратить открытую Губкиным нефть в полезное ископаемое? Отсутствие нужной техники.

В конце 20-х годов ударное бурение почти повсюду было заменено вращательным, точнее — роторным. Тогда между ними еще ставили знак равенства («rotare» — латыни как раз и значит «вращать»). И неудивительно — других вращательных способов не знали.

На Юге, хотя бы в Баку, где породы мягкие, роторное бурение дает хорошие результаты и успешно применяется сейчас. Однако нефть, открытая Губкиным, лежала на глубине 1,5—2 километров под толстым слоем крепких каменистых пород.

При бурении роторным способом двигатель, стоящий на земле, вращает колонну труб, на конце которой закреплен режущий инструмент — долото. Получается что-то вроде гигантского сверла — его длина может достигать нескольких тысяч метров.

Пробивая себе дорогу, долото разрушает породу. Если осколки, так сказать «земляную стружку», не удалять, они будут мешать работе. Поэтому насос все время качает в скважину специальную жидкость — глинистый раствор. Жидкость движется по трубам, проходит через отверстие в долоте и, захватывая по пути разбуренную породу, выносит ее на поверхность. Наверх она поднимается уже не внутри труб, а снаружи — между ними и стенками скважины.

Глинистый раствор (то есть глина, смешанная с водой) удобнее, чем чистая вода. Во-первых, он лучше выносит «стружку» и, во-вторых, укрепляет стенки скважины, «штукатурит» их, предохраняя от обвалов.

В процессе работы долото, как и всякий инструмент,

изнашивается, тупится. Однако, не в пример сверлу или ножу, сменить его трудно: ведь долото находится в скважине на глубине в сотни и тысячи метров и для его замены приходится поднимать на поверхность колонну труб.

Вначале все идет хорошо. Однако скважина уходит глубже, и бурить становится труднее. Чтобы привести в движение долото весом в несколько килограммов, приходится вращать тонны труб. Трубы изгибаются, скручиваются, трутся о стенки скважины и в результате рвутся. Их приходится ловить. А это очень сложное дело — ловить в скважине тысячеметровую колонну труб...

В мягких породах обрывы редки. Но, когда породы твердые, начинается мучение. Пробеешь всей колонной давить на долото — лопаются трубы. Перестаешь нажимать — трубы остаются целыми, зато долото не бурит, а катается по забою и быстро изнашивается. Каждая же смена инструмента — это подъем и спуск километровой колонны труб. Работа шла очень медленно. Становилось ясно: чтобы сделать полезным ископаемым нефть «пояса Губкина», нужно изобрести новый способ бурения.



ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

МЕЖДУ ТЕМ такой способ уже существовал. Его изобретатель — молодой инженер Матвей Алкумович Капелюшников — еще в 1922 году решил избавиться от труб — громоздкого и ненадежного посредника между двигателем и долотом. Поскольку долото нельзя было придвинуть к двигателю, оставалось одно — опустить двигатель вниз, к долоту. Скважина узкая, и делать ее шире невыгод-

но: придется разбуривать массу лишней породы и, значит, скорость бурения снизится, а расходы возрастут.

Можно сконструировать маленькую паровую машину или бензиновый движок. Но, пока пар сверху дойдет до машины, получится вода. А если опустить в скважину движок и по шлангу подавать туда бензин, то, скорее всего, это кончится пожаром или взрывом.

Капелюшников решил использовать для вращения долота обычную водяную турбину, которую устанавливают на реках. В сущности, это колесо с большими лопатками.

Но ведь в нефтяной скважине нет реки, которая вращала бы колесо? Изобретатель и здесь нашел выход. Глинистый раствор, у которого, казалось, и без того достаточно дел, получил еще одну нагрузку — по пути к забою скважины приводить в движение турбину, а вместе с ней и долото. Так был создан первый в мире турбобур и новый способ бурения — турбинный.

Обычная водяная турбина — двигатель очень надежный. Но, как только ее опустили в скважину, она стала капризничать. Лопатки быстро выходили из строя, и турбобур (вместе со всей колонной труб!) каждые 20—30 минут приходилось поднимать на поверхность. Почему? Ведь турбобур ничем не отличается от обычной турбины. Нет, отличается. Размерами. И в них-то все дело.

Водяная турбина широкая, диаметром в несколько метров. Она пропускает много воды и оттого развивает большую мощность. Турбобур узкий, потому что диаметр самой скважины всего три-четыре десятка сантиметров. Чтобы сделать его достаточно мощным (а иначе долото не сможет бурить), глинистый раствор должен подаваться на лопатки турбобура под очень высоким давлением. Раствор мчится по турбобуру со скоростью самолета — больше 300 километров в час. И с такой скоростью поток обрушивается на лопатки турбины.

Глинистый раствор все-таки не вода. В нем есть песок, мелкие камешки, кусочки разбуренной породы. В нормальных условиях они не мешают. На огромной же скорости они превращаются в снаряды, которые непрерывно бомбардируют турбину. Устоять перед ними не в силах никакая броня, никакая сталь. Через полчаса турбобур приходится поднимать на поверхность...

Вот почему, хотя первый турбобур Капелюшникова был построен и испытан за несколько лет до открытия Губкина, основные залежи нефти Второго Баку долго оставались недоступными.

1934 год в истории турбобура отмечен двумя большими событиями: печальным и радостным. Первое событие вызвало много шума и споров. Инженеры пришли к выводу, что турбобуры не выдерживают сравнения с ротором, и выпуск их решено было прекратить.

Второе событие в то время прошло незамеченным. В Баку было создано учреждение с загадочным названием — ЭКТБ. Название, впрочем, расшифровывалось просто — Экспериментальная контора турбинного бурения. Коллектив здесь подобрался молодой и на редкость дружный: московский ученый Петр Павлович Шумилов, бакинские инженеры Роман Арсеньевич Иоаннесян, Эйюб Измайлович Тагиев, Михаил Тимофеевич Гусман.

С самого начала путь был выбран правильный. В турбобуре Капелюшникова всю работу выполняла одна турбина. Изобретатели решили заменить ее несколькими, чтобы каждая из них вносила свою долю в общую работу двигателя. При этом отдельные турбинки могут быть уже не столь мощными, и, следовательно, нет нужды прогонять раствор с «космической» скоростью. С уменьшением скорости потока «бронепойные снаряды» теряют силу, превратятся в обычные частицы песка. Лопатки турбобура перестанут разрушаться.

Теоретически все правильно. Но одно дело — вычертить турбобур на бумаге, и совсем другое — сделать его в металле. Выяснилось, что турбинок должно быть ни мало и ни много — около ста. Таких водяных колес вообще не было, и даже паровые имели не больше десяти турбинок.

...Шесть долгих лет. Шесть лет упорных поисков, маленьких радостей и больших неудач. Временами казалось: нужно бросать, ничего не выйдет. Один человек, может быть, и не выдержал бы. Но их было четверо. Четыре человека, спаянных общей целью, общей работой. Каждый из них мог прийти в отчаяние, потерять веру. Коллектив — никогда.

И настал день, когда новый советский турбобур был создан. Скважины в твердых породах, которые раньше бурились целый год, турбобур проходил за 15—20 дней.

В 1928—1929 годах Второе Баку дало стране всего 600 тысяч тонн нефти. Сейчас оно дает десятки миллионов тонн. Нефть Второго Баку стала важнейшим полезным ископаемым!

МАРШРУТЫ, КОТОРЫЕ МЫ ВЫБИРАЕМ



ДЕСЯТКИ миллионов тонн. Еще вчера этого было достаточно. Но к концу семилетки нефть и газ должны стать основным топливом (они дадут стране больше энергии, чем уголь, торф и дрова вместе взятые), важнейшим сырьем для «строительства» тысяч и тысяч синтетических материалов. Язык чисел скуп и красноречив. В 1958 году в стране добывалось 113 миллионов тонн нефти; в

1965 году будет добыто 240 миллионов тонн; в 1980 году — 690—710 миллионов. Семьсот миллионов тонн — широкая, полноводная нефтяная река, которую нужно найти под землей и вывести из глубины на поверхность.

...В комнате тишина. Неяркий свет настольной лампы. Геолог думает. Видеть его за этой работой непривычно. Вот если бы он висел на канате над пропастью или переходил вброд быструю горную реку...

Однако времена меняются. И дело даже не в том, что современный геолог отправляется в экспедицию на вертолетах или в крытых брезентом грузовиках. Главное — он больше и шире думает. Его горизонт не ограничен теперь конкретным маршрутом. Земля, ее прошлое и будущее, законы, управляющие образованием залежей, пути развития народного хозяйства — все волнует геолога. Он думает о судьбе старых месторождений. О новой технике, которая дает им новую жизнь. Водой и воз-

духом, соляной кислотой и пластмассой человек помогает пластам отдавать все больше нефти...

Геолог думает о будущем. Где искать новые месторождения? Конечно, не только в Татарии, Башкирии, на Северном Кавказе, в окрестностях Баку, но и в местах отдаленных. Губкин утверждал, что нефть должна быть в Сибири...

Геолог смотрит на карту. Величайшая равнина мира — Западно-Сибирская низменность. Даже человек, привыкший к расстояниям, теряется в ее просторах. Кажется, пройдут сотни лет, прежде чем удастся изучить мир, скрытый под степями, тундрой, бесконечными болотами.

«Опорное бурение», — вспоминает геолог и улыбается. Он мысленно видит план, разработанный учеными многих специальностей. Вся огромная территория низменности разбита на квадраты. По квадратам, в строго рассчитанных местах, землю «прокалывают» опорные скважины. На первый взгляд, «прицел» этих скважин необычен: ни железные руды, ни уголь, ни нефть, а знания. Каждая скважина — земная лаборатория, где в натуре изучается состав горных пород, расположение и возраст пластов, особенности их строения. Опорные скважины рисуют общие контуры подземной страны. Геофизики, прощупывающие землю волнами, изучающие ее магнитные и электрические свойства, дорисовывают картину.

Наступает очередь разведочных скважин. И тогда перед человеком открываются чудеса сибирской «шкатулки»: огромные подземные резервуары горячей воды, колоссальные залежи железных руд, ценнейшие редкие металлы... Летом 1960 года на берегу таежной реки Конды буровая бригада Семена Урусова пробурила скважину, из которой ударил фонтан нефти. С этой скважины (ее номер 6) началось рождение сибирского Баку.

А маршруты геологов уходят все дальше. Нефть и газ есть, например, в Якутии, и скоро хозяйки в Якутске будут готовить обед на газовой плитке. С полным основанием можно ожидать в ближайшие годы открытия новых месторождений в таких «медвежьих» уголках нашей страны, как Таймыр, Новая Земля. И, словно добрым знакомым, геолог улыбается великому Байкалу, далеким северным рекам Тунгуске, Амге, Омолону...

Очень внимательно геолог изучает моря. Еще вчера это показалось бы странным: даже название его специальности как будто накрепко связано с твердой землей, с сушей. Однако он своими глазами видел первый в мире крупный нефтяной промысел на Каспийском море. Уже сейчас там добываются миллионы тонн нефти.

Конечно, суша пока дает больше. Но земные месторождения эксплуатируются десятки лет. Штурм же моря только начинается. Если вспомнить, какую часть земной поверхности занимает вода... Геолог смотрит на карту, на залитые синим пространства морей, океанов, и ему кажется — он смотрит в будущее.

Наконец, еще один, пожалуй, самый важный маршрут поисков: глубины Земли. Геолог отодвигает карту — плоское, поверхностное изображение планеты. Глубина! Бесчисленные запасы полезных ископаемых, неведомые источники энергии, знания, которые помогут понять прошлое и предвидеть будущее Земли...

Неяркий свет настольной лампы. Тишина. Воображение рисует ажурные вышки над морем. Тяжелые вышки сверхглубокого бурения — символ штурма Земли, символ технической мощи XX века.



ШТУРМ МОРЯ

ПОДХОДИМ!

Большая рука капитана перехватила штурвал. Катер замедлил ход, начал петлять, обходя невидимые мели. Люди на палубе опустили бинокли.

— Ну, вот и черные скалы в натуральную величину, — сказал высокий человек, стоящий в центре группы. — Приглядывайтесь, новое место работы.

Впереди, прямо по ходу катера, над водой под-

нимались низкие скалы. В ярких лучах солнца они горели черным маслянистым блеском.

— Геофизическая разведка обещает нефть, — сказал худой человек в очках. — Хотя, конечно, у нас мало опыта работы на море.

Высокий улыбнулся.

— О нефти в этих местах было известно лет полтора назад. Хотите убедиться? — Он достал из кармана записную книжку. — Вот что сказано в Путевом журнале Каспийской экспедиции 1781—1782 годов под командованием капитана второго ранга Войновича: «Эскадра приблизилась к острову Жилому, вблизи Апшеронского мыса. Резко запахло нефтью, на поверхности воды появились большие масляные пятна. Явление сие не иначе растолковано быть может, как тем, что плавающая она на поверхности моря нефть выходит из самородных ключей, на дне оного находящихся, и по легкости своей наверх всплывает».

— Внешние признаки еще ничего не доказывают.

— Сами по себе, — поправил высокий. — Если же учесть геологическое строение острова Жилого и залегание пластов... В общем, геофизика пока дело второе. Но как тут бурить и вести добычу...

— Очень просто, — ехидно заметил человек в очках. — У вас тоже был предшественник. Еще в начале прошлого века бакинец Касымбек вырыл в море, недалеко от берега, два колодца, оградив их от волн срубом из бревен и досок. Добыча нефти достигала 3—4 ведер в сутки. К сожалению, предприятие существовало недолго: штормы разрушили колодцы.

— Сдаюсь, — поднял руки высокий; вокруг рассмеялись. — Учтите, однако, что нам нужно предприятие, которому не страшны никакие бури. И добыча нефти в будущем должна быть повыше: ну, скажем, три-четыре миллиона ведер в сутки... А теперь поговорим серьезно. Первая проблема — доставка материалов. Смотрите, какие волны у скал! Вторая — где людям жить?..

— Искусственная бухта, — ответил капитан, не отрываясь от штурвала. — Затопить на отмели старые корабли и создать пристань для разгрузки. В их каютах для начала можно будет и жить.

— Интересно, — сказал высокий. — Это стоит обсудить.

...На старой фотографии запечатлена удивительная «строительная площадка». Низкие, похожие на морских чудовищ тела полузатопленных кораблей, легкий дымок кухни, на палубах — люди. Немного дальше — остов буровой вышки, на горизонте — судно с уложенными вдоль бортов трубами...

А уже через несколько месяцев от черных скал, расходясь веером, в море двинулись вышки. Путь их был труден. 40—50-метровую буровую вышку, конечно, нельзя установить на воде. Необходима площадка, основание.

Первое время искусственные острова строили на вбитых в дно деревянных стойках-сваях. Потом вместо деревянных свай стали забивать металлические трубы и монтировать на них острова из крупных блоков, изготовленных на заводе. Нефтяники получили мощное оборудование: плавающие краны, поднимающие сразу 100 тонн груза, установки для прокладки подводных трубопроводов, средства защиты от волн и штормовых ветров.

Но все равно штурм моря — дело исключительно сложное и опасное. В бурю (а на Каспии бури бывают часто) остров отрезан от Большой земли. Суда не могут доставлять материалы и продукты, увозить добытую нефть. Иногда ветер и волны достигают такой силы, что гнутся металлические «ноги», рвутся стальные «связки», и деревянный настил острова с людьми уносит, как плот, в море. Несколько лет назад так погиб ветеран штурма моря — буровой мастер, заместитель председателя Верховного Совета Азербайджана Михаил Павлович Каверочкин.

Острову, как и человеку, трудно бороться с морем в одиночку. И потому нефтяники решили строить архипелаги — множество островов, связанных между собой морскими эстакадами-мостами. Эстакады имеют замечательную особенность: их можно расширять и удлинять без судов, используя в качестве строительной площадки уже готовую часть эстакады. Так был создан единственный в мире морской промысел Нефтяные Камни, протяженностью больше 130 километров. Не остров, а целый морской город.

История Нефтяных Камней — летопись не только изумительной стойкости человека, но и гимн человеческому разуму. Строительство, бурение скважин и добы-

ча нефти на море ставят перед людьми множество задач, требуют решения сложнейших технических «ребусов».

Казалось бы, несложный вопрос: где хранить добытую нефть? На Нефтяных Камнях есть резервуары. Но резервуары не очень велики — нефтяники экономят площадь. В обычных условиях наливные суда курсируют между островами и берегом и вывозят нефть. Однако зимой, когда дуют штормовые ветры и Каспий играет судами, как мячиками, связь с Большой землей рвется иногда на несколько дней. А скважины не могут ждать: они дают и дают нефть.

Молодежь, комсомольцы морских промыслов нашли смелое и остроумное решение. Они использовали в качестве дополнительных резервуаров «ноги»-трубы, на которых стоят острова и эстакады. Внутренняя емкость труб огромна — в них можно вместить десятки тысяч тонн нефти...

Сейчас морские основания строят гораздо быстрее и дешевле, чем раньше. И все-таки создание нового острова — дело трудоемкое и дорогое. Нефтяники и тут нашли выход: стали бурить с одного основания несколько скважин. Они уходят в землю не вертикально, как обычно, а наклонно. В глубине, там, где залегает нефть, каждая из них работает самостоятельно, собирает нефть со своего участка. Наверху же, на острове, скважины сходятся, образуя что-то вроде треножника (только «ног» обычно больше). На Каспии есть скважина-«рекордсменка», заменяющая 19 обычных скважин. Из нее добывают сказочно много нефти — сотни тонн ежедневно.

Серьезный враг искусственных островов — коррозия. В морской воде металлические конструкции быстро ржавеют и теряют прочность. В борьбе с этим злом нефтяники пробовали покрывать сталь красками и лаками, применяли сложные системы электрохимической защиты. И, наконец, перешли на строительство островов из железобетона — он гораздо меньше боится коррозии.

Уже сейчас морские промыслы дают стране ежегодно миллионы тонн нефти. Героический труд ученых, инженеров, рабочих высоко оценен народом — работа по превращению морской нефти в полезное ископаемое удостоена в 1961 году Ленинской премии.

Но то, что сделано на Каспии, — лишь начало штурма. С искусственных островов добывают пока лишь

нефть и газ. Твердые ископаемые, скрытые под дном моря, человеку еще не доступны. Да и нефтяные скважины бурят на сравнительно мелких местах — там, где толщина воды не превышает 60—80 метров. Видимо, для освоения очень больших глубин нужно будет искать новые пути: намывать острова или делать их плавучими. А может быть, окажется проще опускать на дно огромный «воздушный колокол» и из него вести работу — бурение скважин или проходку шахт?



ГЛУБИННЫЙ БАРЬЕР

НЕДАВНО в бакинской газете писали о новом рекорде скорости: 10 метров... в сутки. Нет смысла приводить для сравнения скорости судов, самолетов, ракет. Речь шла не о воде или воздухе, а о земле. Рекорд был установлен в бурении.

Интересно, однако, что и люди, знакомые с бурением, прочитав эти строки, пожмут плечами: — Десять метров в сутки? И это рекорд!..

Они вспомнят хотя бы, что недалеко от Баку, на месторождении Зыря, бригада бурового мастера Марка Чудновского за 16 часов пробурила тысячу метров. На такой скорости бригаде потребовалось бы меньше недели, чтобы перекрыть еще не достигнутые человеком 8 тысяч метров...

Но в газетной заметке ошибки не было. В ней просто говорилось о других метрах. Десять в сутки — это очень много, когда дело касается не просто бурения, а бурения сверхглубокого.

Пожалуй, ни в одной среде — не только в воде или воздухе, но и в металле — не наблюдается такого резкого, прямо-таки катастрофического падения скорости.

Хорошая буровая бригада проходит первую тысячу метров в течение часов. Вторая тысяча отнимает уже дни и недели. А дальше начинаются месяцы, которые с удалением за четыре километра перерастают в годы. Создается впечатление, что где-то на глубине в 4,5—5 километров лежит глубинный барьер.

При бурении долото разрушает горные породы. Этот процесс вполне можно назвать резанием. А если резание — значит, единоборство инструмента и обрабатываемой детали. Однако деталь — Земля — обладает особыми качествами и совершенно необычными размерами. В этом-то и нужно искать ключ к трудностям, с которыми связано «резание Земли», возникновение глубинного барьера.

О свойствах пород на большой глубине и об условиях их залегания известно пока немного. Но кое-что человек знает. Знает, например, что в 4—5 километрах от поверхности породы спрессованы колоссальным давлением и что их температура нередко превосходит 200 градусов. В этих условиях даже мягкая и податливая глина становится твердой и хрупкой, как камень. Другие породы приобретают, наоборот, большую вязкость, и это тоже затрудняет бурение, ускоряет износ долота.

Недавно в Орджоникидзевском районе Баку буровики прошли первые 1500 метров «с одного долбления», иначе говоря, ни разу не сменив инструмента. На глубине 3—4 километров долото нужно менять через каждые 20—30 метров, а потом еще чаще — через 1—2 метра.

При каждой смене инструмента приходится поднимать на поверхность и опускать вновь километры труб, расходуя огромную энергию, почти сутки работы целой бригады, изнашивая двигатели и трубы. И все это затем, чтобы пройти метр-два и начать сначала...

Неменьшие затруднения вызывает и другая особенность «обрабатываемой детали» — ее необъятные размеры.

При бурении на большую глубину нефтяники обычно работают шестидюймовыми трубами. Их диаметр около 15 сантиметров, а общая длина — 4—5 тысяч метров. Представьте себе такое «сверло», и вы получите некоторое представление о требованиях, которые предъявляются и к буровому оборудованию и к людям.

В специальных книгах обычно перечисляют все, что должен знать мастер сверхглубокого бурения (а знать он должен не меньше инженера), и осторожно намекают, что одних знаний мало: нужно еще что-то. Это «что-то» — талант, редкая способность угадывать на расстоянии в несколько километров твердость пород, остроту долота, прочность труб.

Уже первые скважины в Азербайджане, пробуренные на 4—4,5 километра, привели к открытию богатейших нефтяных месторождений: Зыря, Карадага, Ширвана. Стало ясно, что в районе Баку под верхней, в значительной степени выработанной кладовой скрывается другая, в нетронутых запасах которой вторая жизнь старых нефтяных месторождений. Вот почему в Азербайджане за семилетку будет пробурено 220 скважин на 4000—4500 метров и 120 скважин глубиной более 4,5 километра. Уже заложены буровые, которые должны достичь 6000 метров, начинается бурение на 7 километров.

В этой трудной борьбе на помощь ротору и турбобуру пришел новый буровой механизм — электробур. Вместо стального долота начинают использовать в десятки раз более стойкое — алмазное. Вместо тяжелых стальных труб — легкие трубы из цветных металлов и пластмассы. Не за горами и совсем новые способы бурения: термический, взрывной, ультразвуковой. Но это — будущее.

О нем разговор впереди.



ЭСТАФЕТА ПОКОЛЕНИЙ

ОТКРЫТИЕ

ОН БЫЛ еще молод и держался скромно. Однако за его экипажем стаей неслись кареты губернских начальников. Разговаривая с ним, чиновники снимали шляпы и гнули спины. Его величали «господин академик» или «господин астроном».

А он не был похож ни на академика, ни на астронома. Он совсем не занимался небом. Вылезая из экипажа, он подолгу разговаривал с крестьянами: о местных делах, об урожае, о землях. Земли курские он знал вдоль и поперек, — крестьянин угадывал это сразу.

Знал и все равно ходил снова и снова, что-то записывал, колдовал над компасом. Усаживаясь прямо на землю, долго считал, удивленно покачивая головой. Если в это время к нему подходили, он отвечал вежливо, даже ласково, только как-то отрешенно, словно мысли его да-

леко, на небе. Должно быть, все-таки правда — астроном...

Петра Иноходцева, астронома и академика, волновали дела земные. Поручение у него было простое и не очень интересное — уточнить границы Курской губернии. Работать приходилось с картой и с компасом. И вот в одном месте оба его компаса, казенный и личный, которому он особенно доверял, упорно давали неверные показания. Вместо того чтобы смотреть на магнитный полюс Земли, стрелки смотрели в сторону.

Отклонение было не очень большим — 5 градусов. Однако и не таким уж маленьким, чтобы его не заметить.

День за днем он повторял наблюдения, проверял расчеты. Съездил в город еще за одним компасом. Но все было правильно или, вернее, неправильно — острие стрелки продолжало указывать мимо магнитного полюса.

В те времена (дело происходило в 1783 году) объяснение могло быть только одно: где-то поблизости есть огромные запасы «камня-магнита» — железной руды. А поскольку на поверхности руды не видно, значит, она в земле. И, уж во всяком случае, удивительное явление — Курскую магнитную аномалию — стоило исследовать. Об этом Петр Иноходцев написал в Петербургскую академию наук.

Чиновник, к которому попало письмо, хоть и состоял при академии, был далек от науки. В непонятных случаях он прибегал к старому немецкому справочнику. На этот раз справочник сообщил, что «аномалия» в буквальном переводе с греческого означает «неровность», а употребляется в смысле «отклонение от нормы» или «установленного порядка».

Чиновник поморщился: отклоняться от установленного порядка не полагалось. Тем более где-то в Курске. На всякий случай он посмотрел и «магнит». Оказалось, что это слово происходит всего-навсего от «Magnesia» — греческого названия древнего города в Малой Азии, где впервые был найден камень, обладающий загадочным свойством притягивать железо.

Что следовало делать с «магнитной аномалией», чиновник не знал. Но зато он знал, что тратить на нее деньги никто не будет. Поэтому неприятное письмо он просто сунул в папку «неспешных дел».

Впрочем, если бы он даже дал бумаге ход, история

Курской магнитной аномалии вряд ли пошла бы другими путями. Чтобы раскрыть ее тайны, надо было многое. Прежде всего научиться добывать ископаемые, лежащие глубоко в недрах земли.

Сохранилось описание, как в XVIII веке вели добычу. Если руда залежала в мягкой глинистой породе, вертикальное отверстие — шахту — бурили. Бурение шло вручную.

Отверстие расширяли и от него в стороны прокладывали ходы. Инструменты были самые простые: кайло, лопата. Когда попадались твердые породы, их взрывали порохом. Шпуры (отверстия, куда закладывается взрывной заряд) пробивали ломом. Руды в 50—60 метрах от поверхности уже считались глубоко лежащими. Шахты глубиной 100 метров были редкостью. В них устанавливали деревянные крепления и даже пробовали делать вентиляцию. Снаружи большими мехами накачивали свежий воздух. А для удаления рудничного нагревали трубы (теплый воздух легче холодного и потому поднимается вверх).

Один рабочий кайлом отбивал руду. Другой собирал ее в корзину и подносил к стволу, к шахте. Третий рабочий с поверхности поднимал корзину ручным воротом, как достают воду из колодца.

Вот, собственно, и весь процесс добычи. С такой техникой нечего было и думать об освоении Курской магнитной аномалии.

Прошло 90 лет. В 1874 году приват-доцент Казанского университета И. Н. Смирнов, проводя магнитные наблюдения в европейской части России, вторично открыл Курскую магнитную аномалию. В двух местах — у Белгорода и у станции Крюково — магнитная стрелка вела себя необычно. Так, словно эти места находились не в центре России, а далеко за Полярным кругом. Иногда острие стрелки было направлено не на север, а на восток.

Время было другое, и на открытие Смирнова обратили внимание. Им заинтересовались ученые и студенты. Даже знаменитый магнитолог, директор Парижской обсерватории Т. Мурро, приехал в Россию, чтобы проверить и объяснить необъяснимое явление. Проверил и убедился — все именно так, как писали в русских журналах. Но от объяснений воздержался. Решил не рисковать своим мировым именем...

Впрочем, все это были ученые — их занимали научные проблемы. Практики — горные инженеры, металлурги — особого интереса к открытию не проявляли, хотя многие считали, что аномалия вызывается подземными залежами магнитной железной руды.

И неудивительно. В середине XIX века металлургов волновало другое. Руды хватало. Превращать ее в чугун они умели — с каждым годом домы становились все выше, выплавка чугуна росла. Но старые пудлинговые печи, в которых чугун перерабатывался в сталь, давали мало металла. А кто же будет заниматься сложными поисками руды, когда чугун не могут переделать в сталь...

При пудлинговании рабочему приходится все время перемешивать чугун, чтобы он не застыл. Чем больше печь, тем это труднее.

В 1780 году пудлингование произвело настоящую революцию в металлургии. Но то было в XVIII веке. Тогда промышленности требовались тысячи тонн стали. В XIX веке ее аппетиты выросли. Металл нужен был в миллионах тонн. Для паровых машин и пароходов, пушек и инструментов, паровозов и железных дорог...

ВМЕСТО УГЛЯ — ВОЗДУХ



АВГУСТА 1856 года на курорте Челтенгэм проходил очередной съезд английских металлургов. Обычно на заседаниях секций народу бывало не так уж много: кое-кто предпочитал душному залу живописные окрестности городка. Но в этот день зал был полон. Еще бы! Распространился слух, что приехавший из Лондона чужак будет читать доклад, как делать из чугуна сталь без топ-

лива. «Без топлива? Ха, ха, ха...» — смеялись владельцы заводов. «Такое можно придумать только в столице», — поддакивали инженеры.

Однако председатель, один из крупнейших инженеров Англии Джордж Ренни, не смеялся. Открывая собрание, он сообщил, что недавно ему стало известно о чрезвычайно важном открытии в изготовлении стали. Итак, он имеет удовольствие представить собранию Генри Бессемера, который и сделает доклад о производстве стали без топлива.

...Два года назад, начиная опыты, Бессемер ни о каком новом способе не думал. Цель у него была самая скромная — немного улучшить качество чугуна. И путь, которым он шел, был самым обычным. На поверхность расплавленного металла направлялась струя воздуха. При этом чугун терял часть углерода и становился мягче — его можно было ковать. Именно так получали сталь в старых кричных горнах еще до изобретения пудлингования.

Пока ничего нового. Но однажды Бессемер пропустил воздух в чугун не сверху, как обычно, а снизу. Металл разогрелся, забурлил, расплавленную струю выбросило из печи.

Изобретатель испугался и стал делать по-старому. Никаких неожиданностей при этом не было. Успехов тоже. Чего только он не придумывал: дробил металл на капли, использовал центробежную силу, поднимал и опускал дно печи. В его проектах тех лет блестящий талант изобретателя соседствует с научной беспомощностью. И тогда Генри вспомнил о странном явлении. Из листового железа он изготовил небольшой цилиндр. Сверху цилиндр был закрыт, оставлено лишь небольшое отверстие для выхода газа и искр. В цилиндр залили чугун и начали продувать воздух.

Не прошло и десяти минут, как из отверстия вылетел фонтан искр. С каждой секундой он становился сильнее. Столб пламени... Взрывы... Струю расплавленного металла выбросило в воздух... Цилиндр превратился в настоящий маленький вулкан во время извержения. А когда «извержение» кончилось, выпущенный металл оказался сталью.

Это был лишь первый успех. Но Бессемер не хотел и не мог ждать. Он боялся, что изобретение похитят (вещь

самая обычная по тем временам), что богатые владельцы металлургических заводов помешают ему (и такое случилось). Короче говоря, хорошо зная мир, где «человек человеку волк», изобретатель боялся всего.

В 1856 году, после первых же опытов, Бессемер поспешил выступить со своим докладом в Челтенгэме.

Сам он не очень-то понимал, что происходит с металлом. Поэтому вскоре начались неудачи. Причины их были различны, но одинаково непонятны изобретателю. Иногда металл вовсе не разогревался, хотя воздуха сквозь него продували вполне достаточно. Иногда все шло как будто нормально, а сталь получалась хрупкой, ковать ее было нельзя.

Специалисты торжествовали. Они не могли примириться с тем, что самозванец, недоучка вторгся в их «собственную» металлургию. Но у Бессемера было одно из главных качеств великого изобретателя — упорство. Свою небольшую печь он переделывал, как пишут в старых книгах, «бесконечное число раз».

«Бесконечное» — сказано точно. Его печь — конвертер — постепенно приобрела форму скособоченной груши. Такую форму не придумаешь с карандашом в руке, ее нужно выстрадать на практике.

Он шел ощупью, от одной смутной догадки к другой. На один удачный опыт приходился десяток неудачных — истина давалась ему трудно. И вовсе не потому, что он был недоучкой: к этому времени Бессемер отлично знал металлургию. Однако сама металлургия еще слабо разбиралась в сложнейших процессах превращения чугуна в сталь.

Сейчас нам многое понятно. Но это не наша заслуга. Сотни ученых — физиков, химиков, металлургов — искали ключ к загадке таинственного влияния воздуха на металл. Замечательный русский металлург Владимир Ефимович Грум-Гржимайло, первый отгадавший тайну бессемерования, скромно заметил: «Туман, окружавший меня 22 года моей работы на заводах, стал рассеиваться...»

Раньше струю воздуха направляли на металл сверху. Бессемер пропускал воздух снизу, сквозь металл. Неужели это такая большая разница? Большая? Нет, огромная.

Воздух, идущий сверху, касается лишь поверхности металла. Воздух, идущий снизу, прорывается сквозь тол-

щу чугуна. Его пузырьки перемешивают чугун так, как не смог бы перемешать самый лучший пудлинговщик.

Однако главное даже не в этом. Когда из расплавленного чугуна выжигали углерод, масса густела, превращалась в стальное тесто. Происходило это потому, что сталь плавится при более высокой температуре, чем чугун. Достичь нужной температуры в старых печах было невозможно.

Проходя через чугун, воздух (точнее, кислород) вступает в химические реакции с растворенными в металле примесями: кремнием, марганцем. При реакциях выделяется тепло, которое «прогревает» металл изнутри, и вместо теста получается жидкая, «литая» сталь. Так что, строго говоря, не воздух, а кремний и марганец (правда, с помощью воздуха) заменяют уголь!

Не зная этого, Бессемер работал словно в тумане. Но постепенно он начал догадываться, что для получения стали новым способом в чугуне должно быть много кремния и марганца. И очень мало серы и фосфора: попадая из чугуна в сталь, они портят ее.

С серой, правда, изобретателю отчасти удалось справиться: помог все тот же марганец. Фосфор же долго был главным врагом бессемеровского способа.

В самой Англии, в России, Швеции, Испании есть руды, свободные от фосфора. Но в Германии, Бельгии и других странах таких руд почти нет.

Выходило, что бессемеровский способ применим не везде.

Только в 1878 году молодые английские изобретатели Сидней Томас и Перси Джиллькрист нашли вещество, с которым фосфор образует прочное химическое соединение и уходит из металла в шлак. Таким веществом оказалась... обыкновенная известь.

Интересно, что известь (в виде доломита ее добавляют к металлу и покрывают ею внутренние стенки бессемеровской печи-конвертера) имеет и другие достоинства. Во-первых, при соединении ее с фосфором выделяется много тепла, и металл разогревается. Во-вторых, отходы процесса — шлак, богатый фосфатом кальция, — отличное минеральное удобрение.

...Керченское месторождение железных руд открыто в начале XIX века. Железа здесь много — не меньше, чем на всем Урале. И все-таки почти до конца прошлого

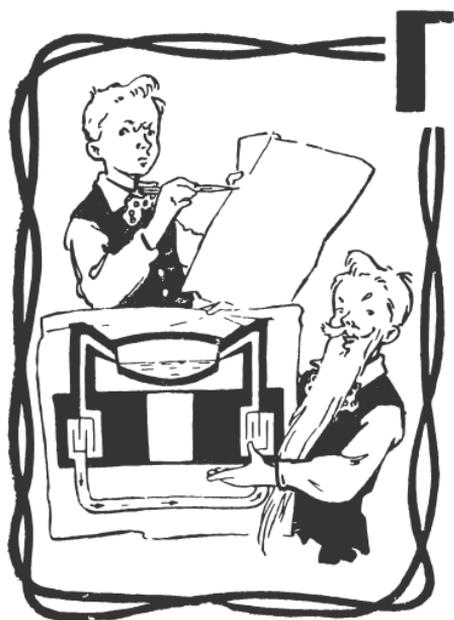
столетия его совсем не использовали. Причина одна — в руде много фосфора. Только после изобретения Томаса и Джилькреста огромные залежи Керченского полуострова сделались полезным ископаемым.

Бессемеровский способ переработки стали даже после всех улучшений до последнего времени давал металл не очень хорошего качества. Но в сравнении с пудлингованием это был крупнейший шаг вперед.

Раньше на выплавку стали тратилось огромное количество времени, топлива, труда. И все равно в пудлинговых печах никакими ухищрениями не удавалось получить жидкий металл.

В бессемеровском конвертере чугун превращался в жидкую, литую сталь почти без всяких затрат. Это было похоже на волшебство: за 15 минут — несколько тонн металла.

О таком способе металлурги не могли даже мечтать. Однако вскоре у бессемерования появился серьезный конкурент — еще один способ выделки стали. Его назвали мартеновским, по имени французов Эмиля и Поля Мартенов, хотя в изобретении принимали участие десятки изобретателей разных стран.



25 ЛЕТ ПОИСКОВ

ГЕНРИ БЕССЕМЕР начал работу, стремясь улучшить чугун. Отец и сын Мартены ставили перед собой тоже небольшую цель: переплавлять негодный металлический лом. Еще в 1772 году, за 120 лет до их опытов, этой задачей интересовался знаменитый физик Реомюр — автор первой печатной работы по выплавке стали.

Они начали опыты на собственном небольшом

заводе в городе Сирейле за 15 лет до Бессемера. В их распоряжении были печи, сколько угодно обрезков и кусков старого железа, уголь...

Только результатов не было: металл в отражательной печи не плавился. Теоретически уголь может дать 2000 градусов, даже дрова — 1900. Но топливо в печи сгорает медленно, и тепло теряется вместе с отходящими газами, просачивается через стенки. На практике получается температура лишь 1100.

Примерно тогда же у инженера Сименса, жившего в Германии, появилась мысль использовать для дополнительного нагревания металла ту часть тепла, которая раньше терялась с дымом.

Печь Сименса была необыкновенной. Нагретые от сгорания топлива газы шли не прямо в атмосферу, а проходили по длинному и извилистому лабиринту из кусков глины. Эти куски укладывались между горном, где сгорало топливо, и дымовой трубой. Когда они нагревались, путь газов менялся: их пускали через другой «лабиринт» — холодный. А сквозь горячий начинали засасывать воздух. По пути воздух согревался и, попадая в горн, возвращал тепло, «украденное» у печи газами.

Сам Сименс занимался стекловарением и именно здесь применил этот оригинальный прием. Результаты получились хорошими, и о своих опытах он написал брату-металлургу, жившему в Англии. Тот заинтересовался и попробовал применить новый способ для производства стали. Однако раньше он этим не занимался, и ему пришлось трудно. Мартены, узнав об изобретении Сименса, сразу же поняли: это именно то, чего им не хватало.

Нагретый воздух нес с собой тепло. Температура в печи повышалась, металл наконец удалось расплавить. И уже в 1867 году на выставке в Париже посетители увидели первые изделия из литой стали.

Вначале ни самим изобретателям, ни многочисленным последователям не приходило в голову, что в мартеновской печи можно переделывать чугун в сталь. Главное для них было переработать негодные обрезки металла. Правда, в ходе плавки в печь добавляли чугун. Но делалось это исключительно для экономии топлива. Только позднее сообразили, что главным участником мартеновского процесса должен быть не железный лом, а чугун.

Изобретатели новых способов производства стали

вряд ли слышали о Курской магнитной аномалии. Но прошло немного лет, и технический прогресс связал в один тугой узел изобретения Бессемера и Мартенов с открытием Петра Иноходцева.

РУДНАЯ ЛИХОРАДКА



ГОД — сорок тысяч. 1856 год — три с половиной миллиона. 1913 год — десять миллионов тонн чугуна.

Эти числа — этапы развития английской металлургии. И не только английской. Примерно так же — в одних странах быстрее, в других медленнее — росла выплавка чугуна и стали во всем мире. Металлурги сказали свое слово. Теперь слово было за горняками.

Старые залежи руды, казавшиеся неиссякаемыми, истощались за несколько лет. А многометровые обжоры-домны требовали руды. Цена на нее повышалась. Началась рудная лихорадка.

Профессор Московского университета Эрнст Егорович Лейст обо всем этом, конечно, знал: он был человек образованный. Сын бедного ремесленника из прибалтийского города Ревеля (Таллин), он исключительными способностями и редким трудолюбием пробил себе путь в науку. И наука, а не деньги интересовала его, когда в конце прошлого века он занялся проблемой Курской магнитной аномалии.

С самого начала Лейст был убежден, что странное поведение магнитной стрелки вызвано огромными залежами железной руды. Но на слово ему не поверят — нужны доказательства. Сведения, оставшиеся от предшественников, были отрывочны и не полны. Предстояло делать все заново. И он начал работу.

Работу... Лучше сказать — подвиг. Зимой он читал лекции в университете, а в летние каникулы, на протяжении двадцати лет, он вместо отдыха от зари до зари ходил по узким тропинкам, неся на плечах тяжелые, им самим изготовленные приборы. Он работал один: на помощников не хватало денег. Через каждые два-три километра он устанавливал приборы и проводил наблюдения. Когда магнитная стрелка вела себя особенно беспокойно, остановки делались чаще — через 100—200 метров...

Шли годы. Сведений становилось все больше. Теперь он уже не сомневался — под землей действительно скрываются колоссальные запасы магнитной руды.

Но Геологический комитет — самая авторитетная организация России — отверг его доводы. В заключении было сказано, что существующие геологические данные не дают оснований думать, что под землей есть железная руда. Комитет напомнил, что подобные аномалии наблюдаются в местах, где совсем нет руд, — в Центральных Альпах, в окрестностях Рима...

Лейст мог бы многое возразить: аномалии бывают разные. Неожиданно в спор вмешались владельцы курских земель. Разумеется, они ничего не понимали в научных доводах. Зато они очень хорошо понимали, что, если удастся найти железо, цена на землю сразу повысится. Им было выгодно верить Лейсту, и они поверили.

Люди, которые ничем, кроме охоты, не занимались, приобрели компасы и, рыская по собственной земле, с замиранием сердца следили за магнитной стрелкой.

Всеобщее возбуждение достигло предела. Были выделены средства (впрочем, довольно скромные), и в 1898 году Лейсту поручили начать бурение. Ученый настаивал на одной скважине, зато глубокой. Но куда там! Каждый помещик требовал, чтобы разведка велась на его земле. После долгих споров сговорились на двух.

Ни друг другу, ни Лейсту помещики не доверяли. В местах работ постоянно крутились «наблюдатели». Хотя в бурении никто ничего не понимал, советы и указания давали все.

С каждым пройденным метром сомневающихся становилось все больше. Наконец, когда одна из скважин достигла 245 метров, а железа все еще не было, наступила развязка — помещики отказались платить. Против ученого началась бешеная кампания. Его обвиняли во

всех смертных грехах. Его осуждали известные ученые, от него отвернулись близкие друзья.

Но Лейст упорно и непоколебимо продолжал верить. Каждый год он приезжал в район Курска и вел исследования. Против него настраивали крестьян, его арестовывала полиция. А он месил и месил ногами грязь бесчисленных дорог. К 1910 году ему удалось собрать огромный материал — около 200 тысяч наблюдений!

Началась мировая война, потом революция. Казалось, кому нужны в это время сомнительные исследования скомпрометированного ученого? Но уже в 1918 году, в разгар гражданской войны, Физический институт заслушал доклад профессора и принял решение напечатать его книгу.

Однако Лейст был уже тяжело болен. Отправляясь лечиться в Германию, он взял с собой материалы, чтобы закончить их обработку. Помешала смерть. Собранные с таким трудом данные попали в руки дельцу и авантюристу Штейну. Тот запросил за них огромные деньги — восемь миллионов рублей золотом. Советское правительство отказалось. Так закончилась дореволюционная история Курской магнитной аномалии.

ЕСТЬ ЛИ ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ТРЕВОГИ?



В 1910 ГОДУ на Международном конгрессе геологов обсуждался вопрос о железных рудах и вероятности их истощения. Конгресс рассмотрел материалы 72 стран и пришел к неутешительным выводам: запасов железа хватит еще лет на шестьдесят. К 1970 году они кончатся, и тогда начнется железный голод.

Волнения, собственно, были не очень новыми. Еще две тысячи лет назад

греческие философы считали, что запасы железа истощаются, и с ужасом спрашивали: что будет с человеком? Страх перед железным голодом испытывал Древний Рим. О том же тревожились и в средние века, когда за столетие выплавляли столько железа, сколько сейчас в течение дня производит большой металлургический завод...

Однако в XX веке применение чугуна и стали достигло колоссальных размеров. Может быть, теперь положение с железом в самом деле стало угрожающим?

«Да, — ответили участники Международного геологического конгресса в 1922 году. — Хотя за последние годы обнаружено немало новых месторождений, производство растет так быстро, что мировые запасы железных руд иссякают».

Материалы конгресса были переведены на многие языки. Буржуазные журналисты протрубили в газетах: «Внимание! Внимание! Мы на пороге катастрофы. Миру угрожает страшная опасность — железный голод!»

А через год... Но, чтобы понять, что произошло в 1923 году, придется вернуться к трудному для нашей страны, незабываемому 1919 году.



„ДЕЛО ЭТО НАДО ВЕСТИ СУГУБО ЭНЕРГИЧНО...“

В ИЮНЕ 1919 года в деревне Овсянниково остановился небольшой отряд геологов. Время было тревожное: в окрестностях рыскали банды, ветер доносил тяжелый гул орудий — фронт проходил рядом.

Крестьяне ко многому привыкли. Но бойцы этого отряда вели себя странно. Они по целым дням что-то мерили, записывали. Между собой объяснялись непонятно:

слова вроде русские, а прислушаешься — не поймешь. Поползли слухи. Говорили, будут отбирать землю, что дала крестьянам советская власть.

Приезжие собрали сход. Объяснили, что по приказу Ленина ищут в курских землях железо. И от этого никакого вреда людям быть не может, а польза — огромная. О железе в тех краях никто не слышал, но докладчик сказал — Ленин, и крестьяне поверили.

Уже в следующем году Совет Труда и Оборона принял специальное постановление о всестороннем изучении Курской магнитной аномалии. Все работы, связанные с ее разведкой, признавались «имеющими особо важное государственное значение».

Вскоре, по предложению Владимира Ильича Ленина, была создана Особая комиссия по проблемам Курской магнитной аномалии. Председателем ее назначили Ивана Михайловича Губкина.

Нефтяник — и железо? Ничего удивительного. Трудно было найти человека, который умел бы так чувствовать новое, верить в него, отдавать ему все свои силы, как умел Иван Михайлович Губкин. К тому же речь шла пока не о добыче железа, а о разведке и бурении. В вопросах же разведки и бурения Губкин был одним из крупнейших специалистов мира. В работе комиссии участвовали и другие выдающиеся ученые нашей страны: А. П. Карпинский, А. Н. Крылов, А. Д. Архангельский, О. Ю. Шмидт, П. П. Лазарев, Н. С. Шатский, А. М. Терпигоров.

Но были и противники. Они сомневались буквально во всем: в том, что железо есть, что запасы его велики, что его удастся добыть... Они спорили, доказывали, выступали против. И, может быть, им удалось бы задержать исследование Курской магнитной аномалии — ведь в разрушенной войной и революцией стране на счету был каждый буровой станок, каждый рубль народных средств, — если бы не Владимир Ильич.

Мы много читали о Ленине, о его колоссальном трудолюбии, редчайшей отзывчивости, поразительном умении видеть будущее. И все-таки, когда думаешь о его роли в истории Курской магнитной аномалии, невольно удивляешься снова и снова.

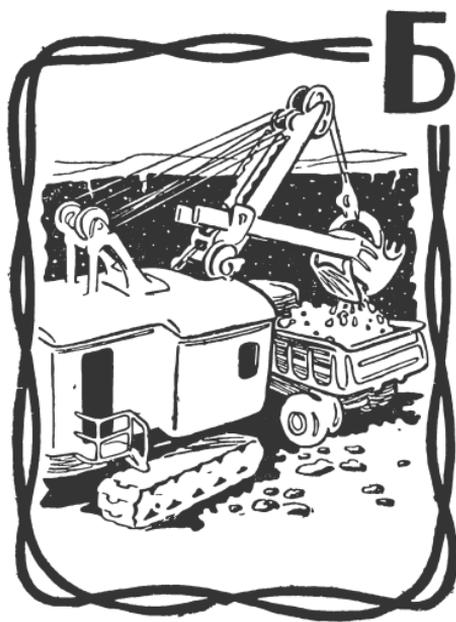
Гражданская война и разруха. Из европейских столиц тянутся нити интервенций. В стране контрреволю-

руды и нагревая ее в доменных печах, мы значительную часть труда и энергии расходует зря: не на железо, а на породу. И чем беднее руда, тем больше труда, энергии и средств тратятся вхолостую.

К тому же, если в руде много породы, доменная печь работает хуже. А очень бедную руду она просто не может плавить. Чтобы справиться с подобным злом, бедную руду, прежде чем подавать в печь, подвергают обработке — обогащению. Ничего ценного в нее при этом не вносят, но удаляют вредные примеси и пустую породу. Руды становится меньше, зато она содержит больше железа.

Для обогащения железа чаще всего применяют воду или магнит. Вода вымывает из руды легкую породу, а тяжелые, богатые железом минералы остаются. Магнит, наоборот, вытягивает эти минералы из мелко раздробленной руды, порода же уносится транспортером.

На практике эти способы совсем не так просты, поэтому они стали широко применяться только в последние годы. А в то время, когда началось освоение Курской магнитной аномалии, железистые кварциты для выплавки железа не использовались — их не считали даже полезным ископаемым.



НАЙТИ — НЕ ЗНАЧИТ ДОБЫТЬ

БОЛЬШАЯ часть руд Курской магнитной аномалии залегает в 400—500 метрах от поверхности. 500 метров как будто не так уж много. Уже в 20-х годах нефть, например, добывали с 600—800 метров. А сейчас 4—5-километровые скважины кажутся довольно обычными.

Но нефть — жидкость. Если разведочная скважина нашла ее, все остальное сравнительно просто:

нефть сама выйдет на поверхность. В крайнем случае, ее можно выкачать насосами.

Железная руда сама на поверхность не выйдет. Ее нужно отбить, отделить от окружающих пород. Чтобы сделать это, человек должен сам добраться до руды. У него есть две возможности: либо поднять месторождение на поверхность, либо опуститься к нему на глубину.

В первом случае с месторождения снимают весь слой лежащих над ним горных пород и уже потом разрабатывают. Экскаваторы зубастыми ковшами впиваются в руду, грузят ее на самосвалы или прямо в железнодорожный вагон без крыши.

Это «открытые» горные работы. Они очень удобны, но, к сожалению, их не везде применишь. Скажем, для вскрытия Гостищевского месторождения Курской магнитной аномалии нужно вынуть 9 миллиардов кубических метров породы. Это примерно то же, что обвести земной шар по экватору каналом глубиной 10 и шириной 20 метров. Миллион лучших землекопов, трудясь круглосуточно, вряд ли кончили бы работу раньше, чем за три года...

Второй путь кажется не таким трудным. Чтобы соединить месторождение с дневной поверхностью, в земле пробивают круглое или прямоугольное отверстие — шахту, точнее, шахтный ствол. Этот ствол никак не сравнишь с нефтяной скважиной: его диаметр измеряется не сантиметрами, а метрами. На глубине от ствола отходят горные выработки: штреки, орты, рудоспуски. Они соединяют ствол с забоем, то есть с местом, где будет производиться выемка руды.

Железная руда очень прочная. Поэтому техника, которую применяют при добыче угля: отбойные молотки, врубовые машины, комбайны, гидромониторы, — используется здесь редко. Обычно руду отбивают взрывами. Бурят неглубокие дыры (шпуры), а в последнее время — скважины глубиной 10—40 метров («минные скважины») и закладывают в них взрывчатку.

Отбитую взрывом породу грузят в вагонетки и подают к стволу. Здесь ходит «лифт» — шахтная клеть. Она поднимает вверх руду и породу, доставляет в шахту людей, оборудование, материалы.

Конечно, чтобы построить подземный рудник, не нужно вынимать так много породы, как при открытых разработках. Но подземные выработки имеют свои недостатки.

В рудниках приходится устанавливать сложную систему вентиляции, насосы для откачки воды, принимать особые меры безопасности. И людям, и машинам под землей негде развернуться, поэтому работают они не так быстро, как на поверхности.

В горном деле всегда есть трудности, но при разработке Курской магнитной аномалии они колоссальны. Можно подумать, что природа нарочно создала это месторождение, чтобы проверить состояние геологии, горного дела и металлургии, устроить человеку экзамен...

Как всегда, первыми держали экзамен геологи. Им предстояло исследовать подземную страну, протянувшуюся на сотни километров. Исследовать без помощи подземоходов: ведь они были не героями научно-фантастического романа, а обычными геологами. Только приборы и редкие «глазки» разведочных скважин (скважин было много, тысячи, но на огромном пространстве они терялись) указывали им дорогу.

Каждая магнитная съемка — серьезная работа, требующая времени, навыков, внимания. Таких съемок геологи провели больше миллиона. Очень аккуратно, с соблюдением масштабов, точки нанесли на бумагу. Ближайшие точки соединили в линии. Соседние линии обвели и заштриховали — получились полосы. Эти полосы обрисовали контуры подземных горных цепей, расположение рудных залежей. Возник первый, так сказать «магнитный», вариант карты.

В какой-то мере он был односторонним, ведь породы имеют не только магнитные свойства. Да и вообще его следовало проверить, уточнить: и людям и приборам свойственно ошибаться.

Снова точки. Теперь подземную страну прощупывают волнами, измеряют силу тяжести в различных местах, электрические свойства пород. Результаты сравнивают между собой, сопоставляют с данными, полученными при бурении разведочных скважин. Так родилась карта страны, которую человек открыл и узнал по приборам.

Раньше думали, что бедные железом кварциты — единственное богатство Курской магнитной аномалии. Геологи доказали ошибочность этого мнения. Они нашли богатейшую железную руду — запасы, измеряемые десятками миллиардов тонн...

Однако возникали трудности в добыче. И не только

из-за большой глубины залегания и высокой твердости пород. Вода — один из самых сильных и коварных врагов человека при освоении Курской магнитной аномалии. В 1936 году вода затопила первую построенную здесь шахту. Есть места, где на пути к железной руде нужно пройти семь водоносных горизонтов, в которых вода «спрессована» под давлением в 50 атмосфер. Разработка месторождений в таких сложных и необычных условиях — второй большой экзамен. Но уже для горных инженеров.

И, наконец, третий. Основные руды Курской магнитной аномалии — железистые кварциты. Предполагаемые запасы этих бедных руд огромны — 10 триллионов тонн, почти втрое больше, чем во всех железорудных районах мира. Научиться их использовать, сделать бедные руды полезным ископаемым — трудный экзамен для металлургов.

ЕЩЕ ОДНА СТРАНИЦА...



В 1960 ГОДУ наша страна выплавил 65 миллионов тонн стали. К 1980 году производство стали должно достичь гигантских размеров — четверти миллиарда тонн. Программа Коммунистической партии, принятая историческим XXII съездом, указывает пути решения этой великой задачи. Наряду с развитием старых металлургических районов будут созданы новые горно-металлургические базы.

Один из них — «в центрально-европейской части СССР на основе освоения железных руд Курской магнитной аномалии».

Трудно представить себе всю сложность проблем, стоящих за словом «освоение». Это и создание сверх-

мощной техники — шагающих и роторных экскаваторов, землесосных снарядов, средств борьбы с водой, — и разработка новых способов добычи, обогащения и плавки руд.

Вот как ведутся, например, работы в открытом карьере по правому берегу реки Осколец. Путь к руде здесь преграждает каменный барьер — десятки миллионов кубических метров породы. Чтобы пробиться сквозь них обычными методами, нужны годы.

...Экскаваторы роют небольшой котлован. Его заполняют водой — получается искусственное озеро. В озеро спускают плавающие землечерпалки особой конструкции — земснаряды.

Тут же работают гидромониторы — «пушки», стреляющие водой. Вода под большим давлением размывает стенки котлована, превращая их в пульпу. Земснаряды засасывают пульпу и по специальным трубам (пульпопроводам) уносят ее на несколько километров в сторону. Буквально на глазах котлован растет и вширь и вглубь... Один этот карьер даст стране 6—7 миллионов тонн богатой железной руды в год!

Много достижений и у металлургов. Новые способы обогащения позволяют использовать железные руды, которые еще вчера считались бесполезными. Очень интересна идея перерабатывать в печах бедные руды без обогащения.

Обычно печь «кормят» воздухом. При таком питании горение идет сравнительно медленно, и температура в печи не может превышать 1900 градусов. Но, если вместо обычного воздуха (на 80 процентов состоящего из газов, не участвующих в горении) направить в печь воздух, в котором кислорода 50—60 процентов, температура в ней подпрыгнет до 3—4 тысяч градусов! При этих условиях печь сможет работать на бедных рудах и даже не на коксе, а на угле.

Уже сейчас кислород широко используется для выплавки чугуна и переработки его в сталь. Еще недавно бессемеровский способ применялся реже мартеновского, так как давал металл худшего качества. Теперь, когда плавку ведут на обогащенном воздухе, в конвертерах удается получать такую же хорошую сталь, как в мартеновских печах. А ведь бессемерование идет в 100 раз быстрее!

История освоения Курской магнитной аномалии — это история развития геологии, горного дела и металлургии в нашей стране. Чтобы сделать полезным ископаемым ее неисчерпаемые богатства, понадобилось найти новые методы выплавки стали и создать машины, способные вынимать тысячи тонн грунта, научиться обогащать руды и бороться с подземной водой...

Именно эти средства помогут нам к 1965 году довести добычу железной руды на Курской магнитной аномалии до 17 миллионов тонн в год, а еще через десять лет — до 70—80 миллионов, больше, чем сейчас дают Англия, Западная Германия, Швеция и Канада вместе взятые. Человек нашей страны заполнит еще одну великую страницу в героической летописи покорения Земли.

КРУГОВОРОТ СОБЫТИЙ



В КОНЦЕ XVIII века академик Иноходцев открывает Курскую магнитную аномалию. Открытие скоро забывается—скромные потребности промышленности вполне удовлетворяют известные месторождения.

В середине XIX века аномалию открывают вновь. Теперь она привлекает внимание ученых. Но не инженеров. Рудой и чугуном промышленность обеспечена, мало стали.

Создаются новые методы переработки чугуна в сталь. Они способствуют бурному развитию промышленности. Промышленность требует руду. А старые месторождения истощаются. В начале XX века над человеком встает призрак «железного голода».

Однако промышленность не только требует, но и дает. Она дает человеку новые, все более мощные техни-

ческие средства. Советские ученые и инженеры в третий раз открывают Курскую магнитную аномалию. Открывают для промышленности богатейшие залежи железных руд, на тысячи лет отодвигая угрозу «железного голода».

А дальше? В Курской магнитной аномалии человек добывает не только руду, но и знания. Знания, которые уже помогли ему открыть и исследовать крупнейшие Ангаро-Питский и Ангаро-Илимский рудные бассейны Сибири, Атасуйское и Соколовско-Сарбайское месторождения Казахстана, новые рудные залежи Урала и Кузбасса...

Еще через тысячи лет истощатся и эти запасы. Однако много раньше человек откроет путь к глубинам, сделает полезным ископаемым несметные богатства Земли.



ПУТЬ ИДЕИ

ЗАГАДКА ОДНОЙ КОЛЛЕКЦИИ

ОН ПРИХОДИЛ рано утром и уходил, когда музей закрывался. Старик сторож, помнивший самого Федорова, привык к Каржавину и уважительно величал его Николаем Акимовичем, хотя геолог был молод.

По тому, как Каржавин часами рассматривал самый неприметный камень, по осторожным движениям пальцев старик понимал: перед ним настоящий ценитель.

Для Каржавина камни жили долгой, интересной, полной приключений жизнью. Ему казалось, что камни помнят сухую, выжженную солнцем и ветром древнюю землю, помнят, как впервые прикоснулись к ним ласковые руки человека...

Большинство минералов было собрано в конце про-

шлого века основателем музея, неутомимым исследователем русской земли академиком Евграфом Степановичем Федоровым. «Евграф Степанович никогда не ошибался, — любил вспоминать старик. — Камень мог определить в темноте. На ощупь. По вкусу. По запаху...»

Каржавин это знал. Однако все чаще он останавливался перед коллекцией, над которой висела четкая табличка: «Убогие железные руды. 1895 год. Северный Урал. Село Петропавловское».

Что это железная руда, было ясно и без табличек. Тот же характерный красный налет окиси железа виден повсюду в районе Кривого Рога. Он лежит на откосах оврагов, на заборах, просто на камнях.

В минералах Федоровской коллекции не чувствовалось привычной тяжести железной руды. Но это было легко объяснимо: ведь руды «убогие», бедные. Сам Федоров в свое время произвел детальный анализ и установил, что железа в них меньше двадцати процентов, остальное — пустая порода.

Объяснение выглядело убедительно. Однако Каржавина не оставляло глухое беспокойство. В камнях ему чудилось что-то очень знакомое, привычное. Но что? Каржавин подолгу рассматривал минералы в лупу. Вот эти маленькие кусочки рудной массы, пожалуй, похожи на бобы. Бобы? «Бобовая структура», — мгновенно сообразил он.

«Спокойнее, — сказал себе Каржавин. — Не надо волноваться». Он встал, нашел подходящий кусок стекла. Долго, с нарочитой медлительностью подыскивал минерал. И вдруг решительно провел им по стеклу.

Железная руда обычно не царапает стекла, а если и царапает, цвет черты должен быть охристо-бурым. Тут черта получалась — это Каржавин почувствовал раньше, чем увидел. И цвет у нее был совсем другой — коричневый...

Решение оказалось настолько ясным и очевидным, что геолог рассмеялся. Как он не догадался раньше? Это же бокситы, типичная алюминиевая руда! «А Федоров? Значит, Федоров ошибся? — сразу же подумал он. И ответил жестко: — Да, ошибся».

Он вспомнил все, что знал о Федорове. Редкая доскональность. Математическая точность анализов. Твердое правило — многократно проверять каждый минерал. Нет,

Федоров не мог ошибиться. Собственные доводы теперь казались не очень убедительными. «Бобы» в минералах слабо выражены. Коричневую черту на стекле могла дать какая-нибудь примесь...

Каржавин кончил работу в этот день позже обычного. Он шел, стараясь думать о вещах посторонних. Бегут наперегонки мальчишки. Лошадь понуро тянет большой воз дров. Тяжело падают первые капли — будет дождь... Но перед глазами, закрывая улицу, стояла четкая табличка: «Убогие железные руды. 1895 год. Северный Урал. Село Петропавловское».

В этой простой надписи было что-то особенное. Каржавин машинально тасовал в сознании слова: «Петропавловское... Убогие руды... Урал... 1895 год...»

Он остановился. 1895 год? Интересно. Алюминий открыт в 1825-м, но широко стал применяться много позднее. Когда же точно?

Теперь он шагал быстро, почти бежал. Крупные капли дождя стекали по его лицу. Каржавин нетерпеливо отмахивался. Он был занят — богатая, хорошо тренированная память рассказывала ему историю алюминия...

УЖЕ ЭЛЕМЕНТ, НО ЕЩЕ НЕ МАТЕРИАЛ



ЖИТЬ НА ЗЕМЛЕ и не иметь дела с алюминием невозможно. И самые обычные породы (гранит или глина), и редкие, ценные минералы (рубин, сапфир, корунд) содержат окись алюминия — глинозем. Человек, сам того не подозревая, употреблял алюминий в глубокой древности, гораздо раньше, чем золото или медь.

Однако, в отличие от меди и золота, алюминий

в чистом, самородном виде не встречается. Он всегда связан с другими химическими элементами, и особенно прочно с кислородом. Если бы человек древнего мира догадался о существовании алюминия, получить его в чистом виде он все равно не смог бы. Ни костер, ни шахтная печь, ни домна не в состоянии «оторвать» этот металл от кислорода — настолько крепко они держатся друг за друга.

Чтобы разделить их, нужна была новая сила, более мощная, чем огонь.

Первый источник электрического тока — вольтов столб, созданный на рубеже XVIII и XIX столетий, — мало напоминал такую «силу». Но уже в 1802 году Василий Владимирович Петров открыл электрическую дугу и с ее помощью получил из окислов некоторые металлы. Через пять лет замечательный английский ученый Гемфри Деви, пропуская ток через растворы расплавленных щелочей, сумел выделить в чистом виде калий и натрий. Он догадывался, что глинозем — тоже окись неизвестного металла, и даже придумал для него название «алюминум», но получить не смог.

Датский физик Ганс Христиан Эрстед, которому в 1825 году это наконец удалось, пользовался совсем иным методом.

Он, а затем и другие ученые — Велер, Бекетов, Девилль — отказались от электричества. Они шли чисто химическим путем — вытесняли алюминий из его соединений металлами: натрием, калием, магнием.

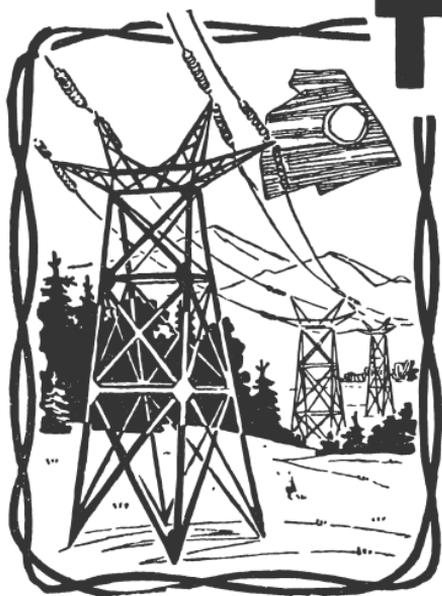
Калий и натрий — металлы дорогие. Ясно, что алюминий, полученный с их помощью, должен был стоить еще дороже. И, хотя цена натрия постепенно снижалась (в 1836 году 7 франков платили за грамм натрия, а через двадцать лет — за килограмм), алюминий оставался дорогим.

К середине 70-х годов прошлого века цена килограмма алюминия упала с 1200 до 50 рублей золотом. Но и это было слишком дорого.

Промышленность не могла использовать такой материал. И потому все его производство не превышало двух тысяч тонн в год.

Чтобы сделать алюминий промышленным материалом, нужны были новые пути. Снова вспомнили об электричестве.

„РАЗНИЦА ВО ВРЕМЕНИ НЕБОЛЬШАЯ...“



ТОЛЬКО не думайте, пожалуйста, что так оно и было: сначала забыли, а потом вспомнили. «Забывчивость» имела свои причины.

Обычно при электролизе вещество растворяют в воде и сквозь раствор пропускают постоянный ток. Пробовали это делать и с алюминием — ничего не вышло. Алюминий отдает кислород, но тут же соединяется с водой. Вместо простой окиси образуется водная окись.

Испытали и другой способ. Деви получал натрий электролизом расплавленной щелочи. Нельзя ли расплавить глинозем? Но окись алюминия плавится при очень высокой температуре — 2050 градусов (любопытно, сам алюминий плавится при 658 градусах). Иметь дело с такой температурой трудно.

А если взять вместо воды другое вещество (чтобы дойти до этого «если», потребовались десятки лет упорного труда) и растворить в нем глинозем? Попробовали. Однако окись алюминия обладает редкой «прочностью» — при пропускании тока разлагается не она, а сам растворитель...

И вдруг в 1886 году Поль Эру во Франции и Чарлз Холл в Америке почти одновременно решили задачу. Оба они, как будто сговорившись, применили для растворения расплавленного глинозема одно вещество. Это был криолит — «ледяной камень», еще в 1800 году найденный в Ивигтуте, на западном побережье Гренландии.

«Ледяной камень» (теперь его получают искусственно) в самом деле обладает замечательными качествами: плавится при 1000 градусов, хорошо растворяет окись алюминия, при прохождении тока не разлагается.

Значит, Эру и Холл открыли эти свойства? Нет, свой-

ства криолита были известны и раньше. Его пробовали использовать Бекетов, Девилль, Розе. И неудачно. Конечно, не потому, что у них было меньше знаний или опыта. Просто Эру и Холл работали в другую эпоху. Разница во времени небольшая — полтора-два десятилетия, разница в технике — огромная.

Для выплавки алюминия нужны мощные источники энергии, средства передачи ее на расстояние (от электростанции к заводу).

Все это создано в течение буквально двух последних десятилетий XIX века. Братья Грамм построили динамомашину. Михаил Осипович Доливо-Добровольский впервые получил трехфазный ток и передал его от Лауффенского водопада во Франкфурт-на-Майне, на колоссальное по тем временам расстояние — 175 километров. Эдисон разработал простейшие плавкие предохранители.

Это был настоящий переворот, великое время электричества. Покидая тесные стены лаборатории, электричество выходило на широкие просторы жизни, становилось оружием промышленности. И почти сразу же новое «оружие» приняло участие в штурме Земли, в превращении глинозема в важнейший материал — алюминий.

Однако на пути алюминия стояло еще одно препятствие. Чистый глинозем в природе встречается редко. Его получают в основном из бокситов — горных пород, в которых окись алюминия смешана с соединениями железа, титана, кремния.

Чтобы отделить ее, нужно много изобретательности. Впервые сумел это сделать русский химик К. И. Байер. Обработывая бокситы щелочью, Байер получил интересный «промежуточный» продукт — алюминат натрия. В обычных условиях он устойчив, но стоит его «поддразнить», внося в раствор немного гидрата глинозема, и весь алюминат натрия сам собой превратится в гидрат. А из гидрата уже совсем несложно выделить глинозем — безводную окись алюминия...

К концу XIX столетия промышленность могла производить много алюминия, тысячи тонн. Но зачем? Вопрос кажется странным, однако в то время он стоял очень остро: никто не знал, что делать с алюминием. «Нет ничего труднее, чем заставить людей применять новый металл», — с обидой писал «энтузиаст» алюминия французский ученый Девилль.

Вряд ли Деви́ль был прав. Люди охотно пользуются новым материалом, если он лучше старых. Алюминий имеет немало достоинств: он почти втрое легче железа, хорошо обрабатывается, не покрывается ржавчиной. Но алюминий — мягкий металл. И это сразу резко ограничило его применение. Трудно сказать, где бы он использовался даже сейчас, если бы...

Если бы не были созданы алюминиевые сплавы. В начале нашего века — дюралюминий, а позднее — силумин, кольчугалюминий.

Что такое дюралюминий? Прежде всего, это алюминий — его около 95 процентов. Но в сплаве есть и другие металлы: медь, марганец, магний. Количество их невелико, сами эти металлы твердостью не отличаются. Однако составленный с их участием сплав обладает новыми качествами: он гораздо прочнее, тверже, устойчивее и алюминия, и меди, и марганца. «Алюминий завоевал мир только после того, как был изготовлен дюралюминий», — писал академик Ферсман.

Алюминия на Земле сколько угодно: гораздо больше, чем железа и угля. Добывать его руду нетрудно: она залегает вблизи от поверхности. Но нужно было открыть электричество и научиться строить электростанции, узнать новые химические реакции и изобрести новые сплавы, прежде чем бокситы стали полезным ископаемым, а сам алюминий — материалом, необходимым человеку.

Трудно назвать отрасль промышленности, где не применялся бы алюминий. Сейчас его производство достигает 6 миллионов тонн в год. За недолгие годы своего существования алюминий опередил самые древние цветные металлы и уступает первенство лишь чугуну и стали.

Если спросить, что общего между самолетом и мебелью, холодильником и многопролетным мостом, пылесосом и моторной лодкой, ответ будет простым: все эти очень разные вещи делают из алюминия и его сплавов. Советский павильон на Всемирной выставке в Брюсселе и штаб-квартира Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке сделаны из алюминия. От детских игрушек до искусственных спутников Земли простираются безбрежные владения удивительного металла — «серебра из глины»...

Но это сейчас. В 1895 году на земном шаре выплавлялось лишь несколько тысяч тонн алюминия, гораздо

меньше, чем цинка, меди или олова. И все-таки алюминиевые руды уже были полезным ископаемым.

Да, на родине алюминия, во Франции, бокситами интересовались. Однако Федоров работал в России...

РОЖДЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ



ТО КАЖЕТСЯ удивительным: у крупнейшего в мире государства, сказочно богатого природными ресурсами, до революции не было алюминия. Возмущаясь этим, профессор Николай Антонович Пушкин писал: «Для большой культурной страны, которая должна стремиться все свои нужды удовлетворять собственными средствами, такой порядок едва ли может быть признан нормальным».

Виновато в этом было царское правительство. Оно вообще мало интересовалось развитием страны и предпочитало своему, русскому, заморское. Виноваты были и иностранные фирмы, получавшие выгоду от продажи и потому всячески мешавшие созданию в России алюминиевой промышленности.

Но существовало и еще одно препятствие, может быть, самое важное. Именно оно тормозило производство алюминия после революции, и потому советская алюминиевая промышленность была создана только в 1929 — 1930 годах, когда препятствие удалось ликвидировать.

Первый крупный алюминиевый завод построили в Швейцарии — в стране, где много горных рек. Первый американский алюминиевый завод находился недалеко от Ниагарской гидроэлектростанции. Наибольшее развитие алюминиевая промышленность получила в Канаде, Италии, Норвегии — странах, богатых водной энергией.

Это, конечно, не случайно. Для производства алюминия нужно громадное количество электроэнергии: 16 — 18 тысяч киловатт-часов на каждую тонну металла. И величина этого тока должна быть колоссальна: 120 — 150 тысяч ампер (для сравнения: в нашей городской сети величина тока около 5 ампер). Ясно, что выплавка алюминия самым тесным образом связана с производством электроэнергии.

Между тем первая российская гидроэлектростанция была построена в Петербурге только в 1883 году на небольшой реке Мойке. В 1913 году выработка электроэнергии в России составляла всего 1,9 миллиарда киловатт-часов в год (этой энергии хватило бы на производство лишь 50 тысяч тонн алюминия).

Так что, если бы академик Федоров и открыл уральские бокситы, они долго оставались бы «бесполезным» ископаемым, как случилось с бокситами, которые открыл в 1916 году в районе Тихвина моряк и краевед Тимофеев...

Сразу же после Великой Октябрьской социалистической революции положение изменилось. Уже в 1919 году при Высшем Совете Народного Хозяйства была организована комиссия по алюминию, и в район Тихвина направили партию геологов. В следующем году вопрос об алюминии обсуждался на I Всероссийском съезде научных деятелей. Но история советского алюминия начинается с осуществления гениального Ленинского плана ГОЭЛРО — строительства мощной сети электрических станций, электрификации всей страны.

В 1925 году была пущена первая крупная гидроэлектростанция на реке Волхове, а уже 27 марта 1929 года на заводе «Красный выборжец» получен первый советский алюминий — всего восемь килограммов. «Этот момент, — писал впоследствии профессор Федотьев, — можно считать возникновением производства алюминия в СССР на волховской энергии и целиком из материалов собственного производства». В том же году началось строительство Опытного алюминиевого завода в Ленинграде, а затем Волховского и Днепровского. Их названия не случайно связаны с первыми в стране крупными электростанциями — алюминий был необходим.

Вот как обстояло дело в 1931 году, когда Каржавин заинтересовался минералами старой Федоровской коллекции.



В СЮ НОЧЬ, не доверяя памяти, Каржавин просматривал книги. К утру он не сомневался — ошибки не было. Евграф Степанович Федоров вовсе не прошел мимо бокситов, он их просто не искал. Для него бокситы были породой — одной из многих, с которыми жизнь сталкивает геолога.

Понять «загадку» Федорова было самым трудным. Остальное, в конце концов, зависело от техни-

ки. В 1931 году геология располагала достаточно надежными средствами определять состав минералов. Каржавин верил в успех, и все-таки результаты анализов потрясли его. «Убогие» железные руды оказались богатейшими рудами алюминия!

К сообщению Каржавина в геологическом управлении отнеслись недоверчиво. Начинать поиски на основании открытия, сделанного в музее по данным прошлого века? Молодой геолог настаивал. И его убежденность действовала. К тому же нужда в алюминиевых рудах была огромная.

Прощаясь с Каржавиным, начальник управления долго жал ему руку и сочувственно кивал головой: «Все верно, все правильно. Однако тридцать пять лет — это, знаете ли, срок...»

Но Каржавин был спокоен.

Перед поездкой он снова ознакомился с записями Федорова и еще раз убедился, насколько строго и тщательно проводились исследования. Можно было подумать, будто Евграф Степанович, заранее предвидя, что по его следам пойдут будущие геологи, оставил им все необходимое.

Каржавин нашел руду очень скоро и именно там, где работал Федоров. Под «красной шапочкой» окиси железа

скрывались бокситы. Огромные запасы ценнейшего алюминиевого сырья.

Так было открыто богатейшее в Советском Союзе месторождение бокситов — «Красная Шапочка».

ТРИДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ



3 А ПОСЛЕДНИЕ годы в нашей стране построены крупные алюминиевые заводы, где самую трудную работу выполняют механизмы и автоматы. Вот, например, Сумгаитский алюминиевый завод.

Громадные по своей протяженности корпуса. С обеих сторон ровные ряды ванн. Ванны похожи на суда, ставшие на прикол. Если в таком судне открыть «люк» — штору, увидишь что-то вроде от-

бойных молотков — толстые анодные штыри (по ним подается ток). Через узкие патрубки в ванну бежит глинозем. Все становится ослепительно белым. И мгновенно, словно розы на снегу, вспыхивают огненные пятна.

Это особый мир, мир со своими обычаями и законами. Он вбирает в себя таинственное сродство химических элементов, рождение и смерть электрических разрядов, рвущих прочнейшие молекулы глинозема на атомы, у каждого из которых своя дорога: алюминий — к катоду, кислород — к аноду.

Где-то под потолком, громяхая, проносится мостовой кран с большим вакуум-ковшом. Он останавливается над ванной, и в это время машинка, напоминающая пулемет, пробивает отверстие — открывает путь металлу.

Еще розовый от жара, он по металлическому шлангу попадает в вакуум-ковш, потом в обычные ковши и серебристой фольгой застывает в небольших корытцах-из-

ложницах, плывущих на неторопливой ленте транспортера.

...Немногим больше тридцати лет назад были получены первые 8 килограммов советского алюминия. С тех пор производство выросло в сотни тысяч раз, алюминиевая промышленность стала в стране одной из ведущих. Советские ученые и инженеры сумели превратить в полезное ископаемое не только старые руды алюминия — бокситы, но и еще недавно «бесполезные» закавказские алуниты, богатейшие залежи нефелинов Хибинских гор и Красноярского края.

О будущем алюминия хорошо сказано в Контрольных цифрах семилетнего плана: «Неограниченные сырьевые ресурсы для получения алюминия, благоприятные условия производства и высокие конструкционные свойства этого металла определяют широкое применение алюминия в машиностроении, авто- и тракторостроении, транспортном машиностроении, судостроении, в строительстве, в производстве товаров народного потребления». Вот почему в ближайшие двадцать лет выплавка алюминия будет расти скорее, чем производство «древних» металлов: стали, чугуна, меди, цинка, олова...



ДВЕ ДОРОГИ

ТЕПЕРЬ вернемся к металлу, с которого начинало человечество, — к меди. Правда, железо и алюминий оттеснили его на третье место. По это не значит, что медь потеряла свое значение. Наоборот, ее роль в промышленности из года в год растет, а значит, растет и производство. Сто лет назад в мире выплавлялось около 60 тысяч тонн меди в год, сейчас — больше 3 миллионов.

Немного позднее вы увидите, что производить медь трудно. И все-таки выплавка непрерывно увеличивается: без меди люди не могут обходиться.

Особенно сильно нуждается в меди электротехническая промышленность — она «поглощает» больше половины всей продукции.

Электродвигатели и различные провода, телефон и телеграф, тончайшие приборы — все это требует меди и только меди.

Очень важны и ее сплавы с цинком (латунь), с никелем (купроникель) и, конечно, всевозможные бронзы. Без меди не может обойтись ни автомобиль, ни тепловоз (например, в одном тепловозе марки «ТЭ-Щ» «спрятано» около 20 тонн меди), ни стиральная машина, ни военная техника.

Итак, медь очень и очень нужна человеку. И если вы прочтете, что в такой-то отрасли медь заменили другим металлом или сплавом, знайте: это не потому, что медь хуже. Просто ее трудно выплавлять, и, естественно, она стоит дорого.

Казалось бы, в наше время не должно быть особых трудностей, ведь еще первобытный человек умел выплавлять медь на кострах. Но сейчас человеку и легче и труднее, чем тысячи лет назад. Почему легче — ясно. Его знания, умение, опыт неизмеримо выросли. В его распоряжении огромные силы: тепловые, химические, электрические, внутриатомные. Ему подчиняются сложнейшие машины. Удивительно чуткие приборы производят изменения. Автоматы «сами» регулируют все, что нужно: давление, температуру, напряжение, скорость...

Почему же теперь выплавлять медь труднее, чем раньше?

Медь — металл сравнительно редкий. В древние времена это не имело значения — ее добывали мало. И разрабатывали самые богатые руды, лежащие на поверхности или неглубоко в земле. Но постепенно запасы руд истощались, а потребность росла.

Перед человеком было две дороги: либо в поисках богатых руд уходить на глубину, либо использовать бедные руды.

Человек выбрал оба пути. Если в прошлом веке медный рудник в 80—100 метрах под землей считался глубоким, то сейчас на Урале есть шахты глубиной

700 метров, а наклонная шахта на медном руднике Квинси в Америке ушла на 2134 метра от поверхности. К слову сказать, золото добывают иногда еще с большей глубины: в Индии, на рудниках Колар, — с 3072 метров, в Южной Африке — с 3353 метров!

И все же это не основной путь. Строительство сверхглубоких шахт и работа в них требуют огромных затрат, связаны с опасностью. Поэтому главное внимание человек сосредоточил на другом — на использовании бедных руд. Сто лет назад полезным ископаемым считали руды, в которых было не меньше 15 — 20 процентов меди. Сейчас, если в руде есть хотя бы один и даже полпроцента меди, ее считают полезной и разрабатывают.

Главную роль в использовании бедных руд сыграл новый способ обогащения — флотация.

ЖЕНЩИНА СТИРАЛА БЕЛЬЕ...



РАССКАЗЫВАЮТ, будто именно так была изобретена флотация. Жена рудокопа стирала в мыльной воде одежду мужа. И вдруг обратила внимание, что в пене собирается рудная пыль, а песок и глина оседают на дно корыта. Из этого наблюдения и родилась флотация... Не знаю, был ли такой случай в действительности.

Если и был, все равно это лишь один из многих

эпизодов большой и сложной истории флотации.

Уже греческий ученый Геродот отлично знал, что породы по-разному относятся к смачиванию. Почти так же давно замечено, что тела тяжелее воды могут плавать на поверхности (убедиться в этом легко: осторожно опустите на воду иголку, смазанную жиром). Однако флота-

ция, то есть способ обогащения руд «всплыванием», появилась совсем недавно — в начале нашего века.

И это не случайно. Пожалуй, трудно найти изобретение, где бы так ясно, так отчетливо ощущалось расстояние между идеей и ее использованием в промышленности.

Насколько принцип флотации прост («в пене — руда, песок и глина — на дне»), настолько сложно его осуществление на практике.

Горную породу, содержащую металл, дробят в тонкий порошок. Порошок специальными механизмами взбалтывают в воде и добавляют небольшие количества особых веществ — «масел» (флотореагентов). Получается смесь — «пульпа», похожая на пену.

Пока как будто ничего особенно мудрого. Но сделаем следующий шаг — заглянем в самую «кухню» процесса, в действие флотореагентов.

Если мы еще не потеряли способности удивляться, у нас разбегутся глаза. Как солнечный луч, пропущенный через призму, распадается на гамму цветов, так капля «масла» при детальном знакомстве оказывается сложнейшей смесью самых разнообразных веществ.

Одни из них — «пенообразователи» — способствуют появлению в смеси воздушных пузырьков. Другие — «собиратели» — обволакивают зерна металла тончайшей пленкой, которая облегчает прилипание этих зерен к пузырькам воздуха. Третьи — «побудители» — помогают «собирателям» закрепляться на частицах металла. Четвертые — «подавители», — наоборот, мешают им обволакивать пустую породу. Пятые — «регуляторы среды»...

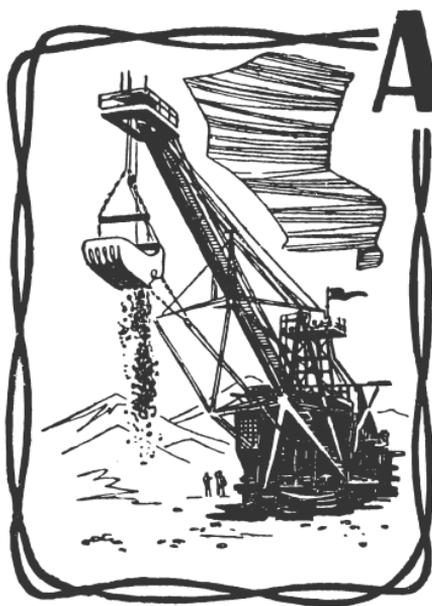
Но достаточно! Ясно, сколько лабораторий трудились над флотацией и можно ли было ее изобрести, стирая белье...

Когда флотореагенты с ювелирной точностью проделали свою часть работы, начинается самое интересное. Пузырьки воздуха превращаются в маленькие аэростатики, к которым накрепко «привязан» груз — зерна руды. Эти аэростатики рвутся вверх (ведь воздух легче воды) и выносят с собой на поверхность частицы руды. «Металлическую» пену собирают и высушивают, получая порошок чистой руды — концентрат.

Флотация делает богатыми очень бедные руды: содержание в них металла повышается с 1 — 2 до 50 — 60 про-

центров. Она позволяет не только очищать руду от пустой породы, но и разделять между собой руды разных металлов. Можно, например, подобрать «масла» так, что на поверхность всплывут сразу все ценные минералы. А можно сделать хитрее: взять такое масло, чтобы оно «выбрало» и подняло наверх только один металл. Потом взять второе, которое «предпочитает» другую руду... И так — пока не будет выделено все, что нам нужно.

Флотация превратила в полезное ископаемое огромные залежи медной руды Коунрадского месторождения в Казахстане. Сделала сырьем для алюминиевой промышленности апатитовые руды Кольского полуострова. Дала возможность вырабатывать на Норильском металлургическом комбинате никель и серу, кобальт и платину, селен и теллур...



БОЛЬШАЯ СЕМЬЯ

АЛЮМИНИЙ и медь — главные представители семьи цветных металлов. Я бы сказал — великой семьи, потому что из 102 элементов, известных человеку, 63 относятся к цветным металлам.

Дело, однако, не только в количестве. Давние и прочные отношения связывают семью цветных металлов с техническим прогрессом.

Добыча и переработка многих цветных металлов

очень сложна. Только прогресс сделал их доступными человеку. В свою очередь, цветные металлы оказывают прогрессу поистине неисчислимы услуги. Если вы прочтете, что изобретен совсем новый электровоз, необычный станок, точнейшая «думающая» машина, не сомневайтесь — в них обязательно присутствуют цветные металлы.

В великой семье цветных металлов огромное разнообразие «характеров». Здесь можно подобрать металл с любыми свойствами: очень легкий и очень тяжелый, такой, что будет плавиться только при очень высокой температуре и, наоборот, станет жидким в руках. А ведь есть еще сплавы цветных: легкие, твердые, прочные, жароустойчивые...

Когда-то человек обходился тремя — пятью металлами.

Даже перед Великой Октябрьской социалистической революцией в России добывалось лишь 16 элементов — 1/7 часть того, что знаем и используем мы.

Сейчас этому трудно поверить. Ведь, если отнять хоть один из известных элементов, человек сразу почувствует себя беднее. Самые разнообразные отрасли промышленности вдруг ощутят нехватку чего-то, может быть, и небольшого, но очень важного. Вот почему в семилетнем плане, в Программе КПСС с замечательной зоркостью учтены и материалы, добыча которых составляет десятки и сотни миллионов тонн, и другие — счет по которым пока ведется на килограммы.

К 1965 году добыча цветных металлов примерно удвоится. В этой «арифметической» операции огромный смысл. За ней — сотни новых мощнейших машин, их нельзя было бы построить без этих металлов. Тысячи точнейших приборов, которым «цветные» необходимы, как человеку — хлеб. Открытия и изобретения — их помогут сделать цветные металлы...

Так будет. Но человеку ничто не дается даром. «Вдвое больше цветных» — это ежегодно 400 миллионов кубических метров горной породы, которую нужно добыть, обогатить, переплавить. А за этим — напряженный труд ученых, настойчивость инженеров, будничные и героические труд рабочих.

...В газетах пишут: комсомольцы из города Комсомольск-на-Амуре нашли цинк и олово, свинец и медь. В горах Сихотэ-Алиня инженеры Г. И. Курбетьев, Г. И. Косилов, О. А. Шумков и другие создали чудесную машину «Сихали», во много раз убыстряющую флотацию.

Для ускорения выплавки кислород начинают применять не только в доменных и мартенах, но и при получении никеля, меди, цинка. Строятся карьеры производи-

тельностью в десятки миллионов кубических метров руды в год.

На штурм «цветных» брошены роторные и шагающие экскаваторы, 25—40-тонные самосвалы, электровозы, мощные гусеничные тракторы, бульдозеры, 120-тонные саморазгружающиеся вагоны-думпкары, новые способы обогащения, станки для бурения... огнем. У цветных металлов великое будущее!



УДИВИТЕЛЬНАЯ СУДЬБА „РЕДКИХ“

„ЛЕГЕНДАРНОЕ СОБЫТИЕ
В ОБЛАСТИ ХИМИИ...“

В ПРОСТОРНОМ кабинете ученого ничего лишнего: письменный стол, шкафы с книгами, таблица элементов, портреты нескольких очень дорогих ему людей.

Создатель периодической системы Дмитрий Иванович Менделеев строг и к вещам и к людям. Но особенно — к себе.

У него много друзей; есть, однако, и недруги. Может быть, потому, что в своей работе он всегда помнит слова великого естествоиспытателя Бюффона: «Собирайте факты — из них родится мысль».

Мысль? От алхимиков к химикам перешла почти мистическая боязнь «мысли» — системы, закона, вера в то, что каждый элемент, каждое вещество ведут себя по-

разному и узнать их свойства можно только в лаборатории, в сотнях экспериментов.

Он тоже ценит и любит опыты. До сих пор, входя в лабораторию, он волнуется. Но опыты — не самоцель. Раньше опытов, освещая им дорогу, и после них, понимая и оценивая результаты, должна идти мысль. Так во всякой науке, так будет и в химии...

Несколько лет назад Леверье с помощью расчетов открыл неизвестную планету — Нептун. Вспомнив, какой поднялся шум, Дмитрий Иванович улыбнулся. Ученого называли «кабинетным астрономом», о его открытии иронически писали, что оно сделано «на кончике пера». А ведь Леверье исходил из непреложных законов физики и математики, в существовании которых никто не сомневался.

А он? Его идея гораздо более рискованна. О периодической системе до сих пор спорят. И на основании этой «спорной» системы он решился на совсем уже неслыханное дело: предсказывать свойства еще не открытых элементов, элементов, которых никто и никогда еще не видел!

В его таблице есть «белые пятна» — пустые клетки. Если система правильна, свойства новых элементов можно предугадать. Чем-то они будут напоминать соседей, чем-то от них отличаться. Чем именно, он уже может сказать. А это значит, что новые элементы удастся найти скорее и периодический закон выполнит свою первую работу на службе человечеству.

Его пробуют отговаривать. Он профессор, у него мировое имя. Выводы его интересны, но к чему рисковать. Пусть они полежат в кабинете. Подождут, пока элементы в самом деле откроют: не на бумаге, а в лаборатории. Тогда будет совсем нетрудно доказать, что он открыл их еще в 1870 году...

Дмитрий Иванович слушает. Не для того он искал столько лет, чтобы сейчас выжидать. Периодическая система — не картина, с которой осторожно стирают пыль. Она должна работать: бороться и спорить, объяснять непонятное и предсказывать будущее. Для того она создана.

Дмитрий Иванович молчит. К чему возражать? И тот, кто его уговаривает, чувствует: убеждать бесполезно. Для этого спокойного, очень вежливого человека есть

только один довод: наука. Все остальное, что касается лично его, профессора Менделеева, особого значения не имеет.

3 декабря 1870 года на заседании Русского физико-химического общества он выступает с докладом. В следующем году появляется его статья о применении периодического закона к определению свойств еще не открытых элементов.

Названия элементов пока условны: экабор, экаалюминий, экасилиций (это надо понимать так — «следующий за бором», «следующий за алюминием»...). Свойства их, однако, он называет довольно точно: атомный и удельный вес, точку плавления, отношение к другим химическим элементам.

Эти элементы еще не открыты, а Менделеев решает-ся предугадать их будущее.

«Мне кажется, — пишет он, — наиболее интересным из несомненно недостающих металлов будет тот, который принадлежит к IV группе аналогов углерода, это будет металл, следующий тотчас за кремнием, и потому назовем его экасилицием» (силиций — другое название кремния).

Сам Менделеев не думал, что доживет до открытия предсказанных им элементов. Но уже в 1875 году французский химик Лекок де Буабодран нашел галлий («экаалюминий»), в 1879 году Нильсон получил скандий («экабор»), и, наконец, в 1886 году с помощью спектрального анализа был обнаружен «экасилиций» — германий...

«Гениальное предсказание Менделеевым свойств экасилиция за 15 лет до его открытия Винклером, — писал недавно английский ученый, — явилось легендарным событием в области химии».

Однако шли десятилетия, а металл, который великий русский химик считал «наиболее интересным», почти не привлекал внимания ученых и инженеров, и даже перед началом второй мировой войны имел весьма ограниченное применение.

И вдруг...

Но начало этому «вдруг» было положено гораздо раньше, в конце прошлого века, и затронуло совсем другую группу редких — так называемые радиоактивные элементы.



И ТАК, все началось с того, что Вильгельм Конрад Рентген сделал открытие, а Анри Пуанкаре ошибся. Открытие Рентгена знает каждый: это знаменитые рентгеновы лучи, которыми пользуются сейчас в больницах.

Ошибка Пуанкаре известна меньше. Узнав об открытии Рентгена, он высказал мысль, что лучи (тогда их называли «ислучами») испускают все сильно фосфоресцирующие

вещества. Если такое вещество выставить на солнце, оно потом еще долго светится в темноте (вспомните «светящиеся» циферблаты часов).

Предположение Пуанкаре произвело большое впечатление на ученых. Началась настоящая «охота» за ислучами. Чтобы обнаружить их, ученые брали облученное солнцем фосфоресцирующее вещество и помещали его на фотографическую пластинку, завернутую в черную бумагу. Среди этих ученых был и французский исследователь Анри Беккерель.

Он пробовал разные вещества, но на пластинках получались лишь смутные расплывчатые пятна. Тогда он взял соль урана — элемента мало кому известного. Неожиданно изображение оказалось удивительно четким.

Никакого открытия здесь пока не было. Ученый решил, что уран обладает более сильными фосфоресцирующими свойствами, чем другие вещества, которые он пробовал. Но однажды опыты пришлось из-за дождя отложить на несколько дней.

Все это время соль урана лежала в темноте на пластинке, обернутой в черную бумагу. На всякий случай ученый проявил ее и был поражен — изображение получилось еще более ясным, чем раньше.

Странно, загадочно, необъяснимо. Он повторял опыты много раз. Результат оставался прежним: соли урана

испускали лучи, свободно проходящие через черную бумагу. И это не была фосфоресценция, ведь она проявляется только тогда, когда вещество долго держат в лучах солнца.

Опыты Беккереля стали известны и сразу привлекли внимание к никому не нужному урану. Ненадолго. Прошло несколько лет, и уран снова был забыт. Как ни странно, но «виноваты» в этом замечательные ученые Мария и Пьер Кюри. Они обнаружили, что некоторые соединения урана ведут себя удивительно: дают лучи более сильные, чем сам уран! К тому времени ученые исследовали уже все известные науке элементы и знали, что среди них нет ни одного, который мог бы сравниться с ураном. Оставалось предположить, что «автором» лучей является новый элемент.

Мария и Пьер Кюри были бедны. Австро-Венгерское правительство сделало «широкий жест»: подарило им две тонны урановой руды. Жест оказался выгодным: правительство показало свою «любовь» к науке, а руда почти ничего не стоила... Ученые работали в дырявом сарае, где зимой гулял ледяной ветер. На покупки не хватало средств. Приборы они делали сами. Главным «инструментом» были руки.

Очень скоро было установлено, что новый элемент в урановом минерале содержится в ничтожном количестве. Для получения хотя бы долей грамма придется переработать горы руды. И два человека, не давая себе ни дня отдыха, работали годы.

Открытие сделано. Даже два открытия, потому что в урановой руде найдены два новых элемента: полоний и радий. Особенно интересен радий. Он излучает в несколько миллионов раз сильнее, чем уран. Это свойство Мария Кюри называет радиоактивностью. Испуская лучи, радий медленно распадается, превращаясь — это похоже на чудо! — в легкий гелий и в тяжелый свинец...

С тех пор как на смену алхимии пришла химия, ученые знали: химические элементы не могут менять своих свойств и превращаться друг в друга. Это основа основ, фундамент, на котором стоит наука.

И вдруг фундамент стал рушиться. Испуская поток лучей, радий медленно, но верно превращался в свинец и гелий. Он вел науку вперед, в XX век, а ученым казалось, что радий возвращает их к алхимии. Тут уж было

не до урана — даже великие Кюри выбрасывали его как «пустую породу».

Логика прогресса — сложная логика. Открытие радия заставило на время забыть об уране. Но это же открытие подготовило его будущее торжество.

На Земле радий встречается редко. Такие «редкие» элементы были известны ученым и раньше. Однако добывать их трудно, и особым вниманием они не пользовались. Радий же сразу приобрел настолько большое значение, что отблеск его славы лег на всю группу «редких».

И еще одно сделал радий. Начатый его открытием переворот в науке вызвал переворот в промышленности. Развитие авиации и ракет, электронных систем и радио, атомной техники и автоматических устройств требовало новых материалов.

Не только наука, но и промышленность заинтересовалась редкими элементами. Особенно когда обнаружилось, что они обладают исключительно ценными свойствами. Будто, создавая их, природа знала: настанет день и на смену паровой машине придет атомная установка...

Но редкие элементы недаром называли «бастионом недоступности периодической системы». Бастион не удавалось взять с помощью обычных средств штурма: буровой установки, огня, электричества. Больше того. Каждая группа редких элементов, как отдельная башня, была заперта своим собственным, особым замком. Ключ, подходивший к одному замку, не годился для других. И чем дальше человек проникал в «бастион недоступности», тем замки становились сложнее. Чтобы открывать их, нужны были самые разнообразные, казалось бы, очень далекие от геологии знания.

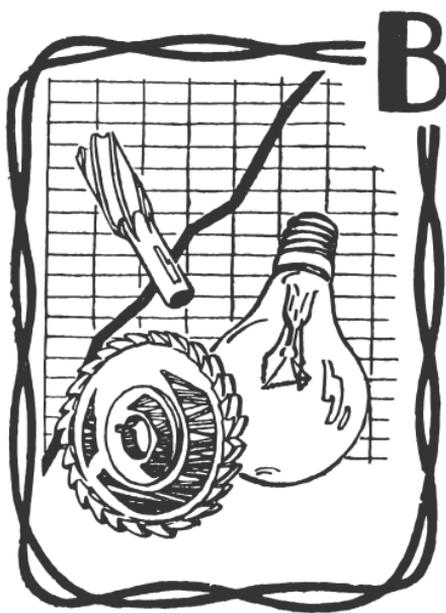
Еще лет тридцать назад человечество легко обходилось в год всего несколькими десятками тонн урана. В то время не очень богатая урановая руда была для геологов «бесполезным» ископаемым.

Потом произошел переворот. Ученые совсем другой специальности — атомной физики — открыли цепную реакцию деления ядер урана. При реакции выделяется колоссальная энергия: килограммовый кусочек урана может заменить два товарных состава лучшего донецкого угля!

Впрочем, добыть этот килограмм не легче, чем тонны угля. Трудность не в том, что урана в природе мало. В земной коре его в тысячу раз больше, чем золота, гораздо больше, чем серебра, йода, ртути. Но содержание его в рудах чаще всего незначительно. Руда, в которой 3 процента урана, считается «богатейшей». Обычно же для получения килограмма металла перерабатывают больше тонны породы.

Над проблемой извлечения урана из руды трудились целые коллективы ученых. После долгих поисков была найдена жидкость, которая растворяет уран и не растворяет горные породы. Однако вместе с ураном в раствор попадают другие металлы — железо, молибден, алюминий. Пришлось разрабатывать средства борьбы с непрошенными спутниками. Затем из раствора нужно извлечь сам уран. Для этого используются вещества, с которыми уран образует соли, нерастворимые в жидкости и выпадающие в осадок. В тонне урана должно быть не больше одного грамма примесей. Чтобы добиться такой чистоты, металл подвергается еще многим сложным операциям. Неудивительно, что даже «грязный», необработанный уран стоит пока дороже серебра.

ПРОЧНЕЕ СТАЛИ — СТАЛЬ!



В 1864 ГОДУ англичанин Роберт Мюшет добавил к стали около 5 процентов вольфрама. Результат получился удивительный. Токарные резцы, сделанные из «самокала Мюшета», обрабатывали металл в полтора раза быстрее, чем инструмент из обычной, «углеродистой» стали.

Впрочем, если вспомнить историю, ничего особенно неожиданного тут не было. Еще до Мюшета

русский металлург Павел Петрович Аносов в поисках тайны булата сплавлял со сталью магний и хром, алюминий и кремний, титан и марганец. Тогда же он установил, что незначительные примеси постороннего металла меняют «характер» стали: она делается тверже или мягче, гнется или ломается, лучше или хуже обрабатывается.

Однако во времена Аносова и позднее, когда работал Мюшет, в мире выплавлялось совсем немного стали и ее качество не имело особого значения. Поэтому прошло почти сорок лет, прежде чем на смену самокалу Мюшета пришла быстрорежущая сталь. «Быстрорез» содержал 8 процентов вольфрама и резал металл со скоростью 16—18 метров в минуту, то есть в 2—2,5 раза быстрее, чем раньше.

В начале текущего века вольфрамом заинтересовались и по другой причине. Из него начали делать нити накаливания — «волоски» электрических лампочек. Лампочки стали служить гораздо дольше, а расход энергии снизился во много раз. Добыча вольфрама, еще в конце XIX столетия составлявшая 200—300 тонн в год, к 1920 году поднялась до нескольких десятков тысяч тонн.

А между тем вольфрам — металл редкий. Его на Земле гораздо меньше, чем урана, галлия, почти неизвестного иттрия. Добывать и перерабатывать вольфрам трудно. И, может быть, тысячи тонн его руды лежали бы до сих пор в земле, если бы не та огромная роль, которую вольфрам играет в сплавах.

Количество элементов, «населяющих» периодическую систему, ограничено ста двумя (правда, совсем недавно получен сто третий элемент, но он пока даже не имеет названия). Сплавов же, то есть различных сочетаний, комбинаций этих элементов, можно создать миллионы и миллиарды. И каждый из сплавов будет иметь свои особые свойства, не похожие на свойства других.

Иногда сплав путают с химическим соединением. А это совсем не одно и то же. В химическом соединении элементы, из которых оно складывается, всегда находятся между собой в строго определенном отношении. Например, вода состоит по весу из двух частей водорода и шестнадцати частей кислорода. Если вы захотите получить воду, которая богаче водородом, чем обычная, и дадите его сверх «нормы», из этого ничего не получится. Вода

будет иметь прежний состав, а избыток водорода окажется «третьим лишним».

В сплавах элементы чаще всего не вступают в соединения, а растворяются один в другом. Тут уж мы сами выбираем соотношения. В стакан чаю можно положить и кусок сахара, и два, и три. Сахар растает, или, говоря научно, растворится в воде. Примерно так же растворяется в железе углерод. Когда его немного, сталь получается мягкая. Увеличивая количество углерода, сталь делают все более твердой, пока она не превратится в чугун...

Сплавы можно «составлять» из двух, трех и многих элементов. Каждый из элементов можно брать в разных количествах. В зависимости от этого характер сплава будет меняться. Вот какое богатство (и трудность) выбора у химиков!

Вольфрамовые сплавы обладали многими замечательными качествами. Однако требования человека к материалам все время росли. Металлурги начали добавлять в сталь другие металлы. Среди них были и очень редкие, названия которых знали только химики. Но металлурги хорошо помнили, что вольфрам тоже недавно считался редким...

И они были правы. Среди «редких» удалось найти немало металлов, ничтожная добавка которых придавала стали чудесные свойства. Всего 0,3 процента молибдена делают сталь прочной и пластичной. «Если бы не было ванадия, не было бы автомобиля», — сказал в свое время Генри Форд, начавший карьеру с изготовления осей автомобиля из ванадиевой стали.

Сталь с добавкой малоизвестного металла ниобия сваривать гораздо легче, чем обычную, и шов получается прочнее. Этот сплав хорошо переносит высокие температуры, прочен, не боится кислот и щелочей. Неудивительно, что он проник в «святая святых» современной техники — в производство атомных реакторов. Из сплавов с участием тантала делают самую ответственную химическую аппаратуру.

Это лишь некоторые из «редких». Они произвели настоящую революцию в сплавах. Реактивный самолет из стали 1900 года не смог бы взлететь — он оказался бы слишком тяжелым и громоздким; турбину мощностью в 100 тысяч киловатт нельзя было бы заставить работать.

В начале века машиностроители имели всего десять марок стали и цветных металлов; сейчас только в авиации их больше трехсот.

Производство редких металлов дело такое сложное, что, скажем, мировая добыча ниобия в 1953 году равнялась... нулю. Но уже в 1962 году она должна была достичь 500 тонн. Это огромное количество, если вспомнить, что путь к каждому грамму металла лежит через тонны пустой породы.



ЛЕГЧЕ ВОДЫ

ВРЯД ЛИ вам приходилось видеть металл, который не тонет в воде и даже в бензине. Литий не тонет. Его удельный вес— 0,53. Литий почти вдвое легче воды, в пять с лишним раз легче алюминия, в шестнадцать раз легче железа.

Хорошо бы... Впрочем, незачем объяснять, как чудесно было бы делать из такого легчайшего металла самолеты, корабли, дома, мосты.

Увы, до этого далеко. Не потому, что производство лития особенно сложно. Хотя литий на Земле встречается редко, советским ученым Н. А. Изгарышеву и С. А. Плетневу уже в 1934 году удалось разработать надежный способ получения металла действием электрического тока.

Но литий поразительно активен, и это его «замок», к которому очень трудно подобрать ключ. Литий вступает в реакцию буквально с каждым элементом. Если его берут в руки, он реагирует с кончиками пальцев. Когда пользуются пинцетом, он действует на пинцет. Его топят в бензине, а он всплывает и немедленно загорается — настолько бурно идет его окисление на воздухе.

О мостах и самолетах из лития можно пока только мечтать. Однако за последние двадцать лет его производство выросло в 60 раз, а это кое о чем свидетельствует.

Литий играет важнейшую роль в термоядерных реакциях, при которых выделяется больше энергии, чем даже при распаде урана. Одного этого было бы достаточно, чтобы обеспечить новому металлу прочное будущее.

Литий находит все новые области применения. Еще в тридцатые годы советский ученый Ф. А. Цандер предложил использовать некоторые металлы в качестве... горючего для ракет. Сейчас литий уже применяют на «химических» самолетах, ведь при его сгорании выделяется много энергии. В последнее время появились сообщения, что литий «проник» на самолет и совсем в другом качестве. Специальный литиевый огнеупор — ступалит — обладает исключительной твердостью и жаропрочностью, из него начинают делать самые ответственные детали реактивных двигателей.

Охотно поглощая водород, литий легко с ним расстается. А это очень удобно, чтобы заполнить в нужный момент газом надувную лодку или воздушный шар.

В сравнении с литьем даже бериллий кажется «тяжелым», а он в полтора раза легче алюминия. Зато бериллий имеет много других преимуществ. Он обладает высокой твердостью и плавится при температуре около 3000 градусов. В обычных условиях бериллий не реагирует ни с водой, ни с воздухом, и, хотя он ядовит, обращаться с ним проще, чем с литьем.

Однако путь к нему преграждает особый «замок». Хотя бериллия на Земле довольно много, его минералы почти не образуют месторождений. Поэтому поиски и добыча его сложны, и даже сейчас получение металлического бериллия требует огромного труда.

Но бериллий стоит того! Добавка к меди лишь 2,5 процента этого металла дает бронзу, по твердости не уступающую лучшим сортам стали. Из бериллия делают и замечательные пружины — упругие, не знающие «усталости», и контакты рубильников, которые совсем не «искрят». Другие области применения бериллия почти те же, что и у лития: атомная техника, металлургия, топливо для реактивных самолетов, управляемых снарядов, ракет...

Бериллий открыт Вокелэном в конце XVIII века. Но еще в тридцатых годах нашего века он фактически не применялся. А в 1956 году мировое производство бериллия превысило по одним данным 400, а по другим — 6000 тонн. Почему нет точных данных, вы легко поймете, если вспомните о «холодной войне» и вернетесь немного назад, к перечислению областей, где применяется бериллий.

КОГДА О НЕМ ВСПОМНИЛИ



ЛИ ГОДЫ. Многие материалы, когда-то считавшиеся бесполезными, давно уже широко использовались. А германий по-прежнему не находил применения. Пробовали употреблять его вместо кремния в производстве оптического стекла. Стекло получалось лучше и несравненно дороже.

Сделали попытку сплавлять его с другими металлами. Сплавы получались неплохие, но тот же

результат можно было получить гораздо дешевле и проще, пользуясь старыми, давно известными металлами.

Раз так, какой смысл тратить время и силы на новый металл? А времени и сил нужно много. Дело не в том, что германий такой уж редкий металл. На Земле его больше, чем свинца, мышьяка или ртути. Но германий (как и его «родственники»: галлий, индий, таллий, селен, теллур, гафний, рений, кадмий) распылен, «рассеян» на больших пространствах и очень редко образует скопления. Уголь, в котором 0,003 процента германия, считается довольно богатой «рудой». А ведь чтобы получить из него килограмм металла, нужно переработать вагон угля!

Ясно, что на такие жертвы стоило идти, если бы германий обладал какими-нибудь особенными, исключи-

тельными качествами. А коль скоро вместо него можно взять самые обычные металлы, возиться с его добычей ни у кого не было желания. Неожиданность пришла совсем недавно, в годы второй мировой войны, и оттуда, откуда ее меньше всего ждали, — из электротехники и радиотехники.

Когда я учился в школе (а это было сравнительно недавно), мне объясняли, что с «электрической» точки зрения все материалы делятся на две группы: проводники и изоляторы. Проводники (большинство металлов) хорошо проводят ток и используются как раз с этой целью. Изоляторы (фарфор, резина, эбонит, кварц, слюда, асбест, янтарь) тока не проводят и служат как бы плотиной — не пускают ток туда, куда ему не следует идти.

Правда, большая часть окружающей нас неорганической природы состоит из «промежуточных» веществ, полупроводников (многие минералы и руды, отдельные элементы, соединения металлов с кислородом или серой и т. д.).

Однако электрики относились к ним неодобрительно: полупроводники были и плохими проводниками тока, и скверными изоляторами...

Но немногие исследователи — среди них видный советский ученый, лауреат Ленинской премии академик А. Ф. Иоффе — твердо верили, что полупроводники еще скажут свое слово. Сейчас, когда слово сказано, их работа кажется естественной. А между тем какой энергией, настойчивостью, верой в успех нужно было обладать, чтобы вести поиски, которые многие ученые считали безнадежными.

О полупроводниках написаны книги. Я ограничусь тем, что приведу высказывание академика Иоффе: «Современная физика знает две области, от которых мы ждем наиболее крупных сдвигов в материальных условиях жизни, — это атомное ядро и полупроводники».

Итак, полупроводники, которые еще двадцать лет назад никому не были нужны, вдруг сделались необходимыми. вспомнили и о германии — ведь он как раз относится к этим «промежуточным» материалам. Больше того. Германий обладает совершенно исключительными полупроводниковыми свойствами. Впрочем, при одном условии — если в нем мало примесей посторонних веществ.



ЧЕЛОВЕК смеялся. В комнате было пусто и темно, только узкий конус света ложился на стол. Откуда-то сверху доходил настойчивый зов радио: «Жители Лондона! Займите места в бомбоубежищах. Налет немецкой авиации продолжается». За окном глухо стучали взрывы.

Человек ничего этого не слышал. Он смотрел на белый, почти чистый лист бумаги. Последний лист — итог. Чтобы по-

лучить эти несколько чисел, он проделал бесчисленные расчеты. А еще раньше — сотни опытов.

Ему удалось определить ту степень очистки, при которой германий станет отличным полупроводниковым материалом. Для теоретиков это безусловно интересно. Для практики... Он взглянул на бумагу и снова рассмеялся.

На желтоватом от электрического света глянце отчетливо выделялись числа:

$$0,9999999990 \div 0,9999999999.$$

За частоколом девяток человек видел многое. В полупроводниковом германии разрешается иметь один посторонний атом на миллиард или даже десять миллиардов атомов германия. Будь он писателем, он, наверное, попытался бы найти подходящее сравнение. Он мог вообразить, например, что на Землю высадился пришелец с другой планеты. Этот пришелец во всем похож на людей, только на руке у него маленькое темное пятнышко. Почему-то он не называет себя, и его надо отыскать. Одного среди трехмиллиардного населения планеты...

Но человек не был писателем, он был ученым. Он редко пользовался образами, числа для него достаточно значили сами по себе. До войны цветная металлургия с тру-

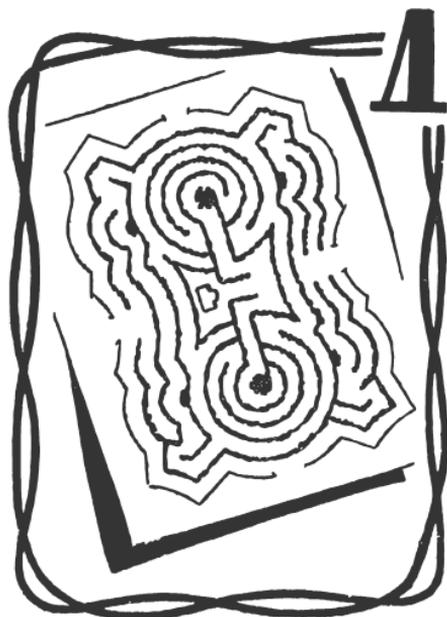
дом осваивала чистоту 0,999 — три девятки. В стерильной белизне лабораторий химики поднялись до пяти. Чтобы дойти до девяти-десяти девяток, точность нужно повысить в 10 000—100 000 раз! Где-то на шестой девятке откажет самый точный метод анализа — спектральный, он уже не сможет сказать химикам, есть ли в германии примеси. Человек останется без глаз.

«Отбой! Отбой воздушной тревоги!» — громко и торжественно возгласил диктор. «Ну что же, — думал ученый. — Пусть результаты и не нужны в промышленности, научное их значение очевидно». Он придвинул пачку бумаги и написал название статьи.

Военный цензор внимательно прочел статью. По долгу службы он был обязан не допускать проникновения в печать сведений, представляющих интерес для противника. Но в данном случае речь шла о фантастической чистоте какого-то германия... И цензор разрешил.

Это было в начале второй мировой войны. Года через два он беспощадно вычеркнул бы малейшее упоминание об этом элементе. Над проблемой чистоты «какого-то германия» работали десятки военных лабораторий.

ДОРОГА СТАНОВИЛАСЬ КРУЧЕ



ДО ПЯТИ девяток ученые дошли сравнительно быстро — путь был проложен химиками. Дальше начиналась неизвестность — земля, не нанесенная на карту, страна, по которой никто не ходил. Страна напоминала лабиринт: только одно направление было правильным, остальные никуда не вели.

От девятки к девятке дорога становилась круче. Где-то внизу остава-

лись тысячи неудачных опытов, надежды, которым не суждено было сбыться, разбитые самолюбия. Те, кто пришел в науку за славой, уходили — штурм германия был не для них. Оставались самые упорные, самые талантливые. Их не пугали годы труда. Это была настоящая жизнь — суровая, мучительная и прекрасная!

Германий переводили из одного соединения в другое. Растворяли в различных веществах. Превращали в газ. Крутили на центрифугах со скоростью десятков тысяч оборотов в минуту. Процеживали, фильтровали, обрабатывали кислотами и щелочами...

Год непрерывной работы — шестая девятка. Еще два года — седьмая. Кажется, найден наконец правильный путь, тот единственно правильный.

Следующий шаг, и начинаются неудачи. Они длятся не день, не месяц. Испытанная, выверенная годами работы «машина поисков» буксует. Ученые убеждены: этим методом из германия можно удалить еще немного примесей, дойти до восьмой девятки. А ее нет. Неизвестно как и откуда, но примеси возвращаются.

Кто в этом виноват? Назначается следствие. Самое настоящее следствие: с допросом «свидетелей», осмотром вещественных доказательств, очными ставками...

Результаты следствия неожиданны: виновны все. Воздух лаборатории, вода, которой ученые моют руки, одежда — все это полным-полно «посторонними» атомами. Раньше, когда счет примесей велся на граммы и даже миллиграммы, это было не важно. Теперь имел значение каждый чужой атом.

Нужно было принимать чрезвычайные меры. Добиваться такой чистоты, как... Как где? В химической лаборатории, в больнице? Нет, гораздо большей — для ее обозначения в языке не хватает слов.

Полы и стены помещений, одежду ученых пришлось покрыть особым составом. Воду тщательно очищать от малейших примесей. Воздух фильтровать, а на самых ответственных участках заменить водородом. Убрать из лабораторий металлические предметы, атомы которых, оторвавшись от «хозяев», могли бы попасть в германий.

С этим препятствием ученые справились. А вот последнее так и не удалось преодолеть. Перед чистотой в девять-десять девяток все методы анализа бессильны. Они не в состоянии определить, есть ли в металле при-

меси, количество которых измеряется величиной 0,0000000001! Только когда из германия сделают приборы и испытают их, можно будет — по электрическим показателям — судить о чистоте материала.

Какими же путями доводят германий до такой чистоты? Пути указала ученым физика, точнее — кристаллофизика. Эта, казалось бы, сугубо теоретическая наука дала человеку средства штурма германия — одного из самых недоступных элементов Земли.

Работы над получением сверхчистого германия велись учеными многих стран. В Советском Союзе эта проблема была решена большой группой ученых во главе с членом-корреспондентом Академии наук СССР Н. П. Сажиным.

ПУТЕШЕСТВИЕ В „ЛОДОЧКЕ“



ИЗУЧАЯ поведение веществ, ученые заметили, что в жидком и в твердом состоянии они ведут себя по-разному. Если, например, взять обычную морскую воду и заморозить ее, то лед будет не таким соленым, как сама вода. Значит, не вся соль перешла в кристаллы льда, часть осталась. Атомов воды много, гораздо больше, чем атомов соли, поэтому они занимают в кристаллах все главные места, а «чужие» атомы

выталкивают. Некоторые из них, правда, прорываются и кое-как умещаются среди «хозяев», но большинство остается в воде. Лед получается сравнительно пресным, а остаток воды особенно соленым.

Именно этим путем и идут ученые. В далекое и трудное путешествие германий отправляется в «лодочке» — длинном, узком тигле, сделанном из графита или кварца.

«Лодочку» нагревают, а когда металл расплавится, начинают медленно охлаждать с одного конца. Атомы германия, образуя кристаллы, стремятся занять в них все места, и атомам примесей приходится уходить дальше, в ту часть слитка, которая еще не застыла. Постепенно охлаждение захватывает все большую часть металла, и примеси, отступая, собираются в самом дальнем конце бруска — он застывает последним. Этот кусок, богатый примесями, потом отрежут: использовать его нельзя.

Для получения металла достаточной чистоты операцию повторяют несколько раз и ведут ее не в воздухе, а в атмосфере водорода или в вакууме.

Иногда, чтобы дело шло быстрее, плавят не весь слиток германия, а создают в нем несколько узких расплавленных участков — зон. Эти зоны движутся вдоль бруска, и примеси из охлаждающейся части скорее попадают в расплавленную. Однако и этого мало. Для приборов нужны большие, цельные кристаллы германия. Такие кристаллы получить очень трудно, их «выращивают».

В специальном тигле металл нагревают до тех пор, пока он не расплавится. Потом в тигель одним концом опускают «затравку» — кристаллик недавно полученного германия. Кристаллик служит как бы приманкой. Частицы германия постепенно оседают на нее.

Затравку медленно (со скоростью нескольких миллиметров в час) поднимают, осторожно вращая. Вслед за ней тянется, застывая, новый кристалл германия. При этом металл еще раз очищается.

При изготовлении приборов большая часть с таким трудом полученного германия будет забракована. Из каждого килограмма только 200 граммов пойдет в дело, кое-что придется переработать, остальное — выбросить. Неудивительно, что, скажем, в 1955 году германий стоил в 6 раз дороже урана, в 9 раз дороже индия, и в 20—30 раз дороже селена.

И все-таки спрос непрерывно растет, потому что в кристаллах германия заложена чудесная сила. Обычная вакуумная лампа радиоприемника может работать 1500 часов. Кристаллик германия с кукурузное зернышко легко заменяет такую лампу и работает в приемнике, телевизоре, электронной счетной машине... 70 тысяч часов.

То же зернышко с успехом переводит переменный ток в постоянный и обратно, заменяя громоздкие ртут-

ные выпрямители. Германиевая термобатарея превращает в электрический ток тепло обыкновенной керосиновой лампы и заставляет этот ток... охлаждать предметы. На полупроводниках работала солнечная батарея, питавшая радиопередатчик третьего советского искусственного спутника. Недалеко время, когда германиевая пластинка будет превращать в электричество энергию атомного распада, подземное тепло глубин...

Потребовалось почти девяносто лет, чтобы подтвердилась гениальная догадка Менделеева. Но и она подтвердилась — германий действительно оказался элементом чрезвычайно интересным.

ОТКРЫТИЕ НОВЫХ ЗЕМЕЛЬ



ИХ ПЯТНАДЦАТЬ. Они похожи, будто сестры, словно капли воды. Это сходство собрало их в одну клетку таблицы элементов, определило их историю, их настоящее и будущее.

Латинское «terra гагае» значит «редкая земля». Еще и сейчас их иногда называют землями, хотя давно известно, что они не «земли» (так в старину именовали окислы), а элементы, и не очень уж

«редкие» — на Земле их больше, чем давно известных людям свинца, ртути, золота.

Считалось, что толку от них мало. Изготовление камней для зажигалок было главным их применением. Теперь редкоземельные элементы используют буквально всюду.

От неизвестности до славы — трудный путь. Особенно для редкоземельных, которые настолько похожи, что нужны титанические усилия, чтобы отличить их друг от друга да еще суметь разделить.

Есть забавная игрушка — «матрешка». Раскроешь ее — в ней еще одна, поменьше. В той — следующая. История открытия редкоземельных элементов — очень серьезная, даже героическая, — в одном отношении напоминает эту игрушку.

Летом 1787 года лейтенант шведской армии Карл Аррениус нашел неизвестный черный минерал, в котором был обнаружен новый элемент — гадолиний. В 1803 году ученые открывают еще одну незнакомую науке «землю» — элемент церий. Пока нет ничего удивительного. Но в 1839 году, занимаясь исследованием новых «земель», Мозандер узнает, что цезий — это вовсе не цезий, а смесь его с новым элементом — лантаном. Дальше — больше. Сам лантан вскоре тоже оказывается смесью: лантана с диспрозием.

А гадолиний? Обнаружилось, что и он вовсе не элемент, а «собрание» трех «земель»: гадолиния, эрбия и тербия...

Процесс «деления» закончился уже в XX веке, когда были наконец открыты все 15 элементов, составляющих группу редкоземельных, или лантаноидов.

Однако от «узнать» до «использовать» — дистанция огромного размера. Для редкоземельных — тем более. Они обычно встречаются вместе, и разделить их невероятно трудно. Ведь все известные методы разделения строятся на том, что элементы чем-то друг от друга отличаются. А как быть, если они почти не отличаются?

К примеру, чтобы получить один из лантаноидов — празеодим — 99-процентной чистоты, потребовалось восемь месяцев напряженного труда. Для получения такого же чистого тулия ушло... десять лет непрерывной работы.

Однако ученые и инженеры не сдаются. За последнее десятилетие в изучении редкоземельных и разработке методов их разделения сделано больше, чем за 160 лет, прошедших со времени открытия. Очень интересен, например, хроматографический метод, который создал русский ученый М. С. Цвет.

Специальную емкость — колонну — заполняют синтетическими смолами и пропускают через них раствор, содержащий соединения редкоземельных элементов. Каждое из этих соединений реагирует со смолами по-своему — образуются отдельные, следующие друг за другом

зоны. Найти их нетрудно — хотя бы с помощью радиоактивных изотопов.

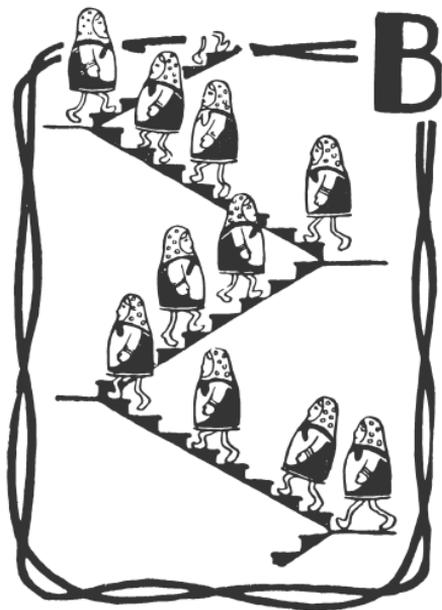
Такие же «зоны» можно увидеть, если промокнуть «кляксу». На промокательной бумаге появится темное пятно чернил, окруженное светлым «ободком» воды.

Затем через колонну медленно пропускают растворители. Их подбирают так, чтобы первый из них «вымывал» одно вещество, второй — другое и так далее...

В 1955 году в Соединенных Штатах Америки было выплавлено около миллиона тонн стали с добавкой редкоземельных элементов. В ближайшие годы производство такой стали предполагают довести до 40 миллионов тонн. Широко используются редкоземельные элементы и для замедления ядерных реакций в атомных реакторах; для улучшения качества сплавов алюминия и магния в самолетостроении; при получении сверхнизких температур; при изготовлении специального оптического стекла. Один из лантаноидов — тулий — может заменить тяжелую и громоздкую рентгеновскую установку: аппарат с тулием весит... три килограмма.

Да, для науки и промышленности редкие земли — это действительно новые земли.

КОГДА „РЕДКИЕ“ СТАНУТ ОБЫЧНЫМИ...



ЦАРСКОЙ России редкие элементы не добывались и не использовались. Лишь о немногих месторождениях существовали случайные, отрывочные данные. И вообще считалось, что Россия бедна цветными и редкими металлами.

Годы первых пятилеток. В стране не хватало нефти, угля, железа. О редких элементах мало кто думал. Но Партия смотрела вперед. И гео-

логи в трудных маршрутах наносили на карты новые месторождения лития и германия, циркония и тулия...

XX съезд Коммунистической партии подчеркнул необходимость увеличения производства редких металлов, открытия новых месторождений, создания новых способов и средств их извлечения из руд. В Программе партии о редких элементах сказано коротко, но внушительно: «Особенно ускорится производство... редких металлов».

А ведь это исключительно сложное дело — найти редкие металлы и увеличить их выпуск. Но люди нашей страны не боятся трудностей. Только в самые последние годы выявлены новые, очень перспективные месторождения «редких» на Кольском полуострове и в Горном Алтае, на Урале и в Красноярском крае, на Дальнем Востоке, на Украине, в Восточном Казахстане, в Забайкалье, в Средней Азии... Некоторые из этих месторождений не имеют себе равных в мире — они тянутся на десятки и сотни километров.

Перед учеными и инженерами стоит, однако, еще более сложная задача: сделать руды редких металлов полезными ископаемыми, превратить их в материалы, нужные человеку.

Вот что писал об этой задаче известный советский геолог П. Я. Антропов: «...разработка новых, более совершенных и эффективных технологических процессов обогащения и переработки редкометалльных руд в ряде случаев будет иметь большее значение для промышленности, чем открытие новых крупных месторождений».

Редкие элементы называют металлами будущего, носителями технического прогресса. Это действительно так. И именно поэтому можно быть уверенным, что наша страна, проложившая миру путь к коммунизму, открывшая людям дорогу к звездам, первая сделает редкие элементы обычными, сумеет использовать их разнообразнейшие качества на благо человечества.



ЗВЕЗДА НА КАРТЕ

ИЗ ЗАПИСОК СТУДЕНТА К.

« ... П ОДХОДИТЬ к руководителю экспедиции мне запрещается. Это закон, одно из жестких правил, равно обязательных и для молоденькой студентки Высших женских курсов и для академика. Спорить против закона бессмысленно. С того дня, как, покинув узкую ленту железной дороги, мы вступили в огромную неизведанную страну, жизнь каждого из нас, успех экспедиции зависят от строжайшего соблюдения этих правил.

Хорошо, что еще мальчишкой я много занимался спортом. Наш скудный рацион — обязательная пшенная каша с редкими добавками грибов и ягод — почти не отражается на моей выносливости. Тяжелые каменистые

подъемы, 24-килограммовый мешок за спиной не мешают мне радоваться жизни, смотреть и думать.

Иногда, встречая что-нибудь особенно интересное, я машинально замедляю шаги. Мне хочется поговорить, посоветоваться с академиком, с человеком, который лучше всех нас знает эти места. Но идущая следом девушка укоризненно качает головой. Приятель, студент Петроградского университета, в шутку показывает мне кулак. Я вспоминаю и торопливо ухожу вперед.

Руководителю экспедиции и мне нельзя быть вместе. На узкой тропинке, если один из нас идет впереди, другой — непременно сзади. Даже в воде, переходя вброд горную речку, мы стараемся держаться подальше. Это необходимо: я несущ за спиной динамит. Академик, самый опытный и осторожный из нас, держит у себя запалы из гремучей ртути.

При малейшей ошибке наша встреча может кончиться взрывом.

На привал мы останавливаемся поздно ночью. В моей жизни это, пожалуй, лучшие часы. Удобно устроившись у костра, я смотрю на незакатное полуночное солнце и слушаю. От едкого дыма слезятся глаза; вьедливая мошка лезет за воротник; ноют ноги — им сегодня изрядно досталось. Но все это — мелочи жизни. А жизнь — могучая, яркая, удивительная — говорит с нами знакомым глуховатым голосом человека, который шутит и смеется так, словно мы сидим не за Полярным кругом, в сотнях километров от ближайшего жилья, а в уютной комнатке Минералогического музея.

— Александр Евгеньевич, с самого начала, — просим мы.

— Так вы же всё знаете, — отнекивается он, лукаво улыбаясь. — Ну, что особенного... В феврале 1920 года Красная Армия освободила от оккупантов Кольский полуостров. А в конце мая мы — президент Академии наук Карпинский, геолог Герасимов и я — приехали в Мурманск.

Тогда, в светлую полярную ночь, я впервые поднялся на одну из вершин Хибинских гор.

Это трудно забыть. На восток громадными дугами уходили хребты. На западе и на юге поднимались горы, которых не было на карте. Я взял для пробы несколько кусков породы и должен был со стыдом признать, что

они не знакомы мне, хотя я и имею честь состоять директором Минералогического музея Российской Академии.

Остальное вы помните. Осенью того же, 1920 года молодежь музея, Географического института, Петроградского университета решила исследовать Кольский полуостров и любезно пригласила меня, старика, участвовать в экспедиции. Вот так мы и бродим четвертый год: кто с геологическим молотком, кто с динамитом, а кто и с гремучей ртутью...

Мы смеемся. Всем отлично известно, кто кого «пригласил».

Разве забудешь лекцию — нет, не лекцию, страстную речь, — которой академик открыл нам дорогу на Кольский полуостров.

Начал он суховато. Площадь полуострова 128 тысяч квадратных километров — втрое больше территории Бельгии или Швейцарии. Население — меньше 10 тысяч человек. Местность — горные массивы, непроходимые болота, бурные горные реки, ледники. Карты ненадежны. Дорог нет совсем. Зимой внезапно налетают бури, летом — туман и бесконечные тучи мошкар. Условия работы вообще тяжелые, а сейчас, после стольких лет войны и революции, — особенно. Но именно сейчас больше, чем когда бы то ни было, стране нужны полезные ископаемые...

Посыпались вопросы. Он молча слушал, внимательно рассматривая нас. Поднял руку — мгновенно наступила тишина — и улыбнулся. Я его знаю почти пять лет и мог бы, кажется, привыкнуть к этой улыбке. Но привыкнуть нельзя.

По-моему, только у него одного такая улыбка — светлая и по-детски лукавая...

Он подтвердил: да, конечно, экспедиция отправится в ближайшее время. Желающие могут принять в ней участие. Но... Он подумал и сказал с непривычной для него жесткостью:

— Первый и основной закон экспедиции — дисциплина. В походе мы должны рассчитывать только на себя. Спасать нас некому. Средства более чем скромные — 500 рублей. Припасы — крупа и немного муки. Обувь веревочная. Ноги рекомендуется оборачивать брезентом — по моим наблюдениям, брезент лучше обычных

портянок... Шансы на успех экспедиции невелики. За сезон удастся обследовать лишь небольшую часть огромной страны. Но какой страны!

На мгновение он увлекся, и стены аудитории озарились вдруг зеленоватым светом северных рек, блеском синих альпийских озер, многоцветной завесой полярного сияния...

— А теперь спать! (Я смотрю на него, не понимая.) Спать, спать! — Он лукаво улыбается и кладет мне на плечо большую горячую руку.

Уснуть трудно. Я лежу и, пользуясь бессменным ночным освещением, записываю впечатления дня. Их много, а завтра рано вставать. Болят ноги, гудит мошкара. Закрываю глаза и...

Утром ребята смеются: я пытаюсь умыться, держа в руке карандаш.

Идут дни. Близится осень. Теперь мы часто работаем под проливным дождем, при резком, холодном ветре. В такие дни особенно трудно. Однако решено: только что-нибудь чрезвычайное может помешать выполнению дневного задания. А дождь и ветер — дело обычное, так сказать, мелочи жизни. Горные цирки, ущелья, речки... Килограммы, десятки, сотни килограммов породы выносим мы на своих плечах. Мы осматриваем минералы довольно бегло — это наш зимний «рацион» для работы в Петрограде.

А пока — вперед!

И вдруг мы останавливаемся. Наши ребята из южного отряда нашли на плато Расвумчорра целое поле апатитовых глыб. С апатитом мы встречались и раньше, но как-то мельком. А тут — целое поле.

Первый раз я видел Александра Евгеньевича таким взволнованным. Он коротко сказал: «Привал», — и стал торопливо собирать зеленоватые и серые глыбы. Он осматривал их бесконечно долго, попеременно орудя то лупой, то молотком. На белый лист бумаги ложились незнакомые нам мутноватые зерна, черные крупинки, золотисто-бурые кристаллики, какие-то каменные иголочки и листочки.

— Редкая апатито-нефелиновая порода, — бросил он отрывисто. — Между тем здесь она, очевидно, типична. Нефелин, черные точки титаномагнетита, блестящий сфен, эгирин, обманка, биотит... Будем ставить заявоч-

ные столбы, — неожиданно перебил он себя. — После сегодняшней находки мы уже не просто минералоги, но полномочные представители советского народного хозяйства... А теперь дайте мне все карты.

Не понимая, мы достали из внутренних карманов составленные нами карты полуострова и положили перед ним.

— Каким цветом метить? — спросил он.

— Зеленым, — сказал кто-то. — Цвет надежды.

— Надежды? Неплохо. Но мало. Тут уже не надежда — уверенность. А что вы скажете на это?

Он быстро нашел на своей карте плато Расвумчорра и аккуратно вывел золотую звезду.

— По-моему, хорошо, а? (Мы согласились, что действительно красиво.) Цвет золота, цвет пшеницы, — говорил он, лукаво улыбаясь. Говорил и на каждой карте рисовал звездочку. — Теперь спрячьте поглубже. Мало ли что бывает. Люди приходят и уходят. Карты остаются... Кстати, роль апатитов знаете?

Мы ответили, что да, в общих чертах.

— А если не в общих, если в деталях? — весело говорил он. — Хлеб вы тоже едите «в общих чертах» или предпочитаете в конкретных?

— К сожалению, главным образом, в общих, — не удержался я. — Конкретно редко удается.

Поднялся смех. Мы давно забыли вкус хлеба, питались кашей.

— Вот именно, для того и нужен апатит, чтобы всем и всегда удавалось есть хлеб.

Мы сидим и слушаем о вещах, далеких от нашей профессии: о характере почв, о круговороте азота, фосфора, калия, о борьбе с эрозией почв. Меня поражает, с каким молодым задором говорит о них человек, всю свою жизнь отдавший поискам камня.

Пройдут годы, многое забудется. Но я уверен, в памяти всех, кто был в экспедиции, навсегда останется жизнерадостным, веселым и молодым человек, открывший людям богатства Кольской земли, — Александр Евгеньевич Ферсман.

— До открытия еще далеко, — негромкий глуховатый голос возвращает меня на землю. — Впереди — большая и трудная работа. Борьба за то, чтобы маленькая звездочка на карте превратилась в золото пшеницы...»



ТЫСЯЧ ЛЕТ назад человек, утомленный постоянными поисками диких растений, бросил в землю первое зерно. Уже тогда он, видимо, догадывался, что пословица «Что посеешь, то пожнешь» именно в земледелии не совсем справедлива. Посадив зерно, человек хотел пожать больше, чем посеял; иначе в сельском хозяйстве не было бы смысла.

Вместо одного зерна выросло пять. С нашей—

сегодняшней — точки зрения, человеку следовало задуматься. Вмешавшись в действия природы, он взял на себя ответственность и за посаженное им зерно, и за участок земли. Он должен был о них заботиться, как заботился о диких животных, ставших домашними.

Но человек слишком мало знал. Его не интересовало, откуда взялись четыре новых зерна и где земля нашла материал для их постройки. Он привык к бесконечной щедрости природы: вместо убитых животных появлялись другие, он собирал плоды и корни, а на будущий год находил новые.

Вначале люди так же обходились и со «своей» землей.

Когда участок почему-то переставал давать высокий урожай, они бросали его и переходили к следующему. Однако население росло, и свободной, подходящей для посевов земли оставалось все меньше.

Это был один из первых уроков, которые получил человек: брать, ничего не давая взамен, хотя и удобно, но не очень умно.

Жизнь — великий учитель. Кажется чудом, как человек, не знакомый с химическими элементами, не имевший представления о круговороте веществ и плодородии почв, уже в глубокой древности догадался использовать удобрения.

Ничего не зная о фосфоре, он тысячи лет назад растирал камнями кости животных, вносил в почву богатую калием древесную золу, наиболее распространенное соединение кальция — известь.

Опыт, если он не понят, не освещен наукой, всегда ограничен. Еще историк Ксенофонт настоятельно рекомендовал земледельцам Древней Греции применять удобрения. А корабль с чилийской селитрой, пришедший в Соединенные Штаты Америки в тридцатых годах прошлого столетия, отправили обратно: на ценнейшее удобрение — селитру — не нашлось покупателя. Минеральные удобрения сделались полезным ископаемым только в середине XIX века...

Это вызывает недоумение.

Тонна минеральных удобрений, внесенных в почву, дает дополнительно 2,5 тонны пшеницы, или 3,5 тонны кукурузы, или 1,2 тонны хлопка, или 5,5 тонны картофеля, или 16,8 тонны яблок.

Сырье для производства удобрений чаще всего добывают с небольшой глубины или прямо с поверхности. Переработка его обычно не вызывает затруднений, а иногда можно обойтись и без обработки — в земле залегают уже готовые удобрения. Достаточно взять их из земли в одном месте, заложить в другом, и бесполезные, казалось бы, камни станут ценнейшим полезным ископаемым!

Итак, все просто?

Да, если смотреть на удобрения глазами горного инженера или химика-технолога. На взгляд агронома, дело обстоит неизмеримо сложнее.

Растения обладают замечательной способностью производить важнейшие органические соединения — белки, жиры, углеводы, необходимые человеку. Однако и лучший строитель не может обходиться без материала. Материал для «строительства» — воду, углекислоту, минеральные вещества — растения берут из почвы. Постепенно земля беднеет. И, если о ней не заботиться, настанет время, когда растениям просто не из чего будет «строить».

О возобновлении запасов углекислоты и воды природа в какой-то степени заботится сама. Минеральные же вещества она не только не собирает но, наоборот, растаскивает.

Подсчитано, что, например, в Соединенных Штатах Америки почвы ежегодно теряют около 170 миллионов тонн минеральных веществ, необходимых для жизни растений. Значит, человек, если он не хочет лишиться урожая, должен возмещать земле ущерб, причиненный ей растениями и действием природных сил — воды, ветра, которые уносят минеральные вещества из верхних слоев земли.

Здесь-то и начинается самое сложное. Какие именно вещества и в каких количествах нужно внести в почву? На Земле найдено 92 химических элемента, и любой из них может иметь значение в жизни растений. Самих растений тоже великое множество, и у каждого свои потребности. Наконец, данные, полученные на одном участке, бесполезны для другого и уже через год стареют: состав почвы меняется.

Если задачу, которая стояла перед агрономами, выразить строго математически, получится колоссальное число уравнений с бесчисленным множеством неизвестных.

Чтобы решить хотя бы часть этих уравнений, нужны были многолетние наблюдения, тысячи и тысячи самых разнообразных опытов, исследования химиков, открытия физиков, настойчивость биологов и агрономов. Нужно было из поколения в поколение изучать почву, следить за малейшими изменениями в ее составе, учитывать действие холодной зимы и жаркого лета, влияние дождя и подземных вод.

Так создавались агрохимические карты — «история болезни» (диагноз, наименование лекарства, доза) — и одновременно путеводитель, открывающий минеральным удобрениям дорогу на поля.

В жизни растений особенно важны три элемента: азот, фосфор, калий. От них зависит не только рост, но и способность растений переносить холод и засуху, бороться с вредителями и болезнями. Они улучшают качество продуктов: свекла делается богаче сахаром, картофель — крахмалом, пшеница — белком, подсолнечник — маслом...

На разных почвах потребность в этих элементах различна. Но в целом по Советскому Союзу для азота, фосфора и калия принято соотношение: 4—10—5. Иначе говоря, в самых больших количествах полям нужен фос-

фор. В масштабе страны — миллионы тонн фосфорных удобрений.

До Великой Октябрьской социалистической революции считалось, что в России нет сколько-нибудь крупных залежей фосфорного сырья, и его ввозили из-за границы.

Открытые Ферсманом апатиты богаты фосфором, а Хибинское месторождение — крупнейшее в мире. Казалось, промышленность должна была прямо-таки ухватиться за ценнейшее ископаемое. Но, познакомившись с апатитами, ученые убедились, что это как раз тот редкий случай, когда сырье совсем не просто превратить в минеральное удобрение. Иначе говоря, переработать апатиты в вещества, которые усваивались бы растениями.



ИСТОРИЯ ОДНОГО ПРИМЕЧАНИЯ

РАЗГОВОР редактора с автором был закончен. Спорные места согласованы, небольшие погрешности устранены. Автор встал, собираясь прощаться.

— Минуточку, Александр Евгеньевич, — вспомнил редактор. — Я хотел обратить ваше внимание еще на одну мелочь. Тут в конце рукописи указана дата — 20 мая 1940 года. Очевидно, в этот день окончена

книга. Но обычно указывают другое — время работы над книгой. Скажем, 1939—1940 годы. Не возражаете? — Красный редакторский карандаш повис над страницей.

— Возражаю, — негромко сказал автор.

Редактор был поражен. По самым серьезным вопросам они легко договаривались.

— Неужели это имеет какое-нибудь значение?

— Огромное. 20 мая 1920 года на Кольский полуостров выехала первая экспедиция. Этой книгой и отмечается двадцатилетие колоссальной работы, которую нужно было проделать для освоения богатств неведомой, в прошлом дикой «Русской Лапландии».

— Простите, я не знал, что 20 мая для вас особая дата, — смущенно признался редактор.

— Не только для меня — для сотен людей. Обычно больше всего пишут о первом, героическом этапе нашей работы с 1920 по 1926 год. Это в самом деле было трудное время. Но второй период — с 1926 по 1930 год — едва ли легче. Вы, понятно, знаете, что апатит, прежде чем использовать, нужно переработать, иначе растения его не усваивают. А промышленность — ни наша, ни зарубежная — не имела нужного опыта. Для нее апатит был чужим, «бесполезным» ископаемым... Пришлось выдержать борьбу — суровую, даже жестокую. Борьбу с недоверием геологов и хозяйственников, борьбу за создание новой технологии, за перестройку заводов. Правда, мне было легче. Обычно путь геолога начинается с месторождений. Я же в молодости начинал по-другому — с изучения требований промышленности к сырью. И потому мог разговаривать с химиками и технологами на их языке, спорить «на равных»...

Редактор был молод и о многих страницах борьбы за хибинский апатит знал лишь из книг. Теперь он молчал, боясь перебить рассказ каким-либо неосторожным замечанием. Крупно шагая, Ферсман продолжал:

— Впрочем, все мои доводы не имели, конечно, решающего значения. Нужна была практика, факты. Чтобы их добыть, Владимир Иванович Влодовец построил на центральном плато Кукисвумчорра маленький домик. Здесь, в первобытном лесу, на границе болот, он и группа молодых энтузиастов день за днем отбивали образцы пород, изучали их в лаборатории, определяя содержание фосфора, состав примесей. Другие группы работали в Москве и в Ленинграде. Перед ними стояла задача — создать заводскую технологию переработки апатитов. Честное слово, я не знаю, кому было труднее. Путь от лаборатории к заводу — тяжелый и сложный путь. На протяжении долгих месяцев у них было гораздо больше неудач, чем успехов, и только святая вера в наше общее дело помогла им выйти наконец на прямую дорожку...

А новогодняя ночь 1930 года... В дикую пургу на станцию Апатиты приехал Сергей Миронович Киров. Осмотрел полуразрушенные вагончики (из них тогда состояла вся станция) и поехал прямо к разведчикам — в тундру. Здесь, в тесном, занесенном снегом бараке, и были приняты решения об организации рудника, создании горнохимической промышленности, строительстве города...

Автор остановился, сурово взглянул на редактора и вдруг улыбнулся:

— Сдаетесь или будете спорить дальше?

— Не буду, Александр Евгеньевич. Но ведь не все читатели это знают. Почему бы вам не объяснить, что за число — 20 мая?

Теперь смутился автор.

— Как-то неудобно, — возразил он. — В сугубо научной книге такие, знаете ли, лирические отступления не очень приняты. Книга называется «Полезные ископаемые Кольского полуострова», выходит она в издательстве Академии наук, и вдруг лирика?..

— По-моему, ничего страшного, — покачал головой редактор. — Впрочем, чтобы не смущать слишком строгих ревнителей науки, может быть, объясним эту дату в примечании?

— Отлично!

— Когда вы напишете?

Автор улыбнулся (по этой улыбке, наивной и мудрой, его можно было узнать среди тысяч людей) и достал из папки бумагу. Еще не понимая, редактор читал:

«Примечание к странице 12. Работа датируется тем числом — 20 мая 1940 года, — которое отвечает двадцатилетию со дня выезда первой академической бригады-экспедиции в Мурманск: она суммирует опыт и наблюдения сотен научных исследований, вливших свои силы, энергию и знания в изучение производительных сил Мурманска — тогда еще сказочной, неведомой, дикой Лапландии».

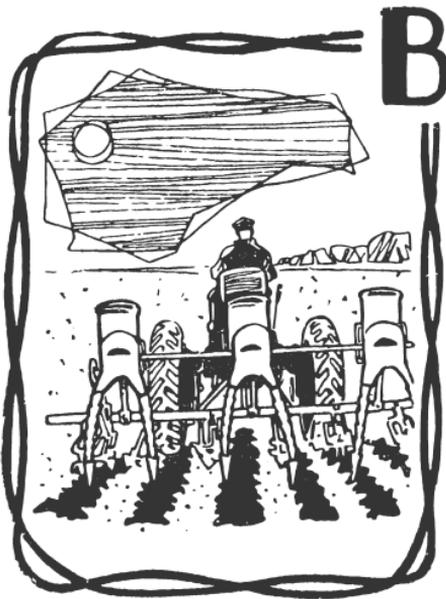
— Простите... Вы написали это заранее?

— Конечно.

— Но как же вы могли знать, что я?..

— Опыт. После пятидесяти лет работы с камнем начинаешь немного разбираться в людях.

ПРОГРЕССИЯ МНИМАЯ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ



В КОНЦЕ XVIII века английский экономист, священник Томас Роберт Мальтус предсказал человечеству печальное будущее. Производство продуктов питания, утверждал он, повышается в арифметической прогрессии, население земного шара растет в геометрической. А так как геометрическая прогрессия гораздо «энергичнее» арифметической, людям в недалеком будущем угрожает голод.

И наука и жизнь давно опровергли это мрачное предсказание. Но о «питательных» возможностях Земли стоит задуматься.

В наше время посевами занято около 2 процентов всей поверхности земного шара. На первый взгляд, это очень мало. Надо, однако, вспомнить, что 71 процент земной территории покрыт водой, 5 процентов — льдом и снегом, 3,5 процента принадлежит горам, 12 процентов слабо заселены из-за жаркого или холодного климата, а ведь есть еще земли, занятые населенными пунктами, лесами, дорогами.

Конечно, немалую часть «бесполезных» земель человек сумеет освоить. Вода откроет для сельского хозяйства пустыни; неограниченные запасы энергии превратят в сады и поля страны, где властвует холод. И все-таки количество земли ограничено. Население же может расти и расти. Не возникнет ли, пусть в самом отдаленном будущем, проблема...

Нет, не возникнет. Потому что сельскохозяйственное производство зависит не только от количества, но и от качества земли. А качество — плодородие почвы, ее способность давать все большие урожаи — может расти так же безгранично, как население.

К 1980 году производство зерна в нашей стране достигнет 18—19 миллиардов пудов. Если население Советского Союза вырастет к тому времени до 300 миллионов, на долю каждого человека придется в день около 3 килограммов зерна.

Чтобы решить эту грандиозную задачу, вмешательство человека в дела природы должно стать необычайно широким, всеобъемлющим. В 1913 году на поля России было внесено 188 тысяч тонн минеральных удобрений. В 1980 году наши поля получают 125—135 миллионов тонн. В 700 раз больше удобрений — вот прогрессия жизни!

С каждым годом человек все глубже постигает тайны плодородия почв. Тончайшие опыты позволили понять, какую роль в жизни растений играют так называемые микроэлементы — бор, медь, молибден, марганец. В процессе «строительства» растения используют микроэлементы в ничтожных количествах, но их отсутствие ощущается так же сильно, как недостаток витаминов в организме человека. Совсем недавно ученые «отвоевали» у писателей таинственные средства для получения «чудорастений». Эти вещества — стимуляторы — теперь реже встречаются в научно-фантастических книгах и гораздо чаще — на полях.

...Жизнь нового полезного ископаемого — апатита — началась с узкой, занесенной снегом тропы геологов, с маленькой золотой звездочки на карте. Прошло немного лет, и минеральные удобрения стали одной из главных магистралей сельского хозяйства, дорогой изобилия.



ЯКУТСКАЯ ИСТОРИЯ

КРАСНЫЙ СЛЕД

ВЫБИРАЯ дорогу, они, по привычке, говорили: «Тропа», хотя никакой тропы не было. Здесь, у самого Полярного круга, на границе тайги и тундры, они первые протаптывали тропу.

Другие отряды Амакинской экспедиции работали южнее — редкие людские островки в безбрежном море Якутской тайги.

Невысокая светловолосая девушка и мужчина с простым, открытым лицом, мало напоминали следопытов. Но три недели подряд, делая короткие ночные остановки, они плыли и шли по следу, вверх по течению таежной реки. След, едва намеченный маленькими красными бусинками камней, похожих на ягоды брусники, появлялся

и исчезал, уходя в мутно-серые воды Далдына, в непроходимые топи.

Они отступали, возвращались назад, чтобы начать снова.

Стоял август, жаркий месяц. Однако по ночам подмораживало, словно напоминая, что у них не так уж много времени — в сентябре выпадет снег, в октябре замрут реки.

В поисках следа они брали пробы. Одну, другую, десятую, сотую. Холодная вода сводила руки, от напряжения слезились глаза. Казалось, весь мир состоит из этой серой речной гальки. И вдруг в промывочном лотке среди темноватой породы вспыхивали красные бусинки. След!

И снова они шли, всматриваясь в каждый камень. Спотыкались, падали, теряли дни, пробиваясь сквозь плотные завалы деревьев, сломленных ветром. Рыли ямы. Не очень глубокие: на метровой глубине лопаты звенели, натываясь на гранитной прочности вечномерзлую породу.

Потом они возвращались: бусинки исчезли, нужно начинать сначала.

Этот ручей был похож на все другие. Может быть, только красные камешки попадались чаще да сердце почему-то билось сильнее. Они уже не шли, а ползли — метр за метром, метр за метром. Два километра в день — очень много, когда приходится рассматривать в лупу каждый кусок породы. Еще два километра — на следующий день. И еще, и еще.

Но красных бусинок, словно в насмешку, становилось все меньше.

Наконец исчезли последние. След потерялся — в который уже раз!..

— А вот сегодня не должен потеряться, — сказала девушка. — Честное слово, Федя, след где-то здесь.

— Найдем, Лариса Анатольевна. Никуда он от нас не денется, — отозвался спутник.

В геологической партии Федор Беликов занимал скромную должность рабочего. Но в экспедициях он многому научился. И, прежде всего, научился беззаветно верить науке. Раз геолог Лариса Анатольевна Попугаева говорит, что след должен быть, значит, он есть.

— Завтра осмотрим холмы, — решила Попугаева. —

По-моему, там ручей размывает породу и уносит в реку наши камни.

С утра холмы закрыл плотный белесый туман. Под ногами хлюпала вода — где-то недалеко начиналось болото. Они старались шагать по кочкам, но, оступаясь, проваливались по колено в холодную вязкую жижу.

И вдруг навстречу им брызнуло солнце. Весь противоположный склон холма сверкал. Лучи прыгали по чуть колеблющимся веткам лиственниц, играли на серых плитах известняка. Прямо под ногами Лариса увидела голубоватый кусок породы с блестящими красными бусинками.

— Федя, кимберлит! — крикнула она. — Самый настоящий кимберлит.

Он схватил лопату. Тяжелыми пластами отваливалась влажная земля, покрытая толстым слоем мха. Скоро Беликов остановился. На глубине меньше чем в полметра грунт изменился — земля отливала непривычной голубизной. Лариса побледнела.

— Само по себе это ничего не доказывает, надо копать вокруг.

Они устали, рыть было трудно. Но остановиться они не могли. Там, где голубая земля исчезала, вбивали колышки. Постепенно вырисовывалась окружность, охватывающая почти всю плоскую вершину холма.

— Трубка, — тихо сказала Лариса. — Первая трубка в стране. Мы с тобой, Федя, стоим на алмазах...

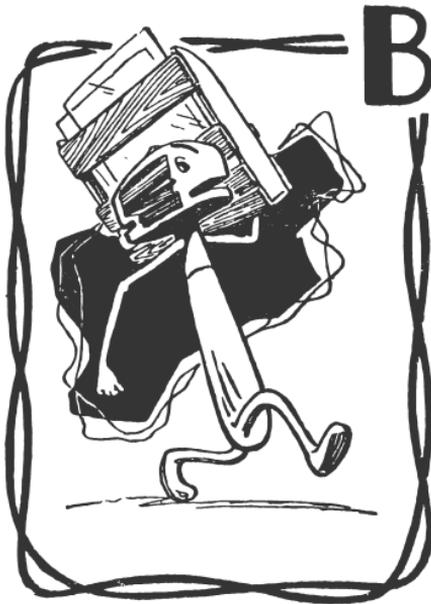
Когда заявочный столб был установлен, они разожгли костер. Беликов закурил, негромко напевая:

Закури ты, дружок, закури,
Завтра рано, с восходом зари,
Ты пойдешь по Вилюю опять
Драгоценные камни искать.

— Удивительные явления происходят, Лариса Анатольевна, — философски заметил он. — На центральном поселке, в Нюрбе, я видел этот самый алмаз. Камешек так себе, похож на застывший гуммиарабик. И никак не подумаешь, что он может превратиться в бриллиант...

— Ой, Федя, алмаз не только это может. Он поразительный, прямо-таки необыкновенный камень. Как-нибудь, когда мы будем не такие радостные и не такие усталые, я обязательно расскажу.

ВЕЛЬМОЖА ИЛИ РАБОТНИК?



В ПЕРВЫЕ он сверкнул на человеческом горизонте пять тысячелетий назад. Сверкнул и исчез, оставив людям туманные и противоречивые легенды о стране алмазов — далекой, таинственной Индии. Много позднее он появился в Европе. Историки Древнего Рима связывали это событие с походом Александра Македонского в Индию и приписывали алмазу чудесные свойства.

«Он ядовит, приносит несчастья. Это камень смерти», — говорили одни. «Он предохраняет от яда, делает человека счастливым. Это камень жизни», — утверждали другие. И все соглашались, что другого такого минерала нет на Земле. Его называли «твердейший», «непобедимый», «несокрушимый» и считали, что он доступен только царям, да и то весьма немногим.

Так оно и было. В местах, где алмаз известен давно — в Индии, на острове Борнео, в Бразилии, — он встречается исключительно редко. За всю историю этих стран добыто меньше 50 тысяч каратов, то есть 10 килограммов алмазов (карат — 0, 2 грамма). Наиболее крупные алмазы пользовались мировой известностью и носили звучные имена: «Куллинан», «Шах», «Флорентиец», «Либератор», «Коинур», «Великий могол», «Орлов»...

Неожиданно у блестящего камня-вельможи появился соперник. Первый сигнал к борьбе прозвучал в 1867 году, когда алмазы были обнаружены в Южной Африке, недалеко от города Кимберли. В других странах их находили случайно, среди камней, принесенных реками. Здесь же впервые человек встретился с целыми «залежами» алмазов, проник к их месторождениям.

Открытие вызвало сенсацию. Тысячи людей ринулись в эти места за наживой. Вот как описывает «алмазную

лихорадку» журнал, вышедший в Кимберли (этот маленький южно-африканский город сделался знаменитым; месторождения алмазов — «трубки» — стали называть «кимберлитовыми», а необычную синюю породу, в которой находят алмаз, — «кимберлитом»):

«Моряки бежали с кораблей, солдаты покидали армию. Полицейские бросали оружие и выпускали заключенных. Купцы убегали со своих процветающих торговых предприятий, служащие — из своих контор. Фермеры оставляли свои стада на голодную смерть, и все наперегонки бежали к берегам рек Вааль и Оранжевой...»

Алмазные месторождения находились на территории независимых республик Оранжевой и Трансвааля, созданных бурами, выходцами из Голландии. Чтобы завладеть этим богатством, Англия в 1899 году объявила им войну.

Три года маленькие, плохо вооруженные отряды колонистов героически боролись с могучей державой. В конце концов Англия победила.

В огне и грохоте настоящих боев почти незамеченным прошло сражение, которое давал алмазу-вельможе его скромный, но решительный соперник — алмаз-работник.

С открытием южно-африканских месторождений добыча алмазов возросла в сотни раз. Уже по одному этому их стоимость снизилась. Раньше искатели алмазов чаще всего находили яркие, сравнительно крупные камни. Теперь, при систематической разработке месторождений, основную часть добычи составляла алмазная «мелочь» — камешки, которые не подходили для украшений и потому ценились гораздо ниже. Именно этими камнями и заинтересовалась промышленность.

Впрочем, алмаз — даже самый мелкий и некрасивый — стоил достаточно дорого. И для промышленности имело смысл использовать его лишь в том случае, если он обладал каким-нибудь чрезвычайно ценным и редким качеством. Это качество у алмаза было — не даром еще в древности его называли «твердейший».

Алмаз — самый твердый из всех известных в природе материалов. Само по себе это мало о чем говорит. Важно знать, насколько он тверже и какое значение для промышленности имеет его исключительная твердость.

Инженеры, сравнивая твердость материалов, пользует-

ются специальной шкалой Мооса. Однако, когда дело касается алмаза, эта шкала способна лишь ввести в заблуждение. Если верить ей, твердость алмаза выражается числом 10, твердость же карбида бора или карбида кремния лежит где-то между 9 и 10. Особой разницы как будто нет.

Но вот что говорит практика. Обычным резцом из быстрорежущей стали было обработано 34 детали, потом резец затупился, и его пришлось перетачивать. Алмазный же резец, без единой переточки, обработал 8460 деталей.

Чтобы получить тонкую проволоку, металл протягивают через узкое отверстие в пластинке. Постепенно отверстие расширяется и теряет форму, пластинку приходится менять. Обычно одной пластинки из твердого сплава хватает на 5—6 километров проволоки. А сквозь отверстие в алмазе удалось протянуть медную проволоку такой длины, что ею можно было несколько раз опоясать земной шар.

Алмазом в 1 карат можно обработать 3 тысячи «каменной» для часов, заточить 500 резцов из твердого сплава, пробурить 2-метровую скважину в самой прочной породе, распилить 10 тысяч квадратных сантиметров кварца, нарезать миллион метров оконного стекла...

Во всех областях техники, где необходима особая твердость инструмента или исключительная точность изделия, алмаз незаменим. Поэтому человек, мчащийся в реактивных самолетах, управляющий процессами при сверхвысоких температурах и давлениях, измеряющий явления точнейшими приборами, не может обходиться без алмаза. Ученые подсчитали, что, если бы в Соединенные Штаты Америки прекратился ввоз алмазов, промышленный потенциал страны снизился бы наполовину. «Арифметика», которая сыграла немалую роль в трагедии Конго, — ведь здесь добывается больше половины алмазов капиталистического мира...

В 1958 году было добыто около 5,5 тонны алмазов, из которых почти 4,5 тонны использовала промышленность (для сравнения: за несколько тысячелетий в Индии нашли алмазы общим весом... 2 килограмма). Меньше чем за столетие алмаз, не утратив своего блеска, превратился из драгоценного камня в несравненно более ценное полезное ископаемое.



СЕКРЕТНОСТЬ. Полная, абсолютная, всепроникающая секретность. Крупные капиталисты, объединившись, создали мировой алмазный синдикат. Ему принадлежат почти все алмазные месторождения. Только он определяет добычу, решает, кому и сколько продать, назначает цены. Для рабочих синдиката установлен особый режим: их ежедневно обыскивают, они живут за колючей

провоолокой. Ни один самый мелкий алмаз не должен уйти из-под контроля.

Неизмеримо строже алмазов синдикат охраняет секреты их поисков. За метровой толщины бетонными стенами, за стальными дверцами банковских сейфов скрыто все, что касается геологии месторождений, методов разведки, признаков, указывающих на близость алмазной «трубки». Печать, подкупленная синдикатом, упорно твердит: месторождения алмазов — парадокс природы, они образуются в результате редчайшего, исключительного стечения обстоятельств. Пример тому Россия. На ее огромной территории нет ни одного месторождения.

...Александр Петрович Буров был далеко не первым искателем русских алмазов: их поисками занимались и в XVIII, и в XIX, и в XX веке. Но Буров был первый, кто безусловно верил в русские алмазы, кто боролся за них с мудростью ученого и упорством фанатика.

В 1930 году ему удалось организовать небольшую партию геологов-алмазников. Но где и как вести поиски? Этого он не знал. И никто не знал. С «алмазных позиций» вся колоссальная территория страны была почти не изучена. Любое направление казалось не хуже и не лучше других. А выбрать можно было только одно.

В конце концов Буров остановился на Урале. Здесь,

в местах, сказочно богатых ископаемыми, иногда находили алмазы. Правда, это случалось очень редко, но и тонкая ниточка надежды была лучше, чем ничего. Экспедицию проводили недоверчивыми улыбками, а встретили пожатием плеч. Как и следовало ожидать, она не привезла ни единого алмаза...

Удар жесток. В официальной истории советского алмаза целое десятилетие, с 1930 по 1940 год, не отмечено никакими событиями. Алмазы не ищут, о них почти не пишут — вопрос решен: алмазов нет. Однако Буров и не думает сдаваться. Год за годом он ведет борьбу. В публичных лекциях и в частных спорах он настойчиво и непреклонно утверждает: алмазы есть, должны быть. И если их до сих пор не нашли, то лишь потому, что по настоящему не искали.

Время работает на него. Быстро развивающаяся промышленность требует алмазов. Требует и дает геологам новые средства поисков. Накапливая опыт, движется вперед советская геологическая наука.

Наконец первый скромный успех. Всесоюзный геологический институт поручает молодому ленинградскому ученому Владимиру Степановичу Соболеву заняться проблемой алмазов.

Путь, который избирает Соболев, кажется фантастическим. Деятели алмазного синдиката тщательно охраняют секреты алмазов. Но один «секрет» они не в состоянии скрыть — геологическое строение Южной Африки. Именно с него и начинается ученый.

Миллионы лет назад в результате геологических перемен на поверхность прорвались колоссальные извержения тяжелых глубинных пород. Извержения закончились мощными взрывами газов, скопившихся в подземном «котле». Взрывы были такой силы, что алмазоносные породы (кимберлиты) пробивали толщу земной коры и застыли в виде громадных труб, расширяющихся кверху.

Следующий шаг подсказан железной логикой ученого. Необходимо найти на территории Советского Союза места, геологическое строение которых сходно со строением Южной Африки. Иначе говоря, районы, где миллионы лет назад произошли взрывы, внешним признаком которых были выходы на поверхность тяжелых глубинных пород...

Теперь в распоряжении Соболева есть особый при-

знак—новый угол зрения. Под этим углом он тщательно изучает геологию страны. И не только по картам и книгам. Заподозрив в сходстве с Южной Африкой Сибирскую платформу, он в 1940 году отправляется в далекую экспедицию.

Он едет на лошадях и оленях, плывет в лодках, идет пешком. Он преодолевает бешеные речные пороги, терпеливо переносит дневную жару и ночной холод, голод и укусы комаров. На пространстве в тысячи километров он обследует выходы горных пород, собирает богатую коллекцию минералов. И, вернувшись в Ленинград, делает вывод: Сибирская платформа образовалась примерно в то же время и в тех же условиях, что и Южно-Африканская. Следовательно, там должны быть и месторождения алмазов.

С этого момента начинается второй этап борьбы. Раньше сторонники поисков опирались лишь на убеждение, что алмазы должны быть, что их можно найти. Теперь убеждение подкреплено теорией, указан адрес — Якутия, Сибирская платформа.

В 1941 году доклад Соболева был с интересом выслушан в Госплане СССР.

Группа геологов, и прежде всего Александр Петрович Буров, горячо поддержала ученого. Однако нашлось немало противников. Доводы Соболева казались им сугубо теоретическими, «воздушными». «Что общего между Южной Африкой и Восточной Сибирью?» — спрашивали они. И ссылались, как на бесспорное доказательство, на различие в климатических условиях. Существовало мнение, будто алмаз образуется лишь в жарком климате.

Трудно понять, как возникло столь странное убеждение. Алмаз рождается на глубине. Какое значение при этом имеет температура на поверхности? Сторонников жарких стран остроумно высмеял еще М. В. Ломоносов. Климат Земли, напомнил он, меняется. И если в древности на территории Сибири водились животные, которые живут на Юге, то почему там не могли образоваться алмазы?

Однако и у противников были доводы: не очень научные, но достаточно весомые. Никто и никогда не находил алмазных месторождений на Севере...

А не проще ли было вместо дискуссий направить в «спорный» район геологическую партию? Сибирская

платформа лежит между реками Леной и Енисеем и занимает площадь около 4 миллионов квадратных километров. На ее пространствах без труда уместилась бы Западная Европа. Легко представить, какие шансы на успех имела бы геологическая партия, получившая для поисков такой «точный» маршрут.

И дело не только в пространствах. В Европе умеренный климат, большинство ее районов изучены и обжиты. Сибирская платформа — область сплошной тайги и тундры, лесных пожаров, бездорожья, болот, морозов в 50—60 градусов. Исследование такой территории требует огромных усилий и средств, малейшая неосторожность грозит гибелью.

Так что вопрос, стоит ли искать алмазы, был далеко не простым. Сторонники поисков знали, что берут на себя ответственность за труд сотен и тысяч людей, за большие народные средства, за риск.

В годы войны Владимир Степанович Соболев читал лекции в Иркутском геологическом институте. Время было трудное, и, казалось, старые споры геологов мало кому интересны. Но Соболев думал о будущем. Он понимал: после войны алмазы будут необходимы стране. Значит, их поиски нужно готовить уже сейчас.

Внешне бесстрастно он изложил студентам суть спора. Привел доводы «за» и «против». Сказал, что он лично твердо верит в великую алмазную будущность Сибирской платформы. Эффект лекции был несколько неожиданным. В институте вспыхнула настоящая «алмазная лихорадка».

Результаты ее сказались через несколько лет. Сквозь тяжелые испытания войны бывшие студенты пронесли веру в сибирские алмазы. Выпускники Иркутского геологического института составили ядро первых геологических партий, начавших штурм Сибирской платформы. Руководил им старейший алмазник страны Александр Петрович Буров.

Геологические партии ушли в тайгу летом 1945 года. И вернулись ни с чем. Казалось, следующий год принесет успех. Однако прошел еще год, и еще, и еще — алмазов не было. Геологи понимали, что в неудачах есть своя логика: алмазы редки, методы поисков не известны, территория Сибирской платформы огромна.

Но в этой логике было мало утешительного. Страна

верила искателям алмазов: в трудные послевоенные годы им дали все необходимое — средства, оборудование, материалы. А у них вместо алмазов была пока только логика...

Зимой 1948 года в Иркутске проходил слет передовиков геологических служб Сибири. Каждые несколько минут в зале вспыхивали аплодисменты. Выступавшие общались о новых открытиях: железная руда, уголь, цинк, медь. Алмазники чувствовали себя неважно: о чем говорить, когда алмазов нет.

Представитель Амакинской экспедиции (тогда она еще называлась «Тунгусской») с этого и начал:

— Успехов пока нет. В следующем году мы решили, не прося дополнительных средств, организовать новую партию и исследовать реку Вилюй...

Почему из многих рек Якутии геологи выбрали Вилюй? Не зная признаков алмаза, найти на территории в миллионы квадратных километров скрытую в земле узкую «трубку» практически невозможно. Геологи рассчитывали на помощь... воды. Ручьи и реки размывают горные породы на огромных пространствах. Если на пути им случайно встретится «трубка», вода размочит ее и вынесет алмазы на поверхность. Случайность? Конечно. Но вполне вероятная. И вероятность ее тем больше, чем обширнее область, которую охватывает река.

Противники поисков встретили решение иронически. «Если Якутия действительно похожа на Южную Африку, — насмешливо говорили они, — если результатом сходства было образование сибирских месторождений, если этому не помешали тысячи причин, если река размывала месторождение (и не всякая река, а именно Вилюй), если вода вынесет алмазы на поверхность и геологи найдут это место, тогда... Но можно ли на стольких «если» строить поиски, требующие огромных средств?!»

Итак, партия геологов ушла в тайгу летом 1945 года. И только 7 августа 1949 года группа Григория Файнштейна (из Иркутского геологического института!) обнаружила россыпи алмазов, имеющие значение для промышленности. Четыре года скитаний по тайге, четыре года непрерывных споров с противниками — такой ценой оплачен первый успех.

Но и после открытия противники не сдались. Ведь были обнаружены лишь россыпи алмазов, а не настоящие

месторождения — кимберлитовые «трубки». «Таких трубок в Сибири нет, искать их бесполезно, — заявил геолог Трофимов. — Алмазы принесены реками с Витимо-Патомского нагорья, где когда-то были кимберлиты. Файнштейну просто повезло. Могут пройти десятки лет, прежде чем повторится удача».

Предсказание было опровергнуто довольно быстро — в том же году геологи открыли новые месторождения. Однако это по-прежнему были россыпи: кимберлитовые «трубки» упорно не давались человеку. Геологи все еще не знали, где и как их искать.

Шли годы. 1950... 1951... 1952... Положение становилось напряженным, обстановка обострялась. В 1953 году на реке Марха, у Северного Полярного круга, работала небольшая партия Натальи Николаевны Сарсадских, опытного ленинградского геолога. В составе партии была и ученица Натальи Николаевны Лариса Попугаева. Алмазов они не нашли, но привезли с собой в Ленинград любопытные красные камушки, похожие на гранат.

Для изучения их передали известному минералогу Александру Александровичу Кухаренко. А на следующий день грянул гром. Сначала он был тихим: обычный телефонный звонок с просьбой зайти. Но, когда Лариса вошла в кабинет минералога и услышала его слова, стало ясно: гром действительно грянул.

— Знаете, что вы нашли, Лариса Анатольевна?

— Гранаты.

— Не совсем обычные гранаты. Это пиропы — постоянные спутники алмаза. В природе они встречаются в тысячи раз чаще, чем алмаз. И, значит...

— Искать алмазы по пиропам!

— Именно это я и хотел сказать.

...В 1954 году Лариса Попугаева нашла первую в стране алмазную «трубку» «Зарница». А уже в 1955 году «пироповая дорожка» привела геологов почти к двум десяткам «труб». Среди них — знаменитое месторождение «Мир» в долине реки Иирэлээх, открытое молодым искателем алмазов учеником Файнштейна Юрием Хабардиным. О своей находке он сообщил кратко: «Закурил Трубку мира. Табак отличный. Хабардин».

В 1957 году за открытие якутских алмазов группе геологов во главе с Александром Петровичем Буровым была присуждена Ленинская премия.



А ПОСЛЕДНИЕ годы только в Якутии, на Сибирской платформе, открыто около ста алмазных «трубок». Но геологи считают, что это капля в море, ибо запасы якутских алмазов фактически неисчерпаемы.

По узким тропинкам, протоптанным геологами, на штурм Сибирской платформы пошла могучая техника. На разведку новых месторождений брошены самолеты и вер-

толеты; сотни тракторов и бульдозеров прокладывают дороги в тайге. В палатках при 60-градусном морозе начиналась история удивительного «алмазного» города Мирный. А сейчас в этом городе живет двадцать тысяч жителей, строятся многоэтажные дома, крупнейший в мире обогатительный комбинат, гидроэлектростанция на реке Вилюе...

Радио приносит сообщения о новых и новых открытиях. Пиропы и алмазы найдены в Архангельской области, на уральской реке Вишере. Особенно поразительное известие пришло из Киева. Нет, не об открытии алмазных месторождений на Украине. Коллектив Украинского научно-исследовательского института решил, пожалуй, еще более сложную задачу — создал искусственный алмаз. Две тысячи каратов этого изумительного, «рукотворного» алмаза — подарок советских ученых XXII съезду партии, съезду строителей коммунизма.

Графит и алмаз... Графит истирается о бумагу, алмаз легко царапает самую твердую сталь. А сделаны они из одного материала — углерода. Различие в архитектуре. Атомы графита вытянуты в цепочку и расположены слоями. Конструкция алмаза жестче, компактнее: атомы уплотнены, как бильярдные шары в тесном ящике, сдвинуты один к другому.

Графит встречается довольно часто — верный признак того, что для его создания природе не нужны какие-то особые условия. Напротив, рождение алмаза протекает в условиях исключительных: при температуре в тысячи градусов и давлении в десятки тысяч атмосфер. Именно поэтому алмаз так редок...

Чтобы превратить графит в алмаз, необходимо узнать «алмазные условия» и суметь воспроизвести их искусственно. Над этой проблемой десятилетиями бились ученые многих стран. Лишь сравнительно недавно советский физик О. И. Лейпунский с помощью тончайших расчетов нашел условия, при которых ажурное хрупкое строение графита превратится в бронево́й твердости здание алмаза.

Теоретически проблема была решена. На бумаге все эти градусы (тысячи градусов) и атмосферы (десятки тысяч атмосфер) выглядели вполне мирно. Но в лаборатории они взбунтовались. Плавилась самая жаропрочные материалы, сплошная стальная камера пропускала жидкость как решето...

Борьба была на редкость упорной и трудной. Победив, человек воспроизвел одно из высших достижений природы — самый твердый ее материал.

Поиски продолжаютя. Поиски новых месторождений алмазов, новых путей их творения. По семилетнему плану добыча алмазов с 1958 по 1965 год возрастет в 15—16 раз. В условиях Якутии полторы тысячи процентов — колоссальный скачок. Но наша наука и техника развиваются с такой стремительностью, что обгоняют самые смелые планы. Такова логика жизни, логика народа, открывшего миру путь в коммунизм.



СПОР О „КРАСНОМ УГЛЕ“

„ИЗ ЭТОГО НИЧЕГО
НЕ ВЫЙДЕТ“

«**И**З ЭТОГО ничего не выйдет», — писали в итальянских газетах летом 1904 года.

Было очень рано. Над спящим селением горели крупные звезды. Восток светлел, предвещая рассвет. Люди торопились. Они свернули с проселочной дороги и шли полем, тяжело ступая по размокшей от дождя земле.

— Навес протекает, — озабоченно сказал высокий с острыми глазами.

— Ничего ей не будет, — успокоил второй.

— Смазка надежная, — добавил низенький человек в замасленном комбинезоне.

Опередив остальных, он подбежал к машине и, став на колени, принялся что-то подкручивать.

— Все в порядке, синьор Джинори, — сообщил он, весело насвистывая.

— Пора, — бросил высокий.

— Включаю.

Зашипел пар. Качнулся и неторопливо пошел кривошип. Трое с напряженным вниманием смотрели на электрическую лампочку. Тонкая ее нить чуть порозовела, стала краснеть и вдруг засияла ровным желтоватым светом. Люди молча обменялись рукопожатиями — генератор дал ток.

Случайному наблюдателю их торжественность показалась бы комичной. Электрическая лампочка давно перестала быть новостью. Паровая машина и электрический двигатель ничем не отличались от обычных. Паровой котел...

Но котла не было. Трубы уходили прямо в землю.

— Выключить, синьор Конти?

Джинори Конти молчал. Наверное, в этот торжественный момент ему полагалось испытывать радость. Однако радости он не чувствовал — только огромную усталость. Долгие годы он спорил, унижался, доказывая туповатым хозяевам, что нелепо тратить средства на уголь, когда энергия здесь же, в земле... Он ощутил тепло — его пальцы нечаянно коснулись лампочки. Она горела несильным, мягким и добрым светом. Джинори вытер лицо платком и оглянулся на товарищей. Они предупредительно смотрели вдаль — туда, где над селением поднимались первые струйки дыма.

— Эй, Монти, выключай, и пошли ко мне! — крикнул он весело. — Кажется, у меня сохранилась бутылка старого шампанского...

Через несколько часов состоялись официальные испытания. Они прошли успешно. Чиновник из города сказал небольшую речь, отметив смелость владельцев предприятия, которые пошли «на разумный риск». Жители селения Лардерелло слушали речь, насмешливо улыбаясь, и горячо поздравляли инженера Конти. Они праздновали редкое событие: не создание нового механизма, машины или способа, а нечто гораздо более значительное — рождение нового ископаемого.

...Медленно, очень медленно входило в жизнь новое полезное ископаемое. Много лет электрическая станция в Лардерелло была единственной. Люди никак не хоте-

ли верить, что горячая вода — такое же богатство, как торф, уголь, нефть. И когда, уже после второй мировой войны, исландцы решили отапливать свою столицу Рейкьявик не углем, а подземной водой и паром, нашлось немало скептиков, которые упорно твердили: «Из этого ничего не выйдет».

Первая машина, приводимая в движение подземным паром, имела очень скромную мощность — 40 лошадиных сил. А в 1954 году из 153 скважин в Лардерелло добывается в час уже около 3000 тонн пара с температурой 240 градусов и давлением 6 атмосфер. Пар дает энергию турбинам семи электростанций. Их мощность превышает четверть миллиона киловатт, а годовое производство электроэнергии — два миллиарда киловатт-часов. И немаловажное обстоятельство — энергия стоит удивительно дешево: киловатт-час — $\frac{1}{15}$ копейки.

Сейчас электростанции Лардерелло и Капель-Нуово, работающие на подземном паре, дают около 6 процентов всей энергии, которая производится в Италии. Это примерно столько же, сколько в других странах приходится на долю гидроэлектростанций!

В Исландии постоянно действует 600—700 горячих источников. Они ежечасно выбрасывают в воздух 5,5 миллиона литров воды и 400 миллионов больших калорий тепла. Долго это огромное богатство никак не использовалось. Только туристы в восторге щелкали фотоаппаратами: «Какие кадры! Снег и трава, лед и пар». Наконец настал день, когда исландцы решили: пусть будет меньше экзотики, но больше тепла.

В настоящее время столица страны Рейкьявик, где живет 53 тысячи человек (треть всего населения Исландии!), отапливается горячей водой и паром. В стране, где не созревали огурцы и томаты, сейчас можно купить на рынке... ананасы и виноград. «Чудо» совершает в теплицах горячая вода гейзеров.

Пример Исландии подействовал. На острове Северном (Новая Зеландия) работают уже две крупных электростанции с «подземным» питанием. В Венгрии и Японии горячей водой отапливают дома, в американском штате Орегон очищают от льда горную дорогу, где раньше часто случались аварии. На чехословацком курорте Карловы Вары из подземной воды добывают ценные химические продукты: глауберову соль, углекислый нат-

рий, фтористый кальций. Новые электростанции строятся в Италии и в Центральной Африке, в Южной Америке и на Малых Антильских островах.

Кажется, новое ископаемое всеми признано полезным, у него уже не осталось противников. Но...



НА ПОРОГЕ СКАЧКА

В ИСТОРИИ каждого полезного ископаемого можно отметить своеобразные скачки. Они происходят как будто внезапно, за несколько лет превращая давно известный, но мало применяемый материал в один из важнейших.

Первым топливом в человеческой практике было, конечно, дерево. Но как-то даже не верится, что оно оставалось главным источником энергии и в середине XIX века.

И вдруг (о том, как готовилось это «вдруг», можно рассказывать и рассказывать) на первое место вышел уголь. Его позиции довольно долго казались неприступными. Однако в нашей стране за годы семилетки произойдет новый скачок — нефть и газ обгонят уголь. Меньше чем за сто лет энергетика проделает путь: дерево — уголь — нефть — газ.

А дальше? Как будто путь ясен. На смену нефти придет атомное и термоядерное топливо. Атомная энергия уже теперь используется довольно широко. И техника создает все новые средства — портативные атомные котлы, материалы для защиты от радиоактивного излучения, полупроводниковые приборы, которые будут переводить энергию распада атомов прямо в электрический ток. Известные человеку запасы атомного топлива в состоянии дать 515 000 000 миллиардов киловатт-часов — в 10 раз

больше, чем все месторождения угля и нефти. Смогут ли вода спорить с грозным атомным соперником?

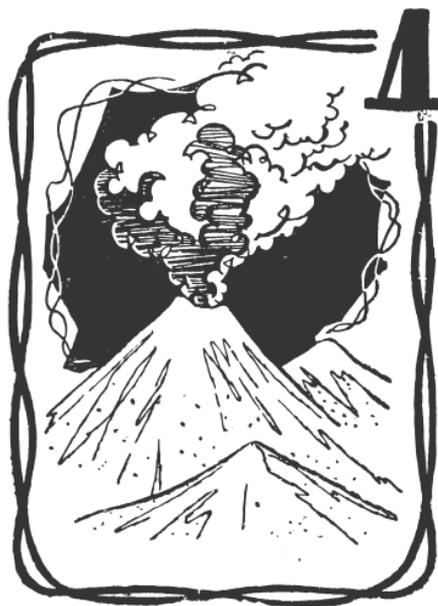
Многие думают, что нет, не сможет. Лет двести назад, рассуждают они, подземная горячая вода была бы человеку очень кстати. Жаль, что тогда ее не умели использовать. Но теперь, когда научились, это потеряло смысл — найдены новые, несравненно более мощные источники энергии. Новому полезному ископаемому просто не повезло: раньше было слишком рано, а теперь слишком поздно.

Все это выглядит убедительно. Однако есть немало признаков, по которым внимательный глаз заметит, что, вопреки всем доводам, «какая-то» вода именно сейчас стоит на пороге скачка.

Современная промышленность поглощает полезные ископаемые в огромных, небывалых масштабах. Поэтому, решая судьбу нового материала, человек прежде всего думает о его запасах и стоимости. Особенно, когда речь идет о топливе, расход которого колоссален.

Может ли в этом отношении горячая вода спорить с углем, нефтью и тем более с атомным топливом? Чтобы судить, нужно разгадать загадку «красного угля».

ТАЙНА „КРАСНОГО УГЛЯ“



О СИХ ПОР, рассказывая о новом полезном ископаемом, я называл его горячей водой или паром. Но ведь вода не уголь, она не горит и сама по себе тепла дать не может. Она лишь переносит полученное откуда-то тепло к парникам, домам, турбинам.

Ясно, что самое важное не вода, а тот таинственный источник тепла, который ее нагревает.

Именно его в последнее время и стали называть «красным углем».

«Красный уголь» — это глубинное тепло Земли. Множество наблюдений в самых различных точках земного шара показали, что с удалением от поверхности температура возрастает. На каждые 100 метров — примерно 3 градуса.

Правда, на большой глубине температура растет медленнее, иначе в центре Земли она достигала бы сотен тысяч градусов.

По расчетам известного геофизика Гутенберга, на глубине в двадцать километров земные породы нагреты до 600 градусов, в ста километрах от поверхности температура равна примерно 1400 градусам, в двухстах — 1600 (вместо ожидаемых 6000!), в пятистах она вряд ли превышает 1800 градусов...

Но масса Земли огромна. Для ее нагревания должно уйти колоссальное количество тепла. Откуда же оно берется?

В прошлом веке на этот вопрос отвечали просто. Когда Земля образовалась (скажем, оторвалась, как капля, от Солнца), она была раскаленным телом. Охлаждение ее шло постепенно и, конечно, раньше всего с поверхности.

Вот почему «корка», на которой мы живем, остыла, а породы на глубине еще сохраняют тепло.

В XIX веке многому верили на слово. Однако в XX ученые взяли и подсчитали. Вышло, что если даже Земля сначала находилась в раскаленном состоянии, то за миллиарды лет своего существования она должна была давно остыть. Но не остыла — это мы и сами знаем, хотя бы по вулканам. А наш замечательный ученый Отто Юльевич Шмидт вообще усомнился, что Земля вначале была раскаленной. Он утверждает: планеты рождаются холодными и разогреваются лишь с течением времени...

В недрах Земли непрерывно идут процессы с огромным выделением энергии.

Подсчитано, что тепловой поток из земных глубин измеряется фантастической цифрой $3,31 \cdot 10^{16}$ больших калорий в час. В течение часа наша планета расходует больше тепла, чем все человечество на протяжении года!

Именно эти огромные числа наводят на мысль, что основной источник «красного угля» — атомная энергия. В земных породах скрыты радиоактивные вещества: уран, торий, актино-уран, изотоп калия. Только эти четыре элемента в течение часа выделяют $44 \cdot 10^{16}$ калорий энергии.

Столько тепла мы не смогли бы получить, даже если бы сожгли все известные на Земле запасы нефти.

Вот поистине бездонный тепловой резервуар, из которого мы начинаем черпать энергию. Если бы человеку пришлось пользоваться только одним этим источником, все равно запасов энергии хватило бы на сотни тысяч лет.

Радиоактивные вещества распределены в земле неравномерно.

Там, где создаются их скопления, температура резко повышается и горные породы начинают плавиться. Расплавленная масса — магма — под огромным давлением устремляется вверх. Когда ей удастся прорваться на поверхность, образуются вулканы. Но чаще верхние породы запирают ее на какой-то глубине. Здесь, в непривычном для нее «холодном» климате, магма начинает быстро остывать.

Впрочем, у магмы свой счет времени: для нее «быстро» — это, как правило, сотни тысяч, а иногда и миллионы лет.

Эти огромные, медленно (по нашему счету) остывающие магматические тела и являются главным источником «красного угля», которым человек пользуется. Конечно, передавать энергию от них на поверхность земли могут не только горячая вода и пар.

Придет, наверное, время, когда человек «взнуздает» вулканы, научится отбирать с помощью полупроводников тепло на глубине прямо из магмы (кстати, по-гречески «магма» значит «тесто», а грозная «лава» — всего лишь «каша»). Ведь при охлаждении грамма расплавленной породы, скажем с 1200 до 500 градусов, выделяется энергия, достаточная, чтобы поднять этот самый грамм на высоту ста километров.

Но пока что горячая вода и пар — самые надежные «почтальоны» глубин. Иногда пар вместе с газами выделяется из очагов магмы и, поднимаясь по трещинам, выходит на поверхность.

Чаще, однако, атмосферная вода сама пробирается на глубину. Встречая на пути раскаленные газы, она превращается в пар и, нагретая, возвращается на поверхность.

Так создается непрерывная циркуляция воды, для которой раскаленная магма служит «тепловым насосом».

Поклонники ядерного горючего нередко противопоставляют его другим источникам энергии. Применительно к «красному углю» это приводит к любопытному парадоксу.

Дело в том, что новое полезное ископаемое и есть, в сущности, атомное горючее. И даже носители подземного тепла — вода, пар, газы — те же, что на атомных электростанциях.

Природа создала огромный атомный котел — Землю, сама «организовала» транспортировку подземной энергии на поверхность.

Человек с колоссальным трудом добывает и перерабатывает уран, затрачивает огромные средства на строительство электростанций. Так почему бы ему не воспользоваться тем, что дает природа?..

„ЗА“ И „ПРОТИВ“



В САМОМ ДЕЛЕ, почему бы не воспользоваться тем, что дает природа? — сказал пожилой геолог. — Подземная вода — отличное топливо.

Его собеседник, человек очень молодой и решительный, насмешливо фыркнул (разговор велся в одном геологическом учреждении и был, так сказать, неофициальным).

— Время вашей воды утекло, — весело заметил он.

— Или, наоборот, наступает.

— Сказать это легко, а вот доказать...

— Можно и доказать.

— Попробуйте. Давайте ваши «за»...

— Пожалуйста. С каждым годом промышленности нужно все больше энергии. Запасы же топлива на Земле хотя и очень велики, но не безграничны. Например, нефтяные месторождения, вероятно, истощатся за несколько столетий. А горячей воды хватит всему человечеству на сотни тысяч лет. Сотни лет и сотни тысяч лет — тут, согласитесь, есть кое-какая разница...

— Допустим.

— Электростанции на подземной воде стоят недорого. Они могут работать и без людей — их с успехом заменят машины и автоматы. И, естественно, энергия таких станций будет очень дешевой, — пожалуй, самой дешевой из всех.

— Хорошо, дальше.

— Разве этого мало?

— Конечно.

— Ну что же, послушаем ваши «против».

Молодой человек прошелся по комнате, подумал и сказал твердо:

— Доводов много. Во-первых, горячая вода бедна энергией. При сгорании нефть дает, скажем, десять тысяч калорий. А вода — лишь несколько десятков. Это тоже некоторая разница. Сравнить же воду с атомным топливом, согласитесь, смешно.

— Почему? Просто воды требуется гораздо больше, чем нефти. Но это не страшно: ведь ее запасы фактически неограниченны. И потом вспомните, что на атомных электростанциях тоже работает вода, атомное же топливо ее нагревает.

— Скоро от воды откажутся. Полупроводники будут прямо переводить энергию распада атомов в электрический ток.

— Совершенно справедливо. Но точно такая же возможность есть и у «красного угля». Полупроводниковые батареи, опущенные на глубину, в самой скважине «переделают» тепло в электричество и передадут его по проводам на поверхность.

— Пусть так. Однако нефть или уголь перевозят на любые расстояния, и от этого их качества не меняются.

А ваш так называемый «красный уголь» можно использовать только на месте, иначе он превратится в обыкновенную воду.

— Верно. И все-таки вы забыли одно немаловажное обстоятельство. Нефть и уголь встречаются на Земле сравнительно редко. Именно поэтому их приходится перевозить, что, кстати сказать, загружает транспорт и стоит недешево. А месторождения «красного угля», если учитывать подземные резервуары на глубине 3—5 километров, охватывают одну четверть всей громадной территории нашего Союза. Обратите внимание: я беру глубины, уже достигнутые нефтяниками в настоящее время. В будущем же...

— Давайте пока говорить о настоящем. «Красный уголь» на глубине, может быть, и очень хорошее топливо. Но по дороге на поверхность пар охлаждается, конденсируется, и вода, поступающая на электростанцию, чаще всего имеет температуру 40—80 градусов. Вам, конечно, известно, что в паровых машинах использовать воду нельзя. Остаются душевые и бани...

— Этого возражения я ждал с самого начала. Вы правы, но только отчасти. Горячую воду действительно нельзя пустить в обычную паровую машину. Можно, однако, построить установку, где вода будет нагревать легкокипящие жидкости — бутан, изобутан, хлористый этил, — и пары этих жидкостей приведут в движение турбины.

— Я знаю, что подобные установки существуют. Но от их применения электростанции на подземной горячей воде вряд ли станут сколько-нибудь проще, а их энергия дешевле.

— Разумеется. И все-таки эти станции несравненно проще атомных, и стоимость энергии много ниже. Дешевизна и неограниченные запасы обеспечивают «красному углю» великое будущее!

— Посмотрим.

...Спор велся в конце 1955 года.

Через несколько месяцев Президиум Академии наук СССР — высшего научного учреждения страны — принял решение: «Отнести исследования по геотермии (геотермия — наука, изучающая тепловой режим Земли) к числу важнейших проблем, разрабатываемых Академией наук».



В РОССИИ водой горячих источников лечили болезни уже в XVIII веке. Но полезным ископаемым «красный уголь» сделался совсем недавно, лет двенадцать назад.

Первое хозяйство, питаемое теплом Земли, было создано в 1949 году на Северном Урале в городе Краснотурьинске. Почти тогда же начали действовать в Дагестане бани и душевые установки на подземной воде. Позднее

ее применили для теплофикации многих курортов: Ходжа-Оби-Гарм в Таджикистане, Цанши в Мингрелии, Талая на Колыме, Джермук в Армении, Кульдур в Хабаровском крае и других. В Махачкале подземной водой отапливают целые кварталы города, в Ташкенте — производственные помещения, в некоторых северных городах — теплицы.

Однако еще несколько лет назад горячая вода использовалась у нас слабо.

Только с 1956 года, после специального совещания, созванного Академией наук СССР, работы приняли широкий размах.

В настоящее время в долине реки Паужетки, на Камчатке, ведется подготовка к строительству первой в СССР крупной геотермической электростанции. Весной 1957 года, после того как здесь побывала экспедиция ученых, руководимая академиком М. А. Лаврентьевым, в долине начали работать изыскательские партии.

Тут можно увидеть удивительные вещи. Красочное описание Паужетских источников оставил Степан Петрович Крашенинников, посетивший Камчатку в 1738 году. «Ключи бьют во многих местах, как фонтаны, по большей части с великим шумом... Некоторые стоят, как озера в великих ямах, а из них текут маленькие ручейки, которые, соединяясь друг с другом, всю помянутую площадь

как на острова разделяют и нарочитыми речками впадают в означенную Пауджу».

Здесь есть места, где всегда лето, хотя вокруг «ходит» пурга. Круглый год растет трава, зеленеют листья. Кажется, тут другой воздух. Он и в самом деле другой — согретый теплым дыханием Земли.

На сотни метров вглубь ушли разведочные скважины. Уже сейчас ясно: в «подземелье» Паужетки таятся огромные запасы воды, нагретой почти до 200 градусов. Геотермическая электростанция, питаемая подземным паром, даст электроэнергию рыбокомбинатам Охотского моря и заводам, вырабатывающим поваренную соль из морской воды, позволит создать огромные парники, где будут выращиваться не только необычные для Севера свежие овощи, но и южные фрукты.

В ближайшие десять — двадцать лет теплом из подземных «котлов» будут отапливаться предприятия и жилые дома Грозного, Краснодара, Махачкалы, Тбилиси, Петропавловска-на-Камчатке, Южно-Курильска.

Значение этого трудно переоценить. Достаточно сказать, что всего четыре скважины, пробуренных на глубину 3—3,5 километра в районе Грозного, обеспечат теплом город и его окрестности. Температура подземной воды достигает здесь 100—130 градусов, давление пара — 5—20 атмосфер. А из этого следует, что сама Земля будет подавать объектам горячую воду. И, конечно, такое отопление обойдется много дешевле самого дешевого, центрального.

Раньше считалось, что горячие источники встречаются редко. Это мнение ошибочно. Их не находили, потому что не искали.

Кроме Курильских островов и Камчатки, гейзеры которой «Первенец», «Тройной» и «Малый» были открыты Т. И. Устиновой еще весной 1941 года, сотни и тысячи источников найдены в Дагестане и в Восточной Сибири, на Кавказе и в Средней Азии, в Армении и на Дальнем Востоке. Подсчитано, что уже известные «залежи» горячей воды смогут заменить в год 100—150 миллионов тонн обычного топлива.

В Западно-Сибирской низменности на глубине 1,5—2,5 километра «опорные» скважины обнаружили целый океан подземной горячей воды. Он охватывает три миллиона квадратных километров. Если на этой площади

разместить Каспийское, Черное, Азовское и Баренцево моря, океан и тогда не будет заполнен.

Мощные подземные бассейны — Приташкентский, Ферганский, Кызыл-Кумский — обнаружены в Узбекистане. Здесь горячая вода интересует людей вдвойне: и как топливо, и как вода. Отработав в турбинах электростанций, она пойдет на поля. Пустыня получит то, что ей больше всего нужно: энергию и воду.



...И ДАЛЕКОЕ

В ДРАМЕ «Земля» Валерий Брюсов нарисовал удивительную картину будущего. В этом будущем тепло глубин отапливает, освещает, приводит в движение машины.

Треть века назад, когда Брюсов создавал свою «Землю», это было фантазией, но сейчас стало реальностью. Стремительный полет науки и техники иной раз обгоняет мечту, стирает грань между настоящим и бу-

дущим, так приближает далекое, что оно становится близким.

Сейчас разрабатываются проекты скважин, которые проникнут на 10—15 километров в глубь земли. Когда человек сумеет бурить такие скважины, ему, очевидно, не придется вести разведку нового полезного ископаемого: его можно будет найти в любой точке планеты.

И добывать его тоже не придется. «Красный уголь» мощным потоком вырвется на поверхность и, покорный воле человека, понесет тепло и свет городам, энергию — машинам.

«Красный уголь» не только неиссякаемая энергия. По выражению знаменитого венского геолога Зюсса, горячие источники — это те пути, которые связывают жизнь

магм с жизнью земной поверхности. Изучение их даст в руки человеку еще один ключ к загадкам глубин, к таинственным процессам образования самых разнообразных полезных ископаемых. И, кто знает, может быть, недалеко время, когда по трещинам вместе с атмосферной водой уйдут в «глубокую разведку» радиоактивные изотопы...

О будущем «красного угля» замечательно писал поэт геологии А. Е. Ферсман:

«Миллионы калорий принесут с собой трубы из глубин на земную поверхность. Они не только дадут тепло человеческим жилищам и заводам, они согреют целые районы своим горячим дыханием, расплавят льды полярных стран, изменят климат. Мощные холодильные установки, разбросанные в разных местах пустыни, превратят ее в цветущие оазисы.

Но человеку и этого будет мало... Человеку будет мало тепла, которое разольется по его приказу по всей поверхности Земли и исправит ошибки Солнца, — он поднимет из земли те богатства, которые там скрыты».

Мечта? Но ученые и инженеры, собравшиеся в 1956 году в Вене на мировую энергетическую конференцию, обсуждали перспективы использования «красного угля» так, словно речь шла об угле или нефти. А это значит, что новое ископаемое перестало быть «сомнительным»: оно сделалось реальным. И сейчас на вопрос: «Выйдет ли?» — можно ответить с уверенностью: «Выйдет! Обязательно выйдет!»



ИСКУССТВО ПОИСКА

КОНКУРС

СООБЩЕНИЯ о конкурсе напечата-
ли советские и иностранные газеты. Это никого не уди-
вило — конкурс был международный. И условия назы-
вались самые обычные: срок представления проектов —
1 января 1928 года; в составе жюри — известные ученые;
за лучшие проекты — премии...

Случайный читатель спокойно откладывал газету: ни-
чего особенного. Но химик недоумевающе пожимал пле-
чами, снова и снова перечитывая название: «Конкурс на
лучший промышленный способ получения синтетическо-
го каучука».

Каучук, сделанный руками человека? Трудно пове-
рить. Десятки тысяч атомов, расположенных в строжай-

шем порядке, — вот что такое молекула каучука! Построить подобную молекулу искусственно? Абсурд. И еще в России, у которой и раньше почти не было химической промышленности, а теперь, после войны и революции, тем более.

Видно, русским так нужна резина, что они готовы ухватиться за любую фантазию.

А резина действительно была необходима. Страна преодолела разруху, восстанавливала заводы и шахты, близилось время первых пятилеток.

Партийные и советские работники, ученые и инженеры думали над планами.

Сталь Магнитки.

Электроэнергия Днепрогэса.

Алюминий Тихвина.

Уголь Кузбасса.

Каучук...

Но каучука в стране не было.

Его привозили из далекой южной Бразилии, где растет удивительное дерево — гевея. Индейские слова «као чу» — означают «слезы дерева». Когда на коре гевеи делают надрез, рану, дерево «плачет» тягучими, как смола, каучуковыми «слезами»...

За каучук нашей стране приходилось платить золотом, иначе владельцы плантаций его не продавали. А главное, и эта единственная ниточка могла в любое время порваться — в борьбе с социализмом враги не брезгают ничем. И тогда автомобили и суда, самолеты и тракторы останутся без резины.

Селекционеры пробовали выращивать гевею у нас, на Юге. Ботаники в поисках каучука исследовали тысячи растений. Географы искали в горах Тянь-Шаня кок-сагыз, в корнях которого обнаружено немного каучука. Химики... Да, химики тоже искали. Но они шли своим особым, «химическим» путем. Они были убеждены, что лаборатория и завод могут повторить таинственный процесс рождения каучука, идущий под тропическим солнцем в дереве гевее...

Так возникла мысль о конкурсе.

«Сшить» в лаборатории молекулу из десятков тысяч атомов? Даже в XX веке мало кто в это верил. Сам Эдисон, знаменитый Томас Алва Эдисон, утверждал, что синтетический каучук — нелепая фантазия русских!

СОБЫТИЕ ОГРОМНОЙ ВАЖНОСТИ



ЧЕЛОВЕК давно стал хозяином в промышленности. Он добывал материалы, создавал орудия труда, направлял и контролировал производственные процессы. В земледелии роль его была куда скромнее — помогать природе, облегчать ей таинственный процесс превращения углерода, водорода, азота в сложные вещества.

Опыт многих поколений научил людей обраба-

тывать и удобрять землю, регулировать влажность. Главенство, однако, принадлежало природе: только она владела секретами синтеза, только она умела соединять элементы с углеродом, строить органические вещества.

Очень долго считалось, что неорганический, «мертвый» мир, подвластный человеку, не имеет ничего общего с органическим, созданным растениями. Человек может использовать соединения углерода — белки, жиры, углеводы, может их разрушать, но строить их он никогда не научится.

Немногим более ста лет назад известный французский химик Жерар писал: «Я повторяю еще раз: химические силы прямо противоположны жизненной силе. Химик поэтому действует в направлении, противоположном действию живой природы: он сжигает, разрушает, оперирует анализом. Жизненная же сила оперирует с помощью синтеза, она вновь воссоздает то, что разрушается химическими силами».

Это написано в 1845 году, уже после того, как были искусственно приготовлены первые органические вещества.

Лишь в 60—70-х годах прошлого столетия наступил перелом. К этому времени французский химик Бертелло «построил» в лаборатории многие вещества, ко-

торые раньше извлекались только из живых организмов, а замечательный русский ученый Бутлеров раскрыл секреты «строительства».

Перед химиками встала задача: освоить опыт природы, научиться делать на заводах не только станки и машины, но и материалы.

Состав большинства сложнейших синтетических материалов совсем не сложен: углерод, кислород, водород, азот.

Однако, чтобы новые материалы смогли заменить железо и хлопок, алюминий и шелк, стекло и дерево, производить их надо из дешевого и доступного сырья.

Конечно, химики сразу же подумали о воде и воздухе. Кислород и азот можно получать из воздуха. Водород и кислород — из воды. В этом нет как будто ничего особенного. А ведь произошло событие огромной важности — вода и воздух превратились в полезное «ископаемое».

В поисках сырья для новых — синтетических — материалов человек начал штурмовать не только землю, но всю планету — Землю с большой буквы!

ФАНТАЗИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ



СОВЕТСКИЕ химики, принимавшие участие в «каучуковом» конкурсе, находились в гораздо худшем положении, чем иностранные. В то время в стране было мало заводов, мало лабораторий, не хватало приборов и аппаратуры. Но ученые хорошо знали, как нужен каучук, и верили, что для человека нет ничего невозможного.

1 февраля 1928 года срок конкурса истек. Из

представленных проектов жюри одобрило два. Один — самый реальный (в этом убеждали опыты автора) — предлагал получать каучук из спирта. Другой — самый фантастический — из нефтяных газов. Авторами проектов были советские ученые: профессор Сергей Васильевич Лебедев и ленинградский химик Борис Васильевич Бызов.

В 1931 году Опытный завод в Ленинграде изготовил партию каучука, сконструированного профессором Лебедевым.

В 1960 году Никита Сергеевич Хрущев с большим интересом осмотрел на Сумгаитском заводе первый каучук, полученный непосредственно из нефтяного газа — бутана.

По масштабам XX века три десятилетия — срок огромный.

За эти годы осуществлены проекты несравненно более сложные.

Но на пути проекта Бызова стояли не только «химические» трудности.

И в 30-е годы и позднее горючий газ, известный человеку на протяжении тысячелетий, не был полезным ископаемым.

На первый взгляд это необъяснимо. Из всех химических видов топлива газ — самое калорийное, при его сгорании выделяется гораздо больше тепла, чем при сгорании угля и даже нефти. И добывать газ проще: его не надо отделять от породы, как уголь, или выкачивать, как нефть. Достаточно пробурить скважину, и газ выйдет на поверхность. Поэтому к характеристике «самое калорийное топливо» можно смело добавить «и самое дешевое».

Правда, использование газа связано с некоторыми трудностями.

Газ не «нальешь» в бак или обычную цистерну. Для его хранения необходимы огромные емкости — газгольдеры, способные выдержать высокое давление. Для перевозки газа приходится применять специальные баллоны из толстой листовой стали. Для его транспортировки от промыслов к заводам — трубопроводы из прочных металлических труб.

В принципе трудности не так велики, во всяком случае — преодолимы.

Но это в принципе.

Пятьдесят лет назад инженеры умели проектировать газгольдеры и трубопроводы, умели их строить. Однако, чтобы превратить газ в полезное ископаемое, нужны не пять трубопроводов, не десять и не сто.

Существуют различные виды горючих газов. Из чисто газовых месторождений добывают так называемый природный газ, состоящий в основном из метана. Смешанные газо-нефтяные месторождения дают попутный газ, в состав которого, кроме метана, входят этан, бутан, пропан, пентан. Этот газ получают в процессе добычи нефти, попутно.

Большие количества газа образуются на заводах при переработке нефти и угля.

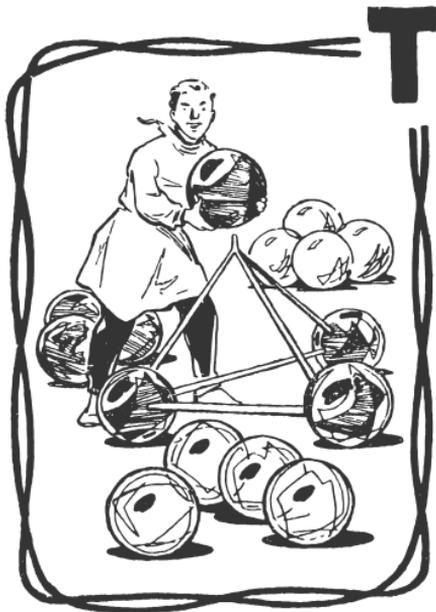
В нашей стране тысячи промыслов, где добываются природный и попутный газ, тысячи нефтеперерабатывающих и коксохимических заводов. Все эти промысла и заводы необходимо оснастить оборудованием, рассчитанным на высокое давление. Полученный газ нужно передать потребителям — тысячам других заводов и миллионам квартир.

Представьте себе необъятные пространства нашей Родины, и вы поймете, почему задача, технически вполне разрешимая, оказалась чрезвычайно сложной для промышленности.

В 1913 году производство газа в России составляло 17 миллионов кубических метров. Это очень мало (ведь кубометры — не тонны!), меньше, чем сейчас потребляет за сутки одна Москва.

В 1960 году в стране добывалось уже 47 миллиардов кубических метров газа. Подземными стальными трассами были соединены закарпатские газовые месторождения с Киевом, Брянском и Москвой, бакинские промысла — с Тбилиси и Ереваном, Северный Кавказ — с центральными районами. Меньше чем за три дня ставропольский газ проходит 2100 километров — путь до Ленинграда. В ближайшие годы газ будет широко применяться на электростанциях, на металлургических заводах, станет важнейшим сырьем химической промышленности. Его производство к 1980 году достигнет фантастической величины — 680—720 миллиардов кубометров. Совсем недавно с такими числами имели дело астрономы, но уж никак не инженеры...

„ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ“ СМЕЩАЕТСЯ



ТЫСЯЧИ лет назад человек положил в костер кусок медной руды. Этот человек был, в сущности, химиком — первым химиком, который участвовал в штурме Земли.

С тех пор ни один сколько-нибудь значительный этап штурма не обходился без химиков. Они помогали геологам искать полезные ископаемые, горным инженерам — добывать сырье, металлургам — перерабатывать его

и получать материалы. В работе над синтетическими материалами роль химика становится решающей, он уже не помощник геолога или металлурга, но главный участник штурма Земли.

Когда человек имеет дело с обычными ископаемыми — углем, железом, германием — основная трудность в том, чтобы их найти, добыть из недр Земли, очистить от породы и примесей. Некоторые ископаемые, скажем уголь, можно использовать сразу, без дальнейшей обработки. Другие, хотя бы железо, нужно сначала превратить в материалы — чугун, сталь. Но сделать это сравнительно просто — в состав железа вводят определенный процент углерода.

При создании синтетических материалов «центр тяжести» смещается. Найти и добыть сырье, из которого их получают (углерод, кислород, азот), довольно легко. Главная же трудность — превращение сырья в материалы, сам процесс «строительства».

Как будто работа в этой области не имеет прямого отношения к штурму Земли. Однако представим себе, что химикам удалось из кремния — элемента, который входит в состав большинства горных пород, — создать материал, во всех отношениях превосходящий сталь.

Очевидно, что огромные массы горных пород, например песка, превратятся в ценнейшее полезное ископаемое, а успех химиков станет одним из величайших достижений человека в штурме Земли. Поверить в это довольно просто, ибо работы советских ученых доказали, что кремний-органическим материалам принадлежит большое будущее...

Итак, от успехов химиков зависит многое. Но и трудности на их пути огромны. Вначале было легче: химики шли путями, указанными природой. Создавая, например, синтетический каучук, они имели перед собой «модель» — каучук натуральный, и в своей «постройке» стремились повторить его «архитектуру».

Технике, однако, нужны все новые материалы. Материалы, которые выдерживали бы холод космических пространств и жар реактивных двигателей, шквал радиоактивного излучения и давление в тысячи атмосфер. Нужны материалы более твердые, чем алмаз, более легкие, чем пробка, более устойчивые, чем платина, более «теплые» и мягкие, чем шерсть...

В природе, известной человеку, таких материалов нет. И, значит, у химиков нет модели, которую можно было бы копировать. Стремясь получить новые материалы с новыми свойствами, человек должен из бесчисленного множества вариантов выбрать ту единственную архитектуру, которая даст материал, обладающий нужными качествами.

Сложность конструирования синтетических веществ с трудом поддается воображению. Правда, в распоряжении человека ограниченное число «кирпичей» — химических элементов. Однако построить из них можно неограниченное число «зданий». Свойства материалов коренным образом меняются в зависимости и от количества атомов в молекуле (а ведь есть молекулы из сотен тысяч и миллионов атомов!), и от места, которое занимает в молекуле тот или иной атом, и от их расположения в пространстве, и от соседства других атомов...

Человек, решившийся вести эту работу наугад, в надежде на счастливую случайность, напоминал бы космонавта, который на ракете, лишенной приборов, ищет одну планету в бесчисленных звездных мирах Вселенной. Все существующие электронные счетные машины должны были бы работать несколько столетий, чтобы определить,

через сколько секстильонов световых лет (эта «единица времени» взята потому, что в языке нет названий, пригодных для обозначения столь колоссальных чисел) человек «случайно» получил бы нужный ему синтетический материал!

Проникая в мир атомных связей, наука дает человеку компас, указывает направление. Может быть, придет время (хотя я в это не очень верю), когда школьникам станут «задавать» на уроке создание новых материалов с определенными свойствами, как сейчас задают решение уравнений. Но пока что синтез требует от человека таланта, огромной настойчивости, любви к своему делу. Достаточно вспомнить хотя бы историю создания присадок.



СПОР ЧЕРЕЗ ОКЕАН

И СИДИТ в маленькой комнате. За тонкой стеной — лаборатория. Ему дали все, что он просил: людей, оборудование, материалы. Это было нелегко — страна только что перенесла труднейшую в истории войну. Али Мусавич Кулиев знает: удовлетворив его просьбу, отказали многим другим. На все не хватало — из нужного выбирали необходимое.

Еще два десятилетия назад слово «присадки» мало что говорило даже специалисту. В то время двигатели обходились простыми смазочными маслами. Но для мощных двигателей середины XX века обычной смазки было уже недостаточно. Чтобы улучшить, «облагородить» ее, к смазочным маслам стали добавлять небольшие количества особых веществ — присадок.

От присадок зависит жизнь двигателей: тракторных,

судовых, автомобильных, авиационных. Их долговечность, способность работать на Юге и Севере, в любое время года. Без ничтожных добавок этих удивительных веществ самолет, летящий из Баку на Чукотку, должен погибнуть дважды: в первый раз, когда масло от жары потечет и подшипники «загорятся», во второй, когда масло, сгустившись на холоде, остановит двигатель.

Раньше страна получала присадки из-за границы. Несколько американских фирм, освоивших их производство, чувствовали себя монополистами — у них не было конкурентов. Технология изготовления хранилась в глубочайшей тайне. И не случайно — это дыхание «холодной войны» — экспорт присадок сокращался. Недалек был день, когда он прекратится совсем. Расчет ясен: нанести удар по сердцу промышленности — двигателям. Кулиев понимал: часы пущены, начинается самая трудная борьба — борьба за время.

Перед лабораторией два пути. Один — попытаться раскрыть секреты фирм, найти состав и технологию уже известных присадок. Этот путь короче и проще, но обещает немногое — в лучшем случае догнать американцев. Другой путь неизмеримо сложнее — создать новые, лучшие присадки.

Месяц назад Кулиев говорил с сотрудниками. Большинство стояло за второй путь. Но кое-кто молчал. Это не были консерваторы. Они достаточно ясно представляли себе ответственность. Речь шла не о добром имени лаборатории или авторитете ученых — о жизни миллионов двигателей.

— Двух путей нет, — сказал он тогда. — Есть один. Будем искать свои присадки.

Так начался этот спор.

Спор через океан.

Пока пути нет. Уже второй день он не заходит в лабораторию. Просто не может видеть этих глаз — понимающих, сочувствующих и ждущих.

В штативах тихо дремлют пробирки. Поскрипывают на огне шары колб. Медленно капает из тонкой стеклянной трубки молочно-белая жидкость. Мерно выстукивает обороты мешалка.

Здесь все по-старому. Но и он и все остальные знают: лаборатория работает вхолостую, в надежде на счастливую случайность. А надежда — он давно произвел

этот несложный расчет из теории вероятности — измеряется величиной, где единица скрыта за многими и многими нулями.

Кулиев ловит себя на том, что каждые несколько минут смотрит на часы. Снимает их, прячет в стол. И все равно чувствует, как беспощадно быстро убегает время — часы, дни, недели.

Внешне он живет обычной жизнью. Почти не задерживается после работы. Вечерами гуляет по бульвару. Бывает на концертах: он всегда любил музыку. Теперь — тем более, она не мешает думать. Правда, он начал с нескольких папирос, а сейчас ему не хватает двух пачек. Особенно если проснется ночью.

Он лежит и курит, вслушиваясь в гулкую тишину ночной комнаты. Кажется, он отдыхает. Но в мозгу — невидимая и неслышная — идет работа. Послушная, годами тренированная память формирует и посылает в сознание тяжелые поезда фактов. Сознание просеивает их. Тысячи фактов уходят назад, в них сейчас нет необходимости. Остаются немногие: те, что помогают воображению проникнуть в сердце двигателя — камеру сгорания, увидеть то, что нельзя увидеть глазами, — бешеное движение молекул смазки, загадочное и благотворное влияние присадок.

А «поезда» идут и идут: режимы двигателей, химические свойства соединений, отрывки из книг, собственные наблюдения, результаты дневных опытов, анализ первых, робких успехов, причины неудач.

Чем измерить напряжение этих ночных часов? Капельками пота на лбу, выкуренными папиросами, утренней чугунной усталостью, против которой одно средство — и зимой и летом ледяной душ...

Чем измерить тяжесть отчаяния, тяжесть минут, когда человек теряет надежду и до конца понимает меру своей ответственности (и то и другое — признак таланта; бездарность свободна и от сомнений и от ответственности)?

Талантом и волей. Умением преодолеть неверие, на месяцы и годы подчинить себя, все мысли, всю свою жизнь одному — решению задачи.

Кончается третий месяц, когда он говорит свое первое «нет». «Нет» — целому классу веществ, с которыми не имеет смысла работать. Он повторяет это «нет» все ча-

ще. На бесконечном ровном поле поисков возникают первые ориентиры — круг сужается.

Наконец настает день, когда он накрепко становится к лабораторному столу. Это значит: нет круга, есть направление.

Вот теперь видно, как он работает. По восемнадцать часов в сутки. Но это совсем другие часы — он и курить стал меньше. На два десятка безуспешных опытов — один успешный. Пять процентов — почти успех!

Опыты переносятся на полупромышленную установку, строится завод. Граммы становятся килограммами, вырастают в тонны. Родилась одна из первых советских присадок к смазочным маслам. Али Мусаевичу Кулиеву и группе его сотрудников присуждается Государственная премия.

Надо бы отдохнуть. Жаль только, нет времени: стране нужны новые типы присадок. И опять лаборатория, установка, строительство нового завода...

Кулиеву принесли телеграмму. В глаза бросилась крупная, набранная красным надпись: «Правительственная». Ему предлагалось предельно ускорить пуск завода и в ближайшие дни начать производство продукции. Телеграфный язык был суров и крут, язык крайней необходимости.

Али Мусаевич взобрался на самый верх колонны. Прокричал монтажникам текст телеграммы. Он ничего не добавил — нелепо было бы агитировать этих людей с обмороженными лицами, целый день не уходивших с площадки.

Назавтра завод пустили. Точнее, сделали все, чтобы пустить. Но завод не пошел. Ни в этот день, ни на следующий. Черными тушами стыли в ледяном воздухе тяжелые колонны, безжизненные глыбы кирпича и металла.

Вскрыли самые уязвимые места. Повреждений не нашли. Значит, все придется проверять заново. Работа многих недель. Но может быть и хуже, если допущена ошибка.

Он пытается мысленно проверить схему процесса. Когда-то в лаборатории установка была предельно простой. Каждый ее узел прошел через его пальцы, он с завязанными глазами нашел бы ошибку.

Теперь иначе. Масштабы завода превосходили воз-

возможности одного человека. В создании установок участвовали десятки проектировщиков, тысячи рабочих. Любой из них мог допустить ошибку, ничтожный просчет. И тогда чудесная в своей простоте схема расстроится, как в неумелых руках расстраивается музыкальный инструмент.

Рабочий день кончался. Сейчас зальется гудок и мимо конторки широко потечет к проходной торопливая людская река. Будут идти, смеясь, шутливо переругиваясь, зная, что впереди — дом, тепло и отдых.

Гудок вскрикнул, замолчал, вскрикнул снова. Обычно тугой, басовитый, с оттенком металла в голосе, он звал сегодня тихо и как-то виновато, не приказывал — просил уйти.

Набрасывая пальто, Кулиев уже знал: работа будет продолжаться, ни один человек не уйдет с завода. И еще он почувствовал — главное — то, что потом помогало ему в самые трудные моменты жизни: каждый из этих людей верил ему и себе, верил, что сделано все, чтобы в их огромном, коллективном труде все было правильно.

По законам теории вероятности ошибки в таком большом деле были почти неизбежны. Однако Кулиев помнил то, что не укладывалось ни в какую теорию: рукавицы на снегу, обожженные морозом пальцы рабочих. Все они — и старики, поднимавшие когда-то Днепротэкс, и вчерашние ремесленники — понимали значение завода.

Снимая телефонную трубку, Кулиев еще раз ощутил тяжесть ответственности. Но, когда он диктовал текст телеграммы, голос его звучал твердо: «Завод будет пущен самый сжатый срок».

На пятый день завод ожил.

К концу месяца установки на двадцать процентов перекрыли проектную мощность. За эту работу коллектив, руководимый Кулиевым, был удостоен еще одной Государственной премии...

Идут годы. Лаборатория растет. Теперь это не одна, а множество комнат, связанных общей целью, единой системой. А работать не легче, пожалуй, труднее. Двадцатый век, стремительно набирая скорость, обрушивает на ученых проблемы все большей сложности. У мысли нет выходных, нет отпусков, наука — профессия вечного поиска.



3 А МИЛЛИАРДЫ лет своего развития земная природа создала великое множество самых разнообразных веществ. Человек начал конструировать синтетические материалы около ста лет назад. За этот сравнительно небольшой срок он построил свыше 3 миллионов веществ — лишь немногие из них встречаются в естественных условиях. Уже сейчас из синтетических материа-

лов делают одежду и предметы домашнего обихода, детали атомных установок и реактивных кораблей.

Однако подлинная революция в применении синтетических материалов лишь начинается. Пройдут годы, и однажды мы с некоторым даже удивлением заметим, что в окружающем нас мире вещей не только сами вещи, но и материалы, из которых они построены, в большинстве своем сконструированы человеком. Обставленные пластмассовой мебелью дома из пластмассы, синтетические корпуса самолетов, судов, автомобилей, синтетическая обувь, одежда... Воображение без особого труда рисует множество обычных предметов, при изготовлении которых легкая, удобная и экономичная пластмасса заменит металл и дерево, шерсть и хлопок.

Но будущее синтетических материалов гораздо значительнее. Главную роль эти материалы сыграют не в тех областях, где они заменят другие, известные материалы, а там, где они будут незаменимы. Их мир — мир вещей, которых еще нет, мир проектов, которые пока не осуществлены или даже не разработаны за отсутствием подходящих материалов.

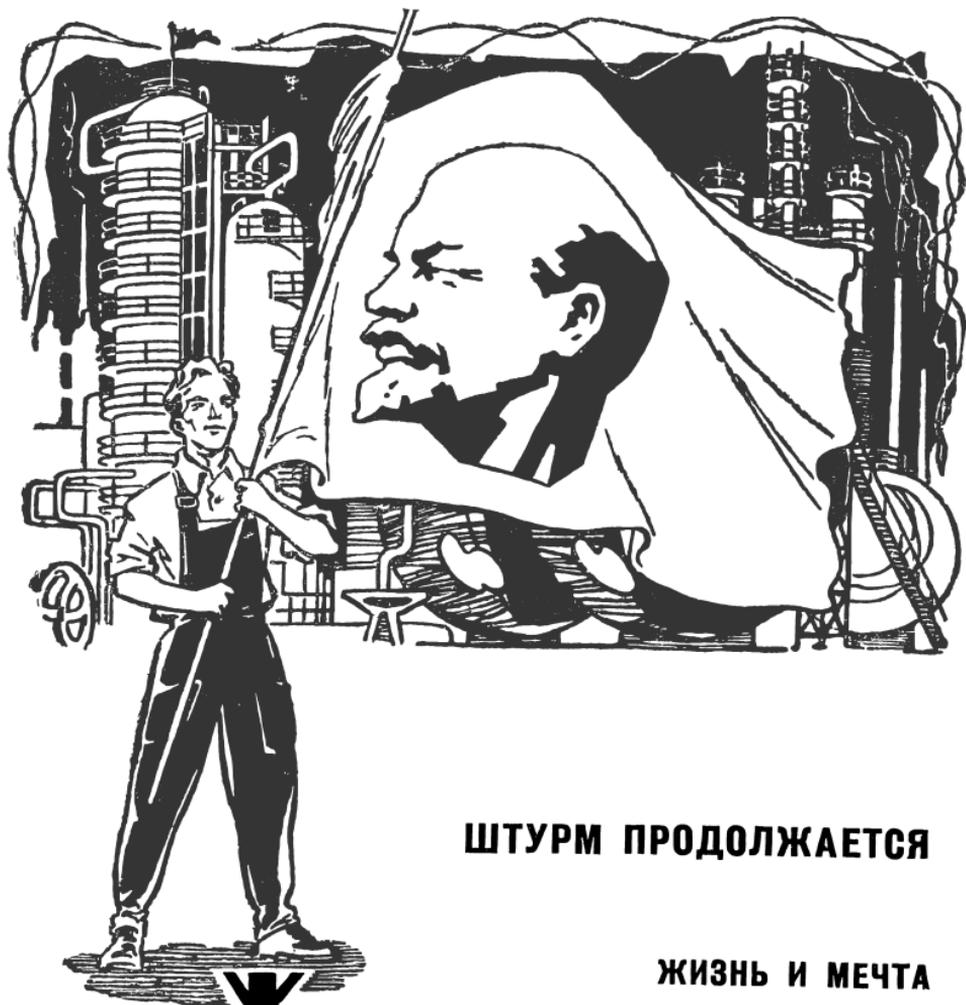
Этот мир — именно потому, что весь он в будущем, — бесконечно разнообразен. На одном из его полюсов будут царствовать сверхвысокие и сверхнизкие температуры, давления в сотни тысяч и миллионы атмосфер, элек-

трические и магнитные поля колоссальной силы. Существовать и работать в этом мире смогут материалы особой конструкции, построенные по каким-то, еще не ведомым человеку законам.

Другой полюс — сфера жизни. Область процессов, идущих в строгих границах температур и давлений под влиянием микроскопических количеств тончайших катализаторов. Повторить жизненные процессы в лаборатории необычайно трудно, но и очень заманчиво. Это направление открывает возможность создавать материалы исключительной ценности — продукты питания, лекарства, живые ткани и отдельные органы. И вполне вероятно, что именно таким путем человек придет к разгадке величайшей тайны Вселенной — тайны жизни...

Конечно, революция в применении синтетических материалов произойдет не сразу, не вдруг. Но мы, современники XXII съезда Коммунистической партии Советского Союза, знаем — это время не за горами. В нашей стране производство смол и пластических масс увеличится за 20 лет в 57—63 раза. Даже в Программе КПСС, в окружении чисел-великанов, эта цифра поражает размахом. В 1980 году заводы выпустят около 19—21 миллиона тонн важнейших синтетических материалов. Вряд ли общая добыча цветных металлов на земном шаре достигает сейчас таких размеров...

Синтетические материалы открыли новую эпоху в истории штурма Земли. Химия сделала полезным ископаемым воздух и воду, превратила топливо — газ, нефть, уголь — в «синтетическое» сырье, неизмеримо повысила ценность многих горных пород. Прекрасно сказал Никита Сергеевич Хрущев: «Развитие химической промышленности дает возможность наиболее эффективно использовать природные богатства страны и является необходимым условием дальнейшего технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства».



ШТУРМ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

ЖИЗНЬ И МЕЧТА

ЖИЗНЬ И МЕЧТА — тысячи лет их разделяла пропасть. Мечта — смелая, добрая, радостная — поднимала человека над облаками, обувала в семимильные сапоги-скороходы, уносила в страну изобилия, где в кисельных берегах текли молочные реки. Жизнь пригнала человека к земле тяжелым ярмом раба, давила голодом и холодом, швыряла в пучину бесконечных, бессмысленных войн. Казалось, так будет вечно. Жизнь есть жизнь, а мечта — это только мечта...

Но однажды в холодный февральский день 1848 года на витринах лондонских магазинов появилась книга. Небольшая, в простой бумажной обложке, она взволно-

вала самых различных людей. «Мечта», — говорили одни и были правы. Книга дышала светлой мечтой о времени, когда не будет войн, когда человек, освобожденный от рабства, станет хозяином Земли.

«Удивительное знание жизни», — говорили другие. И они тоже были правы. Беспощадно разрывая туман философии, религии, законности, книга обнажала самую суть жизни: эксплуатацию человека человеком, борьбу классов. Книга несла людям и еще одно, главное, открытие. Связывая в единое целое прошлое, настоящее и будущее, она утверждала реальность мечты глубоким анализом законов жизни.

«Вы не скажете, кто написал книгу?» — спрашивал случайный читатель. Загадочно улыбаясь, продавец пожимал плечами: «Манифест Коммунистической партии».

Современникам трудно оценить значение великих открытий. Самые горячие сторонники «Манифеста» вряд ли думали, что всего через несколько десятилетий уроженец далекого Симбирска сделает Мечту целью своей жизни, знаменем созданной им партии. И Мечта сойдет со страниц книги и двинет на штурм Зимнего дворца рабочих и крестьян России. Она — эта удивительная Мечта — будет согревать в лютые морозы строителей Магнитогорска и Днепрогэса, вести нехоженными дорогами искателей кольских апатитов и якутских алмазов. И в октябре 1961 года, на XXII съезде Коммунистической партии Советского Союза, загорится ровным и ярким светом Программы, открывающей человечеству путь в коммунизм.

Эти два манифеста во многом сходны и во многом различны. Оба они поражают мудростью и величием цели, дерзкой верой в неограниченные возможности человека. Но если Манифест XIX столетия — гениальный набросок, эскиз, то новая Программа — рабочий чертеж будущего здания коммунизма. «Мы видим, — сказал на съезде Никита Сергеевич Хрущев, — как его нужно построить, как оно выглядит снаружи и изнутри, какие в нем будут жить люди и что они станут делать, чтобы здание коммунизма становилось все более удобным и красивым».

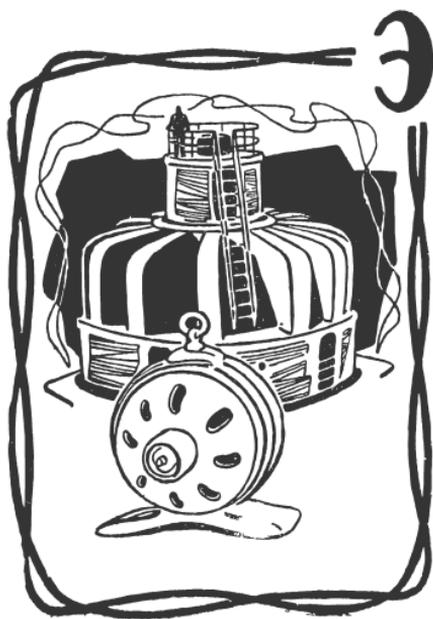
Всякое здание опирается на фундамент. Коммунистический Манифест XX века дает четкое и точное описание этого фундамента — новые, небывало мощные произво-

дительные силы, стремительное развитие науки, невиданный в истории прогресс техники.

Даже воображением не сразу охватишь всю грандиозность Программы. Вначале сознание задерживается на привычных словах: «электрификация», «применение химии», «механизация и автоматизация». Однако эти знакомые слова стоят в окружении других, неожиданных, бесконечно расширяющих их смысл, придающих им новое, великое звучание.

Полная электрификация страны. Совершенствование на этой основе техники, технологии, организации производства во всех отраслях народного хозяйства. Широкое применение химии и химических методов. Комплексная механизация и все более полная автоматизация процессов. Создание и развитие новых отраслей промышленности. Открытие и использование новых видов энергии и материалов. И, наконец... «Наука, — сказано в Программе, — станет в полной мере непосредственной производительной силой». За этой короткой, математически четкой формулой — революция. Революция не только в науке, но и в технике, в производстве, в жизни человеческого общества.

ПОЧЕМУ МЫ ЖИВЕМ В XX ВЕКЕ



ЭЛЕКТРИЧЕСТВО известно давно — со времени исследований Ломоносова и Франклина, Гальвани и Вольты. Скоро оно стало «модным»: лекции об электричестве с демонстрацией опытов можно было услышать и в академии, и в светском салоне. Первые проекты (но только проекты!) электрических двигателей появились уже в начале XIX века. В 1838 году бельгийский профессор

Жобар предложил использовать для освещения раскаленную током электрическую лампочку. Немного позднее американец Фермер сконструировал лампы накаливания и осветил ими... свой собственный дом в Нью-Йорте.

Итак, электричество к середине прошлого столетия получило широкую известность. Однако, если спросить, как это великое открытие отразилось тогда на жизни людей, окажется, что влияние было очень слабым, практически малоощутимым.

Конечно, электричество, как и всякое открытие, расширило горизонт человека, дало ему новые знания о природе, об окружающем мире.

Но в своей повседневной жизни — на производстве, дома, на улице — людям не приходилось иметь дело с электричеством. Открытое, оно оставалось для человека чужим.

Положение изменилось, когда были построены электродвигатели, когда электрическое освещение стало обычным, когда появились трамваи, электрические нагревательные приборы — десятки и сотни вещей, в которых электричество «работает». В эти годы произошло, в сущности, второе открытие электричества: из любопытного явления природы (такого, как полярное сияние) оно стало фактом человеческой жизни. Фактом, с которым пришлось считаться.

Едва вступив в производство, электрический двигатель начал борьбу с паровой машиной. Год за годом он теснил ее с заводов и фабрик, с нефтяных промыслов и угольных шахт, с железнодорожного и водного транспорта.

Электричество ворвалось в металлургию, полностью овладело освещением, средствами связи и, наконец, начало атаку на извечное человеческое «право» — управлять работой машин, контролировать производственные процессы.

Практическое использование электричества сыграло колоссальную роль в развитии человечества. Люди получили мощное средство покорения природы: новые источники энергии, новые машины, новые материалы. И еще одно — новые знания.

Пока электричество «принадлежало» ученым, большинство населения знало о нем очень мало. Никакие

лекции, беседы и опыты не могли заменить живого общения. Не могли сделать электрическую энергию близкой, доступной миллионам людей.

Но вот электричество вошло в производство, в быт. И скоро его «мудрость» стала понятна человеку. Не только потому, что люди вообще лучше усваивают то, с чем непосредственно сталкиваются в труде, но и потому, что без знакомства с электричеством, без знания его свойств теперь нельзя было обходиться. Тут нет выхода: нужно либо узнать и научиться, либо не работать, отказаться от электрического освещения, телевизора, радио...

Открытие — даже самое крупное — само по себе еще не оказывает решающего влияния на развитие человечества. Его влияние делается решающим лишь тогда, когда открытие входит в производство, начинает «работать». Именно с этого момента оно приобретает новое качество — становится материальной силой прогресса.

Казалось бы, ясно: сделав открытие, человек тут же применит его на производстве, заставит работать. Однако между открытием электричества и его практическим использованием прошло... столетие.

Случайность? Тогда это очень обидно. Ведь, если бы люди смогли сразу же использовать открытие электричества, прогресс пошел бы неизмеримо скорее. И мы с вами жили бы сейчас не в XX, а в XXI или даже в XXII веке. Знали бы тайны атома, средства борьбы с любыми болезнями, давно разгадали бы загадку марсианских каналов.

Однако минуло два тысячелетия, прежде чем люди начали применять другое великое открытие — энергию пара.

Теория относительности создана Альбертом Эйнштейном в начале XX века, практические же выводы из нее — использование атомной энергии — сделаны совсем недавно...

Похоже, что это не случайность, а система. И очень досадно, что такая система существует, ибо она сдерживает развитие самой науки, производства и общества. Чтобы понять, как она возникла и почему действует, надо разобраться в отношениях, которые связывают открытие, изобретение, производство.

ОТКРЫТИЕ, ИЗОБРЕТЕНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО



ЧЕЛОВЕК, как и всякое живое существо, подчинен законам природы. Однако, в отличие от растений и животных, он стремится узнать эти законы, чтобы затем сознательно их использовать в своей повседневной деятельности. Открытие как раз и есть результат «узнавания» природы: ее законов, свойств, явлений.

Таким образом, весь запас знаний, которыми располагают люди, слагается из бесчисленного множества открытий — древних и новых, великих и малых. Более того, все, что создано человеком — техника и промышленность, сельское хозяйство и транспорт, — тоже, в конечном счете, результат открытий.

Но именно — в конечном счете. Прежде чем воплотиться в вещи — в станки, электрические лампочки, космические ракеты, — открытие должно пройти долгий и сложный путь. Мало открыть в природе то или иное новое явление, нужно «пересадить» его в производственные условия, приспособить к потребностям человека.

Тут-то и возникают трудности. Прежде всего совсем не просто понять, где и как использовать открытие. Даже сами люди, сделавшие открытие, часто убеждены, что оно никогда не будет иметь практического значения. Например, ученый Герц, «отец» электромагнитных колебаний, был искренне убежден в их бесполезности. И нужен был гений Попова, чтобы за интересным явлением природы увидеть одно из самых замечательных достижений человечества — радио. Альберт Эйнштейн всегда сохранял твердую уверенность, что теория относительности — открытие сугубо «теоретическое», а ведь Эйнштейн был не только великим физиком, но и автором многих изобретений...

Тут-то и возникают трудности. Прежде всего совсем не просто понять, где и как использовать открытие. Даже сами люди, сделавшие открытие, часто убеждены, что оно никогда не будет иметь практического значения. Например, ученый Герц, «отец» электромагнитных колебаний, был искренне убежден в их бесполезности. И нужен был гений Попова, чтобы за интересным явлением природы увидеть одно из самых замечательных достижений человечества — радио. Альберт Эйнштейн всегда сохранял твердую уверенность, что теория относительности — открытие сугубо «теоретическое», а ведь Эйнштейн был не только великим физиком, но и автором многих изобретений...

Все мы знаем, например, полярное сияние. Любопытное явление? Безусловно. А как его «приспособить к делу», использовать?.. Нужен исключительно острый глаз, чтобы за «абстрактным» открытием увидеть конкретные технические возможности, представить ту новую жизнь, которую оно найдет в производстве.

Это, однако, не единственная и, пожалуй, не главная трудность. Чтобы перенести явление природы на производство, необходимы технические средства. Средств этих в момент, когда сделано открытие, нет: ведь само явление раньше оставалось неизвестным. Средства нужно создать, изобрести.

Изобретения, которые дают возможность впервые использовать новое открытие, справедливо называют пионерскими. Во-первых, такие изобретения обычно кладут начало новой отрасли техники, «открывают» ее. Во-вторых, сделать их особенно трудно — ведь явление новое, малоизученное и у изобретателя в этой области нет предшественников, он первый.

Обычно открытие легко отличить от изобретения. Открыть (то есть, по существу, узнать) можно лишь то, что уже существует в природе; изобрести (то есть создать, сделать впервые) можно только то, чего нет ни в природе, ни в технике.

С пионерскими изобретениями сложнее. Созданные на границе науки и техники, они несут в себе признаки и открытия (новые знания), и изобретения (средства или способы использования этих знаний непосредственно на производстве).

Создание пионерских изобретений требует огромной предварительной работы. И не только технической (разработка новых машин), но и научно-исследовательской (детальное изучение нового явления в природе, попытки повторить его в «человеческих» условиях и многое другое).

Предположим, однако, что и эта стадия завершена успешно, изобретение сделано. Теперь уже все просто? К сожалению, нет. Внедрение изобретений, особенно пионерских, требует огромных усилий. Ведь тут приходится ломать не только старые машины, но и старые представления людей, воспитанных на этих машинах.

Каждый этап пути: поиски области, где можно использовать открытие, создание пионерского изобретения,

его широкое внедрение — отнимает годы и годы. Так рождается расстояние, отделяющее открытие от производства; расстояние, которое измеряется десятками, сотнями, а иногда и тысячами лет.

...Промышленность расходует топливо в колоссальных, все возрастающих количествах. В поисках угля и нефти люди исследуют тундру и пустыни Африки, пробивают скважины и шахты огромной глубины. И вдруг находится человек, который говорит: «Я открыл новое месторождение топлива. Его запасы настолько велики, что их смело можно сравнить с запасами всех известных на Земле месторождений урана, нефти, газа, угля, торфа. Расположено оно поблизости, в каких-нибудь 60 километрах...»

Вы скажете, что это фантазия? Что, если бы такое месторождение было открыто, его немедленно начали бы разрабатывать и о нем теперь знал бы каждый?..

И все-таки это правда. Месторождение открыто, запасы его огромны, пользоваться им имеет право любая страна. Но странно — ни одна страна своим правом не пользуется...

Несколько лет назад ученые установили, что в 60—100 километрах над поверхностью Земли газы, среди которых преобладает водород, находятся в особом состоянии. Под действием ультрафиолетового излучения, идущего от Солнца и из космоса, молекулы газов распадаются на атомы и приобретают электрический заряд, ионизируются. Такой газ, подобно конденсатору, до предела насыщен энергией. Стоит ввести в него катализатор (скажем, окись или двуокись азота), и энергию можно будет черпать в любых, практически неограниченных размерах.

В данном случае представить себе использование открытия сравнительно просто. Самолеты, которые смогут покрывать любые расстояния почти без затраты горючего (только на подъем). «Вечные» спутники Земли. Ракеты, набирающие в этом поясе вторую космическую скорость и уходящие к Луне или Марсу. Еще одно, «ночное» Солнце. Наконец, транспортировка топлива на Землю...

Короче говоря, возможностей достаточно. Но практическое их осуществление совсем не так просто. Необходимо исследовать новое топливо, узнать его свойства,

поведение в различных условиях, особенности. Нужно изобрести, построить и испытать новые авиационные и ракетные двигатели. Создать систему защиты человека от излучения. Решить сотни и тысячи больших и малых вопросов, связанных с переходом на новое топливо. Проблема эта настолько сложна, что, видимо, прежде чем удастся освоить высотное «месторождение», пройдут десятилетия.

Этот пример, разумеется, не единственный. Можно смело сказать, что, если бы вдруг по мановению волшебной палочки все открытия, сделанные за последние пятьдесят лет, нашли практическое применение, человечество сразу совершило бы гигантский прыжок в будущее.

Что для этого нужно? Ответ вы уже знаете. Нужно, чтобы наука стала в полной мере непосредственной производительной силой.

„МОСТ“ ЧЕРЕЗ „РЕКУ ВРЕМЕНИ“



РЕКА ВРЕМЕНИ, разделяющая открытие и производство, постепенно сужается. Не тысячами и не сотнями лет, десятилетиями измеряется теперь ее ширина. Впервые в истории человек увидел берег будущего, увидел, как его собственный труд меняет облик мира. И человек торопится.

Сейчас он уже мечтает об эпохе, когда каждое открытие, каждое достижение науки будет

сразу же входить в производство, открывая людям новые миры, выводя их на нехоженые дороги Вселенной.

Но для человека страны социализма мечтать — это значит строить. Строительство «моста» через «реку времени» идет с обоих берегов — науки и производства. По-

стигая тайны Земли и планет, строение материи, загадки жизни, наука закладывает фундамент будущего производства.

Осваивая новые источники энергии, новые материалы, механизирова и автоматизируя процессы труда, производство идет навстречу науке, создает условия для «овеществления» в машинах самых смелых открытий. И уже недалеко время, когда пролеты «моста» сомкнутся.

Предсказать открытие заранее нельзя — на то оно и открытие. Но уже при современном развитии науки вполне можно предвидеть, откуда, с каких направлений оно придет скорее всего. А это значит, что есть возможность планировать науку, «торопить» открытия и готовиться к их приему, как готовится станция к прибытию поезда.

Время случайных открытий уходит в прошлое. Сейчас находят там, где ищут, и тем скорее, чем больше сил вкладывается в поиск.

А силы нужны огромные. Над проблемой прямого преобразования тепловой энергии в электрическую работает в Советском Союзе около ста учреждений. Решением научных задач в области полимеров занято не менее трехсот научных, опытно-конструкторских и промышленных организаций!

Легко представить, что произойдет, если институты, лаборатории, предприятия станут работать сами по себе, без связи с другими. Некоторые исследования будут повторяться, дублироваться в десяти местах, другие вообще не удастся выполнить — не останется средств и времени.

Но тут-то и проявляется одно из величайших преимуществ советского строя. Социалистическая система позволяет объединять, координировать усилия ученых, концентрировать основные силы и средства на главных магистралях науки. В 1961 году в нашей стране создан Государственный комитет по координации научно-исследовательских работ; вопросами планирования науки занимается сейчас около семи тысяч ученых и инженеров.

Поиски нового ведутся в нашей стране широко, единым фронтом, охватывая огромные «площади». И, естественно, с каждым годом число находок — открытий — растет.

Если, однако, ограничиться научной подготовкой, новое открытие повиснет в воздухе. Техника не даст средств, чтобы его использовать. Производство будет не готово его принять.

Но «мост» недаром строится с обоих берегов. Единая социалистическая система планирования направляет технику и производство навстречу открытию. Пройдет немного лет, и будет так...

Открытие еще не сделано, оно лишь брезжит в тумане будущего. А ученые уже бьют в набат: «Внимание, на горизонте открытие!»

К ученым приходят инженеры: изобретатели, конструкторы, технологи. Приходят и остаются надолго. Работая в лабораториях, они приобретают знания, свыкаются с открытием. И одновременно пристально рассматривают его под своим собственным, профессиональным «углом зрения».

Изобретатель, представив общие контуры открытия, думает, где и как его можно использовать. На листках из блокнота возникают первые эскизы странных машин — однокрылого самолета, шарового поезда, буровой вышки, спрятанной глубоко в землю...

Птицами падают листки блокнота на строгий стол конструктора. И улетают, не выдержав холодного блеска логарифмической линейки, беспощадной белизны ватмана.

Так продолжается очень долго. Наконец приходит день, когда на ватмане возникает новая и реальная машина: чем-то она похожа на старые, чем-то совсем другая.

Теперь, прищурившись, на нее смотрит технолог. Он смотрит на черные линии чертежа, а видит металл. Неподатливый, злой металл, о который будут ломаться «зубы» станков. Видит непривычные формы машины и думает, как ее делать. Какие станки, оборудование, механизмы придется списать, заменить новыми — труд сотен и тысяч людей.

«А нельзя ли?..» — вежливо спрашивает он и движениями карандаша показывает, как изменить машину, чтобы она больше напоминала старые, тогда изготовить ее на заводе будет проще. Но конструктор, который еще недавно спорил с изобретателем, доказывая, что ничего особенного не случится, если машина «чутьочку» больше

будет похожа на старую, теперь упорно повторяет: «Нельзя».

Технолог еще спорит. Однако в глубине души он понимает, что действительно нельзя. И он прикидывает, что и как надо изменить на заводе, какие станки все-таки удастся приспособить, а какие, увы, надо заказывать заново, набрасывает в блокноте эскизы приспособлений — новые штампы, необычного вида инструменты, особо точные приборы...

А ученые продолжают исследования. Накапливаются данные, контуры открытия вырисовываются все четче. Оно не совсем такое, как думали и ученые и инженеры. Нужно что-то менять в чертежах, какие-то расчеты делать заново. Снова вспыхивают споры. Но изменения вносятся, расчеты выполняются заново — нить изобретательских, конструкторских, технологических идей подтягивается к открытию.

И, когда исследовательская работа закончена, все готово к ее приему. По «мосту», проложенному учеными и инженерами, открытие уверенно и быстро пересекает «реку времени», входит в производство...



ПРОБЛЕМА МАТЕРИАЛА

ДЛЯ СОЗДАНИЯ современного производства человеку понадобилось ни мало ни много — миллион лет. Коммунистическое производство должно быть построено в течение двух десятилетий. Чтобы представить себе масштабы этой задачи, достаточно нескольких чисел.

В 1980 году производство электроэнергии в СССР достигнет 2700—3000 миллиардов кило-

ватт-часов (в полтора раза больше, чем теперь во всех остальных странах вместе взятых). Выплавка стали возрастет до 250 миллионов тонн (в 1957 году в мире выплавлялось 218 миллионов). Через 20 лет Советский Союз будет выпускать почти вдвое больше продукции, чем сейчас дает весь несоциалистический мир!

При гигантском развитии производства перед человеком во весь рост встает проблема материала.

Тепловые электрические станции — это нефть, уголь, газ.

Новые станки, машины, автоматические линии — чугуны и сталь.

Новые отрасли промышленности — это, в частности, и новые материалы.

Между тем запасы известных месторождений истощаются. Процесс этот будет идти все быстрее, ведь расход материалов растет. А время «легких» открытий подходит к концу. На поверхности Земли с каждым годом меньше белых пятен — районов, не изученных геологами. Прежние методы и масштабы поисков, добычи и переработки ископаемых теперь уже недостаточны для коммунистического производства.

Недавно Государственный комитет по координации научно-исследовательских работ совместно с Академией наук СССР и другими организациями провел изучение проблем, имеющих первостепенное значение для развития науки, техники и народного хозяйства. Какие же проблемы были признаны главными?

Физика твердого тела (прочность и твердость материалов).

Химия природных соединений (в частности, полезных ископаемых).

Синтетические материалы на основе полимеров (материалы!).

Закономерности строения земной коры, образования и перемещения полезных ископаемых и новые методы разведки.

Создание новых и совершенствование существующих способов добычи угля, руд и других полезных ископаемых.

Новые процессы и сплавы в металлургии...

Конечно, здесь названы только некоторые из основных проблем. Но, если привести список полностью, об-

наружится та же закономерность: большинство из них прямо или косвенно связано с материалом.

Идти первым трудно. Но тот, кто идет впереди — и человек, и народ, — прокладывает дорогу всему человечеству. Строя коммунизм, создавая невиданные по своей мощности производительные силы, наша страна открывает и новую эру в тысячелетней истории штурма Земли.



„КОСМОС-2“

НА НЕСКОЛЬКО метров уходят в глубину фундаменты зданий. На сотни метров — стволы шахт. Глубочайшая в мире нефтяная скважина не достигает и восьми километров. Все окружающие нас вещи, все машины, приборы и аппараты сделаны из материалов, добытых из тончайшего, самого верхнего слоя земной коры. До сих пор человек в буквальном смысле слова скользил по поверхности.

Глубины Земли не случайно называют «Космос-2». Глубина — путь к величайшим источникам энергии, к неограниченным залежам ценнейших полезных ископаемых, к открытиям, которые помогут людям понять прошлое и предвидеть будущее Земли. Однако и трудности этого пути с полным правом можно назвать космическими.

Миллионы кубометров броневой твердости горных пород, давления в тысячи атмосфер, температуры, при которых не может работать не только человек, но и металл.

Летом 1960 года Международный геодезический и геофизический союз принял «Проект верхней мантии». Проект имеет целью изучение процессов, идущих в нед-

рах Земли на глубине до... 1000 километров. И у нас и за границей проводится сейчас подготовка к первому этапу проекта — бурению на глубину 10—15 километров.

В сравнении с исследованием тысячекилометровой глубины задача кажется довольно скромной. Но это обманчивая скромность: скважина глубиной 15—20 километров — пока что предел возможностей современной техники. Чтобы пробурить скважину такой глубины, нужно произвести работу, которая измеряется миллиардами килограммометров.

Это, однако, не единственная и даже не главная трудность. Современное оборудование нельзя использовать для проходки сверхглубоких скважин.

«Сверло» (то есть колонна труб с инструментом — долотом) длиной 18 километров будет весить многие сотни тонн.

Не только обычная вышка и лебедка, но и само «сверло» не выдержит подобной нагрузки — трубы начнут рваться под действием собственной тяжести.

На глубине долото, ослабленное температурой, столкнется с очень твердыми породами. В таких условиях обычным буровым инструментом можно пробурить 1—2 сантиметра, потом его нужно менять. При нынешних способах бурения для этого придется всякий раз поднимать на поверхность и опускать вновь все 18 километров труб. Каждый подъем-спуск — несколько дней тяжелой, напряженной и опасной работы. Нетрудно подсчитать, что при таких темпах бурение скважины займет десятилетия.

Значит, необходимы новое буровое оборудование, сверхлегкие и сверхпрочные трубы, особо твердое и устойчивое долото. Нужны тысячи исследований в самых различных областях науки и техники: выяснение свойств горных пород при огромных давлениях, поведения металла при высоких температурах, возможностей использования алмазного инструмента и многое, многое другое. Нужны качественно новые методы разрушения горных пород, приборы и аппараты, еще не известные технике...

Трудности бурения на большую глубину настолько велики, что, несмотря на его огромное научное и практическое значение, лишь два самых мощных государства мира — Советский Союз и Соединенные Штаты Америки — решились на штурм «Космоса-2».

НА СУШЕ ИЛИ НА МОРЕ?



АМЕРИКАНСКИЙ проект, известный под сокращенным названием «Мохол», предусматривает бурение на море, точнее — в океане. При этом предполагается сначала пройти толщу воды, а затем начать собственно бурение. Район, где будут вестись работы, уже известен — он расположен в Тихом океане, неподалеку от берегов Южной Калифорнии. Глубина океана в этом месте около 4 километров.

На первый взгляд кажется, что американцы усложнили себе задачу: ведь бурить в океане много труднее, чем на суше. В действительности они выбрали наиболее легкий (хотя тоже достаточно трудный) путь.

Земная кора имеет различную толщину — в среднем 50—60 километров. Однако в горных районах ее толщина возрастает до 70—80 километров, а под дном океана снижается до 10, а местами — до 5—6 километров. Поэтому в океане скважина даже сравнительно небольшой глубины сможет ответить на многие вопросы.

Прежде всего, пробив осадочные породы, она достигнет «подстилки» земной коры — базальтового слоя. Еще недавно этот слой называли «базальтовым» условно, ибо пород, из которых он складывается, не касался ни один геологический молоток. Пробив базальт, долото войдет в таинственную область — «поверхность Мохоровичича» — и дальше — в неизвестные породы верхней мантии...

В марте—апреле 1961 года американцы провели первое, пробное, бурение. Специально оборудованная нефтебуровая баржа «Cuss I» прибыла в отведенный для бурения район в 70 километрах к востоку от безводной скалы — острова Гваделупы и в 350 километрах южнее калифорнийского города Сан-Диего. Баржа длиной 78 и

шириной 14 метров имела в средней части отверстие, над которым стояла буровая вышка. Помимо обычного оборудования, труб и алмазных долот, баржа была оснащена электронными приборами, сконструированными специально для экспедиции.

В выбранном районе дно океана лежало на глубине 3600 метров. На такой глубине якорь не бросишь. А без якоря судно даже в самую тихую погоду нельзя удержать на месте. Волны, ветер и подводные течения будут медленно уносить его в сторону. Бурить «на ходу», конечно, невозможно: колонна труб сомнется и сломается. Именно в этом состояла основная трудность.

Американские ученые и инженеры нашли решение. Добиться, чтобы судно вообще не двигалось, чрезвычайно трудно. Значительно легче сделать так, чтобы баржа «рыскала» на небольшом участке, вокруг центральной «точки» бурения. Разумеется, колонна труб будет изгибаться, но при ее большой длине (свыше 3600 метров) и гибкости она не сломается.

Участок, где судну «разрешалось» двигаться, оградили неподвижными буями. На носу, на корме и по бортам баржи подвесили четыре мощных двигателя со своими винтами. Гидро- и радиолокаторы, ориентируясь по буям, давали сигналы к включению и выключению двигателей. Стоило барже отойти на несколько метров, как соответствующий винт «отгонял» ее на место.

Попытка оказалась не совсем удачной: из-за сильного ветра бурение пришлось прекратить на глубине 200 метров. Но и это принесло первое достижение. Скважина вошла в «базальтовый» слой, и геологи смогли убедиться, что под дном океана он действительно состоит из базальта — тяжелой породы, знакомой человеку по извержениям вулканов.

Известный американский писатель Джон Стейнбек (автор романа «Гроздь гнева»), входивший в состав экспедиции, так оценил ее результаты: «Буровые работы экспедиции имеют примерно такое же значение, какое имело первое путешествие Колумба в неизведанное: первое соприкосновение с новым миром открывает широкий путь к открытиям». Пока что сравнение с Колумбом — явное преувеличение. Однако штурм глубин несомненно имеет для человека не меньшее значение, чем открытие Америки...

Советский проект значительно шире американского. Бурение будет вестись на суше, в пяти различных районах страны. Этот выбор определил глубину скважин. Чтобы достичь на суше «раздела Мохоровичича», нужно пройти не 5—6, а по крайней мере 12—15 километров. Конечно, бурение на такую глубину (да еще почти одновременно пяти скважин) гораздо сложнее. Но и дать оно может неизмеримо больше.

Прорыв на глубину сквазь океаническое дно едва ли будет иметь значение для геологической практики. Добыча полезных ископаемых ведется пока на материках, и, естественно, человека прежде всего интересует глубинное строение суши. Судить о нем по данным «морского» бурения нельзя — океаническая кора сильно отличается от материковой.

Возможно, что скважина на своем долгом пути встретит месторождения полезных ископаемых, например нефти и газа. Подобное открытие в океане будет иметь лишь теоретическое значение, тогда как на суше оно позволит начать эксплуатацию и, главное, поможет геологам в поисках новых месторождений.

И уж бесспорно, что скважины вскроют крупные источники энергии, связанные с высокой температурой на глубине.

Использовать эту энергию на суше, конечно, несравненно легче, нежели в океане.

Бурение каждой сверхглубокой скважины требует огромной затраты сил, энергии, средств. Почему же не ограничиться одной скважиной, зачем бурить сразу пять?

Территория Советского Союза в геологическом отношении чрезвычайно разнообразна. Поэтому данные одного района мало пригодны для изучения других. Кроме того, при бурении единственной скважины всегда есть опасность, что полученные результаты в какой-то мере случайны, ведь сравнивать их не с чем. При пяти скважинах эта опасность исключается. Больше того, именно различие данных по разным районам даст важнейший материал для обобщений, позволит понять общие закономерности строения земной коры и верхней мантии.

Первая, прикаспийская, скважина пройдет сквозь самые мощные на Земле толщи осадочных пород и на

глубине 12—14 километров достигнет гранитного «фундамента». Она поможет установить нижнюю границу распространения нефти, даст ответ на множество еще не решенных вопросов ее происхождения. Вполне вероятно, что «по пути» скважина откроет новые богатые месторождения нефти и газа.

Вторую скважину предполагают бурить в Карелии. Здесь немало мест, где гранитный слой, обычно скрытый осадочными породами, выходит на поверхность. «Гранитная» скважина глубиной 15 километров должна способствовать решению коренных проблем геологии: происхождение Земли и древнейших горных пород, «механизм» образования континентов.

Сотни миллионов лет назад из глубоких недр Земли поднимались на поверхность потоки лавы, насыщенной металлами — медью, железом, цинком, оловом. Вследствие каких-то, пока не вполне ясных причин действие подземных сил особенно мощно проявилось на Урале. Заложенная здесь скважина вскроет «корни» древних хребтов, поможет раскрыть тайну рождения расплавленных подземных морей.

В Азербайджане на глубине 5—6 километров от дневной поверхности осадочные породы лежат непосредственно на базальтовом слое. Бурение позволит геологам окончательно решить вопрос о природе этого слоя (ведь американцы исследовали его только в условиях океана).

Скважина в этом районе должна объяснить и многое другое: причины разделения земной коры на гранитный и базальтовый слои, пути движения элементов с глубин на поверхность.

Наконец, возможно, что уже здесь удастся пройти насквозь земную кору и достичь поверхности Мохоровичича.

В качестве главной эта цель стоит перед пятой скважиной, которая будет заложена в южной части архипелага Курильских островов. Геофизические исследования показали, что толщина земной коры не превышает здесь 12 километров. Таким образом, 15-километровая буровая не только пересечет поверхность Мохоровичича, но и углубится в таинственную ткань мантии. Образец этой «ткани» будет иметь для науки не меньшее значение, чем первый кусочек породы, добытый в лунном кратере.

СТАРЫЕ ПУТИ И НОВЫЕ СРЕДСТВА



УЖЕ ПЕРВЫЙ этап «Проекта верхней мантии» требует преодоления колоссальных трудностей. С продвижением на глубину эти трудности неизмеримо возрастут. Усовершенствование обычных средств бурения даст, видимо, возможность достичь глубины 15—20 километров.

А дальше? Ведь от 20 километров до 1000 — «дистанция огромного размера».

Дальше нужны будут новые способы проходки скважин, новые методы разрушения горных пород. Такие, при которых режущий инструмент не тупится и его не приходится поднимать на поверхность. А еще лучше — бурить без инструмента.

Вначале мысль кажется странной. Процесс проходки накрепко связан с долотом; единоборство инструмента и породы составляет самую сущность бурения.

Это действительно так, если разрушение горной породы осуществляется механическими силами. Однако в распоряжении человека есть и другие силы: тепловые, электрические, химические, внутриатомные...

Вы, вероятно, помните, что первая попытка штурмовать Землю «теплом» была сделана еще первобытным человеком. Но только три десятилетия назад один чешский инженер «воскресил» этот забытый способ. Конечно, он пользовался совсем другими средствами. Вместо костра у него была газовая горелка, похожая на большую паяльную лампу, вода подавалась не ведрами, а вполне современным насосом.

Принцип, однако, остался прежним. Породу бросали то в жар, то в холод — попеременно нагревали горелкой и охлаждали водой. Естественно, что камень трескался, отслаиваясь от массива.

Со временем горелки были усовершенствованы и теперь применяются при проходке скважин. Так возник новый, термический (тепловой) способ бурения.

Сейчас буровые горелки работают под давлением до 30 атмосфер. Поток раскаленных газов при температуре три тысячи градусов, вырываясь из сопла со сверхзвуковой скоростью, раскалывает или расплавляет породы.

Пока термическое бурение применяется для проходки сравнительно неглубоких скважин и шпуров. Но это способ новый и у него все впереди.

Другое средство «бездолотного» бурения (его называют «тепловым ударом») — токи высокой частоты. Проходя по массиву, ток вызывает быстрый и неравномерный нагрев пород. В них возникают огромные внутренние напряжения, и породы «лопаются».

Очень интересен гидроудар — разрушение пород струей воды под колоссальным давлением в 3—4 тысячи атмосфер. Конечно, создать такое давление насосом очень трудно. Поэтому изобретатели выбрали другой путь — взрыв. В скважину один за другим мчатся заряды взрывчатого вещества (для их «доставки» можно использовать воду или глинистый раствор). Достигая забоя, заряды взрываются и разрушают породу.

Испытания взрывного метода дали отличные результаты. В очень крепких породах удавалось бурить без подъема труб участки скважин в десять раз большие, чем при работе самым совершенным долотом.

Широкие возможности открывает способ бурения, связанный с водой. Этот способ, изобретенный ленинградским инженером Л. А. Юткиным, основан на электрогидравлическом эффекте. Если пропустить через жидкость мощный электрический разряд, в ней произойдет резкий подъем давления, «взрыв». При взрыве возникнет звуковая волна невероятной силы. Остается направить эту волну так, чтобы вызвать разрушение породы в нужном направлении.

Над новыми способами нужно еще много работать, прежде чем они получат путевку в большую жизнь. В принципе же эти способы уже сейчас вполне реальны, дело, так сказать, за техническим «оформлением». Есть, однако, возможности, которые даже сегодня кажутся фантастическими. Скажу по секрету: сам я думаю, что именно им принадлежит будущее.



«...**В**АЖНЕЙШАЯ часть работ — бурение — происходила согласованным действием лучей гиперболоидов, охлаждения жидким воздухом и отчерпывания породы элеваторами. Двенадцать гиперболоидов особого устройства, берущих энергию от вольтовых дуг с углями из шамонита, пронизывали и расплавляли породу, струи жидкого воздуха мгновенно охлаждали ее, и она, распадаясь на

мельчайшие частицы, попадала в черпаки элеваторов».

Роман Алексея Толстого «Гиперболоид инженера Гарина», откуда взят этот отрывок, в свое время произвел большое впечатление на молодых изобретателей. Появилось множество «гиперболоидов», которые (конечно, только на бумаге) бурили Землю, разрезали мосты, взрывали на огромном расстоянии склады боеприпасов.

В доказательство правильности идеи авторы ссылались даже на Архимеда. Если верить старой легенде, он с помощью огромных зеркал собрал солнечные лучи в узкий пучок и сжег ими вражеский флот, стоящий на якоре в Сиракузах.

Фантастических гиперболоидов было так много, что ученым пришлось вмешаться. В книге профессора Г. Г. Слюсарева «О возможном и невозможном в оптике» неопровержимо доказано, что, с точки зрения оптики, гиперболоид (точнее, параболоид) невозможен.

Невозможен дважды.

Во-первых, нельзя получить узкий пучок света, лучи будут обязательно расходиться, рассеиваться. Во-вторых, если бы, паче чаяния, это и удалось, лучи не могли бы передавать на расстояние сколько-нибудь заметных количеств энергии...

Прошло немного лет, и бесспорные доводы оптиков стали спорными. Нет, они не были опровергнуты, они были... обойдены. Советские ученые, лауреаты Ленинской премии Н. Г. Басов и А. М. Прохоров теоретически обосновали новый тип гиперболоида — без линз, зеркал и вообще без каких бы то ни было оптических устройств.

Невозможное в оптике оказалось реальным в квантовой радиофизике.

Первые сообщения о разработке «квантовых гиперболоидов» появились в 1958 году, а уже в декабре 1960 года начался серийный выпуск.

Конечно, называть новый прибор «гиперболоидом» можно только условно. По своему устройству он гораздо больше напоминает обычный радиотехнический усилитель. Только усиливаются не электрические сигналы, а слабые световые лучи с определенной длиной волны.

Первые «квантовые гиперболоиды» были сделаны из кристаллов искусственного рубина — окиси алюминия с примесью хрома.

Под действием света атомы хрома приходят в особое «возбужденное» состояние. Достаточно направить на рубин едва заметный луч, и грянет ярчайший «световой взрыв».

Еще более перспективны приборы на газообразных веществах. Они позволяют усиливать обычные и инфракрасные (тепловые) лучи в 1000 раз и направлять их с такой степенью параллельности, что расхождение луча не превышает одной угловой секунды ($1/3600$ градуса).

Ученые считают, что переход от современных источников света к квантовым — большой скачок, чем замена средневековой лучины электродуговой лампой. Чтобы получить излучение такой силы, какую дали первые рубиновые «гиперболоиды», электродуговая лампа должна была бы иметь температуру в миллион раз выше, чем на Солнце!

Уже сейчас узкий пучок света развивает давление в 300 атмосфер. А в будущем вполне реальны лучи с невиданным давлением — свыше миллиона килограммов на каждый квадратный сантиметр. Такой луч будет «резать» горные породы любой твердости легче, чем нож масло...

Из будущих средств штурма глубин подземный корабль — пожалуй, наиболее очевидное и наиболее фан-

тастическое. С одной стороны, мысль кажется вполне естественной: пользуется же человек кораблем при движении под водой, в воздухе, в безвоздушном пространстве. С другой стороны, идея подземного корабля представляется достаточно сомнительной, ведь земля — не вода и не воздух, которые можно «разрезать» рукой. Горные породы с трудом режет самый твердый из известных материалов — алмаз.

Еще до Великой Отечественной войны этой проблемой заинтересовался инженер Московского научно-исследовательского института машиностроения Александр Иосифович Требелев. Вначале он пытался идти обычным путем — создать машину, которая «резала» бы горные породы. Однако первые же опыты убедили его, что разрушение грунта требует огромных затрат энергии. Сосредоточить на небольшом корабле такие запасы энергии практически невозможно.

Еще труднее избавиться от разрушенной породы. Допустим, вначале ее можно выдавать на поверхность. А дальше, когда подземный корабль уйдет на глубину? Оставлять ее в «коридоре»? Но в этом случае подземный корабль будет отрезан от поверхности и при малейшей неисправности окажется в «мышеловке».

Нужны были новые, не известные технике принципы «подземного плавания».

В поисках идеи Требелев обратился к природе. Некоторым животным приходится прокладывать себе дорогу в земле. При этом они сталкиваются примерно с теми же трудностями, что и человек. Может быть, за миллионы лет развития природа «научила» их преодолевать эти трудности каким-то иным, более разумным способом?..

Требелев знал, что этот путь — «заимствование» у природы — часто дает замечательные результаты. Но, к сожалению, в данном случае животные пользовались приемами, уже известными технике: резали, рвали, ломали горную породу.

Однажды исследователь набрел на место, изрытое норами, — жилище кротов. Он привычно осмотрелся по сторонам.

Вынутый грунт!

Но его не было. Крот вел «проходку», не выкидывая земли.

Требелев не был специалистом-биологом. Поэтому он по инерции пытался искать разгадку в «режущем инструменте» крота. Это ничего не дало: секрет крота не в «инструменте», а во всей «машине».

Начались эксперименты. Крота выпустили в специальный ящик с утрамбованным грунтом. С помощью секундомера инженер засекал момент, когда крот исчез в грунте. Затем был измерен пройденный путь и вычислена скорость. Она оказалась удивительной. В плотной глине крот проходил в час 72 метра, в черноземе же его скорость достигала 108 метров.

Через ящик, где рыл крот, пропустили рентгеновые лучи.

На экране стала видна вся картина работы: крот прокладывал себе дорогу всем телом. Головой и передними лапами он ворочал влево и вправо, будто сверлил отверстие. Задние ноги, как домкраты, толкали его вперед. И главное — разрушенный грунт зверек не выбрасывал, а вдавливал в стенки!

Первая модель «механического крота» имела в длину около полуметра.

Ее испытания прошли успешно, и в 1954 году было изготовлено уже несколько крупных, усовершенствованных машин.

Конечно, над созданием подземохода, который мог бы отправиться в дальнее странствие на больших глубинах, нужно еще работать и работать. Но существует мнение, что одновременно с технической, геологической и геофизической подготовкой к сверхглубокому бурению следует подумать и о создании подземных кораблей — автоматических или с человеком на борту. Эту мысль впервые высказал... нет, не писатель-фантаст, а президент Академии наук СССР М. В. Келдыш.

Наконец, совсем недавно предложен проект «подземной ракеты» для путешествия к... центру Земли. Ракета — атомный реактор большой массы, нагретый до температуры свыше 1000 градусов. Проплавляя и продавливая горные породы, он будет опускаться к центру Земли, оставляя за собой шахту с твердыми оплавленными стенками.

Изучением этого проекта занята сейчас группа специалистов во главе с вице-президентом Академии наук СССР академиком М. А. Лаврентьевым.



ОЧЕНЬ может быть, что первая же сверхглубокая скважина встретит на глубине в семь или десять километров месторождение ископаемых. И тогда...

— Мы нашли, — скажет геолог, выразительно глядя на горного инженера.

— Нефть? — обрадуется инженер. — Поздравляю!

— Золото и уран, — последует гордый ответ.

Богатейшие, совершенно уникальные залежи.

— Мм-да, весьма печально. Вот если бы газ...

— Нет, это не газ, — уже раздраженно скажет геолог. — Поймите, на поверхности земли золото собирают по крупцам, а я вам предлагаю золотые горы!

— Благодарю и пока отказываюсь. Я, извините, не трубочист и не могу влезть в вашу узкую скважину.

— Если нужен простор, вскройте месторождение.

— Снять десять километров горных пород, миллиарды тонн. Вы, конечно, шутите!

— Хорошо, пробейте шахту.

— Задача немногим легче. Диаметр скважины придется увеличить раз в тридцать, и, значит, нужно будет вынуть...

— В девятьсот раз больше породы.

— Справедливо. Но это еще полбеды. На глубине в десять километров мы столкнемся с колоссальными давлениями пород. Потребуется крепление огромной прочности. И все равно опасность обвалов будет велика.

— Однако у нас нет выбора. Запасы ископаемых, лежащие близко к поверхности, истощаются. Если не сегодня, то завтра человеку придется штурмовать глубину. Неужели у вас, горных инженеров, нет в арсенале ничего, кроме шахт и открытых выработок?

— Есть. Но разработка этих средств только начинается.

— Автоматика, телемеханика?..

— Химия. Точнее, новая область науки и техники — геотехнология.

...Жидкие или газообразные ископаемые добывать несравненно легче, чем твердые. Поэтому существуют тысячи 4—5-километровых нефтяных скважин и лишь несколько шахт глубже 3 километров.

К сожалению, природа мало считается с удобствами человека: подавляющее большинство материалов встречается в твердом состоянии. Так их и добывают — это кажется естественным.

А почему, собственно? Ведь гораздо естественнее прямо в земле переводить эти материалы в жидкое или газообразное состояние и через скважины подавать их на поверхность. В этом случае ни людям, ни машинам не нужно спускаться на глубину, а само строительство «шахт» станет несравненно легче. Вместо мощного ствола и десятков подземных ходов достаточно пробурить в земле узкое отверстие — скважину.

Новое редко возникает на пустом месте. Добыча растворенной в воде соли широко применялась в России еще в XVII веке. Правда, тогда использовали «рассолы», созданные природой, и лишь позднее стали специально закачивать воду в пласт. В жидком виде иногда добывают и другие ископаемые — калийные соли, медь (соединение меди с серой — медный купорос — хорошо растворяется в воде).

Но все это пока отдельные попытки. Геотехнология ставит перед собой неизмеримо большую цель — добывать в жидком состоянии основную массу материалов. Конечно, для этого нужен обширный арсенал средств, ведь многие ископаемые в воде не растворяются.

Современная химия дает такие средства. Для растворения минералов, содержащих цинк, стронций, медь, уран, свинец, можно использовать, например, серную кислоту; для добычи серебра, молибдена и кобальта — азотную кислоту; для получения золота — цианистый калий.

Некоторые ископаемые удобнее не растворять, а плавить. При температуре от 75 до 550 градусов удается превратить в жидкость серу, природные соединения натрия, свинца, серебра, ртути...

Другой путь — превращение твердых ископаемых в газ — предложен в конце прошлого века Дмитрием Ивановичем Менделеевым.

Этим способом широко пользуются сейчас для подземной газификации углей.

Химические методы добычи удобнее и дешевле обычных, механических. Но дело не только в этом. Химизация горного дела позволит извлекать руды с глубины, на которую человек умеет бурить скважины и которая пока недоступна для шахт. Уже сейчас это 7—8 километров. Вторжение химии в горное дело откроет человеку глубинные залежи ископаемых, превратит их из бесполезных в полезные.

Конечно, это произойдет не сразу. Пока химические способы добычи лишь «теоретически» выгоднее механических. Чтобы выгода стала практической, нужно преодолеть серьезные трудности, решить многие еще не решенные проблемы.

Это закономерно. Механические способы добычи проще, «элементарнее», они применяются тысячи лет. Химические методы молоды, их история только начинается. А у молодости все впереди.

ВДУМЧИВО, ОСТОРОЖНО И МУДРО...



ПРЕВРАЩЕНИЕ твердых ископаемых в жидкие и газообразные — первый этап в грандиозных планах преобразования Земли. В будущем человек вмешается в геологические процессы — в те самые процессы, при которых рождаются ископаемые.

Это не значит, что он, как герои некоторых фантастических романов, будет «своими руками» резать и собирать плане-

ты, зажигать одни солнца и гасить другие. Конечно, новые машины, мощнейшие энергетические установки неизмеримо умножат силы человека. Но едва ли, даже в отдаленном будущем, они сравняются с силами природы. Очень ясно сказал Владимир Ильич Ленин: «Заместить силы природы человеческим трудом, вообще говоря, так же невозможно, как нельзя заменить аршины пудами».

Да в этом и нет необходимости. Обычно человек строит свои отношения с природой с «позиций силы» только тогда, когда мало ее знает.

Зачем расходовать огромную энергию, силы и средства, идя наперекор природе? Гораздо умнее и выгоднее использовать ее помощь, тонким, едва ощутимым вмешательством направляя усилия природы в нужную человеку сторону.

Вмешательство человека в дела природы будет вдумчивым, осторожным и мудрым. Не сила, а ум и знания сделают его действительным хозяином планеты, помогут с минимальными затратами труда и энергии овладеть ее великими богатствами. Грандиозные планы преобразования природы с удивительной глубиной раскрыты Программой партии: «Коммунизм поднимает на огромную высоту господство людей над природой, дает возможность все больше и полнее управлять ее стихийными силами».

Наша планета настолько огромна, что любые самые редкие элементы имеются на ней в колоссальных, поистине неисчерпаемых количествах. Однако, чтобы ископаемые можно было добывать, они должны стать полезными, то есть собраться в месторождения, залегающие на доступной человеку глубине.

Очевидно, частицы того или иного элемента собираются вместе не случайно. Ими движут какие-то законы. Полностью этих законов человек еще не знает, но современная наука и техника позволяют всерьез задуматься над тем, чтобы искусственно перемещать отдельные элементы и накапливать их в определенных местах.

Для этого нужно, прежде всего, глубоко изучить «механизм» природы, понять причины и характер действия ее сил. Тогда человек сможет помогать силам, действующим в благоприятном для него направлении, ускорять их работу в тысячи раз. И, наоборот, течение вредных

процессов он постарается замедлить или вообще приостановить.

Используя, где это возможно, средства самой природы — естественные горячие газы, подземную воду, — усиливая их действие, где это необходимо, небольшими количествами искусственно приготовленных катализаторов и растворителей, человек будет менять состояние ископаемых, управлять их движением. Знание свойств бактерий даст возможность регулировать ход идущих на глубине процессов, направлять их в нужную сторону.

Не так давно советские ученые открыли в месторождениях нефти новые бактерии. Эти бактерии обладают замечательным качеством — они ускоряют образование горючих газов. Сам по себе факт, конечно, интересный, но какое он может иметь практическое значение?

Дальнейшее изучение бактерий показало, что быстрота их деления зависит от питания. Если через скважины ввести в нефтяной пласт особые питательные вещества, то деятельность бактерий усилится и, следовательно, образование газа пойдет быстрее. Остается добавить, что новый метод будет вскоре испытан на месторождениях «Второго Баку»...

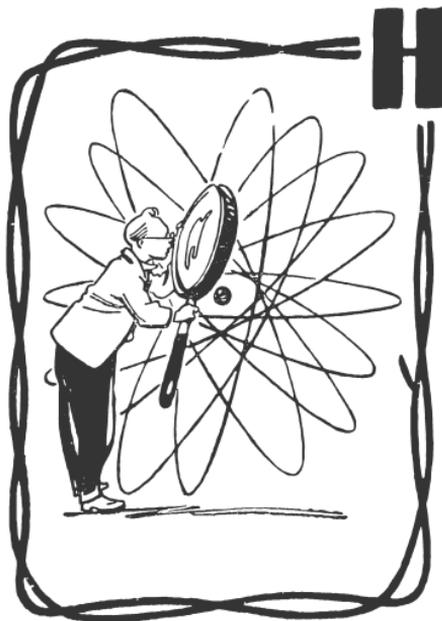
В ближайшие годы в Канаде намечено произвести подземный атомный взрыв, чтобы извлечь нефть из битуминозных песков. Такие пески в провинции Альберта занимают площадь 800 тысяч квадратных миль и содержат около 300 миллиардов баррелей нефти (нефтяной баррель равен 158,76 литра) — количество, достаточное для удовлетворения нужд крупной страны в течение целого столетия.

Нефть эта находится там в связанном, «желеобразном» состоянии, поэтому обычными способами добывать ее чрезвычайно трудно. Атомный взрыв должен превратить «желе» в жидкость, которую затем можно будет выкачивать из скважин.

Вполне вероятно, что дальнейшее развитие науки позволит «перерабатывать» под землей уголь в вещества, близкие к нефти, превращать графитовые месторождения в алмазные, даст возможность выделять алюминий из обыкновенной глины, создавать новые природные источники горячей воды и пара. Так будет открыт еще один путь превращения минералов в полезные ископаемые, а затем в материалы, необходимые человеку.

В осуществлении величайших планов преобразования природы решающая роль принадлежит знанию. Наука, ставшая в полной мере непосредственной производительной силой, и будет тем рычагом, который позволит человеку перевернуть Землю.

СОВРЕМЕННЫЕ АЛХИМИКИ



Н А ПРОТЯЖЕНИИ веков в лабораториях алхимиков кипели таинственные жидкости, поднимались в воздух загадочные багровые пары, шли непонятные превращения одних неизвестных веществ в другие, тоже неизвестные. Алхимики искали. Они искали удивительный «философский камень», который вылечит человека от всех болезней, превратит любой, самый «черный» металл в «благородное золото»...

Иногда алхимикам казалось, успех близок. Еще немного, и долгожданное превращение совершится. Но время шло, а золото оставалось золотом, медь — медью, железо — железом.

«Элементы — камни мироздания, они не могут менять своих свойств, превращаться в другие. Атомы неделимы», — таков был девиз химии, заменивший незнание алхимиков знанием.

Это было правильно и... неправильно. При самых различных химических превращениях — при нагревании и охлаждении, при соединении и разложении — элементы не меняют свойств, атомы остаются неделимыми. Попытки алхимиков действительно были бесполезны: ведь они оперировали химическими силами.

Но открытие радия и радиоактивности нанесло удар по представлениям об атоме как о маленьком твердом

шарике, который нельзя изменить, разбить, превратить в другой. Выяснилось, что даже без всякого вмешательства человека уран и радий постепенно превращаются в свинец. Позднее стало известно, что примерно четверть всех элементов радиоактивны и, значит, непрерывно исчезают одни элементы и зарождаются другие. А раз этот процесс идет естественно, почему бы человеку не вмешаться в него и действительно не получить, например, «искусственное» золото?

При «бомбардировке» атомов тяжелых элементов частицами-протонами, «массивные» атомы разлетаются на осколки — более легкие атомы. Например, протоны, летящие со сравнительно небольшой скоростью, превращают медь в натрий. А если бомбардировать ту же мишень протонами втрое более «энергичными», можно получить из меди не только натрий, но и калий, никель, кобальт, железо...

Вполне осуществим и обратный процесс — «утяжеление» элемента. В этом случае атом как бы захватывает в плен частицы, которые в него посылают, становится больше, «разбухает».

Таким образом, современная наука уже сейчас в состоянии превращать одни элементы в другие. Свидетельство тому — заполнение в таблице Менделеева последних пустующих клеток. В них вписаны элементы, которые еще не найдены в природе, элементы, полученные в лаборатории.

А золото?

Но послушаем, что нам скажет крупнейший современный ученый, радиохимик Содди: «Золото в периодической системе элементов находится на два места впереди таллия, так что если можно было бы заставить таллий отдать одну альфа-частицу, то продукт был бы изотопом (то есть разновидностью) золота. Или, если можно было бы заставить висмут испустить две альфа-частицы или свинец — альфа- и бетта-частицу, то продуктом опять-таки было бы золото. Вот список несомненно правильных рецептов для современного алхимика».

Пригодны ли, однако, уже сейчас эти методы для превращения бесполезных ископаемых в полезные? Нет. И дело здесь не только в многочисленных технических трудностях, но и в стоимости. Материалы, полученные

путем превращений, стоили бы неизмеримо дороже природных, особенно если говорить о таких широко употребляемых, как железо и уголь.

В этом нет ничего удивительного — ведь добыча естественного железа насчитывает пять тысячелетий, а искусственного — несколько лет...

ИСКОПАЕМЫЕ ДРУГИХ ПЛАНЕТ



ВРЯД ЛИ можно сомневаться, что основные ископаемые Земли — железо, алюминий, медь — есть и на других планетах. Об этом рассказывают нам осколки далеких миров — метеориты, это подтверждается наблюдениями ученых. А главное — мы знаем, что мир един, что во Вселенной действуют законы, одинаково обязательные и для нашей Земли, и для планет солнечной системы, и для дале-

ких звезд, свет которых доходит к нам за миллионы лет.

Вполне вероятно, что там, как и на Земле, частицы руд собираются вместе, образуют месторождения. А поскольку эти залежи никто и никогда не разрабатывал, может быть, глазам первого межпланетного путешественника откроется сказочное богатство: лежащие прямо на поверхности залежи урана, огромные золотые самородки, драгоценные алмазы, рубины, сапфиры.

Добыть их, видимо, будет не так уж трудно. Но, чтобы использовать ископаемые, их придется доставить на Землю. А для этого — даже в пределах солнечной системы — нужно покрыть расстояния в десятки и сотни миллионов километров.

Будут ли такие ископаемые полезными? Вот что пишет об этом в газете «Известия» профессор В. Красовский:

«...добыча полезных ископаемых на других планетах не может быть рентабельной (то есть выгодной, полезной.— Р. Б.), поскольку не сможет окупать затраты на ракетный транспорт».

Должны ли мы с этим согласиться? Да, если речь идет о настоящем. Нет, если дело касается будущего, особенно более или менее далекого будущего. Ракетный транспорт родился недавно, и возможности его огромны. То, что сейчас кажется пределом мечтаний, завтра делается обычным.

Настанет и такое время, когда человек будет подолгу жить на других планетах. А там, где человек живет, он строит и рудники, и лаборатории, и заводы...

Представления о возможном и невозможном меняются. В доказательство можно привести, например, авиацию, но вспоминается другое — открытие гелия.

В 1868 году астрономы Ж. Жансен и Д. Локьер обнаружили на Солнце элемент, которого раньше не знали. Он получил название гелий — «солнечный». Примерно через тридцать лет новый элемент нашли на Земле. Но встречался он редко и стоил так дорого, что не каждая лаборатория могла им пользоваться. И вдруг, когда окончилась первая мировая война, стало известно, что немцы наполняли гелием... дирижабли.

Это было настолько невероятно, что известный химик профессор Муре заявил: «Если бы кто-нибудь сказал мне пять лет тому назад, что гелием будут наполнять дирижабли, я отнесся бы к этому совершенно так же, как если бы кто-либо сказал мне, что памятник Вашингтону только что собрались покрыть бриллиантами».

...Может быть, уже в ближайшие десятилетия люди обнаружат на Луне богатейшие залежи титана. На Марсе — крупнейшие нефтяные месторождения. На Венере — германий и литий, вольфрам и осмий.

А Земля? Не потеряет ли она своего значения, не станет ли одной из многих планет, доступных людям?

Нет! Земля не только колыбель человечества, единственная известная нам планета, где существуют нормальные условия жизни.

Земля еще и неисчерпаемый источник, из которого человек черпал, черпает и будет черпать материал для осуществления самых смелых, самых дерзновенных своих замыслов.



ОТОЙДЯ на несколько шагов, человек оглянулся — хотел в последний раз увидеть костер. Конечно, огня не было. Перед уходом он сам с привычной тщательностью загасил костер. Остались голышечки — черные тени на белом снегу.

Было очень холодно. В небе стыли звезды. Низко над горизонтом, зябко кутаясь в легкое покрывало облаков, висела луна. Человек повел плечами,

удобнее пристраивая рюкзак, поправил лыжи за спиной. Здесь снегу было мало, но часа через три он выйдет на равнину...

Человек не смог бы объяснить, откуда он это знает. Вокруг ничего не изменилось. Целую неделю он видел одно и то же — заросшие кустарником горбы сопки (в этих краях горы назывались иначе, но человек много лет работал в Забайкалье), низкие, припавшие к земле деревья, крестики следов на снегу — заметить самого зверька ему так и не удалось.

Человек шел спокойно, неторопливо. Не верилось, что он проходит за день многие десятки километров. Нужно было присмотреться, чтобы понять его секрет — полную свободу шага, безукоризненную, доведенную до автоматизма легкость походки, скупую точность каждого движения. Казалось, ноги его сами обходят камни, тело само наклоняется при подъемах и откидывается назад на спусках, ровные взмахи рук помогают выдерживать ритм, сохранять дыхание. Так — неспешно и быстро — умеют ходить немногие. Путешественники, охотники, геологи — те, кто добрую половину жизни проводят в пути.

Человек устал.

Последние дни он шел и ночью, оставляя для отдыха

короткие вечерние часы. Собственно, особой спешки не было: продуктов хватило бы еще на несколько дней, на базе так рано его не ждали. О его находках знал пока он один.

Именно поэтому он торопился. И, забегая вперед, видел сизые дымки над базой, слышал яростный лай собак, чувствовал тепло ладоней. Он улыбнулся, представив себе кутерьму, которая поднимется, когда из рюкзака прямо на праздничный новогодний стол посыплется камни, его сокровища.

Удивленно и радостно заблестят глаза товарищей, с сомнением вскинут брови скептики. Великан-радист медленно наденет наушники, и в эфир понесется мягкая украинская речь: «Заря, Заря, говорит Дальний...» И еще несколько слов, которые изменят маршруты людей и машин, заставят по-новому оценить будущее большого края...

Человек преодолел подъем и остановился. Сопок не было. Внизу, насколько хватал глаз, лежала желтоватая в лунном свете снежная равнина с темными пятнами деревьев. Он поднес к глазам светящийся циферблат часов и свистнул: 23.55, до начала Нового года осталось пять минут.

— Значит, так. Идти еще часов шесть. На встречу Нового года ты опоздал, — сказал он себе. — А впрочем...

Он достал термос. Отвинтил крышку и быстро вылил в нее спирт. Спирта было немного — граммов тридцать, крышка простая, алюминиевая. Но человек поднял ее осторожно, как хрустальный бокал, сказал негромко и торжественно:

— За тех, кто в пути!

Он думал о разных людях (только не о себе; он нашел, и это не путь — шесть часов по открытой равнине).

О геологах, которые годами ищут тот единственный, счастливый маршрут.

О химиках, прикованных собственной мыслью к длинным столам лабораторий.

О древних людях, уходивших от уютного костра в холод, в ночь, в неизвестность. И о людях будущего, которые, бесконечно любя Землю, уйдут от родной планеты к неведомым островам Вселенной.

Что заставляет человека искать? Бросать обжитый

дом, друзей, родных и отправляться за тридевять земель в ледяное безмолвие Антарктики, в иссушающий зной пустынь, в полную опасностей неизвестность космоса... Может быть, человеческая природа? Он не знал. Но верил — так будет всегда.

А потому и через тысячу лет, собравшись на праздник, люди обязательно вспомнят тех, кто в пути, кто идет нехоженными тропами, открывая человечеству путь в будущее.

Человек в пути. Значит, штурм продолжается.

СОДЕРЖАНИЕ

ЧТОБЫ ПОНЯТЬ ПРОСТОЕ СЛОВО „ПОЛЕЗНО“...

(Вместо предисловия)

О чем забыли мы с Архимедом	3
Человек, материал, машина	5
Оппонент господа бога	7
Слоеный пирог	10
Слишком много кислорода	11
«Сие от нас не зависит»	13

ОХОТНИКИ ЗА МАТЕРИАЛОМ

В мире камня	16
Костер и «медный камень»	20
Случайность?	21
Почему бронза?	23
Небесное или земное?	25
Начало нового века	27
Хорошо или плохо?	30
Железо и другие...	33

КУДА ДУЕТ ВЕТЕР

Железо против золота	35
Голод среди изобилия	37
Железная необходимость	40
От чугуна к стали	42
У истоков науки	43
Сила знания	45
Человек и время	47

ПО СЛЕДАМ ДРЕВНИХ МОРЕЙ

«Что вас интересует в горном деле?»	50
Судьба нефти	52
Рассчитывать на случай нельзя	54
Борьба идей	56

География древняя и новая	60
Наука и «дикие кошки»	62
Прямая или спираль?	65
Еще один виток спирали	67
Теория и практика	68
Маршруты, которые мы выбираем	71
Штурм моря	73
Глубинный барьер	77

ЭСТАФЕТА ПОКОЛЕНИЙ

Открытие	80
Вместо угля — воздух	83
25 лет поисков	87
Рудная лихорадка	89
Есть ли основания для тревоги?	91
«Дело это надо вести сугубо энергично...»	92
Бедные и богатые	95
Найти — не значит добыть	96
Еще одна страница...	99
Круговорот событий	101

ПУТЬ ИДЕИ

Загадка одной коллекции	103
Уже элемент, но еще не материал	105
«Разница во времени небольшая...»	107
Рожденный электричеством	110
«Красная Шапочка»	112
Тридцать лет спустя	113
Две дороги	114
Женщина стирала белье...	116
Большая семья	118

УДИВИТЕЛЬНАЯ СУДЬБА „РЕДКИХ“

«Легендарное событие в области химии...»	121
От урана... к урану	124
Прочнее стали — сталь!	127
Легче воды	130
Когда о нем вспомнили	132
Девять девяток	134
Дорога становилась круче	135
Путешествие в «лодочке»	137
Открытие новых земель	139
Когда «редкие» станут обычными...	141

ЗВЕЗДА НА КАРТЕ

Из записок студента К.	143
Сложная простота	148
История одного примечания	151
Прогрессия мнимая и действительная	154

ЯКУТСКАЯ ИСТОРИЯ

Красный след	156
Вельможа или работник?	159
У истоков открытия	162
Алмаз «рукотворный»	168

СПОР О „КРАСНОМ УГЛЕ“

«Из этого ничего не выйдет»	170
На пороге скачка	173
Тайна «красного угля»	174
«За» и «против»	177
Близкое...	180
...и далекое :	182

ИСКУССТВО ПОИСКА

Конкурс	184
Событие огромной важности	186
Фантазия и реальность	187
«Центр тяжести» смещается	190
Спор через океан	192
Пройдут годы...	197

ШТУРМ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Жизнь и мечта	199
Почему мы живем в XX веке	201
Открытие, изобретение, производство	204
«Мост» через «реку времени»	207
Проблема материала	210
«Космос-2»	212
На суше или на море?	214
Старые пути и новые средства	218
Вероятность невозможного	220
Без человека	224
Вдумчиво, осторожно и мудро...	226
Современные алхимики	229
Искапаемые других планет	231
Человек в пути	233

Дорогие ребята!

Отзывы о книгах Детгиза присылайте по адресу: Москва, А-47, ул. Горького, 43. Дом детской книги.

Напишите, пожалуйста, понравилась ли вам эта книга, все ли в ней понятно; с какими книгами по геологии вы уже знакомы и о чем вам хотелось бы прочитать в новых книгах.

Д л я с т а р ш е г о в о з р а с т а

Бахтамов Рафаил Борисович

ЧЕЛОВЕК ШТУРМУЕТ ЗЕМЛЮ

Ответственный редактор *М. А. Зубков*. Художественный редактор *М. Д. Суховцева*. Технический редактор *С. К. Пушкова*. Корректоры *Э. Л. Лофенфельд* и *В. К. Мирингоф*.

Сдано в набор 6/XII 1962 г. Подписано к печати 23/III 1963 г. Формат 84×108¹/₃₂—7,5 печ. л. 12,3 усл. печ. л. (11,66 уч.-изд. л.). Тираж 65 000 экз. А04799. ТП 1963 № 565. Цена 45 коп.
Детгиз, Москва, М. Черкасский пер., 1.

**В ДЕТГИЗЕ В 1962 ГОДУ ВЫШЛИ В СВЕТ СЛЕДУЮЩИЕ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ
И НАУЧНО-ХОУДОЖЕСТВЕННЫЕ КНИГИ:**

* * *

***Аграновский А.*
РЕПОРТАЖ ИЗ БУДУЩЕГО.**

Автор увлекательно рассказывает о великих планах советского народа, о строительстве коммунизма, о проектировании новых заводов и о многом другом.

***Бобров С.*
АРХИМЕДОВО ЛЕТО.**
Рассказы из истории математики.

***Вальдгард С.*
О ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ.**
В книге рассказывается о занимательной механике мира и о занимательной физике на Земле и во Вселенной.

***Ивич А.*
ПРИКЛЮЧЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЙ.**
Удивительные истории об изобретениях и их творцах.

***Гавеман А.*
СЛОЙ ЖИЗНИ.**
Что такое почва, как и когда она образовалась? Есть ли почва на других планетах?

***Халифман А.*
ПАРОЛЬ СКРЕЩЕННЫХ АНТЕНН.**
Три повести о жизни общественных насекомых — пчел, муравьев и термитов.

*

*Эти книги вы можете приобрести в магазинах Книготорга и потребительской кооперации.
Книги высылаются также по почте наложенным платежом отделом «Книга—почтой» областных, краевых и республиканских книготоргов.*



Цена 45 коп.



РАФАИЛ
БАХТАМОВ

- ЧЕЛОВЕК ШТУРМУЕТ ЗЕМЛЮ