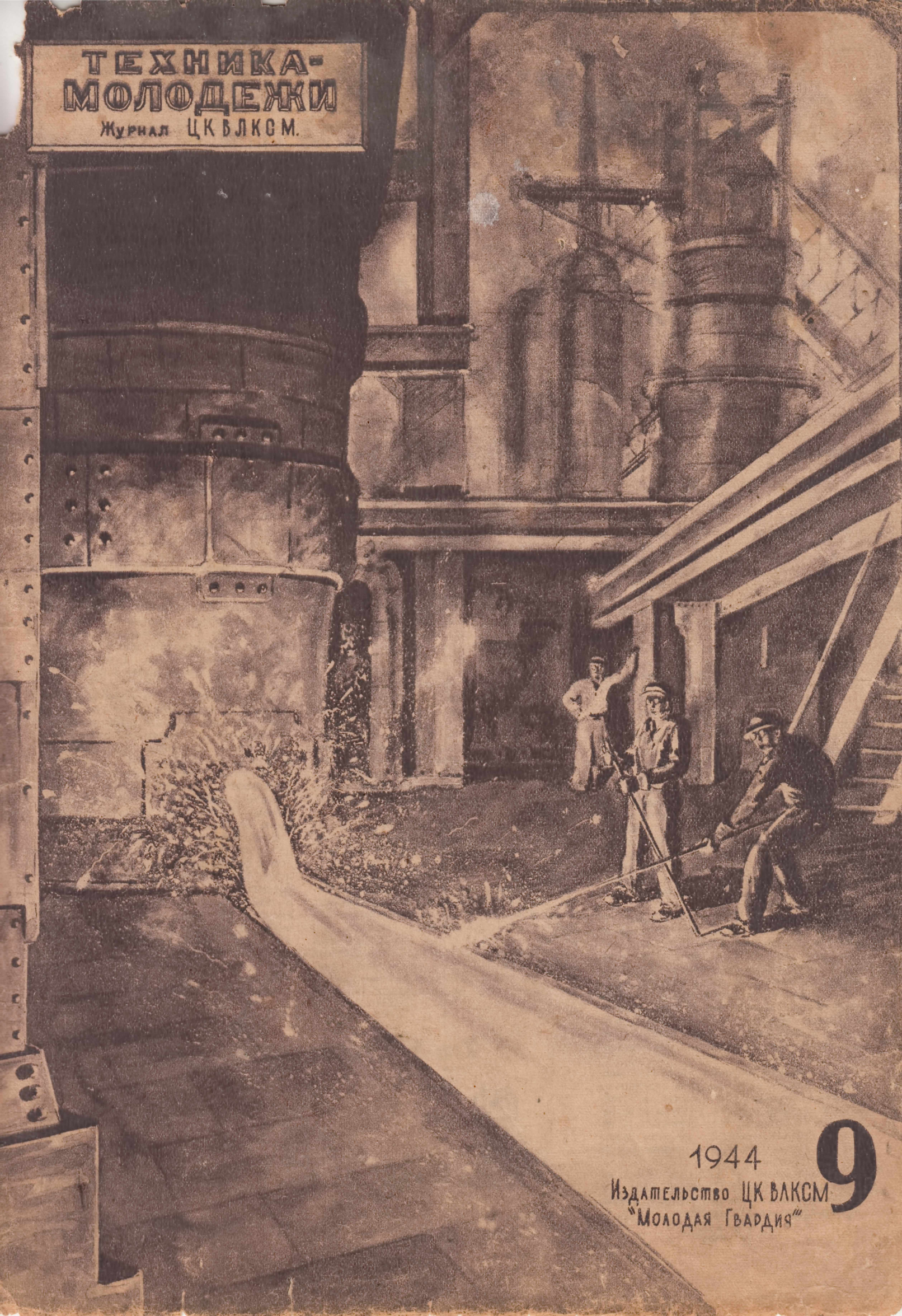


ТЕХНИКА- МОЛОДЕЖИ

Журнал ЦК ВЛКСМ.



1944

Издательство ЦК ВЛКСМ
"Молодая Гвардия"

9

Кислород в металлургии

А. ФЕДОРОВ,

кандидат технических наук, член редколлегии журнала «Техника — молодежи»

ОГНЕННЫЙ ВОЗДУХ

Молодой швед Карл Шееле с детства увлекался химией. Больше всего на свете ему хотелось знать, что из чего состоит. Когда мальчику минуло 14 лет, его отдали в ученье к аптекарию. Шееле быстро постиг нехитрое аптекарское дело. С утра до вечера он развешивал порошки, готовил микстуры, составлял различные снадобья. Когда последний покупатель покидал аптеку и хозяин запирает ее двери большим железным замком, Шееле устраивался где-нибудь в уголке и предавался любимому занятию. Безустали он что-то толк в ступке, растворял и выпаривал какие-то вещества.

Однажды Шееле сделал такой опыт. Он поместил в колбу кусочек фосфора, быстро его там поджег и накрепко закрыл колбу пробкой. Фосфор ярко вспыхнул, и колба наполнилась густым дымом, который вскоре осел на ее стенках в виде белых, похожих на иней хлопьев.

Когда колба остыла, Шееле опустил ее горловину в воду и выдернул пробку. Вода быстро устремилась в колбу, заполнив пятую часть ее объема. Молодой химик пробовал сжигать в закрытых сосудах различные вещества, но неизменно получался все тот же результат: одна пятая часть воздуха, заключенного в сосуде, куда-то исчезала при сгорании. В той части воздуха, которая оставалась в колбе после горения, уже не удавалось зажечь не только свечу, но даже легко воспламеняющийся фосфор. Помещенная туда мышь очень быстро умирала от удушья.

Все это навело Шееле на мысль, что обычный окружающий нас воздух вовсе не является однородным веществом, как принято было думать в то время, а представляет собой смесь по крайней мере двух различных частей. Ту часть воздуха, которая оставалась в колбе после горения фосфора или какого-либо другого вещества, Шееле назвал мертвым, негодным воздухом, а исчезавшую часть, которая поддерживала горение, — живым, или «огненным воздухом».

Вскоре Шееле научился получать «огненный воздух» в чистом виде, отдельно от негодного воздуха. Он насыпал в стеклянную реторту порошок селитры и нагревал его на огне. Селитра плавилась и начинала бурлить, выделяя при этом чудесный газ, в котором ярко вспыхивала чуть тлеющая лучина.

Так был открыт в 1772 году новый химический элемент, необходимый для горения и дыхания, «огненный воздух», названный впоследствии кислородом.

Кислород является основой жизни на земле. В воздухе, лишенном кислорода, невозможно существование животных и растений, за исключением лишь некоторых бактерий. Немыслимо без кислорода подавляющее большинство процессов в технике. Горение топлива, восстановление металлов из руд, производство огромного количества химических веществ обеспечивается кислородом, находящимся в атмосфере или заключенном в исходных материалах.

В природе имеется очень много кислорода. Почти вся земная кора состоит из соединений различных веществ с кислородом. В воде содержится 8% кислорода (по весу). Наконец, атмосферный воздух, как доказал еще Шееле, состоит на одну пятую из свободного, химически не связанного кислорода, а это — огромное количество. Если сжигать весь содержащийся в воздухе кислород, то холодная светлоскопная жидкость целиком покроет земной шар плотным слоем, превышающим два метра.

Давно уже ушли в прошлое или сохранились только в лабораторной практике старые способы получения кислорода путем нагревания селитры или прокаливанием красной окиси ртути. Добывание кислорода развилось в самостоятельную отрасль промышленности.

В различных странах мира построены специальные кислородные заводы, которые сжигают атмосферный воздух и отделяют от него кислород.

Кислород нашел широкое применение для сварки и резки даже самых тугоплавких металлов и сплавов. Многочисленные опыты показали, что с помощью кислорода удается интенсифицировать, ускорить различные технологические процессы. Уже сейчас многие заводы работают на дешевых сортах топлива — торфе, буром угле, сланцах. Предварительно такое топливо газифицируют, то есть на специальных установ-

ках превращают в горючий газ, который по трубам подается к потребителям. Однако в обычных условиях торф и бурый уголь не удастся превратить в высококачественный горючий газ, обладающий, как говорят, высокой теплотворной способностью. Другое дело, если газифицировать дешевые сорта топлива в присутствии кислорода. «Огненный воздух» резко повысит теплотворность газа. Каждый кубометр такого газа, попадая, например, в топку парового котла, принесет с собой в два-три раза больше тепловой энергии.

Использование кислорода в химической промышленности позволит резко ускорить многие важные химические процессы. Это приведет к значительному росту производства фосфора, азотной и серной кислот, а также многих других веществ, играющих исключительную роль в технике и быту.

Однако до последнего времени широкому внедрению кислорода в промышленность препятствовали относительная дороговизна и сложность его получения. Установки старых типов, которыми оборудованы все кислородные заводы мира, представляют собой громоздкие и капризные агрегаты. Достаточно, например, сказать, что эти установки снабжены гигантскими компрессорами, сжимающими воздух до 200 и более атмосфер.

Советский ученый академик П. Л. Капица не так давно разработал принципиально новый способ добывания кислорода из воздуха. Компактные установки Капицы, работающие на воздухе, сжатом всего до 5—6 атмосфер, дают возможность получать кислород в огромных количествах при сравнительно небольших затратах энергии. Все это делает вполне реальной задачу интенсификации основных технологических процессов с помощью кислорода.

В каких же областях техники применение кислорода будет особенно эффектив-

Что дает кислород



Домна на кислородном дутье будет давать в 2—2,5 раза больше чугуна.

ним? Мы уже знаем, что кислород активно поддерживает горение, заставляя ярко вспыхнуть тлеющую лучину. Значит, кислород целесообразно применять прежде всего в тех процессах, которые связаны с горением, с получением высоких температур. Таким процессом, помимо сжигания топлива в топках котлов и печей, является прежде всего производство чугуна, стали и многих других металлов. Использование кислорода в металлургическом производстве сулит настоящую техническую революцию в этой наиболее древней и наиболее важной отрасли промышленности. «Огненный воздух», поданный в дому или в сталеплавильную печь, не только резко ускоряет процессы, но в огромной степени увеличивает производительность агрегатов и позволяет значительно упростить их конструкцию.

МЕТАЛЛУРГИЯ НА КИСЛОРОДНОМ ДУТЬЕ

В доменных и сталеплавильных печах царствуют высокие температуры. Видный советский ученый, академик И. П. Бардин называет металлургию химией высоких температур. Кажется, ни одна отрасль промышленности не потребляет столько топлива и кислорода, сколько металлургия. Под-

дом. Эта печь давала до двухсот тонн чугуна в сутки. Еще раньше успешные опыты по выплавке чугуна с применением кислорода были проведены на небольшой установке Чернореченского химического комбината и кое-где за границей. Все эти опыты, особенно эксплуатация днепропетровской домы, прерванная войной, показали огромную роль, которую призвано сыграть кислородное дутье в металлургическом производстве. Перед металлургией

открылись новые, блестящие перспективы. Выявились возможности не только резкого повышения производительности плавильных печей, но и значительного упрощения всех металлургических агрегатов.

В настоящее время, чтобы обеспечить достаточно высокую температуру в горне доменной печи, в нее приходится вдвигать горячий воздух. Опыты показали, что уже при 30 процентах содержания кислорода в дутье становится ненужным его подогрев. Отпадает, таким образом, необходимость в постройке сложных и дорогих кауперов, не требуется расходовать топливо для подогрева воздуха. Однако это еще не все. Высокая температура в домне, вызванная повышением

содержания кислорода в дутье, ускоряет химические реакции и одновременно приводит к снижению расхода кокса. Становится возможным загружать в дому больше руды и быстрее расплавлять ее. Таким образом, производительность доменной печи должна значительно возрасти. Специалисты утверждают, что при переводе на кислородное дутье домна может дать в 2—2,5 раза больше чугуна.

Наряду с обычным чугуном, идущим для переработки в сталь или для производства литых изделий, промышленность требует от металлургии чугуны специальных сортов — так называемые ферросплавы. Такие чугуны содержат повышенный процент кремния, марганца, хрома и других химических элементов. Они находят широкое применение, в частности при выплавке качественных сталей.

Выплавка некоторых особенно важных

ферросплавов в обычной домне крайне трудна. В печи требуется развить исключительно высокую температуру, а это приводит к огромному перерасходу топлива.

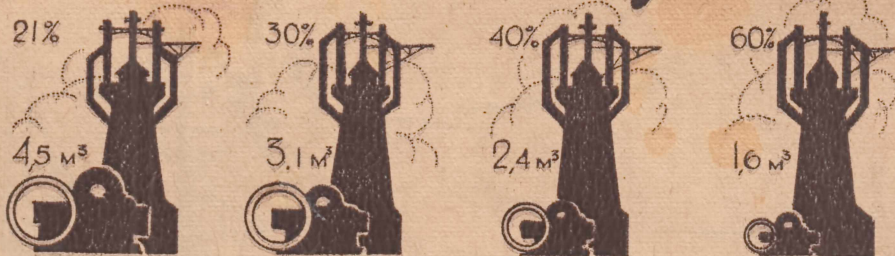
Более того, отдельные сорта специальных чугунов (например, весьма важный для качественной металлургии силикомарганец) вовсе не удавалось получить в доменной печи.

Кислород позволяет достигнуть любых практически необходимых температур доменного процесса. Значит, в доменной печи, работающей на кислородном дутье, можно будет выплавлять чугуны любых сортов. Высокие температуры в домне позволяют получать вместе с чугуном специальные тугоплавкие шлаки, пригодные для непосредственного получения портланд-цемента — важного строительного материала.

Одним из побочных продуктов современного металлургического производства является доменный газ, улавливаемый в верхней части печи. Этот газ содержит до 30 процентов окиси углерода и поэтому является горючим газом. Однако присутствие в доменном газе большого количества азота делает этот газ низкокачественным, бедным. При горении такой газ не дает больших количеств тепла, или, как говорят, обладает низкой теплотворной способностью. Доменный газ применяется для отопления кауперов. По трубопроводам он направляется в сталеплавильные печи, однако сжигается в них только в смеси с дорогим и ценным коксовым газом, получающимся при коксовании углей. Один доменный газ при горении не может дать температуру, необходимую для выплавки стали.

Самой собой разумеется, что уменьшение балластного азота в дутье доменных печей за счет повышения концентрации кислорода приведет к росту теплотворной способности доменного газа. Газ, полученный в домне, является не только прекрасным топливом для мартеновских печей и заводов, но и сможет пойти для производства ценных химических продуктов и прежде всего аммиака — весьма важного вещества для военного производства и для получения сельхозудобрений. Миллионы кубометров коксового газа целиком смогут быть использованы для производства искусственного жидкого топлива, аммиака и других продуктов.

Что дает кислород



Увеличение содержания кислорода сократит общее количество подаваемого в печь дутья. В случае применения обогащенного дутья для сжигания килограмма углерода потребуется 1,6 м³ дутья вместо обычных 4,5 м³.

Что дает кислород



Кислородное дутье сделает ненужным подогрев воздуха и избавит от необходимости строить громоздкие и дорогостоящие кауперы.

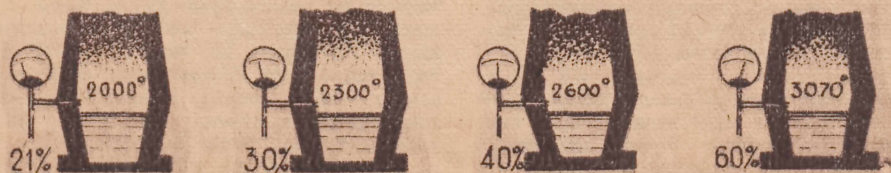
считано, что современный крупный металлургический завод, выпускающий в год один миллион тонн стали, требует два миллиона тонн угля и свыше трех миллиардов кубических метров кислорода.

До сих пор кислород вводится в металлургические печи в составе атмосферного воздуха, то есть в смеси с азотом. Известно, что воздух содержит в четыре раза больше азота, чем кислорода. Значит, вместе с тремя миллиардами кубометров кислорода через плавильные печи нашего завода пройдет не менее двенадцати миллиардов кубометров азота. Азот — мертвый, инертный газ. Он не горит и не поддерживает горения. Миллиарды кубометров азота являются вредным балластом металлургического производства. Как много тепла необходимо затратить для бесполезного нагрева этого газа! Если сократить количество азота, поступающего в металлургическую печь, например в дому, то значительно возрастет температура в горне, быстрее пойдут химические реакции, скорее закончится выплавка металла.

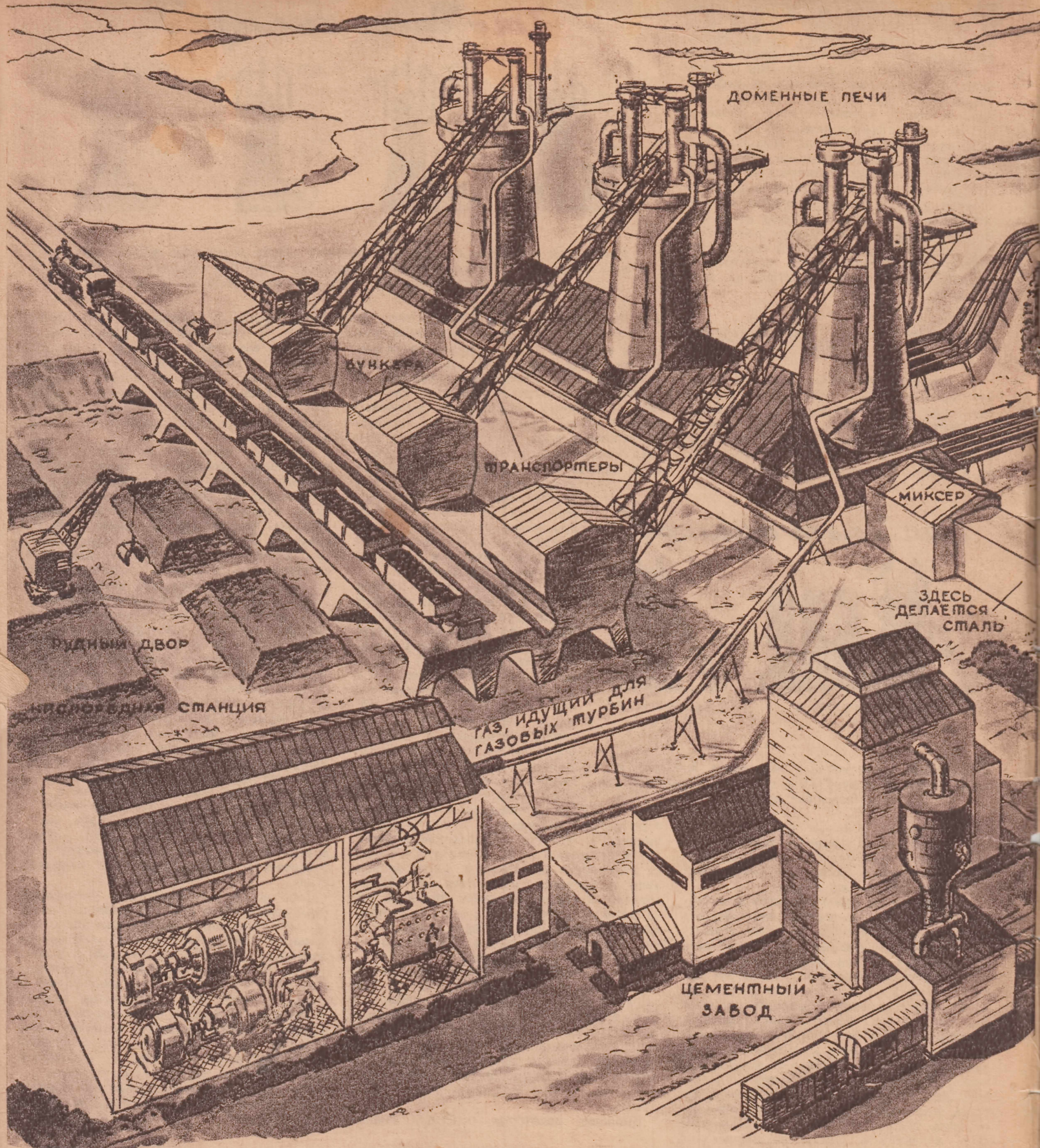
Металлургия определила, что, применяя обычный воздух, содержащий 21 процент кислорода, можно достигнуть в домне температуры в 2000°. Увеличение количества кислорода во вдвигаемом воздухе, например до 60 процентов, повышает теоретически возможную температуру горения до 3000° и даже еще выше.

Перед войной, в сентябре 1940 года, на Днепропетровском заводе металлургического оборудования (ДЗМО) была пущена в опытную эксплуатацию доменная печь, работающая на дутье, обогащенном кислоро-

Что дает кислород



Повышение содержания кислорода в дутье резко повышает температуру в домне. При обычном дутье (21% кислорода) температура в горне едва достигает 2000°; при 60% кислорода она превысит 3000°.



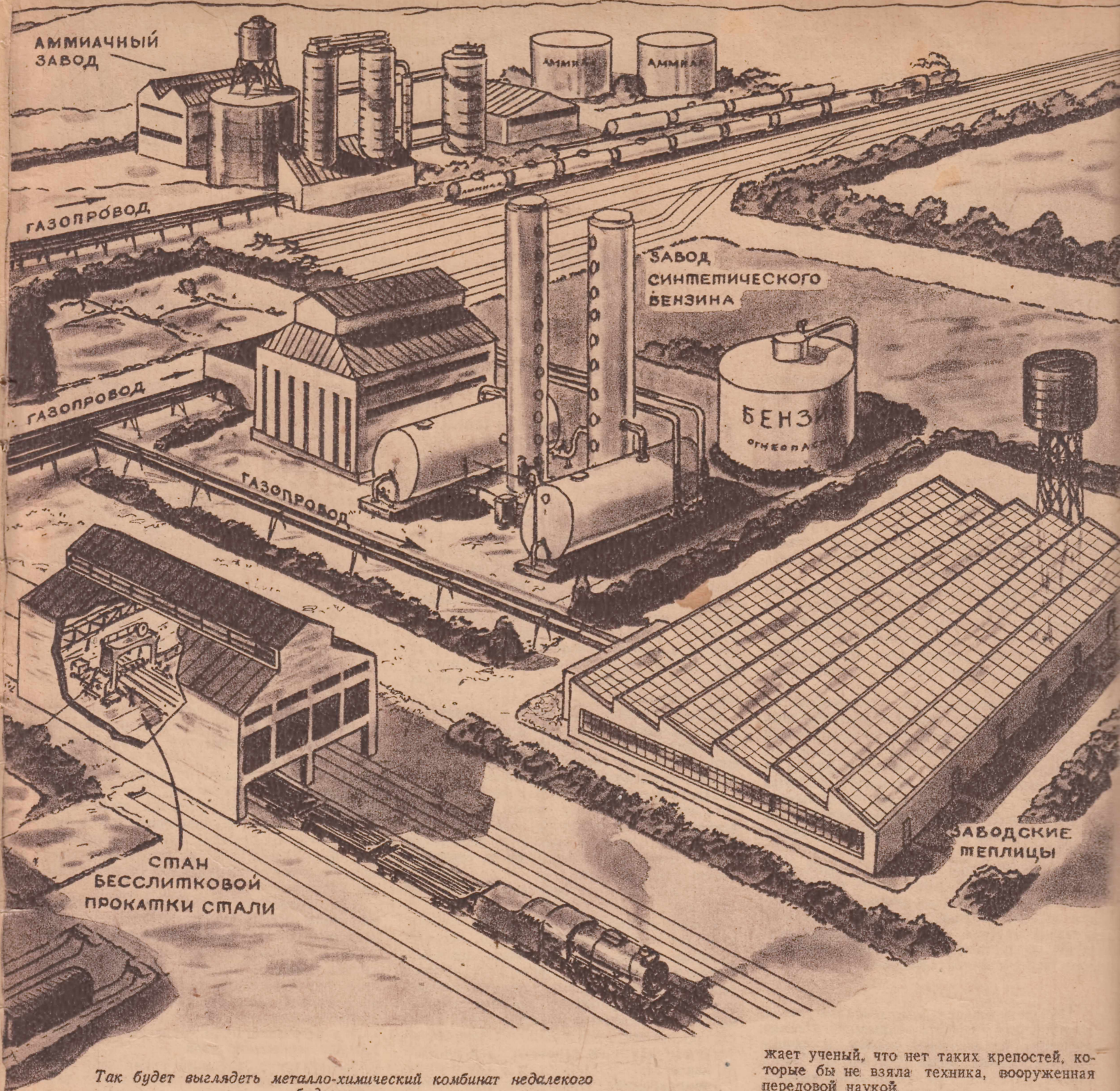
Не менее значительный эффект обещает применение обогащенного кислородом дутья в сталеплавленном производстве. Мартеновская печь, работающая на кислороде, подобно домне, не требует подогрева дутья. Громоздкие регенераторы — самое сложное и дорогое устройство современного мартена — становятся ненужными. Кислородное дутье обеспечит в печи необходимую температуру. Температуру в мартене можно будет легко регулировать: для этого достаточно простым поворотом вентиля увеличивать или уменьшать концентрацию кислорода в дутье.

Огромный избыток тепла, образующегося в сталеплавильных печах, будет полностью использован. Сталеплавильные печи, работающие на кислородном дутье, будут снабжаться компактными котельными установками. Уходящие из печи газы отдадут свое тепло для производства пара, а пар всегда нужен любому заводу. На каждую тонну стали, полученную в печи с кислородным дутьем, будет вырабатываться тонна пара. Это весьма ощутительный вклад в энергетическое хозяйство современного металлургического предприятия.

Возможно, что применение кислорода в

сталелитейной промышленности приведет к созданию совершенно новых видов металлургических агрегатов. Как известно, кислород в процессе производства стали выполняет две функции: он окисляет примеси в металле (углерод, кремний и другие элементы), а также обеспечивает горение топлива в печи.

Почти 90 лет назад английский инженер Генри Бессмер предположил получать сталь путем продувания воздуха сквозь расплавленный чугун. Кислород, содержащийся в воздухе, перемешиваясь с жидким металлом, энергично окисляет примеси чугуна.



Так будет выглядеть металл-химический комбинат недалекого будущего...

Через 12—15 минут примеси выгорают, и чугун превращается в сталь. При этом не нужно специально подогревать металл. Его температура поддерживается за счет тепла, выделяющегося при бурно проходящих химических реакциях окисления примесей кислородом. Открытие Бессемера положило начало «стальному веку».

Мартеновский процесс, предложенный несколько позже, имел по сравнению с бессемеровским ряд преимуществ. Он обеспечил возможность получения сразу более значительных количеств стали, позволил перерабатывать стальной лом, облегчил контроль производства металла. Однако и сейчас бессемеровский способ производства стали применяется довольно широко на заводах, имеющих в своем распоряжении жидкий чугун.

Применение кислородного дутья по-новому ставит вопрос о бессемеровском процессе. Опыты показали, что простое про-

дувание кислорода сквозь расплавленный чугун, находящийся в обычном ковше, очень быстро превращает его в сталь высокого качества. При этом выделяется так много тепла, что к жидкому чугуну можно добавить известное количество твердого стального лома.

Развитие новых методов контроля металлургических процессов, в частности применение автоматических приборов для регулирования хода плавки, обеспечивает высокое качество стали даже в тех случаях, когда она выплавляется исключительно быстро. Таким образом, применение кислорода и приборы автоматического управления полностью устраняют недостатки бессемеровского процесса и обещают ему в будущем большие перспективы.

Перспективы применения кислорода в металлургии, говорит академик Бардин, — не воздушные замки, а крепости науки, которые надо взять. Но мы знаем, продол-

жает ученый, что нет таких крепостей, которые бы не взяла техника, вооруженная передовой наукой.

МЕТАЛЛО-ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ БУДУЩЕГО

195... год. Наш автомобиль мчится по сверкающему асфальту загородного шоссе. По сторонам, в тени деревьев, мелькают домики-дачи. Машина быстро влетает на пригорок, и неожиданно перед нами встает картина гигантского завода. Веером расходятся от него ленты железных дорог. Электровозы тянут по ним длинные составы. Только это оживляет картину. В остальном завод кажется бездействующим. Не клубится дым над огромными башнями доменных печей, не слышно стука тяжелых молотов, обжимающих стальные болванки...

Мы въезжаем на территорию металл-химического комбината. Его сердце — кислородная станция. Могучие турбокомпрессоры вращаются с огромной скоростью, но почти бесшумно. Они подают сжатый воздух в кислородные установки. Эти установки

производят несколько сот тысяч кубических метров кислорода в час. Отсюда по трубам, проложенным в земле, кислород направляется к домам, к сталеплавильным агрегатам, в химические цехи.

Прибывает очередной состав с рудой и топливом. Его подают на разгрузочную эстакаду. Здесь вагоны автоматически опрокидываются, высыпая свое содержимое в поместительные бункеры. Широкие наклонные трубы связывают бункеры с верхней частью доменных печей. Ковши транспортеров непрерывно поднимают по этим трубам все новые порции шихты.

Загрузкой домен ведает один человек, сидящий в небольшой комнате за пультом управления.

Периодически, один раз в 3—4 часа, из домен производится выпуск чугуна. Жидкий металл поступает в поместительные сосуды-миксеры, а оттуда непрерывной струей подается в так называемый рафинировочный жолоб. Здесь поток чугуна продувается кислородом, сюда добавляются легирующие элементы — хром, никель, молибден и другие. В рафинировочном жолобе жидкий чугун превращается в сталь. Далее часть металла направляется на конвейер непрерывной разливки, где заполняет массивные формы и затвердевает в них. Другая часть жидкой стали идет по лотку, выложенному огнеупорным материалом, к стану бесслитковой прокатки. Проходя между вращающимися валками стана, сталь затвердевает, принимая форму рельсов, балок или броневой плиты.

Шлаки, выходящие из доменной печи, застывают. После этого они поступают в размольные механизмы, размельчаются, засыпаются в тару и отправляются на крупнейшие стройки страны. Они представляют собой высококачественный строительный цемент.

Длинные трубопроводы, проложенные на стальных мачтах, связывают доменные печи с химическими и энергетическими цехами завода. Высококалорийный доменный газ приводит в движение газовые турбины на электрической и кислородной станциях комбината. Тот же газ идет на отопление жилых корпусов и заводских теплиц, где даже в зимние месяцы вызревают огурцы и помидоры.

Однако основная масса доменного газа идет в химические цехи. Здесь газ превращается в синтетический спирт, вискусственное жидкое топливо, в аммиак. Несколько составов цистерн, наполненных этими ценными веществами, ежедневно покидают металло-химический комбинат.

Поздним вечером мы покидаем завод. Наступившая темнота скрывает деревья, растущие по обочинам дороги, и дачные поселки между ними. Однако на шоссе светло, как днем. Оно освещается тысячами ярко горящих трубок.

— Это тоже наше производство, — говорит инженер, только что кончивший смену и направляющийся с нами в город.

— Эти лампы, — поясняет он, — наполнены криптоно-ксеноновой смесью. Криптон и ксенон — очень редкие газы. Они содержатся в воздухе в незначительных количествах. Постройка специальных аппаратов для их производства крайне невыгодна. Однако попутно с получением кислорода мы выделяем большие количества этих газов. Они идут для наполнения электрических ламп, повышая их долговечность и значительно сокращая расход электроэнергии.

Приехав в город, мы долго делились впечатлениями о замечательном заводе, работающем на чудесном «огненном воздухе». Мы вспоминали трудный и славный путь, который прошли советские инженеры и ученые от небольшой турбокислородной машины, впервые установленной в 1943 году академиком Петром Леонидовичем Капицей в его институте, до гигантского промышленного комбината.

Рассказ

Проф. Д. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ



БОЛЕЗНЬ МОТОРА

Мотор — друг шофера, летчика, тракториста, танкиста. Они привыкли относиться к нему, как к живому существу, порой как к товарищу и другу. Чутким ухом прислушиваются они к шуму мотора, догадываясь, как работает машина. Внимательно и любовно следят они за качеством пищи — горючего, которую получает мотор.

Подобно живому существу мотор может заболеть. Эта болезнь имеет латинское название — детонация. Есть лекарства от этой болезни — антидетонаторы, которые прописывают мотору опытные врачи. Составленную по их рецепту микстуру (смесь различных лекарственных веществ) дают мотору в строго определенных дозах («через час по чайной ложке»), а иногда в таких малых, что лечение начинает напоминать гомеопатию.

Кроме лечения, возможно и предупреждение болезни. Сажая мотор на диету, давая ему высококачественную пищу из специально подобранного горючего, мы можем предотвратить детонацию.

Важно и своевременно поставить диагноз. Для этого у моторных врачей есть специальные приборы, которыми они выстукивают и выслушивают мотор и распознают начало детонации раньше, чем ее симптомы станут угрожающими.

Что же такое детонация и как с ней борются?

Всякий мотор засасывает в себя топливо и воздух или топливовоздушную смесь и сжимает ее до того или иного давления. Потом в сжатом газе происходит процесс горения. Число, показывающее, во сколько раз уменьшается объем газа при сжатии, называется степенью сжатия. Чем выше степень сжатия, тем более высокие температуры и давления развиваются в цилиндре двигателя.

Термодинамика (так называется наука, устанавливающая законы превращения тепла в механическую работу) говорит, что чем выше степень сжатия, тем экономич-

нее может работать мотор, тем выше его коэффициент полезного действия, тем большую часть выделяющегося при сгорании тепла может он превратить в полезную механическую работу.

Поэтому инженеры, усовершенствуя моторы, стремились повысить их степень сжатия.

Вначале это приводило к хорошим результатам. Особенно быстро шло усовершенствование двигателей в этом направлении во время бурного развития авиации в конце первой мировой войны.

Но внезапно на пути усовершенствования мотора появилось неожиданное препятствие. Когда слишком сильно повысили степень сжатия, мотор стал работать ненормально. Вместо плавного, спокойного шума раздался резкий стук. И как только мотор застучал, работа его резко ухудшилась. А при дальнейшем увеличении степени сжатия стук угрожал поломкой мотора.

О том, насколько серьезна была эта угроза, можно судить по тому, что и сейчас от детонации выходят из строя, как говорят, «сгорают», сотни авиационных и автомобильных моторов.

В поисках объяснения этого явления пришли к выводу, что в цилиндрах мотора происходит так называемый детонационный взрыв. Что это такое? Много лет тому назад ученые искали причины страшных катастроф в шахтах в результате взрывов рудничного газа или угольной пыли. Оказалось, что пламя во взрывчатой смеси может распространяться двумя способами. Это может быть либо так называемое нормальное, либо детонационное распространение пламени.

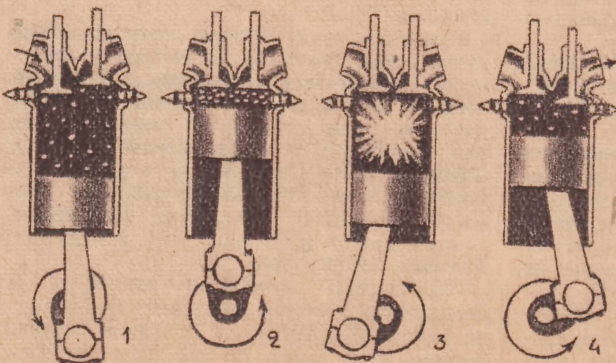
При нормальном распространении пламени тепло передается от сгоревшего газа несгоревшему обычной теплопроводностью.

После того как в некотором месте произошел процесс горения, образовавшиеся продукты нагревают соприкасающийся с ними свежий газ и тем самым возбуждают в нем процесс горения.

При детонации механизмы распространения пламени совершенно иной.

Представим себе, что мы каким-либо способом в одном месте резко сожмем газ, вызовем в нем местное повышение давления. Это повышение давления будет передаваться соседнему газу и таким образом

Схема работы четырехтактного двигателя.



1. По инерции, сохранившейся от предыдущего рабочего хода, поршень идет от верхнего крайнего к крайнему нижнему положению. В цилиндре образуется разрежение. Через канал засасывается горючая смесь. 2. Поршень поднимается и сжимает горючую смесь. Искра от магнето производит вспыхивание. 3. Под нажимом образовавшихся при вспыхивании газов поршень устремляется вниз. 4. Поршень снова идет вверх, выталкивая через выпускной клапан отработанные газы.

О ДЕТОНАЦИИ

Рисунки Л. СМЕХОВА

распространяться в пространстве с очень большой скоростью. Такое резкое повышение давления называется скачком уплотнения, или ударной волной. Когда ударная волна распространяется по газу, она производит чрезвычайно быстрое сжатие его, а при быстром сжатии газ разогревается. Поэтому во фронте ударной волны развиваются не только большие давления, но и высокие температуры.

Если ударная волна распространяется по взрывчатой смеси, то она может нагреть смесь до такой температуры, при которой начнется горение и газ взорвется. Такая ударная волна, движущаяся по горючему газу и поджигающая его, и называется детонационной волной.

Скорость распространения детонации очень велика: она равна скорости звука в раскаленных продуктах горения, что составляет около двух километров в секунду, в то время как скорость нормального распространения пламени не превышает нескольких метров в секунду.



ХИМИЧЕСКИЕ МИКРОБЫ

После длинных и трудных исследований было найдено объяснение таинственному стуку в моторе в момент сильного повышения степени сжатия. Оказалось, что этот стук и есть детонация.

Долгое время не могли заставить бензино-воздушную смесь детонировать вне цилиндра двигателя.

Газы, которые взрываются в шахтах, обладают более сильными взрывчатыми свойствами, и их легко заставить детонировать. А вот смесь паров бензина с воздухом ни в каких лабораторных установках детонировать не хотела, хотя в моторе и вызывала стук. Оказалось, что в моторе во время предварительного сжатия в смеси происходят химические реакции окисления и накапливаются химически активные вещества — перекиси, которые подобно микробам вызывают болезнь — детонацию.

Химические микробы способны размножаться. Если к горючей смеси добавить небольшое количество перекиси, то она чрезвычайно ускоряет окисление горючего газа.

Это приводит к образованию нового количества перекиси.

Так процесс окисления все больше и больше ускоряется и может привести к взрыву.

Как из больного организма медики берут пробы крови и ищут в ней болезнетворных микробов, так из мотора ученые через специальный отборочный клапан отбирают пробы горючей смеси и определяют в них содержание перекиси.



В ПОИСКАХ ЛЕКАРСТВА

Раз известна болезнь и известны вызывающие ее микробы, то должно найтись и лекарство от этой болезни. Надо найти такое химическое вещество, которое разрушало бы перекиси. Добавив это вещество к бензину, мы поборем детонацию. Но как найти лекарство? Химия — капризная наука. Это не математика, где все может быть предвычислено и предсказано мощью человеческого ума. В химии очень многие факты трудно объяснить и невозможно предсказать, и к желанной цели приходится идти посредством неисчислимого количества опытов.

Вещества, подавляющие детонацию, называются антидетонаторами. Американские инженеры Миджлей и Бойд, которые решили найти такой антидетонатор, подошли к своей задаче чисто по-американски. Рассказывают, что они собрали в своей лаборатории до 30 000 самых разнообразных веществ и стали все их поочередно испытывать на двигателе. В конце концов их терпение было полностью вознаграждено. Им удалось открыть мощный, никем до сих пор не превзойденный антидетонатор — так называемый тетраэтилсвинец. Достаточно добавить к бензину ничтожное количество антидетонатора, измеряемое кубическими сантиметрами на литр, чтобы детонация полностью прекратилась.

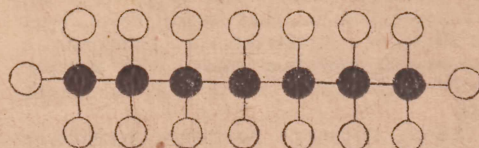
К сожалению, у этого вещества есть много недостатков. Во-первых, его ни в коем случае нельзя давать слишком много. От избытка антидетонатора в моторе появляется металлический осадок, который мешает работе двигателя и ведет к преждевременному износу. Чтобы избежать этого, к антидетонатору добавляют другое вещество, так называемый выноситель, которое соединяется с металлическим осадком, образуя летучие соединения, уносимые выхлопными газами. Таким образом, к бензину добавляется не чистый антидетонатор, но составленная по определенному рецепту смесь антидетонатора с выносителем и другими добавками.

Такую смесь называют этиловой жидкостью.

Другой недостаток антидетонатора Миджлея и Бойда заключается в том, что это вещество чрезвычайно ядовито. Попадая не только внутрь организма, но даже и на кожу, оно вызывает тяжелое поражение центральной нервной системы и смерть. Рассказывают, что на заводе, производящем это вещество, один рабочий как-то свалился в канаву, по которой протекала вода, загрязненная антидетонатором. Через несколько часов несчастный умер. Понятно, что немало ученых трудятся в поисках антидетонатора, который не обладает этими недостатками. И наконец — и это самое важное — тетраэтилсвинец не может совершенно побороть детонацию. Для этого нуж-



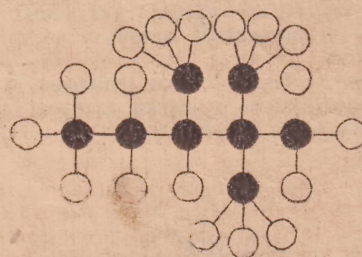
ГЕПТАН



Углеродные атомы художник изобразил в виде черных кружков, атомы водорода — белыми кружками. Соединения, в которых атомы углерода образуют ровную цепочку, легко окисляются и при сжатии детонируют. Гептан — эталон скверного, легко детонирующего горючего.



ИЗООКТАН



В изооктане углеродная цепочка имеет разветвления. Такого рода соединения трудно окисляются и детонируют. Изооктан служит эталоном хорошего, трудно детонирующего авиационного бензина.

но, кроме того, давать мотору высококачественное горючее, которое должно быть тем лучше, чем мощнее и совершеннее мотор, для которого оно предназначено.



ПРОФИЛАКТИКА

Надо не столько лечить, сколько предупреждать болезни. Это золотое правило современной медицины в наше время применимо также к болезни мотора. Пища мотора — горючее. Отчего же не постараться подобрать такое горючее, чтобы не случилось детонация?

И действительно, оказывается, что разные бензины обладают, как говорят, разными антидетонационными свойствами.

Для того чтобы характеризовать способность горючего детонировать, его сравни-

вают со стандартными веществами, для которых такие свойства хорошо известны.

Образцом хорошего, трудно детонирующего горючего является изооктан; образцом плохого, легко детонирующего горючего — нормальный гептан. Из этих веществ составляют смесь и сравнивают ее по детонационной способности с испытуемым горючим.

Если горючее детонирует так же, как смесь, содержащая, скажем, 70% изооктана, то про такое горючее говорят, что у него октановое число 70. Только недавно считали, что самое хорошее горючее имеет октановое число 100; оно детонирует так же трудно, как чистый изооктан. Но для многих современных моторов потребовалось горючее, которое с добавкой антидетонатора имело бы октановое число от 115 до 130. Октановое число — самая важная характеристика автомобильных и авиационных бензинов. Раньше чем пускать горючее в употребление, обязательно определяют его октановое число. Для этого существуют специальные испытательные двигатели с переменной степенью сжатия, на которых удобно определять момент начала детонации.

Сейчас стараются построить технологию процессов переработки нефти так, чтобы получать бензин с возможно более высоким октановым числом. Для этого нагревают нефть в присутствии специальных веществ — катализаторов. Этот процесс называется каталитический крекинг. Из горючих газов, которые раньше просто сжигались, сейчас с помощью других катализаторов получают синтетическое горючее с очень высоким октановым числом, например чистый изооктан и даже горючее с октановым числом выше 100, то есть детонирующее труднее чистого изооктана.

Кроме октанового числа бензина, важна также его приемистость к антидетонатору.

Некоторые горючие сами по себе легко детонируют, но при прибавлении малых количеств антидетонатора начинают вести себя хорошо.

Другие, наоборот, имеют неплохое октановое число, но от прибавки антидетонатора оно почти не повышается.

Почему при детонации портится работа двигателя и резко падает его мощность?

Детонационная волна ударяется о стенки цилиндра. При этом, как при всяком ударе, механическая работа превращается в тепло. А это значит, что падает коэффициент полезного действия двигателя. Большая часть тепла зря теряется, уходя в стенки. При очень сильной детонации удар детонационной волны о стенки или поршень может даже привести к разрушению двигателя.

Почему одни топлива детонируют легко, а другие трудно?

Мы знаем, что детонации способствуют перекиси, накапливающейся при окислении горючего в ходе сжатия. Чем легче окисляется горючее, тем больше накопится в нем перекиси и тем легче будет оно детонировать.

Бензины состоят из углеводородов. Молекула такого вещества представляет цепочку из углеродных атомов, к которым присоединены атомы водорода. Если цепочка прямая, то горючее легко окисляется и легко детонирует. Таков, например, нормальный гептан — эталонный образец стандартного плохого горючего.

Напротив, вещества с разветвленной цепочкой углеродных атомов трудно окисляются и трудно детонируют. Таков, например, изооктан.

Мы видели, что в горючей смеси может происходить размножение химических микробов — перекисей, приводящее в конце концов к взрыву. Время, за которое накапливается достаточная для взрыва критическая концентрация перекисей, называется периодом индукции. Чем легче топливо окисляется и детонирует, тем меньше период индукции, и наоборот.

Все сказанное относится к карбюраторным двигателям, у которых в цилиндр засасывается готовая топливо-воздушная смесь.

В двигателе дизеля горючее впрыскивается в нагретый предварительным сжатием воздуха цилиндр. Здесь никакого накопления перекисей в ходе сжатия быть не может, так как сжатию подвергается чистый воздух.

Многие мотористы стремились бороться с детонацией радикальным/хирургическим воздействием, то есть изменением самой конструкции двигателя.

Очень заманчиво было бы построить такой двигатель, который бы ни при каком топливе не детонировал. Многие инженеры считают, что этого можно достичь, изменив условия горения посредством изменения конструкции головки цилиндра. Однако успешно решить эту задачу пока еще никому не удалось. Это остается делом будущего.

В истории техники известно много случаев, когда человеку удавалось приручить вредоносную и страшную стихию и заставить ее служить себе на пользу. Естественно, что возникла мысль поступить так же и с детонацией.

Характерной особенностью детонационного горения является очень большая скорость распространения.

Но есть много технических задач, где требуется большая скорость горения.

Очень хотелось бы использовать детонацию для решения этих задач и таким образом приручить ее, заставить приносить пользу человечеству.

К сожалению, пока это тоже еще никому не удалось.

Преодоление детонации имеет очень большое техническое и оборонное значение. Специалисты говорят, что превосходство союзной авиации над немецкой в большой мере обязано тому, что союзная промышленность производит много первоклассного высокооктанового горючего.

Поэтому науку о детонации надо всячески поощрять и развивать.



КАК СТАВИТСЯ ДИАГНОЗ

Важнейшая задача врача — правильно и вовремя поставить диагноз. Для этого он выстукивает и выслушивает больного. И для моториста очень важно уметь своевременно распознавать детонацию и определять ее интенсивность.

Подобно врачу, ему проще всего воспользоваться слухом. Опытное ухо легко распознает, когда начинается стук.

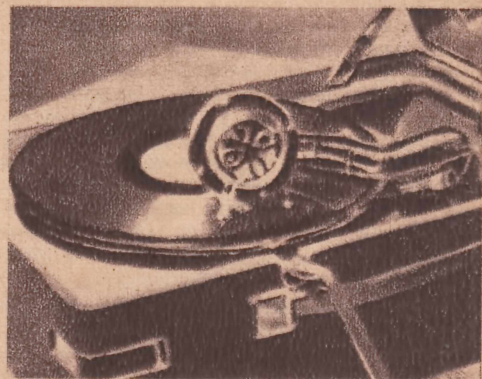
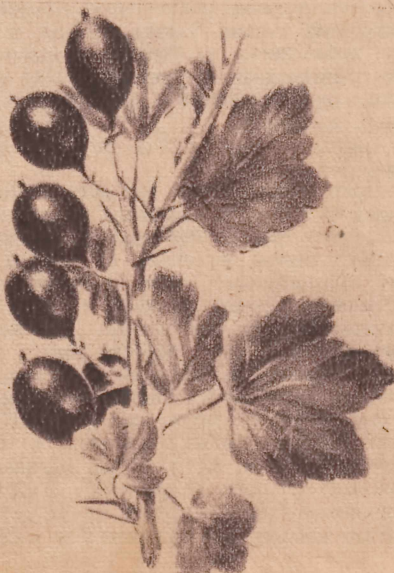
Но инженер в отличие от врача стремится всегда выражать результаты своих наблюдений числом. Поэтому созданы приборы, измеряющие интенсивность детонации. Простейший и наиболее распространенный из таких приборов — прыгающая игла. В цилиндре, присоединенном к мотору, свободно помещена металлическая игла. Когда в моторе происходит стук, игла подпрыгивает и замыкает ток в цепи специального аккумулятора. Количество протекшего за единицу времени электричества измеряется тем или иным прибором. Оно тем больше, чем чаще и сильнее подпрыгивала игла, то есть чем больше интенсивность детонации.

До сих пор мы отвечали на вопросы «как?». Наука должна нам ответить на некоторые вопросы «почему?».

ПАТЕФОННАЯ ИГОЛКА ИЗ БОЯРЫШНИКА

Шипы растения боярышника могут при небольшой обработке заменить патефонную иглу из металла.

Для этого рекомендуется брать уже засохшие шипы, осторожно снимать с них острым ножиком кору, обнажив таким



образом древесину. Верхний тупой конец шипа нужно подстрогать, чтобы его можно было хорошо закрепить в иглодержателе.

Вот и все. Иголочка готова.

Ее хватит на проигрывание двух сторон пластинки.

Эта игла хорошо воспроизводит запись игры на рояле и струнного оркестра. Духовой оркестр и пение передаются отчетливо, но тихо.

Достоинство иголок из шипов заключается в том, что они устраняют шипение и передают звук мягко.

КАМЕННОЕ ЛИТЬЕ

Инж. Л. ПОПИЛОВ (Ленинград)

Одна из глав истории человечества будет, возможно, называться «Эпоха второго каменного века». В списке хронологических дат начало этой эпохи будет помечено XX веком нашей эры. И будущий преподаватель истории сможет начинать свою лекцию о ней следующим предисловием:

«Итак, познакомясь в предыдущих беседах с возникновением жизни на нашей планете, с доисторической эпохой, с периодами, носящими названия каменного, бронзового и железного веков, мы вплотную подошли ко времени, в котором сейчас живем, к эпохе второго каменного периода. Нам, современным, повседневно соприкасающимся с каменными изделиями, одевающимися в минеральные ткани, изготовляющим из камня машины и механизмы, сооружающим здания и мосты, самолеты и океанские пароходы, умеющим придавать камню всевозможные технические свойства, от пластичности и упругости до прозрачности и ковкости, трудно представить себе, что еще недавно основными техническими материалами являлись металлы. Они обладали многими недостатками по сравнению с камнем. Тяжелые, подвергающиеся усталости в работе, разрушаемые коррозией, нестойкие в атмосферных условиях, дорогие и дефицитные металлы применялись всюду».

Может быть, будущий историк изложит свои мысли в иной форме. Может быть, изменятся и уточнятся некоторые даты. Но совершенно справедливым останется положение о том, что XX век является началом второго каменного периода в истории человечества. И мы с вами, современники этой незаметной смены эпох, должны знать о ней более подробно.

САМЫЙ ДРЕВНИЙ В МИРЕ

Что может быть древнее камня, устойчивее камня и доступнее камня? Не тратьте, читатель, времени на раздумывание. Оно бесцельно. Камень — первый материал, взятый в руки человеком. Каменный топор и каменные наконечники стрел — гордые символы первого шага к покорению природы человеком. Кремень — огниво, свидетель первого проникновения человека в тайны природы. Рисунок, высеченный на камнях пещер Неандертала, передали нам через тысячелетия весть от нашего доисторического предка. Гладкие каменные стены египетских пирамид вынесли бесчисленные саамы пустыни, смены жары и холода, ливни и грозы, сохранившись до нашего времени. Каменные бабы херсонских степен, каменные трубы римского водопровода, дивные мраморные изваяния античной Греции, каменные постройки засыпанных песком и вулканическим иеплом городов свидетельствуют о необычайной прочности и выносливости камня. Разнообразные минералы, составляющие земную кору и в большинстве носящие обыденное название камней, являются исходными материалами и для архитектурных шедевров, и для каменных ядер средневековья, и для искусственных рубинов и сапфиров, ничем не отличающихся от настоящих.

Но все же человек до сих пор не смог полностью подчинить своей воле камень. Обработка его тяжела, требует большой силы и искусства, почти невозможна без специальных инструментов, длительна и связана с местами залегаания горных пород. Эти неудобства в первую очередь явились причиной того, что камень не смог устоять перед победным шествием металла и был оттеснен им. Но мысль о покорении камня никогда не покидала человека, и в результате единственный правильный путь к этому был найден. Породы, возникшие миллионы лет тому назад, при застывании огненно-жидкого расплава снова при помощи огня переводятся в жидкое состояние и после этого послушно принимают любую форму. Но поиски этого пути были длительны и сложны.

КАМЕННОГО ИСТОРИИ

До сих пор точно не установлено, как было изготовлено первое стекло. Случай ли помог обнаружить в золе погасшего костра блестящие прозрачные капли, или пытливые наблюдения человека за плавлением песка при ударе молнии натолкнули его на мысль изготовить стекло? Достоверно известно лишь, что уже в течение многих веков люди применяли таким обра-

зом огонь для переработки минеральных пород. Немало интересных наблюдений о способностях камней плавиться разбросано по запыленным манускриптам алхимиков, в поисках чудесного эликсира жизни, или философского камня, перепробовавших огнем все, что было в их силах. Случайные опыты и наблюдения над плавлением камней проводили некоторые французские ученые в XVII—XVIII веках. Но первые систематические наблюдения над этим свойством горных пород относятся к концу XVIII века. Они обязаны возникшим в этот период среди ученых спорам о происхождении Земли. Сторонник гипотезы образования земной коры из застывшего жидкого расплава Джеймс Холл расплавлял базальты и затем, охлаждая расплав с разной скоростью, снова получал твердые породы различного состава. Опыты Холла были вскоре повторены Уаттом, но ученых мало заботило практическое использование полученных наблюдений: установив интересовавший их факт превращения базальтов в разные минералы, они прекратили дальнейшие опыты. Но эти опыты побудили предприимчивого англичанина Адкока взять в 1851 году патент на изготовление труб и различных изделий из расплавленного и отлитого в формы базальта. За этим последовал еще ряд подобных предложений. Останавливаясь на более поздних датах, мы можем отметить работы француза Рибо, приведшие в 1911 году к постройке двух заводов каменного литья — вблизи Парижа и в Оверни (Франция), а несколько позже такого же завода в Линце. Но мощные металлургические компании зарубежных стран, почуяв в каменном литье опаснейшего соперника металла, приняли свои меры. Несмотря на очевидные достоинства литого камня, широкого распространения он не получил. И лишь у нас в Союзе в результате начатых с 1926 года опытов усилиями ученых и инженеров были заложены основы широкого развития промышленности каменного литья, более правильно называющейся петругической (буквально — петругия значит переработка скал). Пионерами организации советской петругии явились работники бывшей горнометаллургической лаборатории в Ленинграде (впоследствии Институт металлов), ленинградского филиала Института минерального сырья и московского завода «Изолятор». Уже в течение 12 лет у нас работают два завода каменного литья, а теперь принято решение о постройке в ближайшие годы ряда крупных заводов.

При посещении завода каменного литья, пожалуй, наиболее поражает та четкость и ритмичность, с которой огненно-жидкий расплав послушно заполняет непрерывно подводимые к плавильной печи формы. Проследим внимательно за тем, что делается вокруг: куски серо-черного камня различных размеров навалены кучей на площадке у плавильной печи. Это роговая обманка, заменившая во время войны карельские диабазы и пикриты — породы побережий Онежского озера. Раздробленный на небольшие куски, камень забрасывается механической лопатой в мартеновскую печь. Периодически туда добавляются небольшие порции обычной красной глины, нужной для регулирования состава расплавленной массы. Печь внешне ничем не отличается от обычных, знакомых нам по металлургическим заводам, но особенностью ее является то, что сырье забрасывается не в середину ванны, а на специально устроенные по бокам полки из огнеупорного кирпича. Вызвано это тем, что камень плохо проводит тепло, и, если его забросить, как металл, кучей в ванну, он останется в нижних слоях нерасплавившимся. На полках камень под действием температуры выше 1500° С плавится. Расплав стекает в ванну, где происходит его «проваривание». На поверхности жидкой массы непрерывно появляются и лопаются пузыри выделяющихся газов; она бурлит и клокочет, но, постепенно успокаиваясь, образует гладкое, блестящее зеркало в нижней части печи. Отсюда расплав по жолобу стекает в расположенный ниже железный барабан-копильник, выложенный огнеупорным кирпичом. Наклоняя при помощи мотора этот барабан, рабочий заставляет тонкую, слепящую глаза струю расплава вытекать в движущиеся по конвейеру формы. После заливки вынутые из формы отливки помещаются на другой конвейер, проходящий через печь. Температура в печи постепенно падает от входа к выходу, и отливки медленно остывают. При остывании они снова превращаются в плотный, прочный черный камень, навсегда сохраняющий приданную ему форму. Затем изделия очищают от песка, простукивают молотком для выявления брака и, если необходимо точно выдержать размеры, шлифуют. Упакованные изделия отправляют потребителям, запросы которых во много раз превышают количество выпускаемой продукции.

В чем же заключаются преимущества каменного литья перед металлическим?

Известно, что для получения любого металла приходится перерабатывать значительно больше руды, чем выходит годной продукции. Так, например, для получения тонны свинца требуется обработать 16 тонн руды, для тонны меди — 50 тонн, для тонны чугуна — 2 тонны. Выплавка металла — сложный процесс, требующий большого количества высококачественной и часто трудно добываемой руды и вспомогательных материалов.

Каменное литье значительно проще, чем доменный процесс со всеми его последующими стадиями переработки металла. Кроме того, в отличие от доменного способа выплавки металла каменное литье совершенно не имеет отходов. Все загружаемое в печь сырье выходит из нее в виде годного расплава. Сырье, вполне годное для производства, имеется в любом месте земного шара в неисчерпаемых количествах.

Каменное литье обладает высокой механической прочностью, во много раз превышающей прочность естественного камня. Оказалось, что при одном и том же весе даже самые простые сорта каменного литья, диабазовое и базальтовое, обладают более высоким сопротивлением сжатию и разрыву, чем чугун. В то время как присутствие ничтожного количества примесей серы, фосфора и других веществ резко ухудшает прочность металлов, каменное литье не изменяет прочности даже при большом количестве различных примесей.

Исключительным достоинством каменного литья является его стойкость при воздействии любых химических веществ и атмосферных влияний. В среде кипящих кислот, в течение немногих минут или часов разрушающих любые металлы, каменное литье может находиться без изменений очень долгое время. Аппаратура многих химических заводов, изготовленная из каменного литья, работает в течение ряда лет без следов разрушения, в то время как соответствующие металлические аппараты часто выходят из строя. Уже сейчас каменное литье высвобождает тысячи тонн свинца, меди и других цветных металлов, без которых раньше невозможна была работа химических заводов. Совершенно не разрушаясь, сосуды из каменного литья подобно стеклянным не загрязняют находящихся в них веществ, благодаря чему широко применяются, например, на заводах, изготовляющих медикаменты.

Отлитые из камня изоляторы для линий высокого напряжения при меньших размерах и весе выносят большие механические и электрические нагрузки, чем любые сорта фарфоровых и стеклянных изоляторов. Из каменного литья можно изготовлять материалы, близкие по составу к слюде, но обладающие несравненно более высокой прочностью и не расщепляющиеся подобно слюде на чешуйки. Из этих материалов можно изготовлять детали любых размеров и формы, имеющие лучшие электрические свойства, чем слюда.

Эти изоляторы не боятся сверхвысоких напряжений, так как места пробоев оплавляются сами собой и изолирующая способность восстанавливается.

Каменное литье сопротивляется износу и истиранию лучше любых твердых металлических сплавов. Так, например, шары и обкладка размольных мельниц, изготовленные из каменного литья, работают без износа в течение многих лет в условиях, в которых стальные шары и обкладки разрушались через несколько недель.

Сопла для пескоструйных аппаратов и всевозможные плитки для протягивания проволоки (фильеры), в которых единственно стойкими считались алмазы, с успехом изготавливаются из каменного литья.

Для мощения дорог лучше применять во много раз более прочную и дешевую литую брусчатку, которая может быть изготовлена из шлаков, являющихся отходами металлургии и энергетики.

Изменяя состав исходных материалов и технику литья, можно получать литой камень любых расцветок, как одноцветный, так и многоцветный. Некоторые литые шпинели представляют собой полудрагоценные камни, не уступающие в цвете и игре природным.

Каменное литье — прекрасный материал для архитектурных и скульптурных работ, позволяющий подбирать цвет и фактуру соответственно характеру произведения.

Водопроводные, нефтепроводные, сточные, дренажные и другие трубы, изготовляемые из каменного литья, дешевле, прочнее и долговечнее металлических. Они не требуют какой-либо защиты или наблюдения в эксплуатации.

Измельченное в тонкий порошок и замешанное с некоторыми веществами, каменное литье дает чрезвычайно прочные и химически устойчивые цементы, применяемые непосредственно для кладки или в виде специальных бетонов.

Изменяя состав и условия остывания расплава и технологию литья, мы можем получать литье с различной способностью проводить тепло, а также с различными коэффициентами линейного расширения и теплоемкостью.

Заливая каменным расплавом каркас из стальных прутьев или проволоки, мы получаем новый материал — staleкамень, обладающий повышенными упругими свойствами и значительно большей прочностью и долговечностью, чем железобетон. Staleкамень особенно пригоден для ответственных строительных конструкций, испытывающих динамические нагрузки, например железнодорожных мостов.

В виде кирпичей, балок, пустотелых и монолитных блоков готовых конструкций и деталей каменное литье является идеальным строительным материалом.

Предметы ширпотреба, посуду и кухонную утварь, художественное литье, подобное каслинскому чугуному, и сотни других изделий можно изготовлять из каменного литья.

ЗАГЛЯНЕМ ВО ВНАТРЕЬ

Чем же обусловлены столь разнообразные и ценные свойства различных видов каменного литья?

Ответить можно кратко: химическим и минеральным составом и структурой. Для подробного объяснения, что это означает, нехватит страниц нашего журнала.

Однако на одной из характеристик — структуре — остановимся немного детальнее.

Кусочек каменного литья, постепенно шлифуя на наждачных или карборундовых кругах, можно превратить в прозрачную пластинку, не толще папиросной бумаги. Для того чтобы такая тонкая пластинка, или, как ее называют в минералогии, шлиф, не сломалась, ее приклеивают к стеклу при помощи прозрачной смолы. Поместив затем шлиф под микроскопом и рассматривая его в сильно увеличенном виде, мы увидим чрезвычайно интересные картины. Шлиф плавленого дибаза под микроскопом выглядит, как густая сетка елочек-дендритов, образованная кристаллами минерала магнетита. Переплетением этих елочек, промежутки между которыми заполнены прозрачным желтоватым стеклом, обуславливается высокая прочность плавленого дибаза. Аморфная же стеклянная прослойка придает литью высокую химическую устойчивость и электроизоляционные свойства.

Бесконечно разнообразны картины микроскопической структуры каменного литья. Каждой структуре соответствуют особые физические и химические свойства литого камня.



Рассматривая под микроскопом шлиф, изготовленный из плавленного пикрита, мы видим аналогичную картину, но здесь кар-кас отливки образуют иглы минерала оли-вина.

В других случаях нашим глазам пред-ставляется красивый ковер минералов искусственной слюды или зерна минерала магнетита, выделившиеся в литье из отхо-дов пудожгорских руд.

И так отличаются по своей структуре все бесконечно разнообразны типы и составы каменного литья.

А структура в значительной степени опре-деляет механические свойства материала.

Изучение шлифов каменного литья под микроскопом не только дает материал для характеристики свойств материала, но и указывает, в каком направлении необходи-мо изменить технологический процесс про-изводства для получения желаемых резуль-татов.

НЕМНОГО ФАНТАЗИИ

Напомним читателю, что мы наблюдаем лишь первые шаги каменного литья и еще не научились делать многие вещи, о кото-рых говорится в лекции будущего препода-вателя истории, приведенной в начале нашей статьи.

Но о том, насколько реальны эти воз-можности, скажем в заключение несколько слов.

Из предыдущего описания видно, что разнообразные свойства каменного литья достигаются изменением состава и соотно-шения образующих его минералов. Напри-мер, всем хорошо известен асбест, получив-ший из-за своей гибкости и мягкости на-звание горного льна.

Нет ничего невозможного в том, чтобы получать аналогичные минералы из литого камня; из подобного литья можно будет ткать любые изделия.

Ведь уже сейчас в Америке получил ши-рокое распространение шелк, изготовленный из стеклянного волокна который, как и шлаковая вата, является продуктом камен-ного литья.

Уже сейчас каменное литье в горячем состоянии легко обрабатывается штампов-кой и прессовкой.

Соответственно изменив и расширив тем-пературные интервалы его отвердения, можно будет получить материал, способ-ный обрабатываться и ковкой.

Способность свариваться — одно из важ-нейших свойств металлов — имеется у ка-менного литья, изготовленного из некото-рых горных пород: оно поддается сварке обычным автогенным пламенем.

Механическая обработка твердого камен-ного литья может быть значительно облег-чена применением найденных советскими учеными поверхностных понизителей твер-дости.

Благодаря небольшому удельному весу каменного литья, меньшему, чем у легких металлов (2—3 вместо 2,5—4), при гораздо большей по сравнению с ними прочности, оно в будущем может быть использовано в самолетостроении.

Пловучесть и водоизмещение судов, от-литых из камня, также должны быть зна-чительно выше, чем металлических, причем каменные суда, в отличие от обычных, со-вершенно не боятся ржавления.

Продолжение этого перечня предоставим фантазии читателя. Любая степень ее не будет чрезмерной...



В. ЛИНЕЦКИЙ
кандидат технических наук

В книге «Ключ к тайнам природы» (со-чинение Г. Эккартсгаузена, том I. С. Пе-тербург, 1804 г.) написано:

«До XV века ни у одного писателя не находим мы следов сего прутика. Василий-Валентин, бенедиктинский монах, писав-ший в 1490 году, первый упоминает о нем, написав семь глав особого толкования на разные имена, даваемые сему прутику, из коих многие столь же неприличны, сколь и нелепы.

Сей прутик обыкновенно делается из орехового дерева, и его употребляют ру-докопы для приска руд; также для от-крытия ключей, а наконец употребляют стали для отыскания воров и душегуб-цев...» «Полагаемо было за правило, чтобы сии прутики срезывать в полнолуние, в се-реду, за один раз, в тот час, когда правит Меркурий, и проч. Выбирать сук, раздвоен-ный вилокю, длиною фута в полтора, тол-щиною в палец, и, буде можно, из побегов и молодых отпрысков. Сей прут взяв за концы обеими руками, выворотя оныя и держа его параллельно с горизонтом, ити тихо к показанному месту. Над колодцами, подземными пещерами, мертвыми трупами и над всем, что имеет испарения, сей прут движется и гнется к земле».

Так старинный писатель-чернокнижник описывает работу «волшебного прутика», «волшебной палочки», «волшебной лозы» — явление в высшей степени странное и за-гадочное. Явление это, о котором имеется огромная литература и на редкость мало изученное по существу, служило поводом для невнятного бормотания мистиков и предметом специальных научных конферен-ций. Явление это до сих пор оспаривается многими учеными, но от него нельзя отмах-нуться, как от вздорного суеверия, не-смотря на то, что оно до сих пор не имеет научного объяснения.

Речь идет, конечно, не о розыске «мерт-вых трупов» и поимке «воров и душегуб-цев», но о разведке, о поиске рудных за-лежей и подземных водных ключей.

Эта разведка издавна велась специали-стами «лозоискателями» при помощи «вол-шебной лозы».

Работа «лозоискателя» сводится к сле-дующему: идущий берется за оба конца виллообразной ветки руками, повернутыми ладонями кверху; некоторые «лозоискате-ли» держат при этом руки приподнятыми. Иногда на тыльную часть кисти кладется прямая палочка или палочка удерживается двумя пальцами. Руки, согнутые в локтях, слегка прижимаются к корпусу.

Работами многих исследователей и осо-бенно Пражского общества исследования лозоискания установлено, что основной при-чиной отклонения прутика служит своеоб-разная реакция человеческого организма на электрическую неоднородность подпочвен-ных пород. А в местах, где под почвой имеется текущая вода или скопление же-лезных или каких-либо других металличе-ских руд, обладающих большей, чем глина или песок, электропроводностью, и создает-ся такая электрическая неоднородность.

В журнале «Электричество» № 1 за

1944 год советские инженеры-электрики, кандидат технических наук Б. М. Тараев и инженер Е. В. Симонов, опубликовали свои опыты по применению «волшебной па-лочки» для отыскания водопроводных труб и электрических кабелей, заложенных под землей.

Исследователи привлекли к своим опытам большое число участников — сотрудников НИИ и целый взвод бойцов Красной Армии и получили ряд интересных результатов.

Выяснилось, что при прохождении над электрическими кабелями и водопроводны-ми трубами, заложенными в земле, раз-ветвленная ветка, удерживаемая в руках, отклоняется в ту или другую сторону.

Направление отклонения ветки зависит от направлений тока воды в трубе и на-правления потока энергии в кабеле.

Скорость движения человека относитель-но кабеля или трубы не имеет значения. Отклонение ветки получается как у непо-движного человека, так и у человека, еду-щего в автомобиле.

Ветку можно срезать с любого листвен-ного дерева: березы, тополя, ивы, орешни-ка, но по истечении двух-трех суток, когда ветка подсыхает, ее действие прекра-щается.

Не всякий может работать с «волшебной лозой». Из ста человек, привлеченных к испытаниям, только трое оказались обла-дающими этой способностью.

Проф. Богомолов, лично обладающий спо-собностью к лозоисканию, провел ряд из-мерений угла отклонения «волшебной ло-зы» в зависимости от расстояния до трубы или кабеля. По углу отклонения лозы оказалось возможным определять диаметр кабеля или трубопровода.

Так, по описанию советских авторов, ра-ботает «волшебная лоза» — самый простой и самый непонятный из всех электрофизи-ческих приборов.

Свойства «волшебной лозы» требуют дальнейшего изучения и проверки.

Может быть, читатели на досуге сами сумеют получить новые факты, приближаю-щие научную разгадку тайны «волшебной лозы». А пока современная наука стоит перед ней в таком же недоумении, как наука времен Луиджи Гальвани перед странно дергавшейся лягушечьей лапкой.



Водоискатели XVIII века.

Циолковский

И ракетоплавание

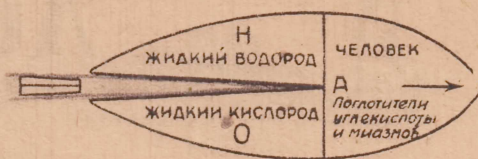
Б. ЛЯПУНОВ

Вторая мировая война положила начало развитию нового вида оружия — реактивного. В артиллерии ближнего боя применяются реактивные минометы. Легкость, подвижность, простота устройства, сила огня делают их ценным боевым средством. Ракетные орудия устанавливаются на легких боевых машинах, самолетах, применяются в зенитной артиллерии. Ракеты облегчают старт тяжело нагруженных самолетов. В Англии и США строятся истребители с реактивными двигателями. Можно ожидать, что эти машины окажутся намного совершеннее самых скоростных самолетов.

В последнее время немцы начали применять против Англии самолеты-снаряды, снабженные реактивными двигателями. Находясь на грани катастрофы, гитлеровцы безуспешно пытаются отсрочить свою гибель, применяя новое «секретное оружие». Рекламируя свои ракеты, немцы пытаются приписать себе исключительные заслуги в создании ракетных снарядов.

Между тем идея ракетных снарядов не нова. В развитии этой идеи выдающаяся роль принадлежит великому русскому ученому Константину Эдуардовичу Циолковскому. Жизнь Циолковского — это жизнь неутомимого и страстного борца за передовую науку. Его работа по реактивному движению, вышедшая в 1903 году, содержала научно разработанную теорию реактивного движения и положила начало новой отрасли техники — ракетной техники.

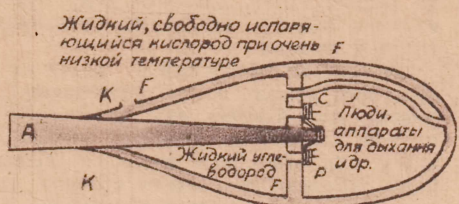
Октябрьская революция принесла Циолковскому признание; после долгих лет труда без всякой поддержки, он встретил помощь государства. «Лишь Октябрь принес признание трудам самоучки, лишь советская власть и партия Ленина — Сталина оказали мне действительную помощь» (Циолковский). В 1932 году советская общественность отмечала 75-летие со дня рождения и 50-летие научной деятельности



1903 г.



1914 г.



1915 г.

Схемы космических ракет Циолковского.

ученого. Циолковский был награжден орденом Трудового Красного Знамени и получил звание заслуженного деятеля науки. Несмотря на преклонный возраст, Циолковский продолжал неустанную плодотворную работу. Около 150 работ было написано им за годы, прожитые при советской власти. Он продолжал разработку теории реактивного движения. Им был выдвинут ряд новых идей и разработаны проекты реак-

тивных аппаратов. Циолковский разрабатывал не только теорию реактивного движения, но и конструктивные вопросы: детали реактивного двигателя и ракеты, топливо, материалы и т. п. Им на много лет вперед были указаны пути развития ракетной техники.

Идеи Циолковского нашли широкое применение в современной технике. Так, например, им было предложено использовать реакцию выхлопа продуктов сгорания авиационного двигателя для создания дополнительной тяги самолета. Теперь почти все самолеты имеют специальные устройства, позволяющие использовать реакцию выхлопа и повысить скорость на 30—40 км/час. Надо ли говорить, какое огромное значение это имеет, например, в воздушном бою!

С ракетой Циолковский связывал осуществление заветной мечты человечества о заатмосферных полетах. Циолковский сознавал трудности, стоящие на пути развития ракеты, но был уверен в конечной победе. «Нужно сознаться, — писал он, — что безмерны трудности получения космических скоростей и полета за атмосферу. Но что этого можно добиться — в этом нельзя сомневаться: все данные науки за это. Вопрос только во времени... Победа рано или поздно будет одержана».

Циолковский не успел увидеть быстрый прогресс новой отрасли техники, которой он посвятил жизнь. Во второй половине 1935 года Циолковский заболел, и 19 сентября его не стало. «Все свои труды по авиации, ракетоплаванию и межпланетным сообщениям передаю партии большевиков и советской власти — подлинным руководителям прогресса человеческой культуры. Уверен, что они успешно закончат эти труды», писал Циолковский в предсмертном письме товарищу Сталину 13 сентября 1935 года.

Эту уверенность великого ученого разделяет весь наш народ.

РАКЕТОПЛАВАНИЕ В НАУЧНОЙ ФАНТАСТИКЕ

1. Циолковский К. Э. «Вне Земли». Научно-фантастическая повесть. Калуга, 1920 г. Стр. 118.

Автор описывает полеты на ракетных кораблях различных конструкций, от опытной (для подъемов на небольшие высоты) до большой составной пассажирской ракеты.

2. Беляев А. Р. «Прыжок в ничто». Научно-фантастический роман. 3-е издание. «Молодая гвардия», 1936 г. Стр. 304. С предисловием К. Э. Циолковского.

В этом романе рассказывается о полете на ракетном корабле («Ракета 2017 года» Циолковского). Автор описывает также стратосферные полеты на ракетоплане.

3. Беляев А. Р. «Звезда КЭЦ». Научно-фантастический роман. Детиздат, 1940 г. Стр. 184. Здесь рассказывается о «внеземной станции» — базе будущих межпланетных ракет, созданной по идее Циолковского.

4. Беляев А. Р. «Воздушный корабль». Научно-фантастический роман. Журнал «Вокруг света». 1934—1935 гг. В этом романе автор «конструирует» цельнометаллический дирижабль с ракетным двигателем для стратосферных полетов.

5. Язвицкий В. «Как бы это было». Научно-фантастические рассказы. Воронеж. Обл. изд-во, 1938 г. Стр. 155. Здесь описывается путешествие на ракете, построенной по идее Циолковского.

СТРАНИЦА ИСТОРИИ

ПОЧЕМУ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА РАЗВИЛАСЬ ПОЗЖЕ МЕХАНИКИ

А. ПОЛЕВОЙ,

кандидат технических наук

Основные отрасли техники имеют большой жизненный стаж. Еще в доисторические времена плавил железо и медь. Уже древние пользовались простыми машинами; средневековые алхимики производили химические реакции. Но ни древний мир, ни средневековые не могли похвастаться применением электрических машин, телеграфа или даже гальванических батарей. Наука об электрических явлениях стала развиваться быстрыми темпами лишь с XIX века, когда возникла электротехника.

Теперь всем известно, что электричество играет колоссальную роль во всех явлениях природы. Атомы любого вещества имеют в своем составе электроны и протоны — мельчайшие частицы отрицательного и положительного электричества; обыкновенный свет представляет собой электромагнитные волны. Электрические и магнитные явления известны с глубокой древности. Если это так, то почему роль и значение электричества «не замечали» раньше. Случайно ли, что только с XVIII столетия начинается рост науки об электричестве?

В истории любой области техники можно различить три периода. В течение первого периода происходит зарождение науки, сбор и классификация первоначальных фактов и понятий. Исследования подвигаются вперед медленно и вяло, работы отдельных ученых и изобретателей разрознены, приборы и аппараты напоминают собою игрушки, забавные физические демонстрации. Но вот наступает время, когда потребности производства делают необходимой новую технику и появляется, пусть еще туманная, возможность использовать на практике новую область знаний. Тогда начинается расцвет творческих исканий, мучительное преодоление бесчисленных неудач и заблуждений, упорное и неуклонное продвижение вперед.

Наконец с широким распространением новых технических способов начинается третий период развития науки и техники, когда идет непрерывное улучшение созданных образцов машин, уменьшение их веса, улучшение качества и т. д.

В качестве примера можно привести историю парового двигателя. В зачаточном виде он был изобретен чрезвычайно давно и даже практически применялся Сэвери и Дени Паленом в XVII веке. Однако техника того времени не требовала еще паровых двигателей, и это изобретение осталось фактически без применения. Только в конце XVIII века развитие промышленности сделало действительно необходимой паровую машину. И вот с этого времени начинается бурное совершенствование как паровых машин, так и теоретической термодинамики.

Итак, развитие науки оказывается в конечном итоге связанным с хозяйственными потребностями. Каково же было хозяйство в XVI—XVIII веках? Производство было целиком ремесленным. В тех случаях, когда требовалась большая движущая сила, употреблялись ветряки или водяные колеса, а то и просто животные. В двигателях той эпохи отсутствовал основной элемент современной энергетической техники — переход энергии из одной формы в другую, например из тепловой в механическую, из электрической в механическую и т. д. Все устройства использовали только механическое движение. Поэтому особенно необходимой наукой того времени была механика.

Появление крупного фабрично-заводского производства привело к развитию электротехники. Вначале, когда неимоверный рост транспорта и торговли потребовал новых средств связи, электричество было использовано для телеграфии. Именно в 30-х и 50-х годах XIX века началось повсеместное распространение телеграфных аппаратов, стали прокладываться тысячекilометровые линии и кабели, начала развиваться и техника электрического освещения. Однако этот первый взлет явился лишь подготовкой к тому триумфу электротехники, который был достигнут в конце XIX столетия. К 90-м годам прошлого века полностью выяснились колоссальные преимущества применения электрических двигателей в промышленности и необходимость построения отдельных центров производства энергии — электрических станций.

Современные станки были бы вообще невозможны без встроенных в них электромоторов и аппаратуры управления. На крупнейших токарных, долбежных и карусельных станках число моторов доходит иногда до 24. Легко себе представить, какие трудности возникли бы перед конструкторами этих станков, если бы не было электричества. В этом случае весь станок был бы опутан сетью трансмиссий, рычагов и шкивов, что невероятно усложнило бы и затруднило работу.

Механизация и автоматизация самых трудных и сложных процессов становятся возможными благодаря тому, что электрическую энергию удобно направлять, распределять по проводам, легко превращать в другие формы энергии и контролировать точнейшей измерительной аппаратурой.

Конечно, не следует думать, что пионеры электротехники заранее предвидели, во что выльются их опыты. Вот что писал, например, известный физик Генри в 1831 году по поводу изобретенного им типа электромагнитной машины: «Сер, мне недавно удалось привести в движение небольшую машину силой, которая, я думаю, до сих пор не находила применения в механике: я говорю о магнитном притяжении и оттал-

Воздушные

Стратегическую задачу систематического разрушения германских промышленных объектов выполняют тяжелые и сверхтяжелые бомбардировщики многих типов.

Из сверхтяжелых машин с наибольшим эффектом действуют американские «Летаю-

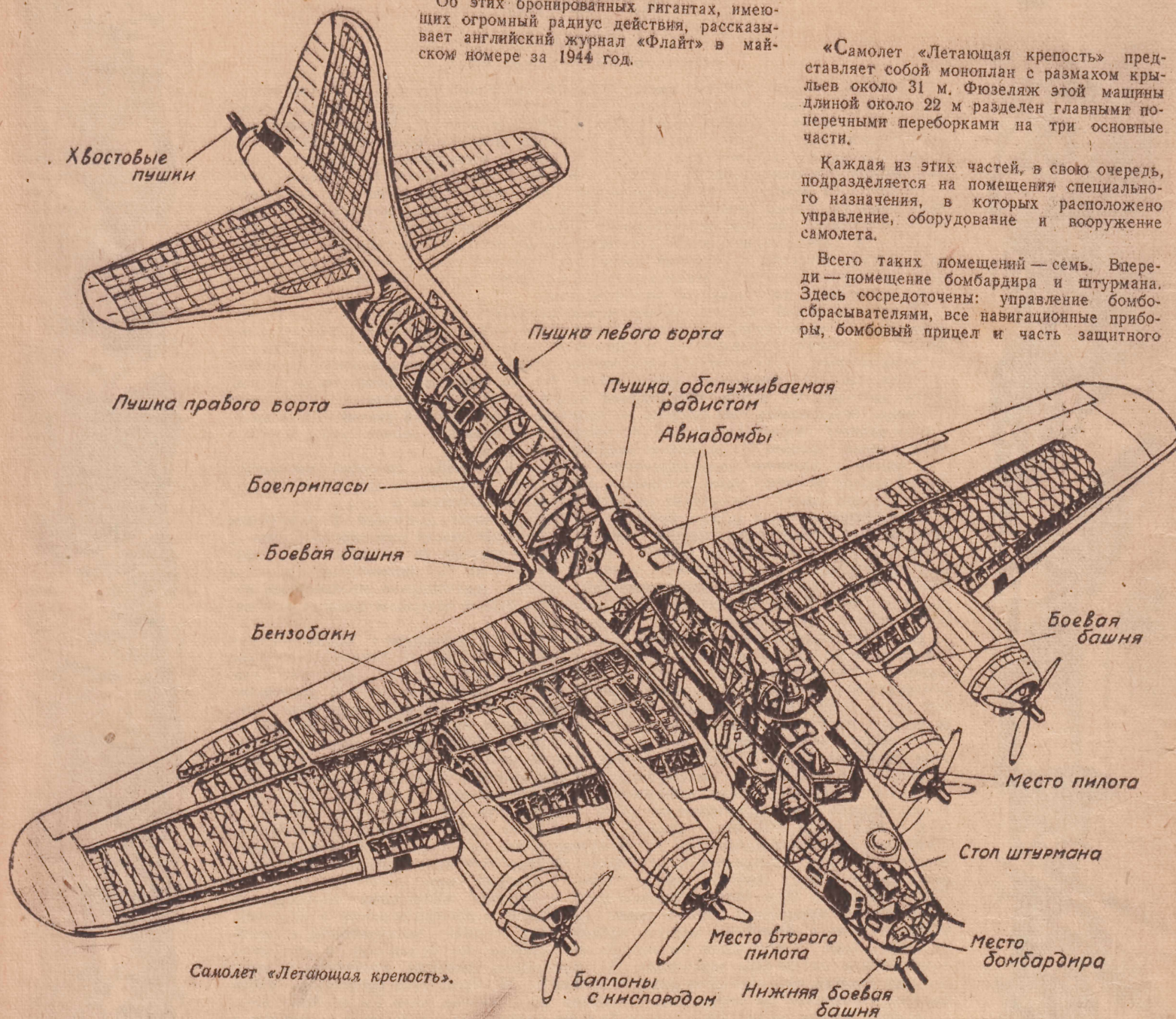
щие крепости», которые «простреливают» Германию вдоль и поперек.

Об этих бронированных гигантах, имеющих огромный радиус действия, рассказывает английский журнал «Флайт» в майском номере за 1944 год.

«Самолет «Летающая крепость» представляет собой моноплан с размахом крыльев около 31 м. Фюзеляж этой машины длиной около 22 м разделен главными поперечными переборками на три основные части.

Каждая из этих частей, в свою очередь, подразделяется на помещения специального назначения, в которых расположено управление, оборудование и вооружение самолета.

Всего таких помещений — семь. Впереди — помещение бомбардир и штурмана. Здесь сосредоточены: управление бомбосбрасывателями, все навигационные приборы, бомбовый прицел и часть защитного



кивании. Я, однако, не придаю большого значения этому изобретению, ибо в теперешнем его виде оно представляет только физическую игрушку; однако не исключена возможность, что при дальнейшем развитии того же принципа в чистом или несколько измененном виде изобретение это сможет быть использовано для некоторых практических целей». Тем не менее уже в конце 30-х годов XIX века делались многочисленные попытки практического применения электромоторов. Еще в 1836 году голландцы Страттинг и Беккер пытались применить электромагнитную машину, питаемую от гальванической батареи, на транспорте. Однако попытки применить питание от гальванических батарей были заранее осуждены на неуспех. Тяжелые и дорогие установки этого типа не могли конкурировать с паровыми, а затем и бензиновыми транспортными двигателями. Подлинный расцвет электротехники начался лишь с развитием электропривода и электростанций. Последовавшее затем проникновение

электричества во все отрасли промышленности, в энергетику, транспорт и быт превзошло все ожидания. Сегодня колоссальная паутина линий связи — нервная система человеческого общества — опоясывает земной шар. От нее не отстают кровеносная система — силовые, высоковольтные передачи, идущие от гигантских электростанций. Электричество работает всюду — оно варит еду и сталь, поднимает людей в лифте, движет электропоезда и трамваи, бесчисленные станки, мощнейшие блюминги и крошечные машинки для чистки обуви. Оно лечит больных, производит химические реакции, передает речь и изображения на расстояние, открывает поистине волшебные возможности автоматики.

Все то бурное развитие электротехники было вызвано главным образом потребностями крупного механизированного производства. Грядущий новый этап в развитии техники — автоматизация производства — вызовет новый взлет электротехники.

гиганты

вооружения — четыре пушки. Две из них находятся не в самом помещении, а в башне, как бы подвешенной под сидениями бомбардира и стрелка. Еще одна пушка расположена у левого борта, у края крепления переднего прозрачного колпака, а другая — четвертая, обслуживаемая штурманом, смонтирована в специальном утолщении с правого борта. Дверь в задней стене помещения ведет в кабину пилота. Позади этой кабины находятся баллоны с кислородом и верхняя механически управляемая двухорудийная башня. Далее расположилось помещение боезапаса в стеллажах-бомбодержателях; здесь же — спасательные плоты на случай аварии над морем. Затем — радиорубка, над которой смонтирована еще одна пушка, направленная назад по ходу самолета и обслуживаемая стрелками-радистами. Еще дальше к хвосту — главная задняя кабина, в которой размещены: внутренняя двухорудийная шаровидная башня, аварийная пловучая радиостанция, механизмы обслуживания двух средних орудий. В следующем помещении находятся автоматический пилот и убирающееся заднее колесо и, наконец, сзади под рулем — две хвостовые пушки.

Самолет поддерживается в воздухе огромными несущими плоскостями —

крыльями, площадь которых достигает 130 м². Внутри крыльев расположены помещения для цистерн с горючим — по три цистерны в каждом крыле. Эти цистерны питают четыре мотора «Райт-циклон» мощностью по 1000 лошадиных сил каждый. С помощью этих моторов самолет развивает скорость до 500 км/час и способен пролететь без посадки расстояние в 5000 км, при потолке 9000 м. Его наибольшая бомбовая нагрузка — около 5 тонн. Общий вес самолета в боевой готовности — около 25 тонн.

В самое последнее время на Японию обрушили свои удары еще более усовершенствованные самолеты типа «Летающая крепость» (В-24), имеющие значительно больший радиус действия и бомбовую нагрузку и еще более эффективное защитное вооружение».

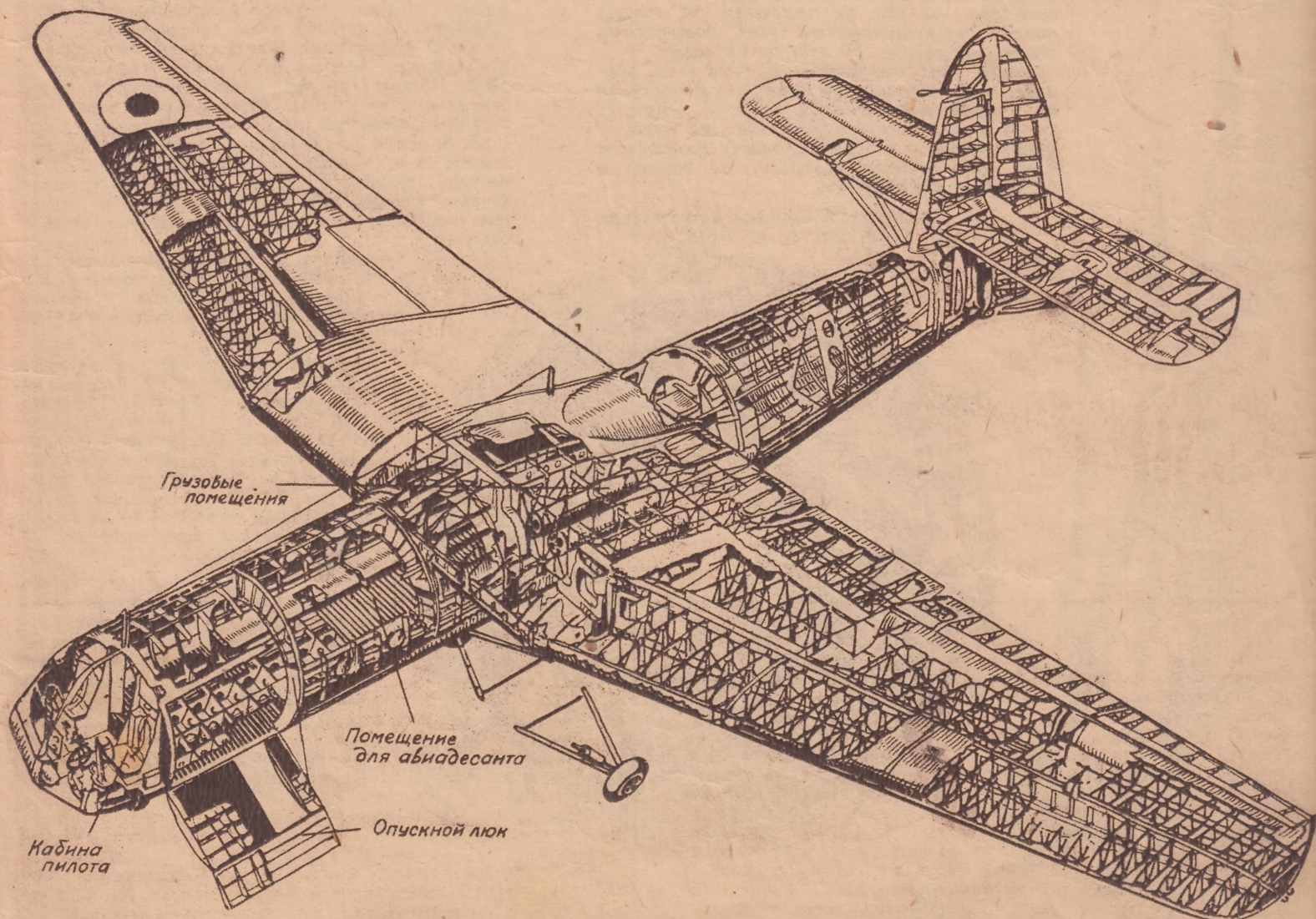
Десантные операции союзников в Северной Франции убедительно показали, что роль авиации в современной войне не ограничивается машинами, обладающими винтомоторной группой. Большое место в военных планах занимает и безмоторная авиация. Как известно, летательные аппараты без моторов с успехом выполняли возлагаемые на них боевые задачи. В этой

связи интересны материалы об английском тяжелом планере «Хорса». Опубликовавший эти материалы английский журнал «Аэроплан» указывает, что «длина фюзеляжа «Хорса», этой своеобразной воздушной «баржи», достигает 20,4 м, а размах крыла — 26,8 м. Планер несет на себе груз весом в 3,5 тонны. Его кабины вмещают до 25 солдат с полным вооружением (не считая двух пилотов). Фюзеляж выполнен в виде длинного цилиндра, собранного из деревянных деталей. Носовая часть застеклена. В ней расположены кабина летчиков и все приборы управления. Далее к хвосту, непосредственно за кабиной летчиков, — помещение для десантников, оборудованное продольными скамьями. В этой части фюзеляжа с левого борта устроен большой откидной люк для погрузки тяжелых предметов.

В люке же имеется и обыкновенная дверь для входа и выхода из машины.

«Хорса» рассчитывает не только на вооружение самолета-буксира и воздушного охранения, но и на собственные пулеметы.

Таких пулеметов здесь два: один охраняет планер от нападений снизу и расположен в нижней части фюзеляжа, второй пулемет помещен в верхней части фюзеляжа, в центральной части крыла».



Английский тяжелый планер «Хорса».

В НЕДРАХ ЗЕМЛИ

Проф. А. ЯКОВЛЕВ

Проблема строения и химического состава Земли, о чем рассказывается в статье проф. А. Яковлева, является одной из сложнейших научных проблем. В этой области еще много смелых догадок и теоретических построений. Однако за последние десятилетия было высказано столько блестящих идей и выработаны столь интересные анализы природных явлений, что мы уже можем сейчас связывать их в общую картину.

Наука в своем стремлении к познанию окружающего мира, конечно, не может успокоиться на том исключительном незнании, которое она обнаруживала по отношению к недрам Земли: в сущности, глубже 20—30 км земной коры не проникала мысль человека, и, таким образом, самые ближайшие участки космоса оставались загадочными. Техническая мысль, несомненно, направится в глубины Земли, куда ее привлекают громадные запасы тепла и наличие на поверхности редких металлов. Познание и использование недр Земли составляет одну из самых заманчивых проблем человечества. Нельзя не привести по этому поводу знаменательные слова Ломоносова, сказанные свыше 180 лет тому назад.

«Ныне уже, любители рудных тел, одарены вы отменным зрением, коим нетокмо по земной поверхности, но и в недра их глубоко проникнуть можете, то есть по наружности и о возможностях дознаться, или, как просто говорят, по нитке и до клубка добраться».

Лауреат Сталинской премии
академик А. Е. ФЕРСМАН



Мы давно уже знаем, что Земля — одна из планет нашей солнечной системы, что она — дочь Солнца, а вот, что таит она в своих глубинах, мы до сих пор еще точно не знаем, а можем лишь только догадываться.

ДОГАДКИ ДРЕВНИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Во многих странах под поверхностью земли имеются большие залежи известняков и гипса. Вода, содержащая углекислый газ, постепенно их растворяет, вытачивает. Так образуются огромные подземные пещеры, провалы, глубокие трещины, причудливо изъеденные поверхности. Эти явления называются карстовыми. Особенно резко выражены они в известковом нагорье Динарских гор (по-хорватски «карст») в пределах Югославии и Италии.

Бесследно скрываются здесь в провалах и подземных пещерах целые реки, исчезают и снова на прежнем месте без дождей появляются так называемые периодические озера. Местами из пластов горных пород выбегают кристально-прозрачные холодные источники, которыми в жаркий день наслаждается усталый путник. В других местах, тоже в горных странах, наоборот, встречаются горячие источники, иногда даже целые горячие озера.

Особой формы горы, в виде гигантских насыпных куч, время от времени выбрасывают густые клубы дыма. Иногда горы непрестанно дымятся и ночью отражаются в темном небе заревом огня, как огромные подземные очаги.

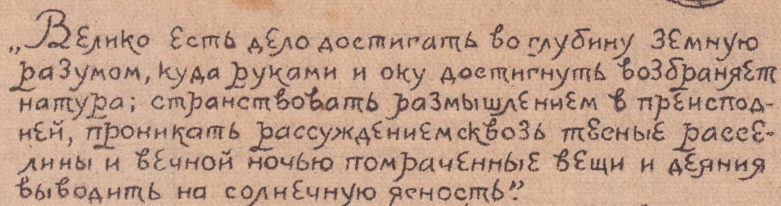
«Если целые реки и озера бесследно исчезают под землей, и из земных пластов источники выходят наружу, значит в недрах Земли, — рассуждали древние исследователи природы, — находятся огромные скопления воды, породившие некогда моря и океаны...

Если из земных пластов выходят горячие источники и из вулканов вырывается огонь, значит в недрах Земли находится не только вода, но также и огонь».

Высокообразованный для своего времени человек и наблюдательный исследователь Афанасий Кирхер (1601—1680 гг.), изучавший на месте вулканические извержения и мощные землетрясения, знавший к тому же неплохо и практику горного дела, дал в своем капитальном труде «Подземный мир» (1664 г.) не только описание его, но даже воображаемый разрез Земли.

Это была первая и для своего времени научно обоснованная схема строения Земли. По воззрениям Кирхера, внутренность Земли представляла собой твердое тело, содержащее огромные пустоты, соединяющиеся между собой и поверхностью много-

По воззрениям Кирхера, центральные части Земли заполнены огнем.



численными каналами. Центральное ядро заполнено огнем, а пустоты, расположенные ближе к поверхности, — частью огнем, частью водой, частью воздухом.

Как правоверный католик и ревностный слуга церкви Кирхер высказывает благочестивые мысли, что бог сотворил Землю по такому плану, чтобы очаги огня согревали ее, производили металлы и служили в то же время... чистилищем для душ умерших грешников. Материалом для подземного огня служат не только сера, каменный уголь, асфальт, но также и другие минеральные вещества недр Земли. Подземные потоки воды порождают ветры, раздувающие огненные очаги, а вечные небесные двигатели в виде херувинов, по мнению Кирхера, обеспечивают вращение Земли.

Совершенно противоположные воззрения на строение Земли высказывал английский ученый Джон Вудворд (1665—1722 гг.). По его представлениям, внутренность Земли заполнена не огнем, а водой. Вода образует огромную водяную сферу, сообщающуюся каналами с морями и океанами. Значительное внимание Вудворд уделяет мощной земной коре, не выделенной в схеме Кирхера.

Первые указания на образование и закономерное расположение пластов горных пород земной коры были высказаны современником Кирхера датчанином Стено (Стенсон) (1638—1687 гг.), жившим во Флоренции.

Фантастическим воззрениям Кирхера он противопоставил правильные наблюдения и заключения, почерпнутые из практики горного дела.

Горняки давно уже отмечали закономерное расположение пластов осадочных пород. Стено же дал правильное объяснение не только их образованию, но также и дальнейшим их изменениям. Эти пласты, по его заключению, осели из воды. Первоначально они были мягкими и только впоследствии отвердели. Они залегали горизонтально, затем в результате позднейших вулканических процессов испытали значительные перемещения, чем и объясняется современный наклон пластов.

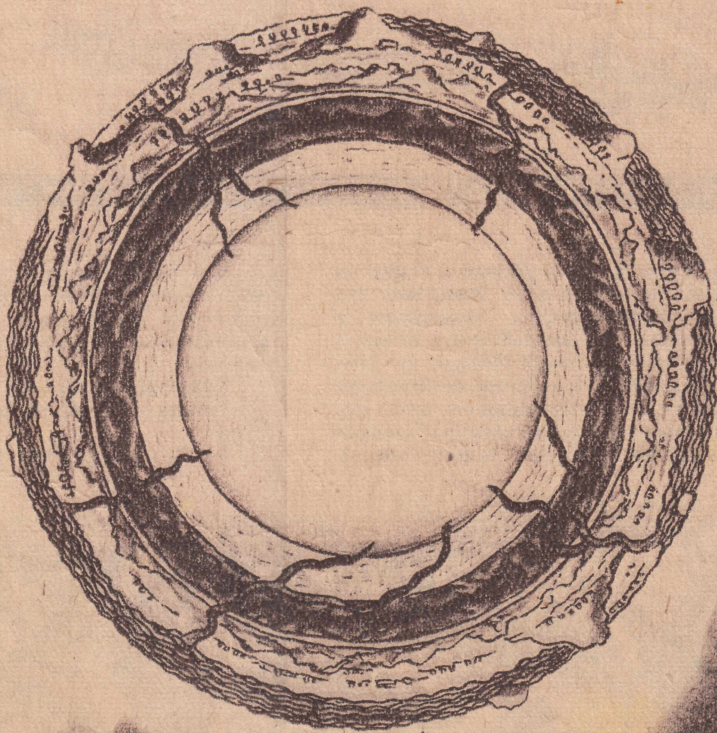
То, что было правильным по отношению к осадочным породам, нельзя, конечно, распространять на все породы, составляющие земную кору. Как они образовались: из водных растворов или из огненных расплавов? Вода или огонь участвовали в образовании горных пород? Этот вопрос надолго, вплоть до 20-х годов прошлого столетия, приковывает к себе внимание ученых. Между сторонниками воды — непутистами (Нептун — древнеримский бог моря) и

сторонниками огня — плутонистами (Плутон — бог подземного царства) неоднократно возникали горячие споры, пока окончательно не было доказано вулканическое происхождение базальтовых пород, и неплутонисты вынуждены были признать себя побежденными.

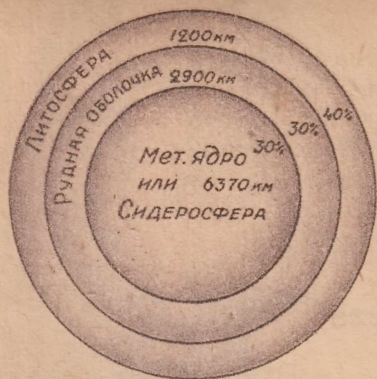
Если по вопросу об образовании горных пород еще в начале прошлого столетия наметилась некоторая ясность, то со строением Земли дело обстояло значительно труднее.

Первой ступенью в развитии научных представлений о строении Земли следует считать определение плотности Земли. С исключительной точностью и добросовестностью оно было выполнено в 1798 году выдающимся английским физиком и химиком Кевендишем (1731—1810 гг.). Результаты получились поразительные. Оказалось, что Земля почти в $5\frac{1}{2}$ раз тяжелее воды, в то время как горные породы земной коры в среднем только в $2\frac{1}{2}$ раза тяжелее воды. Как же в таком случае Земля может быть в $5\frac{1}{2}$ раз тяжелее воды? Может быть, Кевендиш ошибся? Нет, ряд последующих определений подтвердил, что Кевендиш был прав.

Что же в таком случае отсюда следует? Наиболее вероятным предположением является то, что глубинные сферы Земли образованы породами, имеющими значительно больший удельный вес, как, например, железо — 7,8, никель — 8,9 и др. Земля, как известно, действует в целом, как огромный магнит, что также подтверждает наши предположения о скоплении больших масс железа внутри земного



Вудворд, наоборот, полагал, что
внутри Земли находится вода.



Главнейшие геосферы с указанием их массы в процентном отношении ко всей Земле.

шара. В связи с этими выводами ученые уже в середине прошлого столетия начинают высказываться за существование более тяжелого по сравнению с наружными оболочками центрального ядра Земли.

Некоторую ясность внесло сюда изучение химического состава метеоритов — обломков небесных тел, упавших на поверхность Земли. Метеориты в основном делятся на две группы: каменные и железные. Первые по своему составу напоминают породы земной коры и по своему происхождению являются обломками наружных частей расплавленных небесных тел. Железные метеориты отвечают центральному ядру Земли и являются обломками внутренних частей этих небесных тел.

В природе мы нашли, таким образом, некоторое подтверждение нашим теоретическим выводам о составе центрального

ядра. В каком же физическом состоянии должно находиться его вещество на столь значительных глубинах? Дело в том, что по мере углубления в недра Земли неуклонно наблюдается постепенное нарастание температуры. В среднем температура повышается на 1°C на каждые 33 м (в пределах 20—40 км). В глубоких серебряных рудниках Мексики и каменноугольных колях Бельгии температура настолько высока, что работать становится невозможно.

Учитывая постепенное нарастание температуры, можно предположить, что на некоторой глубине она достигнет такой величины, что горные породы должны перейти в расплавленное состояние. Однако одновременно с нарастанием температуры по мере углубления в толщу земной коры происходит также и увеличение давления вышележащих пород. Давление оказывает тормозящее действие, так как, повышая температуру плавления вещества, оно препятствует переходу породы в стадию расплава.

В каком же физическом состоянии будет находиться в таком случае вещество центрального ядра? Ученые в этом отношении с одинаковой убедительностью высказывали различные предположения: огненно-жидкое, газообразное, твердое и т. д. Чем же объясняются такие противоречия определений? Дело в том, что при прошлом состоянии научных знаний и нельзя было ожидать более точных выводов: тогда известен был состав земной коры лишь на таких незначительных по сравнению с радиусом Земли глубинах, которые можно сравнить с булавочным уколком глубиной в $1/10$ мм на глобусе диаметром в 1 м.

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

Некоторую ясность в наши представления о строении Земли внесла молодая еще наука, изучающая природу землетрясений, — сейсмология. С помощью очень от-

зывчивых самопишущих приборов — сейсмографов — удалось установить, что скорость прохождения волн землетрясения — сейсмических волн — через различные сферы Земли неодинакова, и отсюда сделать соответствующие выводы о строении Земли и плотности составляющих ее сфер.

В этом направлении предстоит еще, конечно, огромная работа, так как, по образному выражению крупнейшего нашего сейсмолога покойного акад. Б. Б. Голицина, «всякое землетрясение можно уподобить фонарю, который зажигается на короткое время и, освещая нам внутренность Земли, позволяет тем самым рассмотреть то, что там происходит».

Наше представление о строении Земли будет, конечно, далеко не полным, если мы ограничимся только ее недрами. Земля, как и некоторые планеты: Венера, Марс, окружена прежде всего воздушной оболочкой — атмосферой. Вода тоже составляет водную оболочку, иначе гидросферу. Она покрывает значительную часть земной поверхности (около 71%), образуя единый мировой океан. Наконец, при изучении Земли мы не можем не учитывать деятельности живых организмов, которые вместе с атмосферой и гидросферой участвуют в процессе выветривания и образования минералов и почв. Живое вещество, распространяясь до 5 км в атмосфере, до 5—6 м в почве, заполняя всю гидросферу, образует особую оболочку — биосферу.

Современные научные представления о строении Земли наиболее полно и обоснованно выражены выдающимся нашим ученым, академиком А. Е. Ферсманом. Не вдаваясь в детали этого сложного вопроса, можно ограничиться следующей схемой.

Представьте пять вложенных друг в друга шаров. Бывают такие кустарные детские игрушки — цветные деревянные шары, вкладывающиеся один в другой.

РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ

Начало палеозоя

Силур (430 млн. лет)

Девон (340 млн. лет)

Карбон (300 млн. лет)



1. Астраспис

2. Диплокантус

3. Остеолепис

4. Эустеноптерон

5. Ихтиостега

6. Эогиринус

Изучая историю жизни на Земле, ученые установили ряд эр и периодов, во время которых жили те или иные животные. По отпечаткам на камнях, по окаменевшим костям, находимым в земле, геологи могут сказать, в какую эру возникли эти отложения. Если какие-нибудь животные или растения обитали на Земле в ту эру, когда образовывалась нефть, то, встретив остатки этих живых существ, геологи заключают, что здесь можно ожидать выходов нефти. Так и историческая геология и геологическая разведка используют данные науки о вымерших животных (палеонтологии).

В истории Земли различают палеозойскую эру, или эру древней жизни, мезозой — эру средней по времени жизни, и кайнозой — эру новой жизни. Каждая эра, в свою очередь, делится на периоды, названия и продолжительность которых указаны в таблице.

Художник изобразил на рисунке не только древних животных, обитавших в воде, но и некоторых их потомков, живших на суше.

Более ранние этапы развития жизни не вошли в таблицу.

Конец мезозоя

Мел (120 млн. лет)

Начало кайнозоя

Палеоцен (60 млн. лет)

Конец эоцена — нач. олигоцена (35 млн. лет)

Конец олигоцена — нач. миоцена (25 млн. лет)

Конец



13. Заламбодолестес

14. Тупайя

15. Лемур

16. Парапитек

17. Проплиопитек

18. Дриопитек

19. Австралопитек

Самый внутренний шар — центральное железное ядро, иначе сидеросфера, следующий — промежуточная, или рудная, оболочка, дальше — каменистая оболочка, иначе литосфера, за ней — земная кора с гидросферой и биосферой и, наконец, атмосфера. Верхняя граница атмосферы — 200—300 км.

Гидросфера образует оболочку средней мощности в 3,7 км при отдельных глубинах океана до 10,8 км.

Литосфера простирается приблизительно до глубины 1200 км, давление достигает здесь до 500 тысяч атмосфер, температура доходит до 1500°; физическое состояние вещества отвечает расплавленному стеклу.

Поверхностная оболочка литосферы мощностью в 100 км, резко отличная и по составу и по физическому состоянию находящихся в ней веществ, называется земной корой.

Мощность промежуточной, или рудной, оболочки принимается равной 1700 км, давление приблизительно 1,5 миллиона атмосфер, температура до 2000°, а физическое состояние вещества — от вязко-тянучего, похожего на расплавленное стекло, до свойств твердого тела.

Центральное ядро мощностью до 3400 км находится под огромным давлением — свыше 3 миллионов атмосфер в центральных частях. Что же касается температуры, то они здесь, по заключению весьма авторитетных исследователей, совсем не так велики, как предполагали раньше (до 8000°), не только не превышают 3000—4000°, но скорее даже не доходят до 2500° С.

Выше мы уже говорили о небольшом удельном весе горных пород наружных частей литосферы. В соответствии с этим здесь преобладают легкие химические элементы, в основном — кремний, алюминий, магний. В более глубокой промежуточной рудной оболочке количество кремния и алюминия уменьшается, зато увеличивается

содержание более тяжелых железа и никеля; здесь возможны, кроме того, скопления титана, марганца, свинца и ртути. Центральное ядро в основном состоит из железа, никеля, кобальта, к которым, вероятно, присоединяется группа платины.

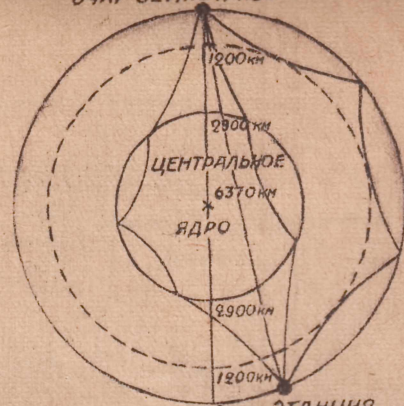
Очень многие породы, составляющие земную кору, прерывистого осадочного пояса являются по своему происхождению вторичными породами, так как они образовались из уже ранее существовавших пород. Под влиянием процесса выветривания — смены температур, воздействия воды, деятельности ветра, организмов и т. д. — горные породы разрушались и происходило образование осадочных пород.

На дне водных бассейнов отлагались минеральные частицы, химические и органические осадки. Путем последующего их уплотнения и изменения образовались осадки различного происхождения: механические, например песок, гравий, глина и др., химические — соли, гипс и др., органические — мел, известняки и др.

Породы, сформировавшиеся в недрах Земли, как, например, гравиты, или излившиеся наружу при извержениях, как, например, лавы, называются магматическими. По своему происхождению они связаны с магмой (в переводе с древнегреческого языка «квашня», «тесто»). В литосфере предполагается наличие не только сплошного магматического пояса, но также и отдельных магматических бассейнов.

Как породы осадочные, так и магматические под влиянием огромных давлений, высоких температур и химического воздействия перегретых газов и растворов испытывают значительные изменения, иначе говоря, метаморфизуются. Так, например, известняки под влиянием давления и горячих водных растворов перерождаются в кристаллический мрамор, являющийся, таким образом, метаморфической породой.

ОЧАГ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ



Сейсмические волны, распространяясь во все стороны от очага землетрясения, отражаются от земной поверхности и доходят до станции наблюдения. Они проходят также через разные части земного шара, испытывая изменения в направлении и скорости. На основании этих данных выводятся заключения о наличии геосфер и центрального ядра.

РОЖДЕНИЕ КАМНЯ

Вернемся к магме. Магма является тем исходным началом, из которого образовались все известные нам горные породы и минералы. Что же представляет собой в таком случае магма? В отношении ее химического состава можно сказать, что в нее входят все известные нам элементы в виде различных соединений, причем одни из них словно растворены в других. Некоторые соединения образованы газами и летучими веществами, играющими большую

НА ЗЕМЛЕ

КОНЕЦ ПАЛЕОЗОЯ | НАЧАЛО МЕЗОЗОЯ

ПЕРМЬ (220 млн. лет)

ТРИАС (170 млн. лет)

ЮРА (145 млн. лет)



7. СЕЙМУРИЯ

8. КАПТОРИНУС

9. ЦИНОГНАТУС

10. ТРИНАКСОДОН

11. ИКТИДОЗАВР

12. АМФИТЕРИЙ

Астралпис (1) — это общий предок всех позвоночных животных; от эустеноптерона (4) произошли все наземные позвоночные: амфибии, рептилии, птицы и млекопитающие. Сеймурия (7) наметила переход от амфибий к рептилии. Капторинус (8) и циногнатус (9) обладали уже некоторыми признаками предков млекопитающих.

Иктидозавр (11) был промежуточным звеном между рептилиями и млекопитающими. Заламбдolestес (13) был предком той ветви млекопитающих, от которых произошли приматы, в том

числе обезьяны и человек. Остальные животные, изображенные на рисунке, являются последовательными звеньями в длинной цепи развития жизненных форм от предков современных рыб до человека. Эры и периоды, когда они жили, читатель легко установит по надписям, сделанным над их изображениями. Надо иметь в виду, что художник не мог нарисовать все промежуточные формы животных. Наш рисунок только схема, дающая представление о тех радиоизотопных сроках, в течение которых происходило развитие жизни на Земле.

ПЛИОЦЕНА — НАЧ. ПЛЕЙСТОЦЕНА (1,5 млн. лет)

КОНЕЦ ПЛЕЙСТОЦЕНА (100.000 лет)

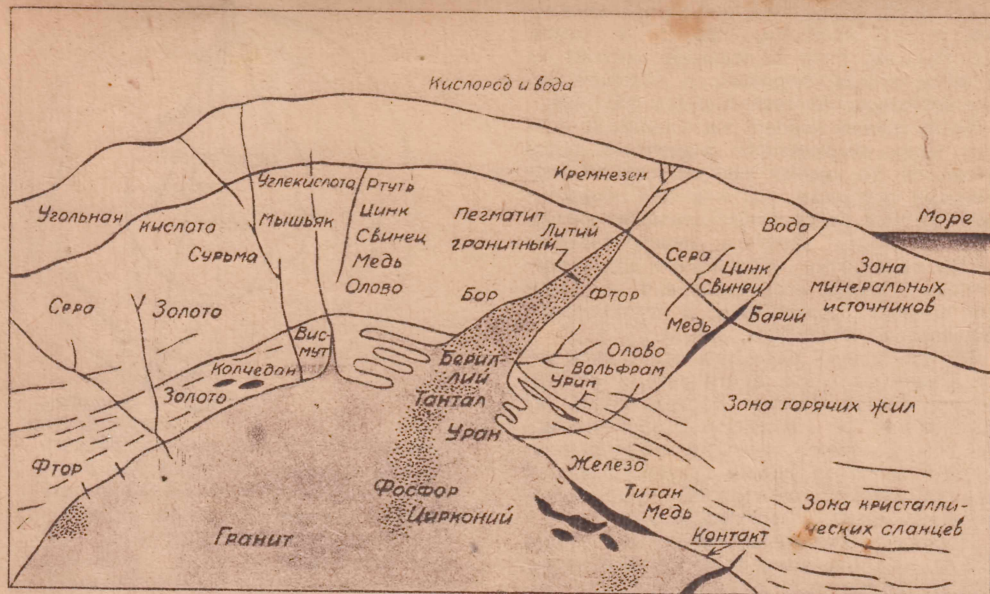


20. ПИТЕКАНТРОП

21. НЕАНДЕРТАЛЕЦ

22. КРОМАНЬОНЕЦ

23. СОВРЕМЕННЫЕ ЛЮДИ



Под напором гранитной магмы вспучилась и разбилась трещинами земная кора. Следовательно, как показано на схематическом чертеже, выделяются при остывании магматического очага минералы, содержащие определенные химические элементы. Часть элементов осталась в граните, часть выделилась в мощной пегматитовой жиле, часть — в области контакта с кристаллическими сланцами, часть — в трещинах зоны горячих жил. В более холодных участках земной коры элементы выносятся в минеральных источниках.

роль при образовании минералов, почему они и называются газами-минерализаторами.

Остывание магматического очага сопровождается рядом разнообразных химических превращений. В зависимости от условий этого процесса в самой магне и окружающих породах возникает при этом комплекс тех или иных минералов. Они обладают при этом настолько характерными особенностями и определенным минералогическим составом, что позволяют нам выяснить самый процесс и последовательность образования минералов.

Велика роль в этом отношении совсем еще молодой науки — геохимии, тесно связанной в своем возникновении и развитии с именами крупнейших наших ученых, пользующихся мировое известностью, — академиками И. И. Вернадским и А. Е. Ферсманом. Геохимия изучает распространение и перемещение химических элементов Земли.

Следуя путем геохимического анализа, мы не только можем восстановить картину образования данного месторождения, но даже указать, какие элементы, в какой последовательности и каких количественных соотношениях можно встретить по мере удаления от данного месторождения и по мере углубления в его недра.

Предположим, перед нами остающийся очаг гранитной магмы. В результате очень сложных процессов, изучение которых еще не закончено, часть минералов выделяется непосредственно из магматического расплава. К ним, например, относится ценнейшее наше стратегическое сырье — магнитный железняк, часто содержащий титан, и ванадий — элементы, повышающие качество специальных броневых сталей, железный блеск, хромит. С глубинами Земли связаны также драгоценная платина, магний и никель. Из железа, хрома и никеля металлургии получают те чудесные хромоникелевые сплавы, которые определяют мощь танка и его устойчивость против бронбойных снарядов.

В местах соприкосновения магмы с окружающими породами происходит коренное изменение этих пород и образование так называемых контактовых рудных месторождений железа, меди, кобальта, вольфрама и молибдена.

Летучие газы и перегретые пары магмы по трещинам и разломам выносятся в окружающие породы. Там в непосредственной близости от остывающего очага обра-

зуются характерные пегматитовые жилы, имеющие огромное промышленное значение. Они резко выделяются светлой окраской и крупнокристаллическим строением. Среди полевых шпатов и кварца встречаются здесь огромные кристаллы слюды (до 16 кг весом), исключительной красоты и яркости «рудные цветки» — флюориты (плавиковый шпат), драгоценные самоцветы — бериллы, топазы, турмалины, редкие и радиоактивные элементы — ниобий, цирконий, церий, уран, торий, радий, вольфрам, молибден, олово, медь и др.

На более значительных расстояниях от остающегося очага магмы перегретые пары в связи с понижением температуры и давления превращаются в кипящие растворы, остающиеся по мере приближения к поверхности Земли. На стенках трещин и расколов выделяются из перегретых и пересыщенных растворов различные минералы жил — глубинных, средних и поверхностных

В глубинных жилах накапливаются главным образом сернистые соединения цветных металлов — свинца, цинка, меди. Жилы средней глубины отличаются большим содержанием золота, серебра и меди, а поверхностные, помимо золота и серебра, содержат еще ртуть и сурьму.

Еще древние рудознаты отмечали не случайное, а определенно закономерное совместное нахождение некоторых минералов, например золото всегда приурочено к кварцевым жилам, свинцовые руды встречаются с серебристыми, гипс — с каменной солью и т. д. Эта связь возникает в процессе рождения минералов и выявляется в закономерных линиях распространения химических элементов — от магматического очага до поверхности Земли. Геохимия дает в руки исследователя тот ключ, который помогает последовательно и уверенно открывать богатства недр Земли.

Также же закономерности рождения минералов и геохимические связи элементов найдем мы не только в таких магматических породах, как граниты, но также в осадочных и метаморфических породах.

С осадочными породами связано образование биолитов — минералов органического происхождения. Исключительно велика среди них в деле обороны страны роль каменного угля и нефти — основы нашей промышленности и транспорта.

Словно осуществив гениальную фантазию Жюль Верна, мы, даже не совершая «путешествия к центру Земли», все же сумели при помощи «фонаря» — землетрясений —

рассмотреть строение нашей планеты и ознакомиться попутно с происхождением горных пород и минералов. Но мы еще не выяснили, много ли времени прошло с тех пор, как образовались древнейшие породы земной коры, и можно ли вообще это узнать, хотя бы приблизительно?

КАМЕНЬ И ВРЕМЯ

Есть, оказывается, такие чудесные камни — природные часы с заводом... на миллиарды лет. И, заглянув в такой чудесный камень, мы можем более или менее точно определить запечатленное им время и сказать, когда он образовался.

Среди радиоактивных минералов особенно выделяются минералы, содержащие уран и торий. Часть атомов этих элементов самопроизвольно распадается и, выделяя гелий, постепенно в продолжение многих сотен миллионов лет превращается в свинец. Для урана, например, такая средняя продолжительность жизни определяется приблизительно в 4½ миллиарда лет, то есть за этот долгий срок практически весь уран должен превратиться в свинец.

Перейдем теперь к подсчету времени. Зная, какое количество гелия и свинца получается при радиоактивном распаде из одного грамма урана и тория в течение одного года, и определяя, какое количество гелия и свинца приходится на один грамм урана или тория в данном минерале, кажется, уже совсем нетрудно определить их возраст.

Да, так именно с первого взгляда и кажется... Для этого надо только разделить вторую величину на первую, и в частном мы получим должженный возраст. На практике же получается совсем иначе.

Действительно, скоро сказка сказывается, да не скоро дело делается. Ведь самое-то количество урана и тория, не говоря уже о гелии и свинце, в породах и минералах весьма ничтожно. Определение их сопряжено с большими трудностями и требует, кроме того, весьма чувствительной, а потому очень тонкой и сложной аппаратуры.

Здесь еще, кроме того, много и других дополнительных трудностей, которые пришлось преодолеть ученым.

Определение радиоактивным методом наиболее древних геологических образований — пегматитовых жил северной Карелии — показало, что средний их возраст составляет около 1 600 миллионов лет. Что же касается самого возраста Земли, то он должен быть не меньше 3—4 миллиардов лет.

Насколько уточняются наши знания в определении возраста Земли, можно судить по тому, что еще приблизительно 50 лет назад знаменитый английский физик Томсон рассчитал, что он равен всего 20—40 миллионам лет. Тогда еще не были известны явления радиоактивности, и Томсон в определении возраста Земли исходил от скоростей отдачи тепла новорожденной Землей в мировое пространство.

Хотя определение возраста Земли этим и другими методами выражалось как будто и внушительными цифрами, однако все же они были еще далеко не достаточны для того, чтобы в указанные сроки могли произойти такие коренные изменения в развитии жизни — от простейших организмов до человека. Применение радиоактивного метода внесло значительную ясность в определение продолжительности процесса развития жизни на Земле и отдельных его звеньев.

Радиоактивный метод является огромным вкладом в познание тайн природы. Вперед предстоит еще много работы по ряду вопросов, связанных с изучением Земли и ее недр. Много трудностей, которые сейчас нам кажутся непреодолимыми, лежат на пути исследователей. Зато, конечно, неизмерима и радость ближайших открытий.

Окно в Будущее

Свыше трехсот лет назад в Англии вышла в свет книга «Новая Атлантида», которой суждено было стать родоначальницей нового жанра, называемого теперь научной фантастикой.

Автор этой книги, написанной в соответствии с правилами средневековой науки поллатыни, далеко заглянул в будущее. Впервые он описал не баснословные, сказочные страны, а чудесную страну будущего, где царствует наука и на чьем гербе начертан гордый девиз: «Знание — сила».

Книгу эту написал знаменитый ученый и философ Фрэнсис Бэкон.

«Мы имеем корабли и лодки, которые могут плавать под водой и лучше обыкновенных переносить ураганы, — писал он. — Мы знаем свойства и пропорции, необходимые для полета по воздуху, наподобие крылатых животных...»

«В садах делаем опыты засева и прививки деревьев — лесных и фруктовых. Мы делаем деревья больше, плоды их крупнее и приятнее, отличные от обычного вида... Животных можем выводить больше обычных размеров или делать карликами, скрещивая их...»

Книга Бэкона — мечты лучшего человека его времени, воплотившиеся в жизнь только через одно, два, три столетия.

Но там, где три века назад один смелый исследователь пытался приподнять завесу завтрашнего дня, — сегодня стоят тысячи людей с оружием и инструментами в руках, готовые, если нужно, завоевать, а если нужно, самим построить свое будущее.

За последнее время в редакцию нашего журнала поступило много писем, адресованных в отдел «Окно в будущее». Посмотрим, насколько далеко смотрят их авторы вперед, смело ли их воображение, без которого немислимо никакое научное творчество.

Неисчерпаемые запасы энергии — вот первое условие быстрого технического развития. Энергетической проблеме использования солнечной энергии посвящает свой очерк Б. Черномордик.

«Самолет сделал широкий разворот, и через несколько минут мы уже неслись по ялтинскому аэродрому, расположенному на самом берегу моря.

Ялтинский гелионинститут пригласил меня и моих товарищей на свою юбилейную конференцию. Организованный еще в 1946 году, институт отмечал свою тридцатипятилетнюю годовщину и подводил итоги своих достижений.

У выхода из аэропорта нас ожидало несколько длинных красивых машин. Только подойдя совсем близко, мы заметили, что они несколько отличаются от обычных автомобилей.

— Вот одно из последних достижений гелиотехники, — сказал встречавший нас от имени института профессор Коржиков. — Крыши этих машин представляют собой большие фотоэлементы. Вы, конечно, знаете, что внутри металла имеются свободные электроны, которые поглощают кванты света. Механизм фотоэлектрического эффекта заключается в том, что для возникновения электрического тока электрон, поглотивший

квант света и превративший его в кинетическую энергию, должен вылететь из металла. Следовательно, толщина металлической пластинки, освещаемой солнцем, должна быть соизмерима с величиной атома.

— Как же вы решили эту проблему? — спросил я у Коржикова.

— Мы решили ее технологически. На крышах этих автомобилей вы видите огромные фотоэлементы, площадью около 8 квадратных метров, составленные из нескольких сот тонких металлических слоев. Толщина каждого слоя колеблется от 0,001 до 0,01 микрона. Солнечный свет последовательно проходит через все слои и поглощается ими полностью. Значительная часть солнечной энергии превращается в электричество, так как ничто не мешает свободному потоку электронов. Полученный электрический ток отводится к кристаллическому аккумулятору...

Мы проезжали мимо какого-то странного сооружения, напоминавшего амфитеатр.

— Эта старая электростанция, построенная в 1951 году, относится уже к истории гелиотехники, — сказал Коржиков. — Видите эти плоские, наклонные резервуары, расположенные полукругом? Вода в них, нагреваясь до 95—100°, в свою очередь, служит для нагрева сернистого ангидрида, дающего при этой температуре пар давлением около 3—4 атмосфер. Пар этот приводит в движение турбину, образующую с конденсатором герметически замкнутую систему. Со ста квадратных метров нагревательной поверхности мы снимаем от 15 до 25 л. с. Как видите, очень низкий процент использования солнечной энергии. Ведь на каждый метр земной поверхности падает в год 2,56 миллиона больших калорий, это соответствует средней работе в 0,458 л. с. А ведь это средние цифры, которые в ясные летние дни повышаются до 2—3 л. с. Скоро институт приступит к постройке новой силовой станции, использующей уже знакомый вам фотоэлектрический эффект, только в гигантских масштабах...

«Вот она, современная энергетика, — подумал я, — вступающая в новую «Солнечную эпоху». Гелиомашина, фотоэлектричество и фотохимия, примененные в огромных масштабах, делают энергетические ресурсы практически неисчерпаемыми».

Б. Черномордик решает проблему использования солнечной энергии в соответствии с данными современной науки.

По-другому пытается ее разрешить В. Н. Зимин из г. Бухары в своем очерке «Гелиодвигатель».

«Едва утреннюю прохладу ночи прорежут первые лучи солнца и упадут сквозь чистое, прозрачное стекло гелиодвигателя на блестящую поверхность лопастей, как они начнут вращаться — сначала медленно, потом все быстрее и быстрее. Гелиодвигатель уже работает, передавая свою энергию мощным насосам, и по трубам и арыкам течет живительная влага — вода, несущая богатство народу солнечного Узбекистана и всей стране.

Как же устроен этот замечательный и дешевый двигатель будущего, не требую-

щий нефти, керосина, бензина? Какие силы приводят его в движение?

Из работ гениального русского физика П. Н. Лебедева мы знаем, что сила давления солнечных лучей на освещенные земные предметы составляет около 0,5 миллиграмма на квадратный метр.

На полированные стороны шести лопастей, помещенных вертикально в безвоздушном пространстве под стеклянным колпаком, падают солнечные лучи, заставляя лопасти быстро вращаться. Противоположные стороны лопастей для устранения уравновешивающего давления зачернены. Конец оси, выведенный наружу через компрессионно-масляную пробку, имеет маховик, вращение которого используется, как механическая сила на любых работах: для приведения в действие динамомашинок, насосов, мельниц, сельскохозяйственных машин...»

К сожалению, очерк Зимина оказался «Окном в прошлое».

Лебедеву П. Н. действительно удалось осуществить описанную В. Зиминим вертушку, которую он использовал для демонстрации закона светового давления.

Лебедевская вертушка, увеличенная во много раз, уже не будет работать: световое давление будет недостаточным, чтобы преодолеть инерцию лопастей. Но даже если двигатель Зимина можно будет предварительно развертеть, чтобы пустить в ход, то его коэффициент полезного действия будет исключительно низок. Простой расчет показывает, что квадратный километр поверхности земли, сплошь покрытый двигателями (100 тысяч двигателей) Зимина, сможет отдать в лучшем случае до 500 лошадиных сил вместо минимально возможных 500 тысяч!

Об использовании внутренней теплоты Земли мечтает Б. Симонов, приславший очерк «Подземный котел».

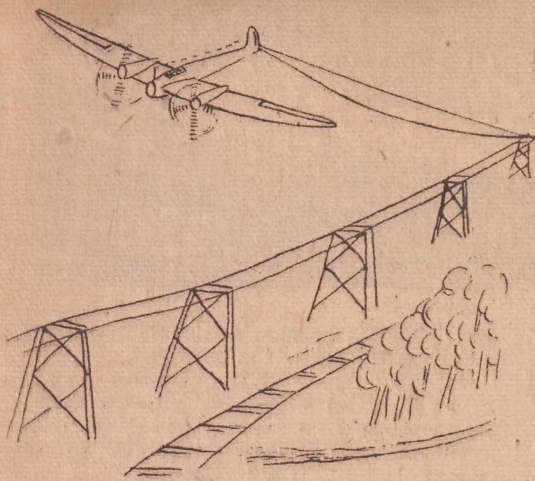
Современные писатели-фантасты уже использовали в своих романах замечательное свойство земной коры — геотермический градиент. По мере продвижения в глубь Земли температура горных пород возрастает, и у всякого человека с воображением сейчас же возникает мысль о практическом использовании этого тепла. Более столетия мечтают об этом люди.

Что же нового внес своим рассказом Б. Симонов?

«В земле пробуривается колодец глубиной в 10 километров, — пишет он. — В колодец вставляется труба из материала, не проводящего тепла... Крепость трубы должна быть фантастической, чтобы выдержать давление в 3—4 тысячи атмосфер.

На поверхности земли нужно поставить специальный мощный аппарат, который будет нагнетать воду в трубу под нужным давлением...»

Каждая перечисленная задача сложнее, интереснее и фантастичнее всего проекта Симонова, который всего-навсего предлагает превращать воду в пар под действием теплоты земной коры и использовать этот пар в машинах. А как решить «путные» задачи? Увы, автор даже не фантазирует!



«Аэротроллейбус» — рисунок и проект читателя С. Кучук. Автор этого проекта предлагает снабдить самолет электромоторами и питать его энергией через дугу. Но стоит ли лишать самолет его основного преимущества перед всеми другими видами транспорта? Нужно ли, чтобы авиация потеряла свою независимость от земных дорог?

Об источниках энергии не думают ни В. Зимин в своем предложении «Пожирателя осколков», ни Л. Трифонов в фантастическом очерке «Остров-ангар».

«Пожиратель осколков» — это гигантский электромагнит поистине сверхфантастической мощности, притягивающий на поле боя пули, снаряды и осколки! В ответ на это предложение можно только пожелать, чтобы человечество смогло овладеть такими мощностями, тогда не будет нужен и «пожиратель», потому что, обладая таким могуществом, мы вряд ли будем бояться пуль и снарядов современной артиллерии.

«Остров-ангар», повидимому, навеян тов. Трифонову романами Жюль Верна: «Родное знамя» или «Властелин мира». Это гигантская крепость с подземными ангарами, базами подводных лодок, ремонтными мастерскими и батареями. Современной технике вполне под силу сооружение таких островов-крепостей, о которых мечтает Трифонов. Но, к сожалению, автор не указал, чем будут приводиться в действие все эти шлюзы, мощные вентиляторы и прочие чудодейственные машины.

Недостаточно продумал свой проект аэротроллейбуса читатель Е. Н. Кучук. Он предлагает снабдить самолет электромоторами и питать его энергией через дугу (троллей), бегущую по проводу, наподобие трамвая или троллейбуса. Но самолет, прикрепленный к рельсу или проволоке, — такая же техническая нелепость, как пистолет, примененный для заколачивания гвоздей, или астрономический телескоп, захваченный в театр вместо бинокля. Преимущество аэротранспорта именно в том и заключается, что самолет не зависит от земных дорог, свободно выбирает себе путь, летит на любой высоте. Если же мы сами лишим его этих преимуществ, то стоит ли возиться с аэродинамическими расчетами, ставить дорогие мотор и воздушный винт, применять легкие дефицитные сплавы? Не проще ли пустить по намеченной линии не аэротроллейбус, а обыкновенный «земной» троллейбус или, в крайнем случае, построить подвесную проволочную дорогу?

«Письмо друга» В. Д. Мирошниченко и «Шахта 195... года» Т. Нечушкина посвящены, в сущности, одной и той же проблеме механизации шахтного хозяйства. «Ты знаешь», — говорит герой рассказа «Письмо друга», — что шахта своими выработками пересекает водоносные пласты. В этом районе имеется группа шахт, соединенных между собой, которые обслуживаются тремя насосными подстанциями.

Цель моей работы — заставить насосы работать без вмешательства человека. При поднятии воды до определенного уровня они при помощи поплавкового реле включаются на рабочий режим. В итоге все три насосные подстанции, работая совершенно самостоятельно, не нуждаются в систематическом надзоре высококвалифицированных слесарей и камеронщиков.

И, наконец, вторая часть моей работы... Да, впрочем, убедись сам...

Он снял телефонную трубку.

— Центральная? Дайте насосные! Да! А теперь — слушай!

Я приложил трубку к уху. После минутного молчания послышалось легкое гудение, и металлический голос произнес:

— Работает насос один, уровень три метра.

— Работает насос пять, уровень два метра.

— Работает насос девять. Насос восемь переключен, уровень три метра.

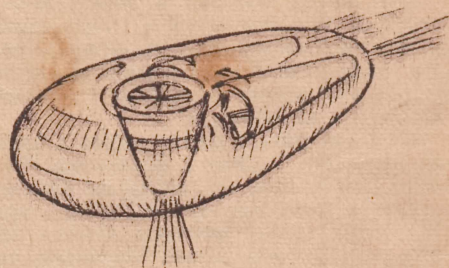
— Восьмой насос, который должен в это время работать, вышел из строя. Очевидно, авария. Как видишь, центральная телефон-

ная станция включает вместе с микрофоном, установленным в насосной подстанции, также и автоматический сигнализационный аппарат».

Автор, повидимому, хорошо знает свою специальность. С большим остроумием разрешает он ряд технических проблем, возникающих при решении основной задачи. Но тема, которую он затрагивает в своем рассказе, не только не фантастична, но даже и технически не нова. Многократно поднималась она в специальной литературе, и ряд экспериментальных установок такого типа уже испытывался в советской промышленности.

Значительно большую механизацию предусматривает тов. Нечушкин. Почти все производственные процессы в «Шахта 195... года» выполняются «разумными» механизмами. На долю обслуживающего персонала остается лишь управление пультами, где мастера и инженеры нажимают кнопки и поворачивают соответствующие рычажки.

Сами того не подозревая, Мирошниченко и Нечушкин затрагивают очень серьезную и важную проблему технической выполнимости и технической и экономической целесообразности.



Этот проект переносит нас в увлекательную область... суперавиации. Представьте себе самолет без крыльев и громоздких роторов. Это «Аэроканус» — проект читателя тов. Мanteeва.

Современная техника позволила бы нам, если бы в этом представилась необходимость, широко механизировать не только многие производственные процессы, но и быт. Представьте себе, что лестницы наших домов заменены эскалаторами, тротуары заменены движущимися дорожками-конвейерами. Можно все двери в наших квартирах снабдить фотоэлементами, которые предупредительно распахивали бы створки дверей при нашем приближении. Технически все это вполне исполнимо, но целесообразно ли это? Стоит ли затрачивать на эти игрушки огромные средства,

Высокочастотный стратоплан описывает в своем проекте читатель Г. Драбкин. Подобный самолет будущего уже описывался на страницах журнала «Техника — молодежи» в статье лауреата Сталинской премии Г. Бабат. Пока же высокочастотный принцип воплощается в наземном транспорте.

Драбкин Г. М.

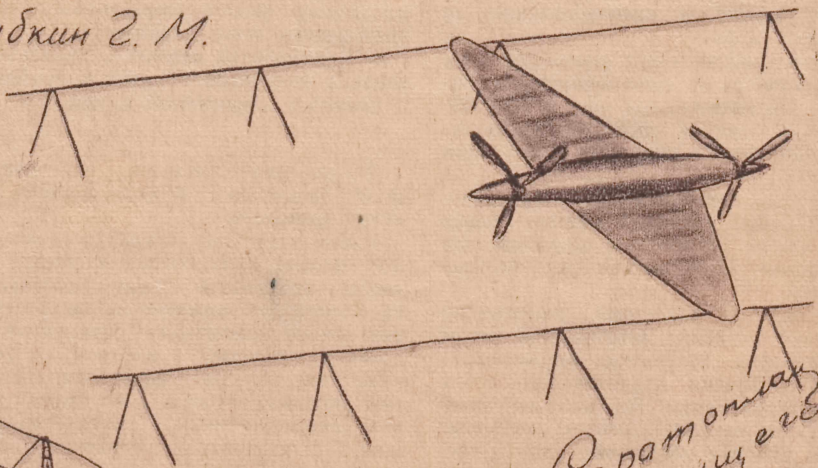
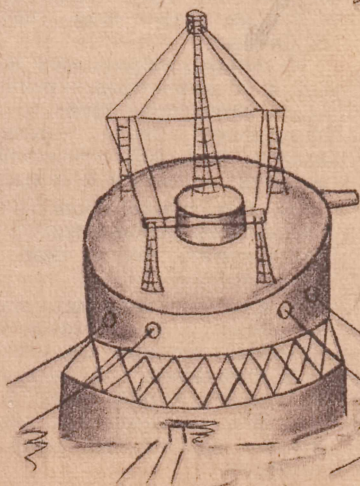
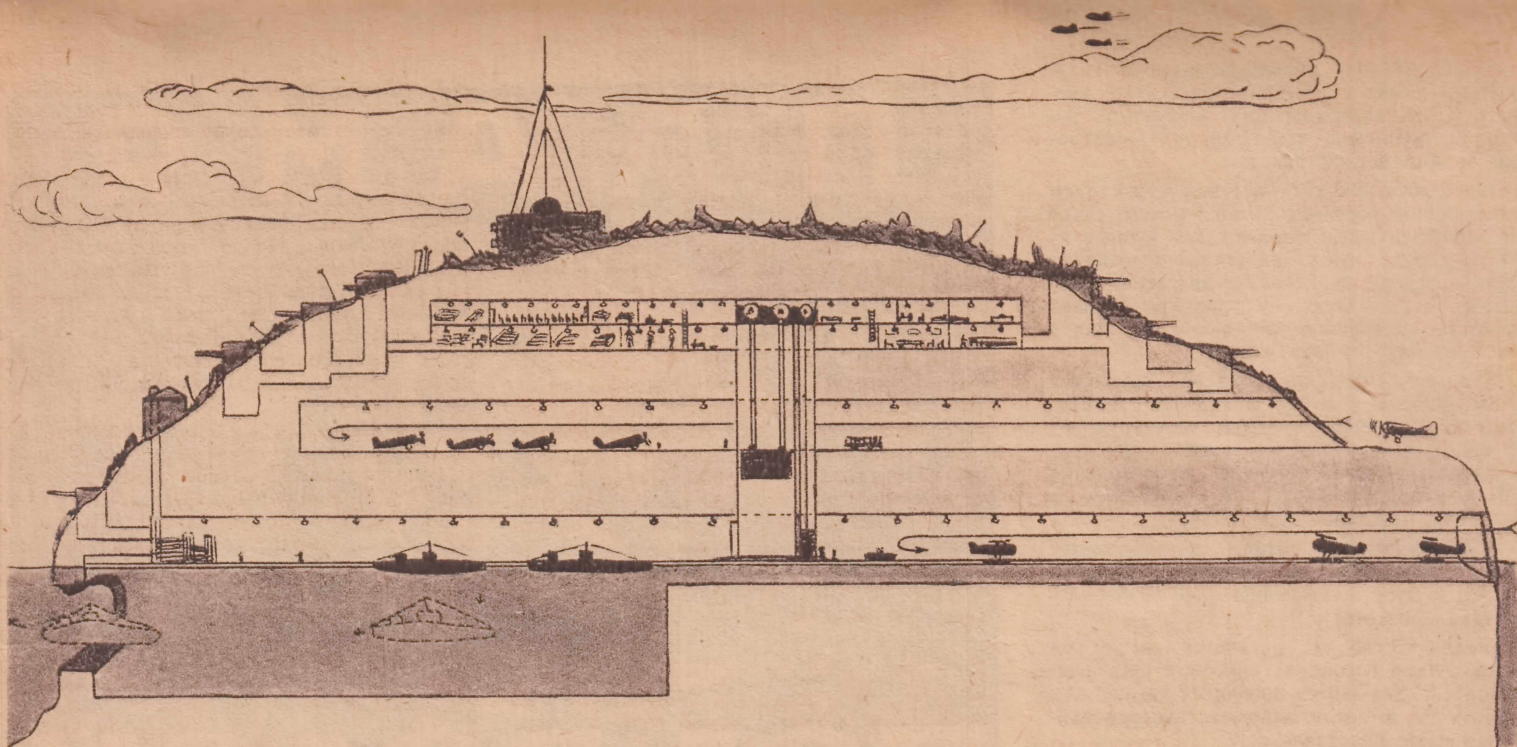


РИСУНОК К СТАТЬЕ

Стратоплан
Бабат



«Остров-ангар» — рисунок и проект читателя Л. Трифонова. Этот проект представляет собой гигантскую крепость с подземными ангарами, базами подводных лодок и т. п. Современной технике вполне под силу создание таких островов-крепостей. К сожалению, автор проекта ни словом не обмолвился об энергетической проблеме своего сооружения.

материалы и драгоценный человеческий труд?

С подобными же вопросами приходится встречаться и технику. Целесообразно ли красить стены шахт алюминиевым порошком, как это предлагает Нечушкин? Да стоит ли вся шахта всех тех затрат, которые потребовались бы для ее полной электрификации и механизации? И не проще ли сделать качественный технический скачок и перейти прямо к подземной газификации угля, извлекая его на поверхность, как об этом мечтал еще Д. И. Менделеев?

Подобные же вопросы возникают при рассмотрении проекта Б. Аврамчука «Паровоз ближайшего будущего».

Бесспорно, многие детали его интересного предложения могли бы дать пищу воображению конструктора-специалиста, но не нужно забывать о том, что в таком сложном установившемся хозяйстве, как железнодорожный транспорт, всякое новое предложение нужно рассматривать не только с технической, но и с экономической точки зрения. Даже небольшое изменение конструкции паровоза немедленно вызвало бы необходимость переделки всего существующего паровозного парка, потребовало бы переучивания обслуживающего персонала, и в результате возможная выгода была бы с лихвой перекрыта расходами на перестройку существующего производства.

Целый ряд проектов переносит нас в фантастическую и увлекательную область суперавиации и астронавигации (звездоплавания).

Универсальный новый двигатель, названный «аэроконус», предлагает В. Мانتеев. По его мысли, аэроконус с успехом может заменить обычный авиамотор с пропеллером или вертикальный винт вертолета. Представьте себе самолет без крыльев и громоздких роторов, беззвучно взлетающий вертикально с любой площадки, неподвижно парящий в воздухе, обладающий огромной скоростью и поворотливостью, похожий на гигантскую осу, готовую в любую секунду ужалить!

Действие аэроконуса основано на реакции мощной воздушной струи, нагнетаемой

винтами в кожух конической формы. Моторной установкой новой воздушной машины должна являться паровая или газовая турбина с огромным диапазоном скоростей (10—30 тысяч оборотов в минуту).

Боевой аэроконус может поворачиваться на месте, увертываясь от противника и готовясь к нападению; он может бомбить с предельной точностью земные объекты и расправляться с воздушными врагами с помощью «пневматического тарана» — мощной, разрушительной воздушной струи.

Имя Константина Эдуардовича Циолковского, страстного пропагандиста ракетного принципа и автора многих смелых проектов межпланетных кораблей, постоянно упоминается целым рядом энтузиастов, посвятивших свои очерки тем же проблемам.

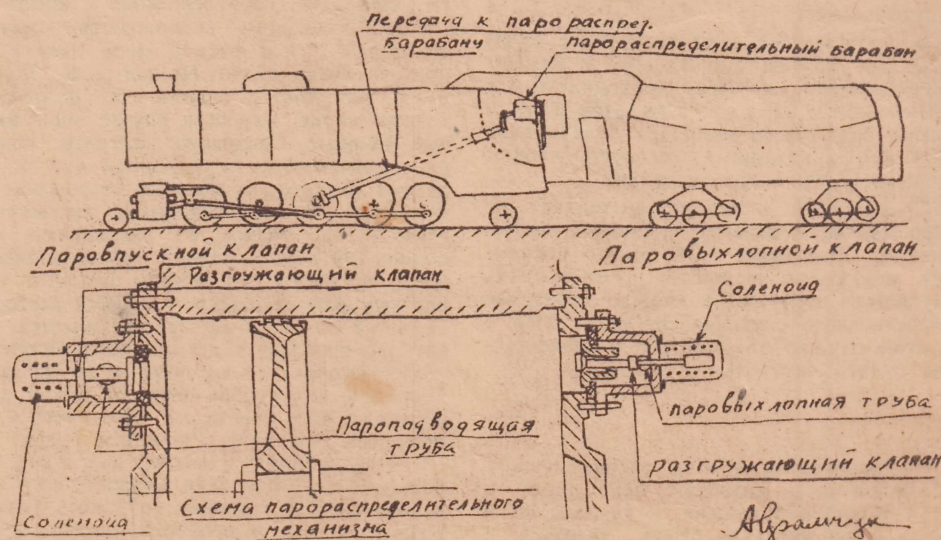
Читатель Соколов А. — не первый, мечтающий о боевом применении ракет. Проблема эта не раз разрешалась на страницах научно-фантастических произведений.

Но... как это часто бывает, действительность оказалась фантастичнее многих романов. Гром гвардейских минометов Красной Армии был достойным салютом советской технике, впервые разрешившей проблему боевого применения реактивных аппаратов. Ракетные установки английских самолетов, пресловутые немецкие самолеты-снаряды — все это уже не мечта фантаста, но будничная боевая техника сегодняшнего дня.

Высокочастотный стратоплан описывает в своем очерке Г. Дабкин. Но подобный самолет будущего, по проекту лауреата Сталинской премии Г. Бабата, уже описывался на страницах журнала «Техника — молодежи». Сейчас профессор Бабат работает над реальным внедрением высокочастотного принципа на транспорте.

Два очерка Б. В. Ляпунова — «Стратоплан» и «Институт межпланетных сообщений» — посвящены воплощенной в жизнь мечте Циолковского.

Многие детали этого интересного предложения могут дать пищу воображению конструктора-специалиста. Перед вами рисунок к проекту «Паровоз ближайшего будущего» читателя Б. Аврамчука.



«Перед зданием института высится грандиозный памятник великому русскому ученому К. Э. Циолковскому. Структура института подчинена одной задаче — созданию межпланетной ракеты...

Отдел горючего работает над изысканием новых видов горючего. Уже найдено такое высокоэффективное топливо, как одноатомный водород. Отдел двигателей разрабатывает и строит реактивные двигатели различных типов. Отдел материалов изучает свойства материалов при очень высоких и очень низких температурах.

В аэродинамическом отделе изучается сопротивление воздуха движению ракеты. Акселерометрический отдел конструирует всевозможные измерительные приборы. В физиологическом отделе производятся опыты над животными и человеком в условиях межпланетного полета.

Конструкторский отдел разрабатывает проект межпланетной ракеты в целом. Близится к осуществлению пророческие слова Циолковского:

«Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а потом завоюет себе все окололунное пространство»

И вот перед нами последняя, только что полученная рукопись, адресованная в отдел «Окно в будущее». Ее заглавие — «Возможное осуществление проекта создания искусственного спутника Земли».

«Уважаемые читатели, наверное, хорошо помнят предложение генерал-майора Покровского создать искусственный спутник Земли, пользуясь явлением кумуляции, — пишет Ф. Михайлов, студент МГУ. — На современном уровне техники эта задача таким способом неразрешима. Но разве у техники нет других путей?»

Чтобы сообщить межпланетному кораблю скорость в 8 000 метров в секунду, достаточную для превращения его в спутника Земли, проще всего использовать ракетный двигатель. Еще Ф. А. Цандер дал очень полезную идею использовать материал самой конструкции корабля в качестве топлива. Именно это предложение я и кладу в основу своего проекта.

Спрессованный в форме цилиндра порох одним концом упирается в стенку, а другим входит в камеру сгорания, где постепенно сгорает, и пороховые газы истекают через сопло, давая двигательную силу всему аппарату.

По мере сгорания порохового цилиндра камера будет надвигаться на него. При соответственно выбранном сечении цилиндра и сопла равновесие будет сохраняться, и межпланетный корабль будет двигаться поступательно».

Подсчеты автора дают следующие величины: вес кабины с приборами и камерой сгорания — 500 кг, вес необходимого запаса пороха — 12 тонн. При этих данных сечение порохового цилиндра будет равно 2 500 см², а начальная скорость кабины достигнет 8 000 метров в секунду.

«Приведенный расчет не претендует на исчерпывающую полноту, — пишет в заключении Ф. Михайлов. — Он только показывает, что уже в настоящее время с существующими порохами возможно создание искусственного спутника Земли и даже с пилотом. Нужно это или нет, я предоставляю судить читателю».

Мы рассказали в этой очерке лишь о небольшой части рассказов, присланных в отдел «Окно в будущее», и думаем, что и впредь наши читатели будут делиться с нами своими соображениями и мечтами о науке и технике завтрашнего дня.



Проф. К. ХРЕНОВ

С давних пор люди стремятся проникнуть в просторы атмосферы и в глубь безграничных морей и океанов. Но если самолеты летают уже на высоте более 10 километров, то проникновение человека в глубины морей идет довольно медленно, и практически освоенная глубина, на которой возможно производить какие-либо работы, лишь немногим превышает сотню метров. А так как условия работы человека в современном водолазном снаряжении очень трудны, то под водой и на этой малой глубине производят только самые простые работы. К тому же до недавнего времени в распоряжении водолаза не было почти никаких технических средств. И только теперь удалось расширить возможности подводных работ, осуществив под водой электрическую сварку и резку металлов.

С конца прошлого столетия было известно, что при соблюдении определенных условий вольтова дуга может гореть в жидкостях, в том числе и в воде. При этом часть воды от высокой температуры быстро разлагается, и образующиеся газы окружают дугу своеобразным «газовым пузырем», который защищает активные части дугового разряда от соприкосновения с водой.

Таким образом, возможность горения вольтовой дуги в жидкой среде была установлена очень давно. Но когда в 1932 году я приступил к опытам по подводной электросварке, возникли другие очень важные вопросы. Следовало выяснить, может ли устойчиво гореть сварочная дуга в воде при питании от обычных сварочных генераторов. В этих аппаратах напряжение сравнительно низкое, но увеличивать его выше 100 вольт нельзя. Использование более высокого напряжения было бы уже опасным для сварщика. Второй и наиболее сложный вопрос был такой: удастся ли глубоко проплавить металл, погруженный в воду, которая его омывает и охлаждает? Теоретические соображения не могли дать определенного ответа на этот вопрос, и пришлось решать его опытным путем.

Первоначальные опыты ставились в большом железном баке. Сварщик погружал в воду руки в длинных по локоть резиновых перчатках и пробовал сварить куски металла. После ряда неудач удалось добиться вполне устойчивого горения нор-

мальной сварочной дуги в воде. Оказалось, что для этого нужно покрыть электродный стержень толстой оболочкой или обмазкой из минеральных веществ, замешанных на водном растворе жидкого стекла. Чтобы придать этой оболочке водонепроницаемость, ее пропитывают лаками, парафином и тому подобными веществами. Под действием дуги обмазка плавится несколько медленнее стального электродного стержня и образует на его конце небольшую выступающую трубочку или чашечку — так называемый «козырек». На этом козырьке под водой повисает газовый пузырь, подобно тому, как висит мыльный пузырь в воздухе на соломинке или стеклянной трубочке. Козырек, таким образом, облегчает образование на конце электрода газового пузыря, защищающего дугу от воды. От этого горение дуги становится спокойным и устойчивым, что необходимо для практического осуществления сварки. Нормальные сварочные машины, построенные для сварки на воздухе, пригодны без всяких переделок и для сварки под водой. При устойчивом горении дуга плавит металл в воде почти так же легко, как и на воздухе.

Таким образом, выяснилось, что, на первый взгляд, невероятное сочетание расплавленной и кипящей стали с окружающей ее холодной водой вполне возможно. Дуга, горящая в воде, разлагает водяные пары. Крупные пузыри газов все время появляются на поверхности, и вода как бы кипит. Мельчайшие частицы соединений железа, стущающиеся из паров кипящей стали, окрашивают воду в желтый цвет.

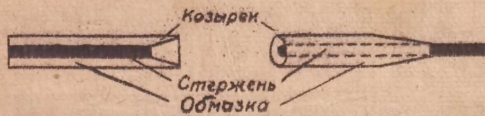
Для горения дуги под водой необходимо напряжение в 30—35 вольт вместо 20—25 вольт на воздухе. Силу тока для одинаковых работ приходится для подводной сварки тоже несколько увеличить по сравнению со сваркой на воздухе. Процесс сварки идет одинаково успешно как в пресной, так и в соленой морской воде.

Результаты исследований 1932 года были опубликованы и получили довольно широкую известность среди специалистов. В нашем Союзе подводная сварка применялась уже во время работ по спасению и подъему морских судов, например, при подъеме парохода «Беринг» в Черном море, при снятии с камней ледокола «Сиб-

ряков» и в некоторых других случаях. Все же широкого применения подводная электросварка до Великой отечественной войны не получила. Такое положение объяснялось тем, что до войны поднимались 2—3 затонувших корабля в год. Другие же подводные работы были редки. Ремонт кораблей, например, производился в сухих доках, где можно было применять обычные методы, не прибегая к электросварке под водой. В 1932 году я отошел от изучения подводной сварки, занявшись другими вопросами, и вернулся к этому делу только через десять лет.

Начавшаяся Отечественная война по-новому поставила вопрос о подводной электросварке. Выявилась также необходимость не только сваривать, но и резать металл, погруженный в воду. В начале 1942 года, по предложению Народного комиссариата путей сообщения, я приступил к наиболее интересному этапу исследований.

При одном из московских институтов была организована специальная лаборатория по разработке методов сварки и резки металла под водой. Эта лаборатория была оборудована достаточно мощными техническими средствами, давшими возможность вести опытные работы в условиях, близких к производственным. Опыты производились в учебной камере размером 4×2 м, глубиной в 3 м. Камера была снабжена иллюминаторами для наблюдения, трубопроводами для быстрой смены воды, мощным подводным электрическим освещением, механизированной подачей воздуха водолазу. Во время работы с водолазом можно было разговаривать по телефону. Ток к аппаратам подавался с помощью специальной линии, рассчитанной на токи до 900 ампер.



При горении дуги под водой металлический электродный стержень плавится скорее, чем обмазка из минеральных веществ. От этого на конце стержня образуется «козырек», на котором повисает газовый пузырь.

Необходимые приборы управления дополнили оборудование камеры.

В первую очередь был разработан метод электрической резки металла под водой. Еще старые опыты показали, что дуга под водой расплавляет металл на значительную глубину. Усилив же ток в дуге до 800—900 ампер и внося некоторые изменения в аппаратуру, мы получили возможность разрезать металл до 60 мм толщиной. Были разработаны технические приемы резки, обучены кадры подводных электрорезчиков, и уже в августе 1942 года лаборатория по заданию Главного управления военно-восстановительных работ НКПС смогла провести опытную производственную работу. Нам удалось разрезать на куски фермы взорванного железнодорожного моста, лежавшие в воде на глубине 10—12 м. По окончании опытной работы НКПС сформировал специальный поезд подводной электрорезки с мощным оборудованием, с собственной передвижной электростанцией и подъемными средствами для извлечения разрезанного металла. Поезд уже выполнил ряд крупных работ по подъему со дна ценного мостового металла, который немедленно используется на постройку новых мостов взамен разрушенных.

С первых же месяцев войны началось бурное развитие подводной электросварки и в нашем Военно-Морском Флоте. Старый метод исправления повреждений с постановкой корабля в док требовал много времени, столь дорогого в боевой обстановке. А кроме того, корабль, стоящий в доке, почти беспомощен и является удобной мишенью для воздушных нападений против-

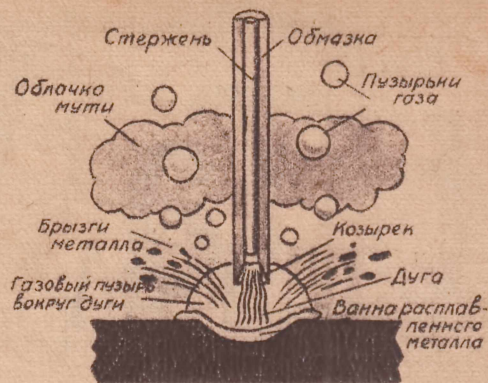
ника. По этой причине подводная электросварка, дающая возможность быстро произвести ремонт прямо в открытом море, приобрела огромное значение. В короткое время были подготовлены кадры подводных электросварщиков, и во флоте стала широко применяться электросварка и электрорезка под водой.

В последнее время наша лаборатория сделала новый шаг по пути завоевания морских глубин. Был разработан метод полуавтоматической подводной сварки. Водолаз должен теперь лишь прикрепить несложное приспособление к месту сварки и зажечь дугу, а потом процесс идет автоматически, без участия человека. С помощью таких аппаратов стало возможным производить подводные работы при быстром течении и в штормовую погоду.

Подводная электросварка неоднократно применялась во время ремонта военных кораблей всех классов, включая линкоры, крейсера, эсминцы и подводные лодки. Во многих случаях боевые корабли, получившие повреждения, благодаря применению подводной электросварки за несколько часов восстанавливали свою боеспособность и снова вступали в строй. Работы проводились во всех наших морях, в различных условиях, на глубинах до 85 м.

Способ подводной электросварки, описанный в этой статье, является до сих пор, насколько известно, единственным практически применяющимся методом. Что же касается подводной резки, то еще во время первой мировой войны был освоен способ газовой, кислородной подводной резки металла. При этом способе металл плавится в пламени сжатого водорода; для сжигания водорода под воду приходится подавать струю сжатого кислорода. Поэтому серьезным недостатком газовой резки был большой расход сжатых газов. При электрической резке не требуется газов, но зато необходим мощный источник электрического тока. Чтобы устранить недостатки, присущие обоим методам электросварки, был разработан и теперь с успехом применяется комбинированный способ электрогазовой, или кислородно-электрической, резки. Резка ведется особым трубочным электродом, по внутреннему каналу которого вдувается струя кислорода. Кислород сжигает нагретый металл и ускоряет процесс резки. Для электрогазовой резки достаточен ток в 300 ампер, совсем не требуется водорода, который заменен горящим металлом, а расход кислорода оказался, как показали опыты, незначительным.

Электрическая сварка и резка под водой сейчас настолько хорошо освоены, что безусловно сохраняют большое производственное значение и после войны, когда встанет вопрос о ликвидации огромных разрушений, подъеме сотен потопленных кораблей и капитальном восстановлении



На схеме горения дуги под водой хорошо виден газовый пузырь, образовавшийся из разложенной током воды. Этот пузырь не дает воде соприкоснуться с пламенем дуги. Облачко мутьи получается потому, что в зоне дуги металл закипает, а затем его пары сгущаются в воде, образуя мельчайшую муть. Пузырьки газов отделяются от защитного пузыря и все время всплывают, от этого кажется, что вода кипит.

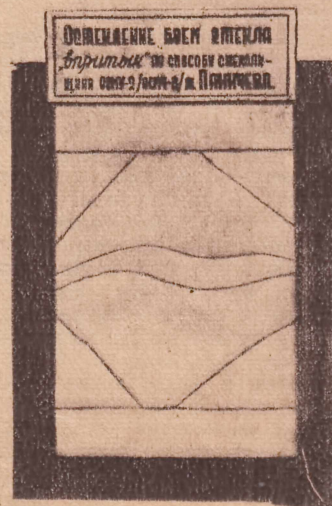
многих десятков крупных мостов. Следует отметить, что дуга может гореть на всех глубинах и с увеличением глубины и давления расплавляющее действие дуги на металл даже усиливается. Это объясняется тем, что с увеличением давления быстро возрастает температура дуги. При атмосферном давлении, например, температура дуги равняется 6000—8000°, а при давлении в 10 атмосфер или на глубине 100 м, где давление воды достигает 10 атмосфер, она составляет уже около 9000—10000°. В настоящее время дуговой разряд экспериментально исследован при давлении до 1200 атмосфер; что соответствовало бы глубине в 12 км. Но, как известно, самая большая глубина океана не превышает 11 км. По этой причине электрическая сварка и резка будут применяться на всех глубинах, которых достигнет человек с целью выполнения технических работ.

В заключение надо сказать несколько слов о профессии подводного сварщика и резчика. Работа эта чрезвычайно интересна и увлекательна. Правда, она тяжела, трудна и опасна, требует физической выносливости и хладнокровия, но большинство подводных сварщиков и резчиков любят свою работу и не хотят менять ее на другую. Можно рекомендовать юношам с безупречным состоянием здоровья и крепкими нервами ближе познакомиться с этой новой и интересной профессией. Подробности о ней они могут получить в Аварийно-спасательном управлении Наркомата Военно-Морского Флота СССР.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЯ СТЕКЛА

Простой способ использования битого стекла для остекления оконных переплетов предложил один из стекольщиков строительного треста тов. Паничев.

Оконный переплет заполняется различными по форме осколками стекла так, чтобы каждый из них заходил с обратной стороны за предыдущий на 1,5—2 и больше сантиметров. Когда весь переплет заполнен, по контуру осколков алмазом срезается излишек стекла, и осколки теперь прилегают друг к другу вплотную. Тонкие же щели в стыках отдельных стекол промазываются раствором жидкого стекла, составленным по специальному рецепту. Остекленные таким способом переплеты имеют чистый вид и подчас оригинальный мозаичный рисунок.



73 f Ta ТАНТАЛ

Р. НИЛЕНДЕР,
главный инженер завода, кандидат
технических наук
И. СУЗДАЛЬЦЕВ,
инженер завода

Не так давно слово «тантал» для многих было лишь пустым звуком. Хотя тантал и обнаружен уже полтора столетия назад, но даже для специалистов этот металл оставался просто элементом, занимающим определенное место в периодической таблице Менделеева. Понадобилось сто лет, чтобы выделить тантал в значительном количестве, и только менее четверти века прошло с тех пор, как он начал приобретать промышленное значение.

Причиной такого позднего признания практической ценности тантала было незнание его свойств и трудность получения его из руд.

Первые попытки производства и применения тантала относятся к началу XX века, когда пытались изготовлять из танталовой проволоки накаливающиеся нити в осветительных электролампах. Однако тантал не получил широкого применения для этой цели вследствие несовершенства методов его производства и был заменен более тугоплавким металлом — вольфрамом.

Внимание работников техники было вновь привлечено к танталу лет 25 тому назад, когда его применили в выпрямителях радиобатарей. Погруженный в раствор соответствующего электролита, тантал покрывается чрезвычайно устойчивой окисной, так называемой «анодной» пленкой, свободно пропускающей переменный ток от раствора к танталу, но «запирающей» ему путь в обратном направлении. Таким образом, переменный ток выпрямляется, то есть превращается в постоянный.

Электрические конденсаторы из тантала обладают самой высокой эффективностью. Особенно ценно их свойство самовосстанавливаться. Если при высоком напряжении поверхность конденсатора пробивается искрой, в месте пробоя немедленно образуется изолирующая пленка, и конденсатор продолжает работать.

В радиотехнике используют также другую интересную способность тантала — жадно поглощать газы при высокой температуре. С какой бы тщательностью ни производилось откачивание воздуха из баллона радиолампы, небольшие количества газов, поглощенные внутренней поверхностью стекла или отдельных деталей, остаются после запайки баллона. Свойство тантала поглощать эти газы способствует сохранению вакуума в радиолампах.

Интерес представляет также высокая рассеивающая способность тантала, благодаря чему аноды, изготовляемые из этого металла, не накаливаются. Такие аноды применяются в радиолампах, особенно в аппаратах военной радиосвязи.

Большая химическая стойкость делает тантал ценнейшим материалом для химического машиностроения. Большинство органических кислот, солей, газов, спиртов, альдегидов, кетонов, эфиров и т. п.

вовсе не действуют на тантал. Высокая же прочность тантала позволяет применять тонкостенную аппаратуру из этого металла даже при значительных давлениях. Например, стенки толщиной 0,4—0,5 мм выдерживают давление 10 кг на 1 см². Примером высокоэффективного применения тантала в химической промышленности может служить компактная танталовая установка для поглощения хлористоводородного газа, которая заменяет существующие громоздкие системы. Такая установка не требует специального изолированного помещения, так как не пропускает наружу вредных паров и газов.

Однако, прежде чем использовать тантал для изготовления того или иного оборудования или детали, необходимо его получить из руды.

Одной из основных особенностей тантала является то, что механическую обработку давлением (ковку, прокатку, волочение) можно производить лишь с химически чистым металлом. Поэтому необходимо предварительно провести тщательную очистку исходных полуфабрикатов, служащих для выделения из них тантала.

С другой стороны, высокая температура плавления тантала делает невозможной его получение обычными, принятыми в металлургии методами плавления или восстановления.

Исходным сырьем для получения тантала служат танталовые руды: танталит, колумбит и др. Руды эти содержат до 15% ниобия. Это обстоятельство является серьезным препятствием для получения чистого тантала, так как отделение его от ниобия чрезвычайно трудно вследствие близости химических свойств этих металлов.

Танталосодержащие руды дробят на шаровых мельницах и сплавляют с каустической содой в чугунных котелках, подогреваемых до температуры 850—900°. Полученный сплав выщелачивают горячей водой. При этом удаляются растворимые в воде примеси (окислы кремния, алюминия, олова, вольфрама и др.). Тантал же и ниобий образуют вместе с некоторыми другими металлами нерастворимые в воде натриевые соли.

Эти соли обрабатывают соляной кислотой, в которой растворяются соединения железа, марганца и кальция. Соли же тантала и ниобия превращаются при этом в пятиокиси, которые затем уже растворяют в плавиковой (фтористоводородной) кислоте и вновь осаждают хлористым калием. При этом выпадают кристаллы фтортанталата и фторниобата калия.

Для использования в электропромышленности нет необходимости разделять эти металлы, так как их сплавы по своим свойствам не отличаются от чистого тантала. Однако если необходимо отделить тантал от ниобия, то при обработке пятиокиси этих металлов плавиковой кислотой процесс ведут таким образом, чтобы образующийся труднорастворимый фтортанталат калия отделялся от легкорастворимого фторниобата. Таким образом, удается отделить тантал от ниобия.

Очищенные вторичной кристаллизацией фтортанталат и фторниобат промывают и сушат.

Теперь конечный полуфабрикат, очищенный от всех посторонних примесей, надо превратить в металл. Для этого в конические железные тигли загружают слоями кристаллы фтортанталата и кусочки метал-

лического натрия. Сверху помещают защитный слой хлористого калия, предохраняющий натрий от сгорания, и подогревают тигли паяльной лампой. Прогрев достаточно произвести где-нибудь в одном месте. Далее реакция восстановления протекает сама, с большим выделением тепла.

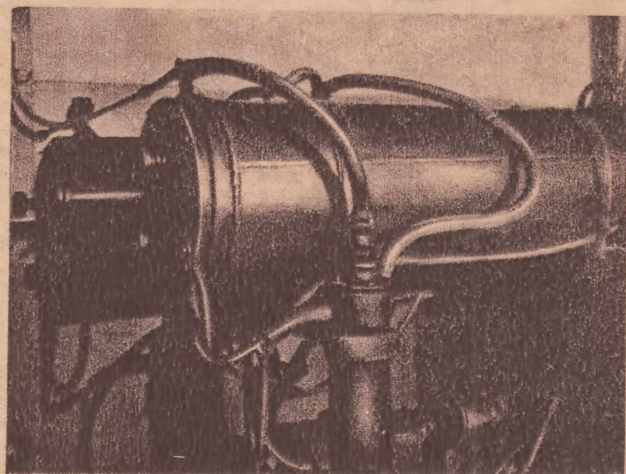
Затем сплавленную массу, состоящую из порошка металлического тантала (или сплава тантала с ниобием) и фтористых солей, выбивают из тигля и промывают сначала холодной, затем теплой водой. Промытый порошок обрабатывают соляной кислотой для удаления загрязняющих примесей и сушат в сушильном шкафу. Этим завершают первый цикл процесса.

Второй цикл начинается прессованием порошка в призматические бруски (600×20×20 мм) прямоугольного сечения — «штабики», которое производят на гидравлических прессах под давлением 500 атмосфер.

Для большей прочности штабиков к очищенному порошку примешивают некоторое количество порошка, полученного из металлических отходов тантала.

Спрессованные штабики помещаются в печь, где при постоянном подъеме температуры до 1500°С и непрерывном откачивании выделяющихся газов штабики спекаются. Спекшиеся стержни зажимают в специальные электроды (шпильки) сварочных аппаратов и пропускают через них постепенно увеличивающийся ток. При повышении температуры до 2750° все газы, в том числе и жадно поглощаемый танталом водород, улетучиваются, а остающийся порошок сваривается в компактный, но пористый брусок.

Такой брусок применяют для изготовления конденсаторов, где требуется пористый металл.



Вакуумная печь для спекания порошкообразного тантала.

Если же тантал предназначен для других целей, брусок для устранения пористости подвергают проковке и двукратному отжигу на том же сварочном аппарате. Процесс сварки и отжига производят при непрерывном удалении отходящих газов с помощью мощного ртутного вакуумного насоса.

Полученные бруски плотного металла идут уже непосредственно на механическую обработку. Тантал представляет собой металл серого цвета с температурой плавления 2850°, удельный вес его 16,6. Чистый тантал при комнатной температуре очень тягуч; поэтому его подвергают обработке на холоде.

Тантал можно прокатывать на холоде из крупного бруска до самой тонкой жести (0,01 мм) без промежуточного отжига. Однако танталовая нить из неотожженного металла легко рвется и может быть вытянута только до диаметра не менее 0,1 мм.

СЕЛЕН

М. ЛОЗИНСКИЙ,

лауреат Сталинской премии, доктор технических наук, главный инженер Н-ского завода

Для зарядки аккумуляторных батарей, хромирования, никелирования, серебрения, для работы передающих радиостанций и радиоприемников, а также для постройки различных измерительных и специальных приборов необходим постоянный ток. Но электрические станции генерируют переменный ток, меняющий в осветительных и силовых сетях Советского Союза и европейских государств величину напряжения 100 раз в течение одной секунды. Поэтому, прежде чем его использовать, во многих случаях приходится прибегать к преобразованию переменного тока в постоянный, или, как говорят, к его «выпрямлению». В зависимости от того, какого напряжения и силы требуется постоянный ток, могут быть применены различные типы выпрямителей. Широко используются, например, ртутные выпрямители с жидкими и накаливаемыми катодами. Эти выпрямители преобразуют переменный ток в постоянный за счет использования односторонней проводимости паров ртути при низком давлении.

Во многих отраслях техники находят применение вакуумные (кенотронные) выпрямители, вращающиеся моторгенераторы и механические (вибрационные) преобразователи. Общим недостатком для всех перечисленных выше устройств является ограниченный срок службы. Например, попадание воздуха в ртутные выпрямители и кенотроны выводит их из строя. Износ подшипников, истирание щеток и коллекторов вращающихся выпрямительных агрегатов вызывают длительные остановки их для ремонта.

Создание выпрямителя, имеющего безграничный срок службы, механически прочного и надежного, являлось заманчивой тех-

Так выглядят миниатюрные селеновые выпрямители для измерительных приборов.



нической проблемой. Много исследований и экспериментальных работ было проведено учеными для решения этой задачи.

В 1908—1910 годах работы увенчались успехом. Было обнаружено, что через контакты, сделанные из меди и закиси меди, ток легко проходит в одном направлении и почти не проходит в другом. Таким путем были созданы так называемые купроксные выпрямители, удовлетворяющие почти всем перечисленным выше требованиям. Однако купроксные выпрямители не могут работать при температуре ниже -10° , на их изготовление расходуется много дефицитной красной меди, а собранные агрегаты получаются сравнительно громоздкими и тяжелыми.

Новым видом преобразователей тока, которые в последние годы находят все более широкое промышленное применение, являются селеновые выпрямители. Эти устройства собираются из отдельных выпрямительных элементов (дисков). Как из отдельных кирпичей могут быть построены различные сооружения, так из отдельных селеновых выпрямительных дисков производится сборка агрегатов на разные токи и напряжения.

Простейшие выпрямительные диски изготавливаются из листового никелированного железа или алюминия толщиной 0,8—1,5 мм. На поверхность диска наносится тонкий слой селена. Некристаллический селен при комнатной температуре представляет собой твердое вещество темного цвета с металлическим блеском. Но уже при температуре 217° селен плавится. Поэтому палочка из селена при соприкосновении с нагретым диском тает, как сургуч, и покрывает его сравнительно равномерным слоем.

Покрытые селеном диски подвергаются прессовке при температуре 110° и давлении около 10 кг на см^2 . Во время прессовки поверхность нанесенного слоя выравнивается, а селен переходит из аморфной структуры в кристаллическую.

После этого диски подвергаются еще некоторым несложным операциям, и на этом заканчивается технологический цикл их изготовления.

Самые большие диски, изготавливаемые у нас в Союзе, имеют квадратную форму размером 10×10 см и допускают нагрузку в четыре ампера при напряжении 15—18 вольт.

Для маломощных выпрямительных устройств применяются диски-лиллипуты диаметром всего в 0,6 см, рассчитанные на ток в две сотых ампера.

При включении селенового диска в цепь переменного тока его выпрямляющие свойства проявляются в малом сопротивлении прохождению тока в одном направлении (в положительный полупериод) и в большом сопротивлении в обратном (в отрицательный полупериод).

Селеновые выпрямители могут работать в условиях низких температур. Но повышение температуры более чем до $+75^{\circ}$ приводит к гибели дисков. В связи с этим при эксплуатации селеновых выпрямителей приходится прибегать к искусственному охлаждению. Тогда нагрузка на диски может быть значительно увеличена.

Например, при охлаждении выпрямителя струей сжатого воздуха или погружении в трансформаторное масло нагрузка на диск 10×10 см может быть доведена до 10—12 ампер вместо обычных четырех.

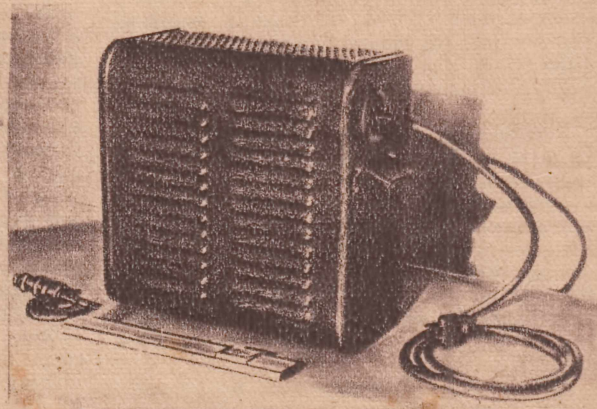
Для гальванических цехов нужны выпрямители на большие силы тока (порядка сотен и даже тысяч ампер), но на низкое напряжение (около 6—10 вольт). Разработанные под руководством автора, выпрямители типа «ВСА-3М» допускают нагрузку до 350 ампер при напряжении 7 вольт. Эти выпрямители делаются в виде железных баков, наполненных трансформаторным маслом. Внутри бака помещаются четыре медных листа. С обеих сторон каждого листа укрепляются по 20 селеновых дисков 10×10 см.

Имеется другая конструкция гальванического селенового выпрямителя типа «ВСГ-3В».

Этот агрегат также предназначен для питания ванн гальванических цехов. От этого выпрямителя может быть получено выпрямленное напряжение от 4 до 8 вольт при токе 250—150 ампер.

Выпрямитель «ВСГ-3В» имеет естественное воздушное охлаждение и расположен в трубообразном каркасе из углового железа.

Огромный спрос на преобразователи переменного тока в постоянный предъявляют станции зарядки аккумуляторов, применяемых для автомобилей и танков, перенос-



Внешний вид селенового выпрямителя, который применяется для зарядки автомобильных и танковых аккумуляторов.

ных фонарей и других видов гражданской и военной аппаратуры.

Коэффициент полезного действия селеновых выпрямителей колеблется в пределах 50—80% и зависит от их электрической схемы и вида нагрузки. Обычно селеновые выпрямительные агрегаты строят на мощности не выше 10 киловатт.

Кроме сравнительно больших выпрямительных агрегатов, в технике применяются и миниатюрные селеновые выпрямители. Например, селеновые выпрямители для измерительных приборов собирают из дисков диаметром 6 мм.

Надежность работы, малые габариты и простота использования обеспечивают широкое применение селеновых выпрямителей в измерительной технике.

Из года в год совершенствуется технология изготовления этих выпрямителей, повышается их качество, снижается стоимость.

Практически беспредельный срок службы, отсутствие подвижных и вращающихся частей, способность легко переносить кратковременные перегрузки, механическая прочность, нечувствительность к вибрации и тряске, морозостойкость, постоянная готовность к работе делают селеновые преобразователи токов незаменимыми во многих отраслях народного хозяйства нашей родины.

НОВЫЕ МАГНИТЫ

А. СМЕРНЯГИНА

Магниты применяются в очень разнообразных приборах современной электротехники. Они очищают зерно или пылевидное топливо от попавших в них кусочков железа; переводят на расстоянии трамвайные стрелки; передают телеграфные знаки Морзе и воспроизводят в телефонах и громкоговорителях человеческую речь; работают в виде реле в сотнях замечательных автоматических устройств и являются необходимой частью электрических машин: моторов и генераторов.

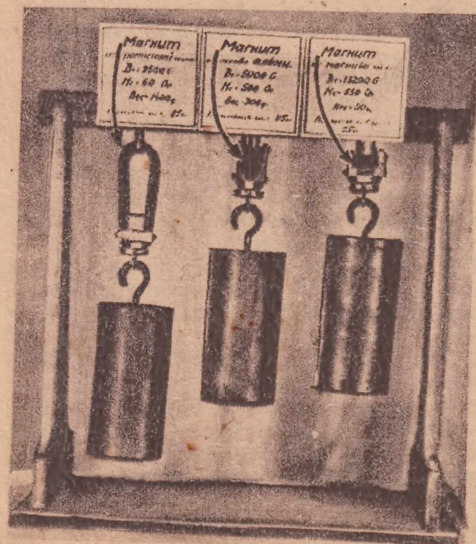
Существуют два типа магнитов: постоянные и электрические, или электромагниты. Постоянные магниты очень просты: это намагниченные куски стали или специального магнитного сплава, которые длительно сохраняют притягивающие свойства. Электромагнит состоит из железного сердечника и обмоток. Прибор притягивает лишь в то время, когда по его обмотке пропускается ток. В истории применения магнитов происходит своеобразная борьба между постоянными и электрическими магнитами.

Постоянные магниты были известны еще в древнем Китае, где из них изготовляли компасы. Когда были созданы первые электрические машины-генераторы, в них также применялись постоянные магниты. Но так как магнитные сплавы в то время были еще довольно слабы, то магнитные части в машинах получались очень большими и тяжелыми.

Изобретение электромагнитов в свое время было большим шагом вперед. Они очень компактны, и тем не менее небольшой электромагнит может развивать большую притягивающую силу. Надо только, чтобы его обмотки имели много витков и чтобы по ним проходил ток значительной силы. На определенном этапе развития техники электромагнит победил, и в электромашинах и моторах он вытеснил постоянные магниты.

Но при всех преимуществах электромагнитов у них оказались и свои недостатки. Необходимо иметь питающий их источник тока. Соединение электромагнитов с другими частями машины вызывает ряд конструктивных трудностей и создает значительную сложность устройства в целом.

Применение новых магнитных сплавов позволяет уменьшить размеры магнитов. Наименьшей силой обладают магниты из хромистой стали; наибольшей силой — магниты из нового советского сплава магнито. Промежуточное место занимают магниты, сделанные из сплава альни.



Тем временем ряд ученых и изобретателей работали над улучшением магнитных сплавов. Выяснилось, что можно значительно увеличить их магнитную силу. Это привело к тому, что в ряде случаев оказалось целесообразным вернуться к постоянным магнитам, конечно, на новом, более высоком техническом уровне.

Победа постоянных магнитов намечается лишь в тех областях, где от магнитов требуется непрерывное притягивающее действие. Там же, где прибор должен попеременно притягивать и отпускать, например в телеграфе или в реле, электромагнит незаменим.

Сила магнитов характеризуется наибольшей магнитной энергией, которая может быть использована вне магнита. 25 лет назад из магнитных сплавов были известны лишь хромистая и вольфрамовистая стали с незначительной удельной, то есть приходящейся на 1 см³, магнитной энергией, равной всего лишь 0,4—0,5 · 10⁴ эргов. Из этой стали делались стрелки для компасов, магниты телефонов и индукторов, электроизмерительные приборы Дебре и некоторые другие. Позже появились кобальтовые стали уже с втрое большей удельной магнитной энергией — до 1,5 · 10⁴ эргов. Они стали применяться в магнето, в динамических радиорепродукторах.

В 1933 году был получен замечательный магнитный сплав — альни. В его состав входит 25% никеля и 14% алюминия. (Отсюда его название альни.) Удельная магнитная энергия альни достигла уже 25 · 10⁴ эргов.

У нас в Союзе впервые этот сплав был получен в одном из институтов Наркомата электропромышленности — в лаборатории профессора Александра Семеновича Займовского.

Сплав альни уже позволил построить генератор в 10 киловатт, у которого ротором служит постоянный магнит из этого сплава. Такая электромашина проста и надежна в эксплуатации; она очень удобна для колхозных электростанций, потому что не требует постоянного надзора.

Магниты из сплава альни с успехом заменяют электромагнит в динамических репродукторах. Особенно ценен такой простой репродуктор во фронтальной обстановке. Мощный магнит, весом в 15 кг, позволяет передавать человеческий голос на расстояние до 20 км. Маленькие магниты, весом в 200 г, служат для комнатных репродукторов.

Постоянный магнит чрезвычайно удобен в магнитной дефектоскопии, при обнаружении изъянов и брака в металлических (железных) конструкциях, особенно в велосипедах-дефектоскопах, применяющихся на транспорте для контроля рельсов. Здесь дефектоскоп работает в движении, и поэтому особенно важна простота и надежность его конструкции.

Наиболее простое и удобное крепление деталей на шлифовальных станках выполняется с помощью магнитов. Сейчас для этого в металлической крышке стола станка монтируется несколько электромагнитов. Но для питания электромагнита требуется источник постоянного или же выпрямитель переменного тока. Кроме того, смазка-



эмульсия, которой поливаются обрабатываемые детали, нередко проникает под крышку стола, разъедая обмотку проводов, что вызывает повреждение электромагнитов. На одном из заводов пришлось даже создать целый цех по их ремонту. Все это упрощается, если заменить электромагниты сильными постоянными магнитами. Чтобы снять детали со стола станка, достаточно будет повернуть рукоятку магнитной плиты, что заставит все магниты передвинуться и отпустить деталь.

В 1940 году в Голландии был получен новый магнитный сплав, так называемый тиконоль, подобный сплаву альни, но содержащий кобальт и по-особому обработанный в магнитном поле. Магнитные свойства этого сплава очень высоки. От этого вес и объем магнитов уменьшается в 16—20 раз в сравнении с магнитами той же силы, сделанными из хромистой стали, и в 3—4 раза — по сравнению со сделанными из альни.

Теперь из постоянных магнитов изготовляют множество миниатюрных приборов, в которых ранее применялись электромагниты. При этом конструкция приборов значительно упростилась.

У нас работа над получением сплава со свойствами тиконоля была начата в 1941 году в лаборатории профессора А. С. Займовского. Война прервала эти исследования, но с 1943 года работы возобновились. В результате упорных исследований был получен новый сплав, названный магнито, не уступающий по своим качествам тиконолю. Кроме этого, в той же лаборатории был изготовлен замечательный сплав — альнис. Он представляет собой соединение типа альни с добавкой кремния. Магниты из альниса особенно устойчивы против всяких влияний, ослабляющих их силу.

Такие магниты оказалось возможным изготовлять прессованием из порошка альниса, смешанного со смолой.

Во многих мелких авиационных приборах магниты делаются в виде тонких крошечных стерженьков. Производство таких деталей требует исключительной точности. При обработке они часто ломаются, и практически готовая продукция составляет лишь ничтожный процент от отлитого металла. Пресс-магниты же легко обрабатываются простой штамповкой.

Можно смело сказать, что во всех случаях, где нужны магнитные приборы непрерывного действия, новые постоянные магниты будут находить себе все большее применение, заменяя сложные электромагнитные устройства простыми и портативными.



Прежде чем прочесть эти заметки, взгляните на самую последнюю страницу (обложку) журнала.

① Скорости света

Обоснование утверждения о том, что невозможна скорость, превышающая скорость света, относится к наиболее сложным и отвлеченным областям современной физики. Но некоторое представление о существовании этого утверждения можно получить из следующего простого рассуждения, приводимого академиком Крыловым.

Классическая, ньютоновская механика, имеющая дело с небольшими скоростями, принимает, что масса тела в покое и при движении остается неизменной. Однако по воззрениям современной физики, развитым Эйнштейном, считается, что масса тела зависит от скорости движения тела и изменяется со скоростью по закону

$$m_1 = m_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где m_0 — масса тела при покое, m_1 — его масса при движении, v — скорость движения тела, c — скорость света, равная 300 000 км/сек.

Очевидно, что при $v = c$ знаменатель дроби под корнем превращается в 0, а m_1 , то есть масса тела, двигающегося со скоростью света, становится равной бесконечности (1:0 = бесконечности).

Какая бы конечная сила ни была приложена к телу, при бесконечном возрастании массы тела ускорение будет уменьшаться и в пределе вообще исчезнет. Тело не сможет приобрести скорость, большую скорости света.

Эти расчеты имеют практическое значение при исследовании явлений, происходящих в космосе и в атомной физике: в обоих случаях приходится иметь дело с огромными скоростями.

В окружающих же нас явлениях, даже при стрельбе из сверхдальнобойной артиллерии, масса снаряда практически не меняется. Так, например, дальность стрельбы из орудий, бывших на 120 километров, уменьшается из-за возрастания массы снаряда всего на 1/400 миллиметра.

② Модель атома

Физики утверждают, что в любом веществе — водороде, кислороде, азоте и т. д., гораздо больше пустого пространства, чем материи. В книге Ормонта «Химия и строение материи» приводится следующее сравнение, дающее возможность судить о строении атома и о размере его составных частей: если мысленно увеличить атом гелия до размеров земного шара, то ядро его увеличится до объема детского мячика. Электроны будут выглядеть, как гигантские воздушные шары в 120 метров в диаметре, а вращаться они станут вокруг ядра на расстоянии тысяч километров.

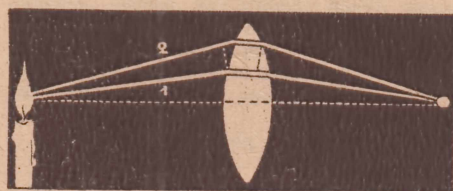
Таким образом, ядро оказывается самой малой по размеру частицей материи, хотя в нем и сконцентрирована почти вся масса атома. При некоторых условиях, имеющихся на звездах, возможно существование «го-

лых» атомных ядер, лишенных внешних электронов. Такие ядра способны сближаться друг с другом, образуя матерно неданной на Земле плотности — в тысячи раз более плотную, чем ртуть, золото или платина.

③ Рентгеновские лучи

Самое главное свойство рентгеновских лучей, которое принесло им широчайшее распространение, это их способность проходить через непрозрачные тела. Почти без ослабления проникают они через черную бумагу, дерево, человеческие ткани и кости; просвечивают легкие металлы и сплавы до толщины в 300—400 мм; проходят через железо и сталь; уничтожают в глубине человеческого тела злокачественные опухоли. Непрозрачными для них оказываются только самые тяжелые вещества: ртуть, платина, свинец и некоторые другие. Исследованием рентгеновских лучей заняты тысячи ученых.

Особенно много попыток было сделано для того, чтобы преломить рентгеновские лучи, сфокусировать их и построить рентгеновские лупы, микроскопы и телескопы. Но все эти попытки были безрезультатны. Раз возникнув, рентгеновские лучи распространяются прямолинейно во все стороны, неизменно сохраняя свое первоначальное направление. Как объясняется преломление обычного видимого света? Пучок лучей света, попадая на наклонную поверхность линзы, встречает ее в разные моменты времени; луч «1» встретит ее первым. В стекле скорость его движения уменьшается, и луч «2», продолжающий свое движение в воздухе, обгонит его. В результате этого весь пучок изменит свое направление. Точ-



но так же, если правое колесо автомобиля встретит неожиданное препятствие, а левое будет двигаться с прежней скоростью, весь автомобиль завернет направо. При выходе из линзы луч «2» опять раньше луча «1» начнет свое быстрое движение в воздухе (он проходит сквозь тонкий слой стекла), и пучок света преломится еще раз, снова собравшись в фокусе.

Рентгеновские лучи, как удалось в конце концов выяснить физикам, представляют те же электромагнитные колебания, как и обычный свет. Только длина их волны во много тысяч раз меньше. Это и позволяет им свободно проходить через плотные непрозрачные тела, проскальзывая между ядрами атомов и электронами. Не встречая по этой причине препятствий на своем пути, они распространяются и в воздухе и в куске металла с неизменной скоростью, равной 300 тысячам км/сек., то есть скорости света в пустоте. Поэтому они нигде и не преломляются. Заманчивую мысль о фокусировании рентгеновских лучей способами, подобными тем, которые применяются в оптике, пришлось оставить.

④ Полет пули

Почему тело, брошенное горизонтально, летит по кривой? На этот вопрос впервые дал ответ Галилео Галилей. Вот что он писал по этому поводу: «Если тело не встречает сопротивления движению по горизонтальной плоскости, то... на беспредельной плоскости (движение) будет про-

должаться без конца; если же эта плоскость ограничена, а тело тяжелое, то, после того как оно достигнет края плоскости, при дальнейшем продолжении им своего движения к его неуничтоженному горизонтальному движению присовокупляется движение, производимое силой тяжести, и образуется составное движение, которое я называю движением брошенного тела и которое складается из равномерного горизонтального движения и равномерно-ускоренного вертикального». Это положение, сформулированное Галилеем в 1638 году, сохранило свою силу (с поправками на сопротивление воздуха) во всех расчетах современных артиллеристов.

⑤ Животное электричество

Вопрос о генерировании человеком электрического тока восходит к знаменитому спору Гальвани и Вольты — итальянских ученых конца XVIII века. Как известно, Гальвани случайно обнаружил, что при прикосновении к лягушечей лапке металлического проводника лапка вздрагивает, как от действия тока. Гальвани решил, что в лягушках присутствует особое «животное электричество», но Вольта, обратив внимание на то, что в опытах Гальвани проводник состоит из двух металлов, дал явлению иное объяснение. В 1800 году Вольта построил батарею, в которой ток возбуждался без всякого участия живых тканей, и интерес к опытам Гальвани пропал. Однако еще в первой половине прошлого века было доказано, что работа нервов, органов чувств, мозга, легких, мускулов и т. д. сопровождается возникновением очень слабых токов. Применение чувствительных гальванометров и совершенных усилителей позволило подробно изучить эти токи и привело к созданию особой науки — электрофизиологии.

⑥ Трение и электричество

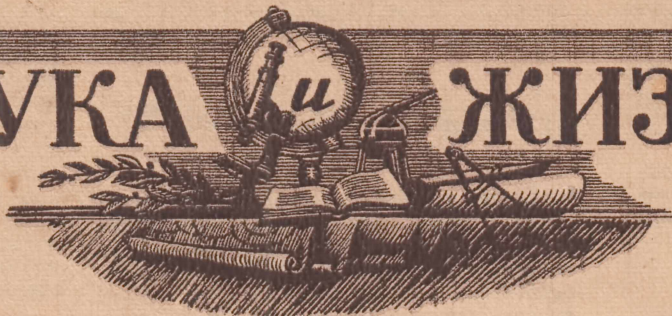
При всяком механическом воздействии на любую поверхность возникает электричество. Нескольким упрощенно это можно представить себе так, пишет профессор Вигдорчик: «Каждый раз, как поверхности двух тел подвергаются взаимному трению, часть поверхностно-расположенных атомов или молекул «разрушается», теряя при этом электроны, которые перескакивают на другие атомы и молекулы или вовсе отрываются от тела и уносятся в окружающее пространство. Такой процесс и совершается на поверхности янтаря и сукна, стекла и шелка, сургуча и фланели, когда мы трением их друг о друга демонстрируем существование электричества...

Яркие примеры возникновения больших количеств электричества от трения можно наблюдать на некоторых производствах. Например, везде, где так называемые «бесконечные» ремни, переброшенные через шкивы, подвергаются трению о железо, ремни заряжаются положительным электричеством, шкивы — отрицательным... Между ремнем и шкивом начинают проскакивать иногда искры в 2—3 сантиметра длины.

Электричество образуется и при трении жидких тел о твердые тела, при трении газов между собою и газов о твердое тело.

Не только трение, но и разрыв, разлом, дробление, измельчение вызывают образование электричества. Всегда при разрушении больших тел разрушается и часть составляющих их молекул и атомов. При этом образуются электрические разряды. С частным случаем этого общего явления встретился д-р Арк-Синус, раскручивая рулон изоляционной ленты.

НАУКА и ЖИЗНЬ



ОТВЕТСТВЕННАЯ ТРИБУНА

Знаменитый русский физик Лебедев в одном из своих писем рассказывает, что профессор Столетов, автор замечательных научно-популярных статей и книг по физике, незадолго до смерти с горечью показывал друзьям ящики с нераспроданными книгами для народа.

Во времена Столетова между передовыми учеными и народом, жаждавшим знаний, стояла царская клика, чиновники, министры, открыто утверждавшие, что образование «не для кухаркиных детей».

В Советской России все это давно стало лишь далеким и тяжелым воспоминанием. За короткий срок советские люди пережили великую культурную революцию. Наша родина стала страной передовой науки и техники. Не успокаиваясь на достигнутом, советские люди настойчиво продолжают подниматься к новым высотам культуры. И именно поэтому в нашем народе так велика тяга к знаниям.

В русской науке существуют прекрасные традиции общения ученых с народом: Столетов, Тимирязев, Мечников, президент Академии наук Комаров, академики Ферсман, Келлер, Обручев и многие другие создали блестящие образцы популярного изложения научных дисциплин. О самом сложном в науке и технике они сумели рассказать народу просто, доходчиво и увлекательно. Климент Аркадьевич Тимирязев считал популярное изложение достижений науки делом своей жизни. Популярные книги Тимирязева, как и книги Ферсмана и других ученых, для многих определили жизненный путь. Научно-популярные статьи и книги инженеров, научных работников, писателей расширяют кругозор советской молодежи и обогащают знаниям всех советских людей.

Популяризация научных знаний — почетное, но не легкое дело. Не всегда бывает достаточно одного желания написать популярную статью или книгу. Для этого нужно и умение, и время, и некоторый опыт. Но там, где ученый встречается с затруднениями, ему на помощь приходят специалисты-редакторы научно-популярных издательств и журналов. Эта помощь прежде всего состоит в том, что специалисту-ученому помогают выбрать тему, отобрать для популярного изложения предмета наиболее важное и существенное. А как правило, наиболее существенное в том или ином учении и бывает самым доходчивым.

И вот перед нами научно-популярный журнал для самых широких кругов советской интеллигенции — «Наука и жизнь». Этот журнал выпускается издательством Академии наук. Само собой разумеется, что он обладает богатейшими возможностями широкого привлечения лучших научных сил. И редакция хорошо использует эти возможности.

В первых шести номерах журнала за 1944 год неоднократно выступали академики и члены-корреспонденты Академии наук СССР. Почти все остальные авторы журнала — либо доктор, либо кандидаты наук. Но, повидимому, большинство из этих авторитетнейших специалистов оказа-

лось дезориентировано редакцией. Большей частью они выступали с ответственной трибуны научно-популярного журнала не для широкого читателя, желающего расширить свой кругозор, а для весьма узкого круга специалистов.

На каждом шагу редакция заставляет читателя буквально пробиваться сквозь густой лес специальной терминологии.

«Мы присоединяемся, — пишет тов. Кравцов («Горячие газы Кузбасса», № 1—2 за 1944 г.), — к тем исследователям, которые считают, что метаморфизм углей в основном связан с геологическими факторами... Одни считают основным фактором влияния времени или возраст залежи, другие — тектонические напряжения, третьи — статический, или региональный, метаморфизм и четвертые — контактный метаморфизм».

Надо быть искусственным в физической химии, чтобы в статье профессора Звягинцева о Менделееве понять следующее: «При изучении спектров излучения рентгеновских лучей английский физик Мозели установил, что этот спектр состоит из немногих линий и длина волны их зависит от положения элемента в таблице Менделеева. А именно: можно приближенно считать, что

$$v = A (N^2 - b)^2,$$

где A и b — постоянные, характеризующие каждую линию спектра, N — номер клетки в таблице Менделеева, v — частота колебаний, являющаяся обратной величиной длины волны λ . Постоянная A находится в простом отношении с константой Ридберга R , играющей важную роль в теории обыкновенных спектров» (№ 3, 1944 г.).

Или вот еще одна весьма характерная для стиля журнала цитата: «Повидимому, можно говорить и о внутрисекреторной ауторегуляции функций физиологической системы соединительной ткани. Однако при этом речь идет не о кламатозе (отпадение от клеток частиц протоплазмы), а о явлениях аутокатализа, в результате которых образуются стимулирующие вещества, особенно в селезенке» (№ 4—5 за 1944 г., стр. 6).

Мы не стали бы приводить этих цитат, если бы речь шла о случайных описках, о единичных промахах редакции журнала «Наука и жизнь». Но, к сожалению, приведенные выдержки типичны для огромного большинства статей этого журнала.

Но невероятная сложность языка — не единственный недостаток журнала.

Едва ли редакция помогает своим авторам правильно отбирать материал для популярных статей. Иначе нельзя объяснить появление на страницах журнала, например, такой статьи, как «Элементарные частицы» доктора физико-математических наук В. А. Гинзбурга. В этой интересно задуманной статье (№ 4—5 за 1944 г.) автор знакомит читателя с понятиями порядкового номера, с теорией относительности, с теорией квант, с тем, что такое дифракция, ионизация, радиоактивные превращения, с теорией электролиза и, кроме того, рассказывает об атомах, электронах, прото-

нах, нейтронах, фотонах, позитронах, нейтрин, мезотронах. Неудивительно, что вместо научно-популярной статьи здесь получилась сухая сводка, в которой очень трудно разобраться. И если со стороны автора это просто неудача в области популяризации, то со стороны редакции, напечатавшей такую статью, это проявление неуважения к своему читателю.

Таким же неуважением к читателю и непониманием задач научно-популярного журнала можно объяснить перепечатку статьи кандидата экономических наук Бокшицкого из такого специального издания, как журнал «Мировое хозяйство и мировая политика» (№ 7—8 за 1943 г.).

Без указания источника была перепечатана статья академика Капицы, предназначенная для высококвалифицированной аудитории (№ 3 за 1944 г.). Такие действия редакции ставят в тяжелое положение наших ученых, ибо последние перед широкой аудиторией выступали бы совершенно иначе.

Наряду со статьями, до предела насыщенными узкоспециальным материалом, на страницах журнала встречаются поразительно бедные, поверхностные статьи (см., например, журн. № 6 за 1944 г., статью Головина «Радио на войне»). Наряду с несоизмеримо широкими по темам статьями, превращающимися в беглые обзоры целых отраслей науки, как, например, статья профессора Клейна «Успехи советской микробиологии» (№ 4—5 за 1944 г.), на страницах журнала появляются статьи на очень узкие, так сказать, отраслевые темы. К таким статьям относится, скажем, выступление Никишина «Смешанные посевы» (№ 3 за 1944 г.), вполне уместное на страницах специального журнала.

Вообще при чтении журнала «Наука и жизнь» создается впечатление, что весь подбор материала, а главное — степень его доходчивости могли бы соответствовать возможностям читателя-уника, которому, скажем, удалось завершить образование на всех факультетах университета. Но ведь такого читателя в жизни не существует, и невольно напрашивается вопрос: для кого же работает редакция журнала «Наука и жизнь», не обманывает ли она надежды читателей, называя свой журнал «научно-популярным»? и сознает ли редакция этого журнала, что ей доверена ответственная трибуна, с которой лучшие ученые нашей страны должны разговаривать с широчайшими массами советской интеллигенции?

Читатель этого журнала хочет слышать и понимать ученых своей страны. И этому его желанию, несомненно, соответствует стремление ученых передать советским людям свои знания. Следовательно, дело остается только за тем, чтобы редакция журнала «Наука и жизнь» творчески организовала свою работу. И в этой творческой работе важнейшим условием успеха является прежде всего ясное понимание задач научной популяризации и горячая любовь к этому почетному делу.

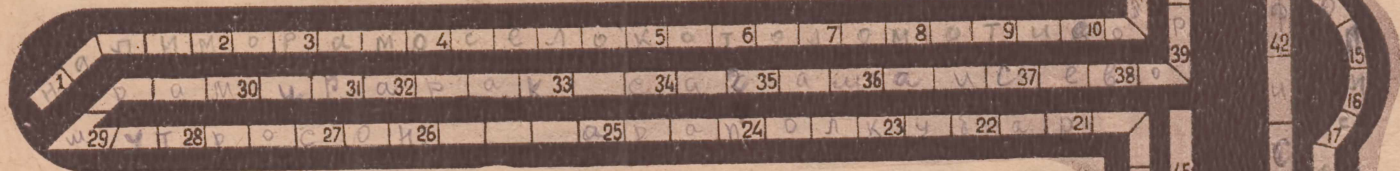
ЧАЙНВОРД «МОЛОТОК»

СЛЕВА НАПРАВО:

Каждое слово в этой игре имеет два значения: при чтении слева направо — одно, а справа налево — другое. Например: ропот и топор и т. д.

1. Рассказ Чехова. 2. Падение скота. 3. Французский композитор. 4. Брусок для точки ножей, бритв. 5. Домашнее животное. 6. Взрывчатое вещество. 7. Утиль. 8. Расточитель. 9. Нервное подергивание. 10. Маршал СССР. 11. Грузная телега. 12. Помещение. 13. Поле. 14. Спортивный термин. 15. Китайская мера длины. 16. Марка советского паровоза. 17. Поэма Шевченко. 18. Женское имя. 19. Сорт яблок. 20. Инструмент.

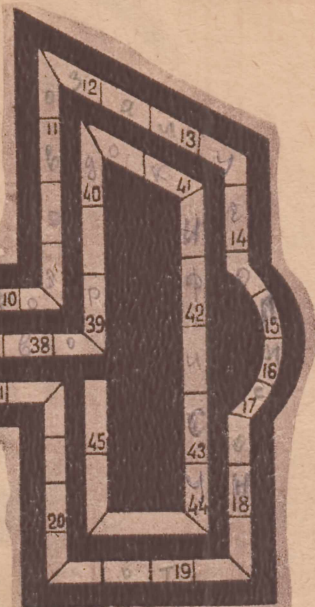
21. Невольник. 22. Дерево. 23. Насекомое. 24. Двухпредмет. 25. Порода лошадей. 26. Часть лица. 27. Качество вещей. 28. Оркестровое приветствие. 29. Рубец. 30. Вселенная. 31. Бог солнца. 32. Спиртной напиток. 33. Английский драматург XVI века. 34. Порода собак. 35. Шум. 36. Злак. 37. Сельскохозяйственная работа. 38. Жулик. 39. Шотландский философ-эмпирик. 40. Судоромные мастерские. 41. Мыс. 42. Термин игры. 43. Французская монета. 44. Отравление газом.



СПРАВА НАЛЕВО:

45. Блюдо. 44. Волосы на лице. 43. Болезнь. 42. Многолетний торосистый лед. 41. Условные обозначения. 40. Государство в Британской Индии. 39. Канава. 38. Тяжесть. 37. Страна в Азии. 36. Волшебник. 35. Мера времени. 34. Европейский писатель XIX века. 33. Возмездие. 32. Мера площади. 31. Итальянский город. 30. Музыкальное произведение. 29. Клоун. 28. Веревка. 27. Отдых. 26. Глубины земли. 25. Житель Азии.

24. Войсковое подразделение. 23. Геометрическая фигура. 22. Увеселительное учреждение. 21. Выражение недовольства. 20. Дорожка. 19. Мужское имя. 18. Повесть Гоголя. 17. Нота. 16. Речное отложение. 15. Овраг. 14. Шум. 13. Проход. 12. Призыв. 11. Украшение головы. 10. Морское животное. 9. Герой Бичер-Стоу. 8. Портное сооружение. 7. Прибор для измерения глубины. 6. Место для молотбы. 5. Часть телеги. 4. Краб. 3. Спиртной напиток. 2. Итальянский город.



Куропатки в артиллерии



В XVII веке «куропатками» в артиллерии назывались гладкоствольные 8-дюймовые мортиры, дульная часть которых была окружена тридцатью трехфунтовыми (2 дюйма) мортирками. Запалы этих мортирок были соединены с камерой центральной 8-дюймовой мортиры.

Таким образом, маленькие 3-дюймовые гранаты при выстреле вылетали за 8-дюймовой бомбой, как стая куропаток за своей маткой.

Этой оригинальной конструкции мортира была изобретена французом литейщиком Петри и применялась во французской армии в войнах 1701, 1708 (при осаде города Лилля) и 1712 года при обороне Бушета.

Первое изобретение Эдисона

Свое первое изобретение шестнадцатилетний Эдисон сделал в Стратфорде, где он работал ночным телеграфистом. Начальник телеграфной конторы был очень придирчив, и для того чтобы не дать своим чиновникам спать по ночам, даже тогда, когда не было работы, он заставлял их каждые полчаса телеграфировать слово «шесть».

Этот контроль очень стеснял Томаса Эдисона. Долго он думал, как избавиться от докучного и бессмысленного выстукивания шестерки, и наконец приспособил к часовому механизму особое колесо, соединенное с телеграфным аппаратом. Прибор был устроен так, что он сам каждые полчаса передавал контрольную цифру.

Сначала все шло гладко. Молодой изобретатель торжествовал и пользовался свободным временем для своих любимых занятий.

Но вскоре на приемной телеграфной станции заметили, что на аппаратуре плохо выходит первая буква слова «шесть». В поисках причины этой погрешности администратор обнаружил приспособление Эдисона. Первое изобретение изобретателя привело к его увольнению со службы.



Задачи

I. Представьте величину 0 пятью двойками десятью способами. Это надо сделать так, чтобы в каждой комбинации участвовали все пять двоек, соединенных, если нужно, какими-либо математическими знаками, например так: $2/2 + 2/2 - 2 = 0$.

II. Соблюдая те же правила, что при решении предыдущей задачи, написать пятью двойками все числа от 1 до 12.

III. Написать тремя тройками числа 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 24, 27, 30, 81, 216.

ОТВЕТ НА ЗАДАЧУ «НЕВЕСОМЫЙ ВОЗДУХ»

(см. № 7—8)

Древний философ не был знаком с законом Архимеда. Раздутый бычий пузырь терял в весе ровно столько, сколько, весил наполнявший его воздух. Пустой пузырь сжимался, объем его уменьшался, а вес увеличивался на столько, сколько весил вытесненный из пузыря воздух. Поэтому полный и пустой пузыри весили одинаково, а философ заключил из этого, что воздух невесом.

Чтобы взвесить воздух, сосуд при выкачке из него воздуха не должен изменять своей формы.

СОДЕРЖАНИЕ

А. ФЕДОРОВ — Кислород в металлургии	2
Проф. Д. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ — Рассказ о детонации	6
Патефонная игла из боярышника	8
Л. ПОПИЛОВ — Каменное литье	9
В. ЛИНЕЦКИЙ — «Волшебная лоза»	11
Б. ЛЯПУНОВ — Циолковский и ракетоплавание	12
А. ПОЛЕВОЙ — Страница истории	13
Воздушные гиганты	14
Проф. А. ЯКОВЛЕВ — В недрах земли	16
Окно в будущее	21
Проф. К. ХРЕНОВ — Пламя под водой	24
Использование боя стекла	25
Р. НИЛЕНДЕР и И. СУЗДАЛЬЦЕВ — Тантал	26
М. ЛОЗИНСКИЙ — Селен	27
А. СМЕРНЯГИНА — Новые магниты	28
Затруднения доктора Арк-Синуса	29
Ответственная трибуна (библиография)	30
Чайнворд «Молоток». «Куропатки» в артиллерии. Первое изобретение Эдисона. Задачи. Ответ на задачу	31

Обложка: 1-я стр. художника А. Катковского и 4-я стр. художника Л. Снежова

Редколлегия: П. Л. КАПИЦА, Б. Г. ШПИТАЛЬНЫЙ, И. И. ГУДОВ, Н. Б. НЕМЧИНСКИЙ, М. П. ТОЛЧЕНОВ, А. С. ФЕДОРОВ, Л. В. ЖИГАРЕВ (зам. отв. редактора).

Затруднения ДОКТОРА АРК-СИНУСА

БЕСЧИСЛЕННЫЕ ОПЫТЫ, С УСПЕХОМ ПРОВОДИМЫЕ АРК-СИНУСОМ, ПОРОДИЛИ В НЕМ НЕКОТОРУЮ САМОУВЕРЕННОСТЬ, ВСЛЕДСТВИЕ ЧЕГО ИМ БЫЛО ИСПЫТАНО ЧУВСТВО РАЗОЧАРОВАНИЯ, КОГДА ОН БЕЗУСПЕШНО ПЫТАЛСЯ ОСУЩЕСТВИТЬ НЕСКОЛЬКО ДЕРЗКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ. ЗАМЕТКИ ПО ПОВОДУ НЕУДАЧ АРК-СИНУСА см. на стр. 29. НИЖЕ ЗАПЕЧАТЛЕНО ТО, ЧТО ЗАСТАВИЛО ЕГО ПЕРЕСМОТРЕТЬ СВОИ ВОЗМОЖНОСТИ.

1

АРК-СИНУСУ НЕ УДАЛОСЬ пролететь со скоростью, большей, чем скорость света.

2

АРК-СИНУСУ НЕ УДАЛОСЬ получить частицы вещества, меньше ядер атомов.

3

АРК-СИНУСУ НЕ УДАЛОСЬ построить рентгеновские лупы, телескопы и микроскопы.

4

АРК-СИНУСУ НЕ УДАЛОСЬ выстрелить из ружья так, чтобы пуля пролетела горизонтально.

5

АРК-СИНУСУ НЕ УДАЛОСЬ пройти хотя бы шаг без того, чтобы в собственном теле не обнаружить электричества.

6

АРК-СИНУСУ НЕ УДАЛОСЬ размотать рулон изоляционной ленты, не вызвав свечения.