

1700000 4-82  
Задание  
**ТЕХНИКА-  
МОЛОДЕЖИ**

ЖУРНАЛ ЦК ВЛКСМ



1-2 1945  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦК ВЛКСМ  
"Молодая Гвардия"

# В этом номере рассказывается о сего дняшнем и завтрашнем дне **ЭНЕРГЕТИКИ**

21 ФЕВРАЛЯ НАША РОДИНА ОТМЕТИЛА 25-ЛЕТИЕ ВЕЛИКОГО ЛЕНИНСКОГО ПЛАНА ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ  
(ГОЭЛРО)



С каждым годом в строй советской промышленности вступают все новые и новые электростанции, тепло- и гидроцентрали. Велики победы электрификации в Советском Союзе, велики и наши возможности дальнейшего наращивания энергетических мощностей. На могучих сибирских реках мы можем воздвигнуть грандиозные электростанции. Однако существующие способы передачи электроэнергии не могут обеспечить использование этих станций далее чем на 300—400 километров. Вот почему борьба за передачу энергии на дальние расстояния имеет огромное значение для будущего нашей страны.

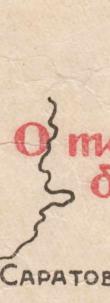
**О передаче энергии по проводам на тысячи километров рассказывается в статье „Магистраль сверхдальних передач“**



Еще не решены все проблемы передачи энергии по проводам, а творческая мысль советских людей стремится осуществить давнюю мечту учёных о передаче энергии без проводов.

**„Дорога“**

**Осуществленной мечте о передаче энергии без проводов посвящен рассказ**



**О том, как добывается природный газ и как он бывает передаваться из Саратова в Москву рассказывается в статье „Газопровод Саратов-Москва“**



Как ни велики запасы топлива в недрах нашей страны, как ни могучи ее реки, — мысль изобретателей направлена на то, чтобы использовать неистощимый источник энергии — ветер.

Академик Винтер недавно сказал: „Разве можно пренебречь всей огромной протяженностью нашей страны с её сильными и почти постоянно дующими ветрами и не использовать этот дар, бесплатный и бесценный, на пользу человечества для облегчения его трудов, для улучшения его жизненных условий“.

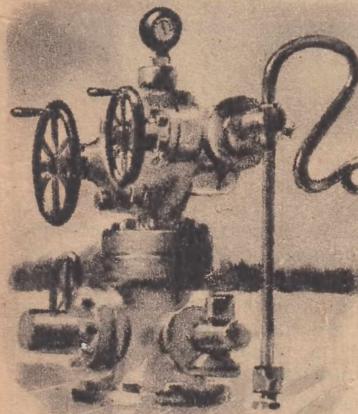
**О чудесных установках „В2Ф“ — покорителях ветра рассказывается в статье „В2Ф“**



В СССР ведутся интереснейшие работы по изысканию новых источников энергии. Но как бы успешно ни подвигались эти работы, экономное расходование энергии является задачей первостепенного значения и особенно в военное время.

В борьбе за экономию каждого киловатта энергии могут принять участие широкие круги советской молодежи, и в первую очередь те, кто работает у станков и моторов.

**Об одном из важнейших путей экономии электроэнергии рассказывается в статье „Косинус Фи“**



## Газопровод Саратов—Москва



Д. КАТРЕНКО

Рисунки А. КАТКОВСКОГО

Газ, который сейчас получает наша столица, вырабатывается на Московском газовом заводе. Но меньше чем через год в Москву будет подан природный газ из Саратова. Столица действительно готовится к его приему. Реконструируется и расширяется московская газовая сеть. За один лишь 1945 год газовая сеть Москвы увеличится на 20 процентов. А то, что столица имеет сегодня, сделано за 80 лет существования Московского газового завода.

Пройдя по мощному трубопроводу свыше 800 километров, саратовский газ тонкими струйками потечет в московские квартиры и предприятия. В десятках тысяч газовых горелок вспыхнут знакомые темносиные огоньки. Но тепла они дадут в два раза больше, чем горелка на искусственном газе. Чтобы вскипятить чайник, нового газа потребуется в два раза меньше прежнего. Каждые сутки газопровод Саратов—Москва будет подавать в столицу 1 300 тысяч кубометров природного газа, намного больше того, что сейчас вырабатывается Мосгазом.

Пользуясь саратовским газом, Москва в течение года сэкономит или 400 тысяч тонн мазута, для подвоза которого потребовалось бы 500 железнодорожных эшелонов, по 50 цистерн в каждом, или, в пересчете на дрова, 3 миллиона кубометров дров, для заготовки и доставки которых потребовались бы десятки тысяч рабочих и около 2 500 железнодорожных эшелонов. Мазут и дрова, сгорая, дают миллионы кубометров дыма и копоти, загрязняющих воздух столицы. Борьба за чистоту воздуха облегчится широким применением газообразного топлива, горящего бездымным пламенем.

Таким образом, саратовский газ даст москвичам дешевое и высококалорийное топливо, а воздух в Москве станет чище.

Однако для того, чтобы Москва могла воспользоваться всеми преимуществами природного газа, добываемого из-под земли за сотни километров от нее, предстоит разрешить ряд трудных технических задач.

Передача газа на такое большое расстояние осуществляется у нас впервые. Пока самый длинный в СССР газопро-

вод Бугуруслан—Куйбышев тянется лишь на 140 километров. Газопровод же Саратов—Москва будет в шесть раз длиннее. При его сооружении будет использован американский опыт по передаче газа на длинные расстояния. Но многие вопросы советским инженерам и техникам придется решать самостоятельно.

Масштабы строительных работ при сооружении газопровода Саратов—Москва огромны. Достаточно сказать, что надо будет выбросить около 4 миллионов кубометров грунта. Электросварщики должны будут сварить около 90 тысяч стыков труб. Если бы все свариваемые швы вытянули в одну линию, то она разнялась бы 90 километрам. Трасса газопровода пройдет по пяти областям, пересечет около девяноста больших и малых рек, много болот и озер, а также железных и шоссейных дорог.

Но не размах строительных работ составляет характерную особенность сооружения газопровода Саратов—Москва. Большой объем строительных работ сейчас никого не удивляет. Советские люди осуществили уже не одну грандиозную стройку, вроде канала Москва—Волга, Беломорканала и других. Опыт при этом накоплен достаточный, и он будет использован при строительстве газопровода Саратов—Москва.

Сооружение самого длинного в СССР газопровода отличается, однако, от всех предыдущих строек тем, что здесь возникают новые технические проблемы, связанные с добычей и подачей газа на большое расстояние. Природный газ находится под землей. Оттуда его надо доставить, вывести на дневную, поверхность, очистить от загрязнений, прополкнуть по трубам на сотни километров и распределить его между потребителями. Большинство этих операций ведется при высоких давлениях газа, что требует применения особой аппаратуры и соблюдения тщательных мер предосторожности.

Открытие геологами-разведчиками района газовых месторождений еще не означает, что стоит лишь пробурить здесь скважину, как она уже даст промышленное количество газа. Отнюдь нет. В земной коре обычно залегают

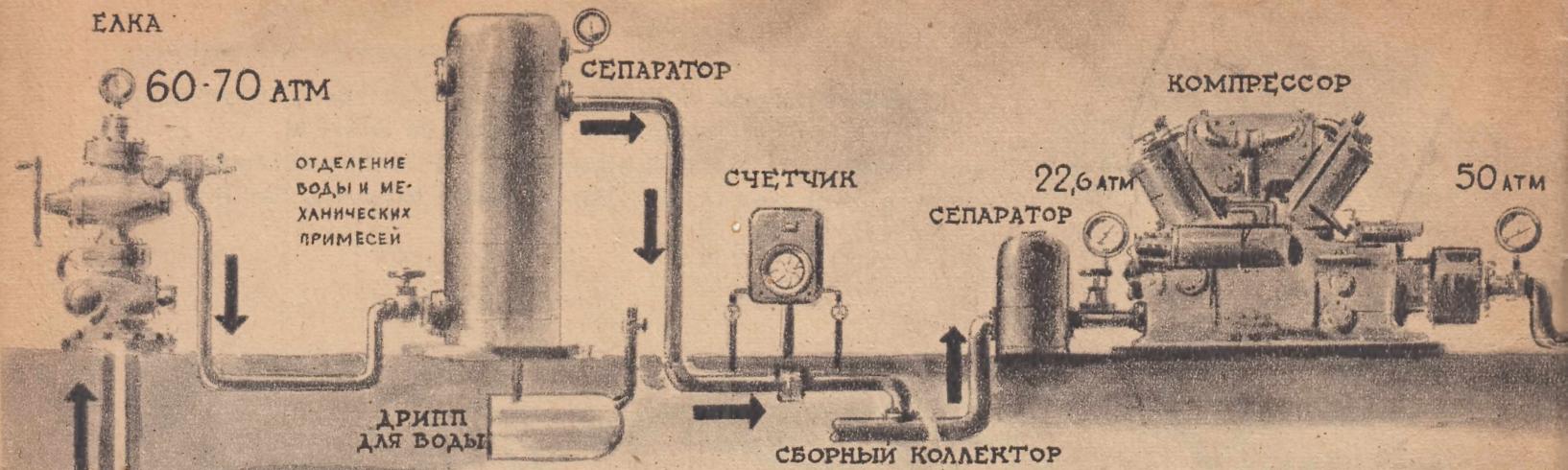
несколько газоносных пластов, расположенных один над другим. Как правило, они имеют не одинаковые запасы газа. Во всех пластах давление газа не одно и то же. По химическому составу газа эти пласти также различны.

Поэтому прежде всего надо определить, где залегает самый богатый газоносный пласт, который обеспечит экономически выгодное, длительное и непрерывное получение природного газа. Геологи определили, что в 15—25 километрах от Саратова, в районе селений Елшанки и Курдома, природный газ залегает на различных глубинах под землей в трех ярусах: Верейском, Намюрском и Турнейском. Из нихтурнейский газовый пласт, расположенный на глубине 860 метров, оказался самым подходящим для эксплуатации. Он и будет питать газопровод Саратов—Москва. Избран он для эксплуатации потому, что, имея большие запасы газа, дает высококалорийный и сравнительно чистый газ. В газе этого пласта почти нет вредных сернистых соединений, что облегчает его обработку перед подачей потребителям.

Природный газ образуется в земных недрах в результате сложных физико-химических процессов. Он дается человеку как бы даром и почти готовым к употреблению. Но он спрятан глубоко под землей и находится там под огромным давлением. В турнейском пласте, например, газ сжат до 85 атмосфер. Природный газ заполняет все трещины и поры продуктивного пласта. Но пройтись на поверхность земли из глубины он самостоятельно не может. Поэтому для того, чтобы добыть газ из-под земли, бурят скважины, то есть делают искусственные каналы, по которым газ свободно выходит наверх в больших количествах. Одна скважина турнейского пласта при свободном фонтанировании дает, например, в сутки до 2 500 тысяч кубических метров газа.

Однако пробурить скважину и получить из нее чистый газ не так-то просто. На пути к турнейскому газовому пласту встречается много препятствий. При бурении надо пересечь пласти твердого грунта, водные и газовые пласти земной коры, предотвратив при этом доступ в скважину воды из этих пластов, чтобы не загрязнить добываемый газ.

Твердые породы теперь пробуривают высокостойкими буровыми инструментами



тами. Бурение ведется долотами, на-варенными твердыми сплавами, ко-торые по своей твердости близки к алмазу — самому твердому веще-ству в природе. В процессе бурения изолируют скважину от встречаю-щихся на пути водных и газовых пластов, а также очищают ее от раз-буренной породы при помощи осо-бых глинистых растворов. Эти ра-створы при бурении скважины все время накачиваются в нее грязевым насосом. По бурильной трубе ра-створ направляется к бурильному долоту. Затем через отверстия в дол-оту глинистый раствор проникает в самую скважину и заполняет все пространство между стенками сква-жины и бурильными трубами. Сопри-касаясь со стенками скважины, гли-нистый раствор закупоривает все отверстия в них настолькоочно, что закрывает доступ воде и газам в скважину. Помимо этого, накачивае-мый насосом глинистый раствор, на-ходясь все время в движении, охлаждает бурильное долото и по-путно выносит на поверхность раз-буренную породу.

Таким образом, глинистый раствор является одновременно и охлаждаю-щей жидкостью для бурильного дол-ота, и изоляционной массой, не пропускающей в скважину из других пластов воду и газ, и, наконец, гид-равлическим транспортером, непре-рывно уносящим из пробуриваемой скважины всю разрыхленную по-роду.

Глинистый раствор помогает в мо-мент бурения скважины — он являет-ся временной изоляцией и облегчает условия работы. Однако и после того, как скважина пробурена до газоносного пласта, намеченного к эксплоатации, и буровые механизмы останавливаются, циркуляция глини-стого раствора не прекращается. Его накачивают до тех пор, пока не будет создана постоянная изоля-ция стенок скважины. Такой изоля-цией являются обсадные трубы. Их опускают в готовую уже скважину, а пространство между ними и стен-ками скважины заливают цементом. Обсадные трубы и цемент надежно закрывают доступ в скважину воды из других пластов. Лишь после того как постоянная изоляция скважины

сделана, производится окончательное вскрытие газоносного пласта. Затем из скважины постепенно удаляют глинистый раствор, запирающий, подобно высокой пробке, выход наружу добываемому газу. По мере удаления глинистого раствора сква-жина оживает: она начинает по-немногу газировать — «кислеть» — и, наконец, выбросив остатки глинисто-го раствора, фонтанирует.

Газ пошел! Управляют выходом газа при помощи основной задвижки и «елки», то есть системой задвижек и труб, позволяющих подчинить мощную газовую струю воле че-ловека и подавать газ при нужном давлении и в желаемом направле-нии.

Некоторое время скважине дают свободно фонтанировать для того, чтобы очистить ее от глины и раз-буренной породы. Как говорят, скважину продувают. Высота фон-тана достигает ста метров. Шум его заглушает человеческий голос и на расстоянии в десятки метров от фонтана. Ведь газ вырывается из под земли под давлением в 85 атмо-сфер.

После продувки из скважины идет почти чистый газ. Скважина готова к эксплоатации. Но эксплуатировать ее надо умело.

Опыт эксплоатации газовых ме-сторождений показал, что ежесуточно из скважины нужно отбирать газ не полностью, а лишь некоторую часть того количества, которое выбрасывается свободно на земную поверхность. Объясняется это тем, что при свободном фонтанировании газ по пласту и скважине движется с огромной скоростью и может по-этому увлечь за собой подземную воду. Кроме того, стремительный газо-вый поток грозит обвалом за-бою — нижней части скважины.

Вот почему устанавливается стро-гий режим отбора газа из скважи-ны, обеспечивающий ее длительное использование. Газа отбирают стро-го установленное количество. Тща-тельно следят за тем, чтобы давле-ние газа не падало ниже назначе-нного. Обычно газ выдают при дав-лении несколько меньшем, чем дав-ление газового пласта.

Итак, газ из глубины земли вывели на поверхность, отрегулиро-вали количество его выдачи из сква-жины.

Готов ли он к потреблению? Мож-но ли его направлять прямо в газо-провод и передавать в Москву? Оказывается, нет.

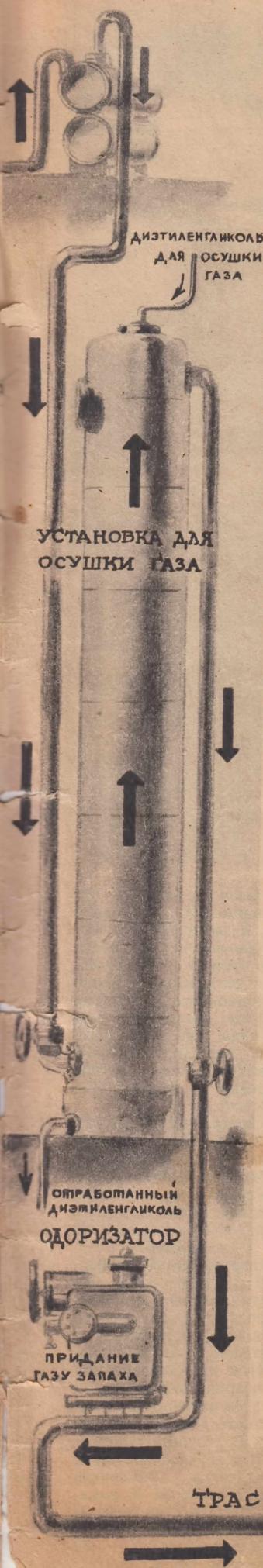
В нем есть механические примеси и капельки воды, которые снижают качество газа и затрудняют его передачу на большое расстояние. Поэтому газ от головки скважины направляют по трубам, диаметром в 4 дюйма, в специальный аппарат — сепаратор. Здесь газ частично очи-щается от механических примесей и воды.

Очищенный газ из сепаратора по-ступает в кольцевой трубопровод — сборный коллектор. Диаметр его труб уже 12 дюймов. Сборный кол-лектор принимает газ из всех дей-ствующих скважин. Газ, имеющий в глубине земли давление в 85 атмо-сфер, из головки скважины выpusкается, как уже сказано, под дав-лением в 60—70 атмосфер. Пройдя сепаратор, он еще теряет давление и приходит в сборный коллектор уже лишь при давлении в 50 атмосфер. При этом давлении газ из сборно-го коллектора выпускают в маги-стральный провод Саратов—Москва. Диаметр стальных труб магистрали также 12 дюймов.

Но естественного давления в 50 атмо-сфер недостаточно для того, чтобы газ доставить в Москву. По пути через определенные промежутки его надо подталкивать искусственно спе-циальными, очень сильными машина-ми — компрессорами. Рассчитано, что для передачи газа из Саратова в Москву по газопроводу диаметром в 12 дюймов на трассе должно быть построено 6 мощных компрессорных станций с интервалами между ними в 105—125 километров. Однако перв-ая головная компрессорная станция строится в 40 километрах от сква-жин, дающих газ. Делается это для того, чтобы использовать естествен-ное давление газа в 50 атмосфер, под которым он поступает из сбор-ного коллектора в магистральный трубопровод. Таким образом, газ, вырываясь из-под земли под огром-

На нашем рисунке изображена схема газопровода Саратов—Москва. Вы видите путь природ-ного газа. Из глубины земли он поступает на поверхность и в сепараторе очищается от ме-ханических примесей и воды. Подготавливаемый мощными компрессорами, подвергаясь очистке, обработанный в специальных механизмах — саратовский газ, пройдя свыше 800 километров по трубам, поступает на московские предприятия и квартиры. О назначении изображенных здесь механизмов рассказывается в статье «Газопровод Саратов—Москва».

## ХОЛОДИЛЬНИК



ным давлением, проталкивает сам себя через сепараторы, сборный коллектор и еще на 40 километров от скважин по центральному газопроводу Саратов—Москва. На этом участке пути газ еще не проходит через сложные машины — компрессоры. И поэтому неполная очистка газа в промысловых сепараторах достаточна. Но потом газ подвергают еще дополнительной «санобработке».

В 40 километрах от промыслов естественное давление газа падает до 22 атмосфер. На этом месте его и забирает первая головная компрессорная станция. Но газ не сразу пускают в компрессор. Предварительно он снова проходит сепаратор, где вторично очищается от тех механических примесей и капелек воды, которые не были уловлены первым сепаратором, установленным на газовых промыслах вблизи от скважин.

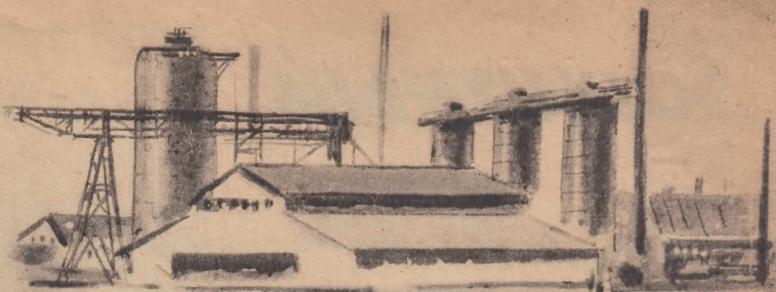
Только после сепаратора газ попадает в цилиндр компрессора и вновь сжимается там до 50 атмосфер.

Каждая компрессорная станция представляет собой довольно сложное хозяйство. Здесь будут установлены четыре газомоторных компрессора, мощностью 1 000 лошадиных сил каждый. Приводимые в движение они будут газовыми моторами, работающими на газе, отбираемом для них из магистрального газопровода. Таким образом, транспортируемый газ будет давать ту силу, которая необходима для его передачи из Саратова в Москву. Каждый компрессор имеет силовые и компримирующие цилиндры.

При сжатии газ сильно нагревается. Поэтому после компрессора его направляют в специальные холодильники. В них газ охлаждается до температуры 30°С.

Но обработка газа на головной компрессорной станции на этом еще не кончается. Его надо еще дополнительно осушить. Присутствие воды в газопроводе может вызвать аварию, а кроме того, вода в газе является негорючей примесью, снижающей его качество.

Удаляют воду из газа в специальном аппарате при помощи особой жидкости — диэтиленгликоля. Ток газа проходит сквозь души из диэтиленгликоля, который жадно поглощает воду. Жидкость стекает в сборники, а осушенный газ направляется еще на одну — уже последнюю — операцию. Саратовский природный газ не имеет ни цвета, ни запаха. Поэтому обнаружить возможную утечку газа очень трудно. А контролировать потери газа крайне необходимо. В случае его утечки дело может кон-



ПРОМЫШЛЕННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА

читься взрывом, так как при смешении в определенных пропорциях газа с воздухом образуется смесь, взрывающаяся от малейшей искры.

Для предупреждения несчастных случаев на газопроводе и у потребителей из-за утечки газа на головной компрессорной станции ему искусственно сообщают резкий запах. В газ впрыскивают небольшое количество сернистого вещества, называемого этилмеркаптаном, имеющего резкий запах. Придание газу искусственного запаха называется одоризацией. Одоризация не портит газа, она не снижает его качества, но зато позволяет легко находить утечки и контролировать исправность газопровода и аппаратуры.

Только после всех этих процедур — сепарации, сжатия, охлаждения и одоризации — головная компрессорная станция посыпает газ в дальнейший путь по трубопроводу Саратов—Москва. Остальные пять компрессорных станций без задержки гонят газ по газопроводу к месту назначения.

Саратовский газ, усмиренный и очищенный, подгоняется компрессорами, наконец добирается до Москвы. Его давление — 22 атмосферы.

Но иметь такое высокое давление в черте города опасно. Невдалеке от Москвы магистральный газопровод разделяется на две ветви, охватывающие столицу полукольцом. Саратовский газ входит в Москву с востока и запада. В месте разветвления газопровода будет установлен регуляторный пункт, снижающий давление газа до 20 атмосфер и посыпающий его в полукольцо. Под таким давлением газ обтекает Москву и поступает в газораспределительные пункты. В них саратовскому газу предстоит пройти последнее испытание. Газораспределительные пункты снижают давление газа до безопасной в городской черте величины, то есть до 6 атмосфер. При таком давлении саратовский газ пойдет по многочисленной московской газопроводной сети. Газораспределительные пункты — это конечные станции магистрального газопровода Саратов—Москва.

Несмотря на такой сложный и длинный путь саратовского природного газа, он будет в три раза дешевле искусственного светильного газа, вырабатываемого Московским газовым заводом. Он увеличит в пять раз газотопливный баланс Москвы. Тысячи московских квартир и десятки предприятий получат дешевое и удобное топливо.

Так будет.

БЫТОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА



РЕГУЛЯТОР



50 атм.

ТРАССА

22,6 атм.

ТРАССА

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ

# Защитный радиоотражатель

В № 10—11 журнала «Техника — молодежи» за 1944 год, в статье «Рассказ о радиолокации», мы познакомили читателей с новым мощным радиооружием — радиолокацией, или радаром. Используя принцип отражения радиоволн, радиолокаторы безошибочно определяют в темноте или тумане местонахождение вражеских кораблей или самолетов, автоматически дают целеуказания зенитным орудиям или другим огневым средствам и таким образом позволяют вести прицельный огонь по невидимой цели.

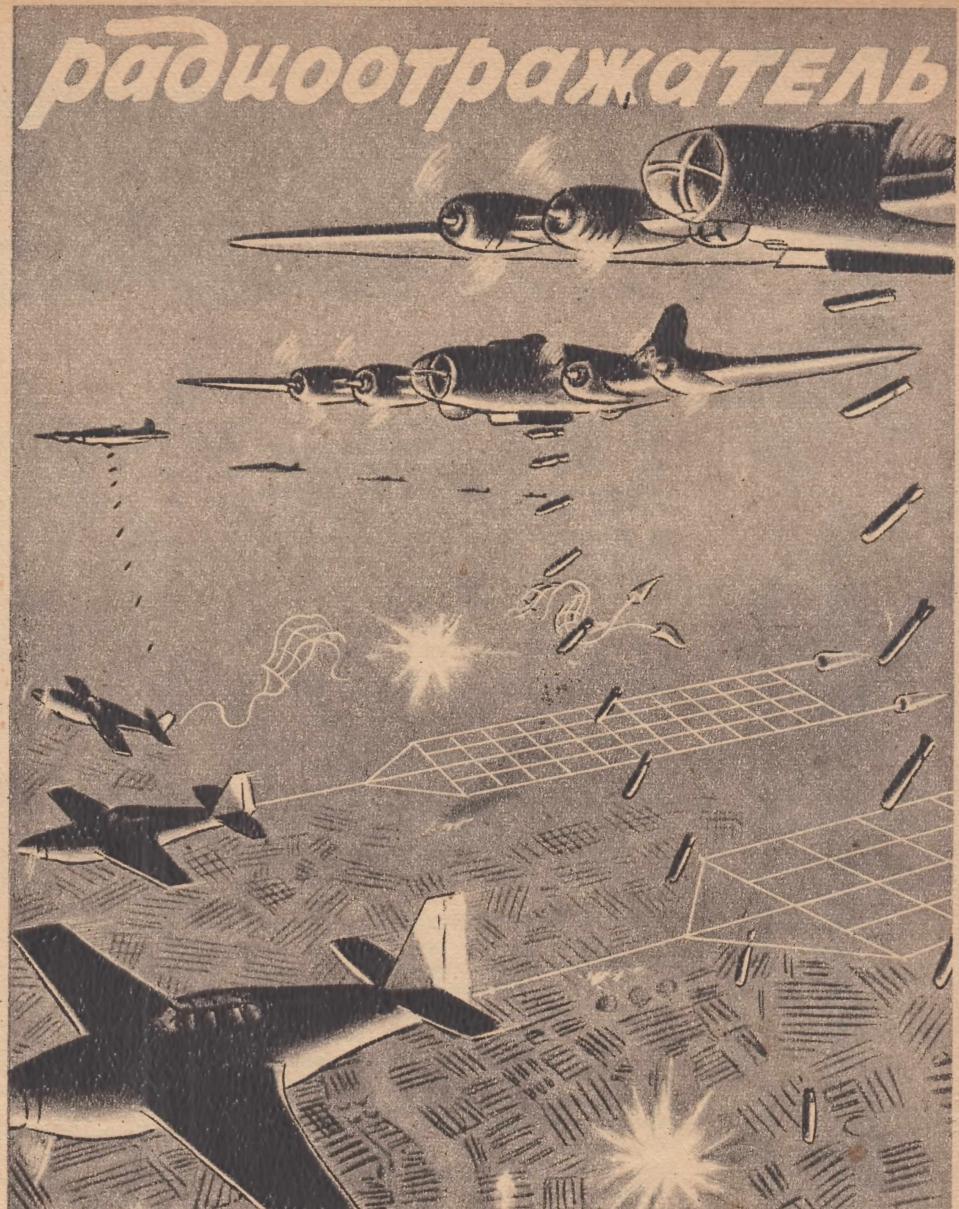
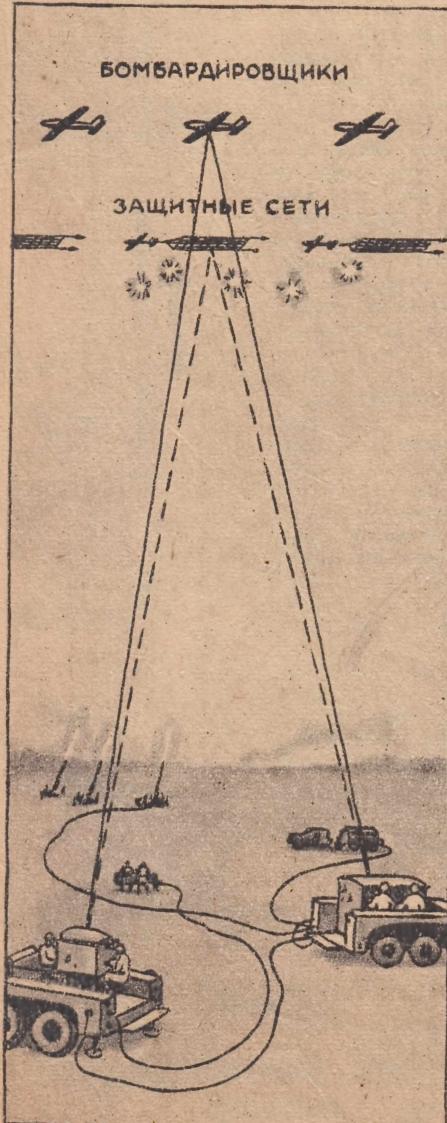
За последнее время в иностранной печати появились новые сообщения о радиолокации. В частности, английская газета «Таймс» указала, что радиолокаторами вооружена бомбардировочная авиация союзников. Эта газета пишет, что радиолокационные прицелы позволяют «с сверхъестественной точностью бомбить вражеские объекты сквозь облака, дымовую завесу и туман».

Радиолокационные прицелы, по сло-

По проекту авторов радиоотражателя волны радиолокаторов отразятся от защитной сети и укажут зенитчикам неверные данные. На рисунке сплошная линия указывает направление радиоволн до цели, пунктирная линия — движение и возврат радиоволны, отраженных от сети.

## БОМБАРДИРОВЩИКИ

## ЗАЩИТНЫЕ СЕТИ



зам «Таймс», представляют собой маленькую коробку, укрепленную внутри фюзеляжа бомбардировщика. Такой прибор посылает серию электромагнитных импульсов, которые отражаются от земли, воепроизводя на стеклянном экране электронно-лучевой трубы своеобразную контурную картину того участка земли, над которым в данный момент идет самолет. Указания прибора позволяют бомбардиру сбросить бомбы даже в тех случаях, когда глаз не может видеть ни края земли.

История войн свидетельствует, что каждое новое оружие рано или поздно порождает соответствующие средства защиты.

Что изобретено в противовес радиолокации? На этот вопрос сейчас ответить трудно; во всяком случае в иностранной печати не было никаких сообщений по этому поводу. Несомненно одно: методы борьбы против радиолокации разрабатываются самым усиленным образом. Мы уже сообщали в статье «Рассказ о радиолокации», что немецкая радиолокационная система была однажды серьезно нарушена союзными самолетами, сбросившими в одном из районов над Германией большое количество металлической фольги. Отразившись от этой металлической тучи, радиоволны немецких радиолокаторов добросовестно зарегистрировали приближение противника. Фольга создала впечатление, что летит большое соединение самолетов, тогда как на самом деле их было лишь несколько. В этой гуще от-

ражений нельзя было установить, где же находятся настоящие самолеты. Немецкая ПВО и, в частности, истребительная авиация лихорадочно реагировали на эту ложную тревогу. Можно себе представить, какое количество снарядов и сколько авиационного горючего израсходовали немцы впустую, послав свои истребители туда, где была сброшена фольга. Тем временем основные силы союзной авиации провели эффективную бомбардировку вражеских объектов в другом районе.

Видимо, успехи металлической фольги породили среди изобретателей некоторые идеи, об одной из которых подробно рассказывает журнал «Радиокрафт». «Защитный радиоотражатель» — так называется предлагаемая этим журналом противорадиолокационная система. Ее суть заключается в следующем.

Истребители, эскортирующие бомбардировочные группы, тянут за собой легкие веревочные сети, перевитые проволокой. Летя на несколько сот метров ниже бомбардировщиков, истребители с сетями создают защитную зону. Радиоволны радиолокаторов прежде всего отразятся не от бомбардировщиков, а от сетей, и таким образом на зенитные батареи поступят неверные данные о высоте бомбардировщиков. В результате снаряды будут разрываться значительно ниже.

Насколько практически эффективна эта система борьбы с радаром? К сожалению, журнал не приводит высказываний специалистов. Автор проекта умалчивает и о судьбе истребителей, которые, видимо, приносятся им в жертву.

# ТКАНИ ИЗ СТЕКЛА



А. СМИРНЯГИНА

Издавна люди делали ткани лишь из природных материалов — хлопка, льна, шерсти, шелка. Не очень давно появились ткани из искусственных веществ, например вискозный шелк. И уже в самое последнее время техника позволила изготавливать ткани из стекла, из того самого стекла, которое легко ломается и разбивается. Но, будучи вытянуто в нити толщиной в несколько микронов, стекло приобретает неожиданные свойства: оно перестает быть хрупким. Тончайшие стеклянные волокна гибки, эластичны, хорошо поддаются скручиванию, прекрасно наматываются на веретена ватерной машины, и на обычном ткацком станке из них можно ткать стеклянные ткани.

Не легко было ученым и инженерам стыкать такую толщину стеклянной нити, из которой можно было делать ткани. В частности, чем тоньше требовалась стеклянная нить, тем труднее было ее получать. В конце концов опытным путем установлено, что стеклянная нить толщиной в 5—6 микронов обладает всеми свойствами текстильного волокна; из нее можно ткать стеклянное полотно. Но нить толщиной в 5—6 микронов в десять раз тоньше человеческого волоса, она невидима простым глазом, ее можно наблюдать лишь в микроскоп.

Как же изготовить невидимую стеклянную нить? Как же ткать полотно из невидимых нитей? Не вооружать же каждого рабочего микроскопом. Предстояло решить труднейшую техническую задачу. Вот почему способы получения стеклянных тканей иностранными фирмами держались в строгом секрете.

В заграничной печати то и дело появлялись сенсационные сообщения о получении стеклянных тканей. Но технология производства не раскрывалась.

Советские ученые и инженеры самостоятельно решили эту задачу.

В центральной лаборатории стеклянного волокна Наркомата легкой промышленности лауреаты Сталинской премии — кандидаты технических наук М. Г. Черняк, С. И. Иоффе, М. С. Асланова и мастер-крутильщик С. Н. Беляев — разработали технологию изготовления стеклянных нитей.

Они прежде всего определили, что жидкую стеклянную массу для получения нитей микроскопической толщины должна быть абсолютно чистой и иметь постоянную вязкость. Ничтожно-го количества механических примесей и пузырьков газа оказалось достаточно для того, чтобы волоконце оборвалось, а жидкую стеклянную массу потеряла постоянную вязкость. Это, в свою очередь, приводило к получению нитей неодинаковой толщины, что нарушало технологический процесс, делало его неустойчивым.

Дело осложнялось тем, что расплавленное стекло, имея температуру 1400—1500°, химически очень активно. Оно жадно реагирует со сталью, медью, керамикой.

Из чего же сделать ванну для плавки в ней стекла?

Сталь, медь, керамика и многие другие материалы для этой цели не годятся: жидкое стекло, реагируя с ними, загрязняется.

Свыше ста сплавов было испробовано в качестве материала для ванны. И ни один из них не оказался подходящим. Поэтому пришлось остановиться на платине. Расплавленное стекло на нее не действует. Стеклянная масса получается чистой. Кроме того, платина проводит электрический ток. Это дает возможность нагревать корпус платиновой ванны без внешнего обогрева.

Меняя напряжение тока при помощи трансформатора, стеклянную массу нагревают до 1400—1500°. При этом загруженное в нее стекло плавится. Таким образом, платиновая ванна служит одновременно и электропечью и сосудом для расплавленного стекла.

Внешне платиновая ванна представляет собой лодочку длиной 300 милли-

Рисунок А. КАТКОВСКОГО

метров, закрытую сверху крышкой. В крышку вставлена трубка, через которую загружают исходное сырье — стеклянные шарки.

Шарообразная форма стекла принята потому, что шарики легко просматривать на свет и сразу отбрасывать загрязненные механическими примесями или газовыми пузырьками. Штамповкой шарика легко сделать одинакового веса, что позволяет точно дозировать их загрузку. А это имеет решающее значение для поддержания постоянного уровня стекла в ванне. Постоянный уровень стекла в ванне позволяет поддерживать одинаковое давление стеклянной массы на дно ванны.

В дне ванны сделано сто отверстий, диаметром два миллиметра, каждое. Расплавленное стекло под действием собственного веса медленно вытекает из этих отверстий, образуя струйки толщиной в два миллиметра. Нам же нужно получить нить толщиной в 5—6 микронов.

Как же быть?

Затруднения преодолели следующим путем.

Двухмиллиметровые стеклянные струйки утончаются при помощи быстроходного съемного барабана, расположенного ниже электропечи на два метра. Нити вытягиваются со скоростью 2 000 метров в минуту до нужной толщины. Под лодочкой образуется невидимый душ из тончайших стеклянных волокон. Непосредственно из них еще нельзя ткать стеклянное полотно. Их надо превратить в осаждаемую пряжу, пригодную для текстильной обработки. Для этого сто невидимых стеклянных паутинок специальным захватывателем соединяют в пучок. Каждое волоконце в общем пучке волокон должно «живь» самостоятельно, подобно отдельным пруткам в связке хвороста, и вместе с тем эти сто элементарных волоконец надо как-то связать в одну нить.

И здесь изобретатели ухитрились найти выход. На пути движения нитей от печи к съемному барабану устанавливают узкий сосуд с kleющей жидкостью. Все нити опускаются в эту kle-

Из стекла, которое расходуется на изготовление одной бутылки, можно получить 8 метров стеклянной ткани.



8 Метров ткани

стью. Все нити опускаются в эту kleящую ванну. Проходя через нее, каждая ниточка покрывается пленкой из kleящей жидкости, а затем отдельные нити склеиваются друг с другом и образуют одну нить.

Сквозь сосуд с kleящей жидкостью волокна проходят всего лишь за тысячи доли секунды.

Далее в столь же короткий срок нити добегают до съемного барабана и наматываются на него. За это время kleящая жидкость должна успеть застыть, чтобы не склеить на барабане отдельные пучки нитей между собой. Такой быстро протекающий процесс склеивания предъявляет к kleящей жидкости очень высокие требования. Над улучшением ее состава в лаборатории стеклянного волокна ведется непрерывная работа.

После получения стеклянного волокна, допускающего текстильную его обработку, производство стеклянных тканей уже не представляет собой ничего сложного. Оно производится на обычном текстильном оборудовании и позволяет получать ткани любого переплетения.

Первые лабораторные образцы стеклянных тканей у нас были получены в 1939 году. В декабре 1941 года, когда враг подступал к стенам столицы, неподалеку от Москвы, на заводе «Гусь-Хрустальный», былпущен первый цех по выделке стеклянных тканей. Сейчас цех вырос в целый завод, дающий десятки тысяч метров тканей в месяц.

Что же заставило даже в такие суровые дни для нашей родины пускать новое производство? Ткани из стекла обладают очень ценными физико-техническими качествами. Стекло, вытянутое в тончайшее волокно, теряет лишь свою хрупкость, остальные же его свойства сохраняются полностью. Стеклянные ткани не горят, химически стойки, не проводят электрического тока и тепла, плохо проводят звук, устойчивы против влаги.

Таким богатством технических свойств не обладает ни одна ткань. Стеклянному волокну в отличие от волокна естественного происхождения можно придавать различные физико-технические свойства. Достигается это изменением состава шихты, из которой получают стеклянное волокно. Так, для получения стеклянных тканей с высокими диэлектрическими свойствами их изготавливают из бесщелочного стекла; для изготовления химически стойких тканей идет стекло другого состава.

С появлением стеклянных тканей электропромышленность получила прекрасную изоляцию. Особенно ценна такая изоляция для обмоток в моторах. Обычная текстильная изоляция горит уже при 100°, стеклянная лента выходит из строя лишь при 400—500°. Обладая хорошими диэлектрическими свойствами, новая изоляция позволяет увеличить мощность электромотора на 50 процентов.

Стеклянные ткани влагоустойчивы. Это делает их незаменимым средством изоляции для судовых устройств.

Химическая стойкость и хорошая фильтрующая способность стеклянных тканей позволяют применять их в качестве фильтров для сильно действующих кислот и щелочей. Был такой случай на комбинате твердых сплавов. Надо было очистить от примесей вольфрамовую кислоту в смеси с 20—30 процен-тами соляной кислоты при 80—85°. Обычные фильтры не выдерживали та-



рующих устройств. Стены московского радиоцентра будут обтянуты обоями из стеклянных тканей.

Обладая хорошими механическими свойствами, стеклянные ткани в комбинации с резиной могут применяться в качестве приводных ремней и транспортерных лент, работающих в условиях высоких температур и в сильно действующих химических средах на химических заводах. В переплетении с медной проволокой стеклоткань можно использовать для электрообогрева аппаратуры. Теплоустойчивость этих тканей позволяет делать из них фильтровальные мешки для фильтрации горячих газов, костюмы для пожарных, пожарные рукава, занавеси в театрах и т. д.

Особое место занимают стеклянные декоративные ткани. Лабораторией стекловолокна разработаны два способа окраски стеклянных тканей. Первый из них был найден еще в 1940 году. В этом случае окрашивается сырье — стеклянные шарики. Все цвета этим способом получить нельзя, так как не все органические красители могут выдерживать температуру плавки стекла. Пока что получены три цвета — синий, сиреневый и светлокоричневый.

Второй способ крашения состоит в поверхностной окраске уже самой стеклянной ткани. Здесь затруднение было в том, что на стекле краска не держится. Поэтому стеклянную ткань предварительно химически обрабатывают. Летом 1944 года в лаборатории стекловолокна найден способ окраски тканей в любой цвет. Стеклянные ткани можно художественно разрисовывать масляными красками и вышивать для изготовления из них панно, абажуров, скатерей, диванных подушек и других декоративных предметов. Такие изделия уже есть в продаже. По виду стеклянные ткани ничем не отличаются от шелка.

Стекла для изготовления тканей идет очень немного. Достаточно сказать, что из массы стекла, идущей на изготовление одной литровой бутылки, можно получить более 8 квадратных метров ткани.

## ПРОШЛОЕ ракеты

Б. ЛЯПУНОВ

Предки современных боевых ракет были известны несколько столетий тому назад.

Еще Петр I для изготовления ракет и подготовки кадров соответствующих специалистов основал первое «ракетное заведение».

Русские боевые ракеты в середине XIX века применялись в войнах в Средней Азии и на Кавказе. Вес их доходил до 10 фунтов, а дальность полета — до 3 000—4 000 метров. Укажем для сравнения, что дальность нарезных орудий той эпохи при стрельбе 11-фунтовым снарядом составляла около 2 500 метров.

К этому времени под руководством полковника Константина в Петербургском ракетном заведении проводилась систематическая работа по исследованию ракет. В Артиллерийской академии читались специальные курсы лекций об этом оружии.

Ракеты нашли применение в горных местностях. Один из русских военных деятелей писал: «Ракеты могут быть, особенно в местах гористых, одним из полезнейших орудий в войне... Каждый всадник может вести с собой ракету вместо пика; станки для них самые малые. Малые ракеты суть артиллерия... которую можно иметь всегда и сколько угодно там, где всяку другую или опасно, или даже невозможно; и количество оной далеко заменит некоторый недостаток в качестве».

Ракеты в русской армии сохранились до конца XIX века, и только быстрое развитие артиллерии оттеснило ракетное оружие на задний план.

Новая эпоха в развитии ракетных снарядов началась в 1903 году, когда русским ученым К. Э. Циолковским впервые в мире была опубликована теория реактивного движения.

В первой мировой войне боевые ракеты не нашли применения, потому что усложнившиеся боевые условия требовали новых усовершенствований ракетного оружия. Эти усовершенствования были произведены в промежутке между первой и второй мировыми войнами.

Продолжая работы К. Э. Циолковского, советские конструкторы создали ряд образцов ракетных снарядов, широко применяющихся на фронтах Великой Отечественной войны.

# СВИДЕТЕЛИ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ

Кандидат технических наук Н. ШЕСТОПАЛ

Рисунки С. ЛОДЫГИНА

Из истории строительной техники известно, что средневековые и еще более древние архитекторы, не имевшие в своем распоряжении ни металлических балок, ни железобетона, создавали тем не менее величественные сооружения. Огромные своды древних вавилонских, ассирийских, римских и византийских храмов делались из кирпича и камня. Купол Пантеона в Риме имел 45 метров в диаметре. Средневековые сооружения в Англии, Италии и Франции тоже увенчивались каменными куполами, составленными из тысяч кусков.

Болгкий Галилей писал, что «природа говорит языком математики; буквы этого языка — круги, треугольники и иные математические фигуры». «Язык математики» поможет понять нам и то, каким образом веками и тысячелетиями удерживаются в воздухе многотонные своды, составленные из отдельных кирпичей, едва скрепленных известкой. Парадоксальность ответа на этот вопрос заключается в том, что свод держится именно потому, что падает.

Предположим, что по прямой линии между двумя стенами здания 20 метров — что этот пролет заполнен при помощи временных опор 100 камнями. Едва только будут убраны эти опоры, как все 100 камней рухнут под собственной тяжестью. Но допустим, что с помощью тех же опор между стенами уложено в один ряд не 100, а 200 камней. Это можно сделать, только расположив камни по дуге, то есть построив из них свод. При устранении опор эти 200 камней тоже начнут падать, но, чтобы обрушиться всем одновременно, им необходимо пролет в 40 метров. Между стенами же проход вдвое меньше, и, стремясь упасть все сразу, камни начинают сильно сжимать друг друга, превращая мозаичный свод в монолитное сооружение. Падающие, но не могущие упасть камни повисают в воздухе, удерживаивая самих себя. Сводчатое перекрытие не рухнет до тех пор, пока стены здания в состоянии выдерживать тяжесть опирающихся на них сводов.

Но в этом-то и коренился основной недостаток древних сооружений. Каменные своды были очень тяжелыми и требовали прочных опор. Прочность же стен могла быть достигнута только увеличением их толщины, и поэтому, чем больше был пролет здания, тем толще оказывались стены храма или церкви. Сооружение больших зданий поглощало

огромное количество времени, труда и строительных материалов. Подобные стройки не могли быть многочисленными. Поэтому, когда в XIX веке развитие промышленности потребовало постройки сотен и тысяч помещений для заводских цехов и привело к быстрому росту городов, архитекторы обратились от каменных сводов к плоским перекрытиям, использовав для их постройки появившиеся к этому времени металлические

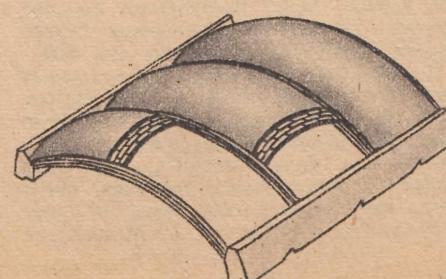


В развалинах старинных зданий поражает толщина стен, на которые опирались своды.

ческие балки и железобетон. Древние своды сохранились только в церковном и частично в театральном строительстве.

Новые перекрытия были гораздо легче каменных. Так, если каменный свод дает нагрузку в 460 килограммов на каждый квадратный метр, то плоское железобетонное перекрытие — 300 килограммов, а металлическое — уже только 200—250 килограммов.

В сводах двойной кривизны длинные арки упираются в стены и, в свою очередь, служат опорой для перпендикулярных к ним легких кирпичных перекрытий.



Прочность железных балок и сплошного железобетонного перекрытия была такова, что облегченные потолки новых зданий не требовали подпорок даже в том случае, если пролет между стенами измерялся десятками метров.

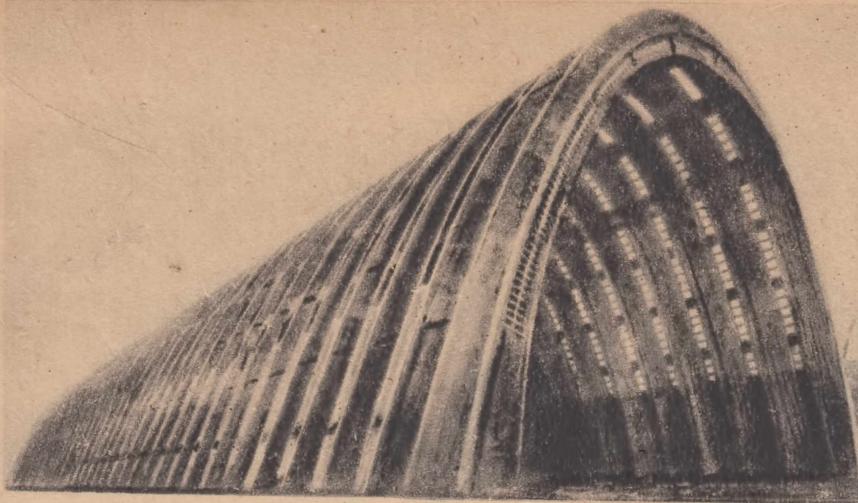
Преимущества металлических и железобетонных перекрытий перед каменными несомненны, но война требует строежнейшей экономии металла. В состав бетона входит цемент, который тоже относится к важнейшим видам стратегического сырья. Но война вызывает к жизни и постройку множества новых заводских зданий с большими пролетами. В поисках выхода из противоречия между требованиями быстрого и дешевого строительства и экономии металла и бетона архитекторы вновь вернулись к сооружению каменных сводов. Однако такой возврат совершился не сразу. На первом этапе своды стали сооружать не из камня, а из железобетона.

Еще во время первой мировой войны появились железобетонные своды. Оказалось, что если построить из железобетона не плоское, а сводчатое перекрытие, то, против ожидания, строительных материалов потребуется гораздо меньше, хотя длина свода всегда бывает больше длины плоского перекрытия. Объясняется это тем, что железобетонный свод, как и всякий свод, «сам себя держит», и толщина его может быть значительно уменьшена по сравнению с толщиной плоской крыши. Таким образом, возрождение древних форм архитектуры было не простым копированием отживших образцов, а подлинным прогрессом строительной техники.

В 1916 году во Франции, близ Парижа, по проекту инженера Фрейссине был построен ангар с пролетом свыше 50 метров и толщиной железобетонного свода всего в 6 сантиметров. Позднее у нас был построен купол Новосибирского театра такой же толщины. Тонкими железобетонными сводами стали перекрывать заводские здания.

Сводчатые железобетонные перекрытия получили название сводов-оболочек. Советскими и иностранными учеными была разработана теория расчета таких перекрытий, утверждающая, что в железобетонном своде работает, то есть сопротивляется силе тяжести, стремящейся его обрушить, сразу все сечение свода, а не отдельные его точки обсажено друг от друга.

Этот вывод теории о совместной ра-



Железобетонный ангар для дирижабля.

боте всех частей свода советские архитекторы перенесли и на своды, сделанные уже не из железобетона, а из кирпичей. Среди многих проектов постройки перекрытий без железа и бетона особенно ценным оказался проект инженера Рабиновича. Изобретатель исходил в своей работе из формул, которые до этого считались приложимыми лишь к сплошным, железобетонным сводам. И практика подтвердила правильность

смелого предположения Рабиновича о том, что и кирпичный свод может быть сделан очень легким. Своды по его способу строятся с 1942 года. Они получили название «Своды двойной кривизны».

В некоторых цехах, гаражах и складах, построенных за последние два—два с половиной года, можно заметить перекрытия необычной формы. Они состоят из больших и малых кирпичных

сводов, расположенных перпендикулярно друг к другу. Узкие, но более массивные кирпичные арки или ребра перебрасываются через все помещения, а двухметровые пролеты между ними заполняются легкими маленькими сводиками, сделанными тоже из кирпича. Арки-ребра опираются своими концами на стены здания и, в свою очередь, служат опорой для промежуточных сводиков. В результате и получается свод двойной кривизны. Как показали теоретические расчеты и практические испытания, при таком своеобразном расположении сводов толщину перекрытия можно довести в некоторых случаях до одной четверти кирпича вместо прежних кладок по меньшей мере из трех кирпичей. Такой тонкий свод был бы, очевидно, слишком хрупким, если бы перекрывать все большое здание. Но опираясь на более массивные ребра, двухметровые тонкие сводики служат надежной крышей. Общий же вес всего перекрытия получается таким малым, что и сравнительно тонкие стены выдерживают его тяжесть. Оказалось даже возможным сократить расход строительных материалов на все здания по сравнению с нормами, принятыми для сооружений, имеющих обычные плоские перекрытия.

Создание сводов двойной кривизны позволило быстро ввести в строй действующих предприятий ряд важнейших промышленных объектов, имеющих оборонное значение.

Да и «испепеление», о котором мечтают изобретатели грозного солнечного орудия, потребует еще в сотни раз больших мощностей светового потока и еще больших, чем у Бюффона, размеров зеркала. Вот почему рассказ об Архимедовом зеркале следует считать легендарным, и никакие усовершенствования зеркал в наши дни никаким образом не приблизили нас к тому, чтобы концентрированным пучком солнечных лучей сжигать вражескую технику на большом расстоянии. Тем более фантастическими являются все проекты поражения противника «лучами смерти» от земных источников света, мощность которых гораздо меньше, чем мощность солнечных лучей.

В средние века большим успехом пользовался рассказ о том, как с помощью огромного зеркала Архимед сжег вражеский флот.



Недавно в редакцию нашего журнала пришло письмо товарища Д. (г. Челябинск), который предложил новое оружие. «Я хочу использовать для уничтожения войск и оборудования противника световые лучи», пишет товарищ Д., совсем не подозревая, что его «новое изобретение» имеет очень длинную историю. Еще в средние века пользовался большим успехом рассказ о том, что будто бы Архимед сжег с помощью зеркала вражеский флот, стоящий на якорях в Сиракузах.

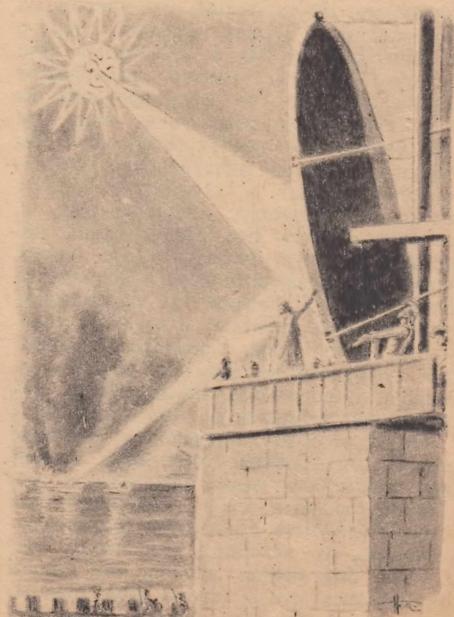
Множество изобретателей и писателей-фантастов (в том числе и А. Н. Толстой в романе «Гиперболоид инженера Гарина») увлеклось этим легендарным рассказом. Наиболее интересную попытку проверить опытным путем возможность сжигания на расстоянии предпринял в 1747 году знаменитый французский ученый Бюффон.

Он построил зажигательный прибор из 168 оптических зеркал, 15 × 20 сантиметров каждое, расположенных так, что между их краями оставались лишь узкие щели. Зеркала держались общей оправой, которая могла двигаться во все стороны. Кроме того, каждое зеркало имело свою подвижную оправу. С помощью этих оправ можно было сконцентрировать все 168 изображений солнца в одном месте, и тогда составной «зайчик» зажигал смолистую сосновую доску на расстоянии 47 метров. Общая поверхность зеркал Бюффона достигала 5,9 квадратного метра, а освещенность «зайчика» превышала в 36 раз освещенность, вызываемую Солнцем на Земле. Этот опыт, повидимому, подтвердил

возможность сжигать на расстоянии. Но дальнейшие расчеты показывали, что для воспламенения даже легкогорючих веществ на расстоянии 1 километра требуется уже зеркало в 500 метров в диаметре, построить которое совершенно немыслимо даже для современной оптической промышленности.

Вот некоторые исходные данные, положенные в основу довольно сложного доказательства.

Солнце излучает поток лучистой энергии мощностью в 2 калории в 1 минуту на каждый квадратный сантиметр земной поверхности. При идеальных условиях зачерненная пластинка в течение часа могла бы нагреться прямыми солнечными лучами до 120 градусов. Но сколько бы времени она ни лежала после этого на солнце, ее температура не повысилась бы. Объясняется это тем, что все нагретые тела излучают тепло тем сильнее, чем они горячее. При температуре в 120 градусов излучение тепла пластинкой сравнялось бы по величине с теплом, которое она поглощает от Солнца. Следовательно, солнечные лучи не могут поднять температуру никакого тела выше, чем 120 градусов, ибо черное тело нагревается сильнее других. Но для воспламенения сухого дерева требуется нагревание до 500—700 градусов. Эта температура может быть достигнута лишь в том случае, если на каждый квадратный сантиметр поверхности тела упадет поток лучей, в 20—40 раз более мощный, чем дает Солнце при наилучших условиях. Но и тогда нагревание до 500 градусов будет продолжаться около часа. Мгновенное



# ЗАЩИТНАЯ ПЛЕНКА МЕТАЛЛОВ



К сороковым годам прошлого века химики накопили немалый опыт в изучении свойств самых разнообразных веществ. Они изучили многие газы и жидкости, горючие и негорючие вещества, металлоиды и металлы и на основании своих изысканий устанавливали, как должны вести себя в природе и в условиях промышленного использования элементы и их сочетания — химические соединения. Как правило, все предсказания химиков точнейшим образом оправдывались на деле. Но бывало и так, что жизненный практический опыт резко расходился с данными опытов лабораторий.

К таким случаям относились, например, многочисленные наблюдения за странным поведением металлов. Железо, которому по всем законам химии полагалось растворяться в кислотах и ржаветь на воздухе, после нагревания или обработки азотной кислотой иногда становилось необыкновенно устойчивым. Оно начинало напоминать в этом отношении благородные металлы — золото и серебро, которые не окисляются на воздухе и с трудом растворяются в кислотах.

Как раз в те годы, когда внимание ученых было привлечено к этому необыкновенному поведению железа, в Индии была сделана интересная находка. В Дэли обнаружили большую колонну почти двухтысячелетней давности, причем, не в пример многочисленным находкам древних памятников в Греции и Италии, это была не каменная, а железная колонна. Уже тот факт, что железо простояло на воздухе столько времени, возводил интерес в широких кругах ученых, но когда обнаружилось, что на колонне нет ни одного пятнышка ржавчины, их удивлению не было границ.

К этому же времени выяснилось, что железо совсем не одинаково в своем необычном поведении. На свет появился новый металл — алюминий. Газеты и журналы всех стран восторженно описывали его чудесные свойства. Легкость, прочность, простота обработки этого металла вызывали восхищение. Алюминий сразу получил название «металл будущего», спрос на него быстро рос. Но химики отнеслись к появлению алюминия менее восторженно. Они определили его химические свойства и пришли к заключению, что алюминиевые изделия не могут быть долговечными, так как этот металл жадно вступает в соединение с кислородом воздуха, превращаясь при этом в мягкий окисел.

Но, вопреки пророчествам химиков, алюминий оказался весьма устойчивым и действию воздуха, воды, пара и даже многих кислот.

А позднее металлурги добились получения нержавеющих сталей, обладавших исключительно высокой химической устойчивостью. Они не тускнели и не ржавели на воздухе и в воде, не

изменяли своего вида даже при таком нагревании, от которого обычное железо покрывалось толстым слоем окиси на лице вовсе сгорело.

Таким образом, пришлось признать, что очень часто металлы приобретают свойства, не могущие быть объяснимы с точки зрения их химических свойств. Эти особые свойства оказываются в том, что химически активные металлы вдруг становятся пассивными, трудно вступающими в соединение с другими веществами.

Первым попытался объяснить, в чем тут дело, знаменитый ученый Михаил Фарадей, высказав в 1836 году смелую догадку, что железо становится неспособным соединяться с кислородом именно потому... что оно жадно соединяется с ним.

«Я вынес определенное заключение, — писал Фарадей, — что поверхность железа была окислена и что образование окисного покрова на железе при его нагревании является причиной его своеобразного и неактивного состояния». Иными словами, по мнению Фарадея, при окислении железа и других металлов образуется окисная пленка или покров, защищающий металл от дальнейшего разрушения. Но все попытки разглядеть эту защитную пленку в микроскоп или каким-нибудь иным путем обнаружить ее существование долгое время оставались безуспешными. Это обстоятельство многих смущало. «Я не вижу на пассивном железе никакой пленки ни умственным, ни физическим взором», заявил на научном съезде один известный исследователь.

Тем не менее в 1907 году русский ученый Кистяковский подробно развел взгляды Фарадея и создал теорию пассивности, блестящее объяснившую все наблюдавшиеся явления. Теория эта заключается в следующем: каждый металл поглощает — адсорбирует своей поверхностью кислород. Этот кислород, химически соединяясь с металлом, образует окись металла, создающую пленку — фильм — на поверхности. Отсюда и теория получила название фильмовой. В случае, когда эта пленка не имеет трещин и разрывов, она надежно предохраняет металл от разрушения и растворения — делает его пассивным. Иными словами, пленка не допускает к металлу новые порции кислорода, тем самым защищая его от ржавления. Если же пленка прилегает неплотно, имеет дефекты или разрушается, металл начинает ржаветь. Однако нарушенная пленка в результате окисления обожжавшегося металла имеет свойства восстанавливаться, и «раны» на поверхности металлических изделий как бы «залечиваются». На поверхности железа, алюминия, хрома, никеля и некоторых других металлов это залечивание происходит быстро. Другие металлы не всегда покрываются ровной пленкой окислов, и поэтому они не становятся пассивными. В этих случаях ничто не препятствует окислению металла, и последний ржавеет, разрушается.

Дальнейшие исследования подтвердили теорию Кистяковского о действии

кислорода воздуха на металлическую поверхность. Если железный пруток разломать под нагретой ртутью, то в месте излома железо быстро соединяется с ртутью, амальгамируется. Но такой же пруток, сломанный на воздухе и затем уже опущенный в ртуть, не реагирует с ртутью, потому что на воздухе свежий излом мгновенно покрывается защитной пленкой окислов.

Высокая устойчивость алюминия к кислороду воздуха и к воде также объясняется образованием при его окислении тончайшей защитной пленки, плотно покрывающей поверхность металла.

Эта пленка настолько прочна, что алюминий почти невозможно спасть обычными приемами.

Задняя пленка окиси не дает при пайке олову соприкоснуться с чистым металлом.

Средняя толщина окисных пленок совершенно ничтожна. На железе, например, защитные пленки имеют всего три миллиона доли миллиметра в толщину, а на алюминии лишь немногим больше. Человеческий волос в сто тысяч раз толще такой пленки. Покров защитных пленок тоньше длины волн видимого света, либо близок к ним; поэтому их и не удавалось разглядеть в обычные, не электронные микроскопы. Но, как это не удивительно, присутствие окисных пленок мы нередко обнаруживаем и невооруженным глазом. Оказалось, что цвета побежалости при нагревании железа, красный цвет «японской» меди, золотистая окраска некоторых бронз возникают в результате интерференции света при отражении световых лучей от металла и от покрывающей его прозрачной окисной пленки.

Чтобы ускорить образование защитных пленок, разработана специальная технология обработки металлических изделий. Так, изделия из алюминия подвергаются так называемой дихромизации, или анодизации. Алюминиевая деталь подвешивается в ванну с серной кислотой и хромовыми солями, затем через нее пропускают электрический ток. На поверхности алюминия, являющегося анодом (то есть соединенного с + источником тока) быстро образуется прочная пленка окиси, надежно защищающая металл. Нет почти ни одной алюминиевой или дюралюминиевой детали современных самолетов, которые не подвергались бы этой операции.

Иногда железо покрывают особой масляной смазкой и затем нагревают либо подвергают специальной обработке в смесях щелочей и азотистых солей. При этом также образуется защитная окисная пленка, но черного цвета. Поэтому весь этот процесс получил название воронения. Воронению подвергаются все винтовки, автоматы и пулеметы перед их сборкой. Изделия из вороненой стали почти не ржавеют ни на воздухе, ни в воде.

Способность никеля и хрома легко покрываться окисной пленкой широко используется при гальваническом хромировании и никелировании. Хромированные ножи, вилки, ложки практически не изнашиваются. Никелированные

предметы годами находятся на воздухе не изменяясь.

Для колесников, пыщущих жаром котельных топок, для клапанов быстроходных дизелей и авиамоторов, в установках для крекинга нефти, в современных котлах высокого давления и сотнях других ответственных деталей машин и аппаратуры широко применяются жароупорные, или, иначе, огнестойкие, хромистые стали. В условиях, когда обычно железо и сталь прогорают, окисляются, разрушаются, жаростойкие стали служат годы. И эта устойчивость их является следствием образования на поверхности стали тончайшей пленки окислов хрома, входящего в их состав.

Итак, клин вышибают клином. Чтобы предотвратить окисление (ржавление) всей толщи металла, металлурги искусственно окисляют его поверхность, добиваются образования тончайшей и прочнейшей окисной пленки.

Огромную роль играют защитные пленки и в борьбе со злейшим врагом всех металлов — коррозией, то есть разъеданием металлических изделий на воздухе или в воде. Между прочим, именно защитная пленка более двух тысяч лет надежно бережет от ржавления найденную в Индии железную колонну, о которой было упомянуто в начале статьи. В сухом и теплом воздухе Индии эта колонна самопроизвольно покрылась пленкой, оказавшейся столь прочной, что разрушительные силы коррозии были бессильны оказать свое пагубное воздействие на металл колонны.

Ученые и экономисты различных стран неоднократно подсчитывали убытки, приносимые человечеству коррозией. Цифры получались различными. Но ни одна из них не была меньше единицы с семью или восемью нулями. По одним подсчетам ежегодно гибнет от коррозии половина добываемого железа, по другим СССР к концу второй пятилетки терял из-за коррозии ежегодно около миллиарда рублей. Впрочем, ни одна из этих цифр не говорит с достаточной точностью о происходящем, но все они весьма незначительны по сравнению с тем, что могло бы быть, если бы не существовало защитной окисной пленки.

Представим себе, что металлы вдруг потеряют способность становиться пассивными.

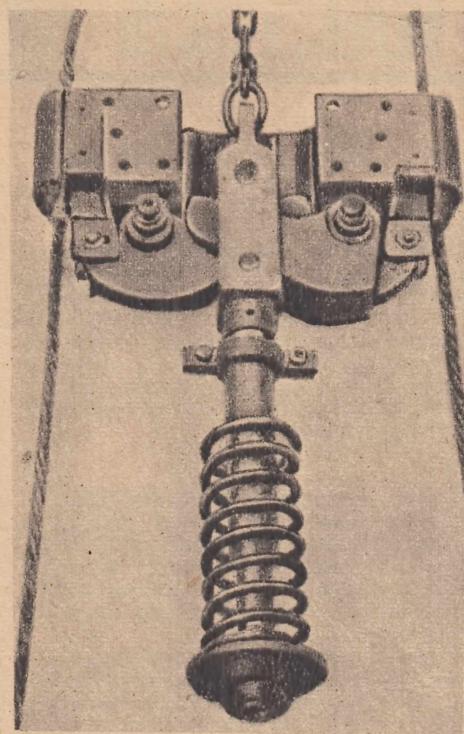
Что произойдет?

В течение первых нескольких часов «выйдет из игры» алюминий. Растворяется, рассыплются и растрескаются все алюминиевые сосуды, котлы, баки, посуда и другие предметы, соприкасающиеся с водой и воздухом. Пройдет лишь несколько лет, и начнутся еще более грозные катастрофы и аварии. Изъеденные ржавчиной мосты, разорванные телеграфные линии, развалившиеся корабли и самолеты, превращенные в труху балки небоскребов, — все это окажется результатом завершения простейшей химической реакции — соединения железа с кислородом. Металлический голод настанет на Земле. Человечество не будет успевать добывать и производить металл для покрытия самых насущных нужд.

Но, к счастью, это только фантастические допущения. Окисная пленка, толщиной в миллионы доли миллиметра, хорошо защищает металл от коррозии, а над полным устранением коррозии работают выдающиеся ученые нашего Союза и других стран. И можно с уверенностью утверждать, что теперь, когда разгадана причина пассивации металлов, не за горами день полной победы над стихийным и разрушительным процессом окисления металлических изделий.

# Шахтный парашют

С. ТАЙЧЕР



...Неожиданно лопнул подъемный канат. Клеть с людьми с большой высоты упала в шахту. Произошла катастрофа...

Можно ли устраниТЬ подобного рода аварии? Над этой задачей настойчиво работала изобретательская мысль.

Успех выпал на долю профессора Павла Федоровича Павлова и его жены. Они сконструировали первый в мире специальный парашютный механизм, автоматически останавливающий клеть в случае обрыва каната.

Обычно в шахтах поднимают сразу 40 человек или от 5 до 30 тонн груза. Чаще всего глубина шахты достигает 800 метров. Если канат обрывается почти у самой поверхности земли, то скорость падения клети достигает 12 метров в секунду, то есть 50 километров в час. Это скорость пассажирского экспресса! При падении клети с огромной высоты и с большой скоростью гибнут люди, а шахта надолго выходит из строя, так как ствол ее основательно разрушается.

Шахтный парашют Павловых надежно и плавно останавливает клеть уже через 2—3 метра после обрыва каната. Этот механизм помещается на крыше шахтной клети, в центре подвесного устройства. Надежной опорой для оборвавшейся клети являются специальные тормозные канаты, неподвижно висящие в стволе шахты и свободно пропущенные через отверстия в рабочих органах парашюта.

Парашют работает автоматически. Он состоит из рычагов, зажимных муфт, металлических клиньев и мощной приводной пружины. При обрыве подъемного каната сжимавшаяся им ранее приводная пружина мгновенно освобождается и приводит в действие рычаги. Своими короткими плечами они перемещают вверх специальные клинья, обеспечивающие сжим опорных канатов. На этих канатах клеть повисает.

После автоматического срабатывания мощной приводной пружины остальные

детали парашюта действуют под силой тяжести клети, с использованием всей ее кинетической энергии. Это и обеспечивает надежность работы парашюта.

Механизм реагирует на обрыв каната мгновенно. Сила зажима клиньями опорных канатов тем больше, чем больше вес и выше скорость клети.

Этот механизм, несмотря на свою большую прочность и надежность работы при нагрузке в десятки тонн, выглядит внешне довольно компактно. Все его основные части размещены внутри металлического корпуса.

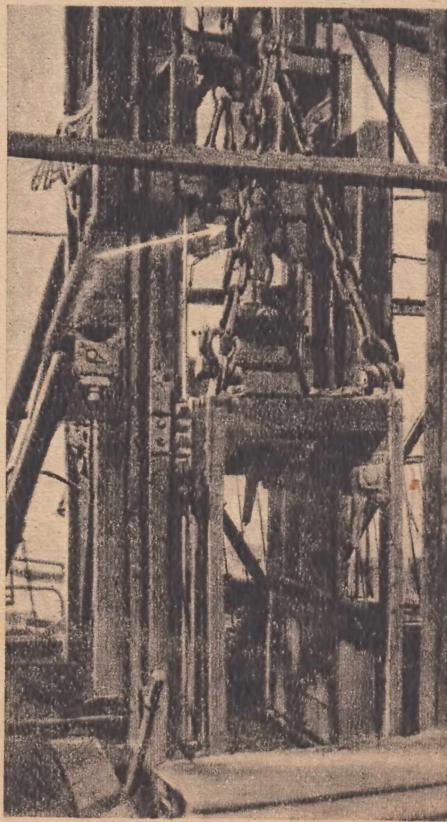
Испытания парашютного механизма системы Павловых дали прекрасные результаты. В шахте сделали 68 обрывов, и каждый раз клеть надежно, плавно останавливалась. Сначала в клеть помещали животных. Потом решили испытание провести с людьми и оборвать канат на 240-м метре от дна ствола при общей глубине шахты в 420 метров.

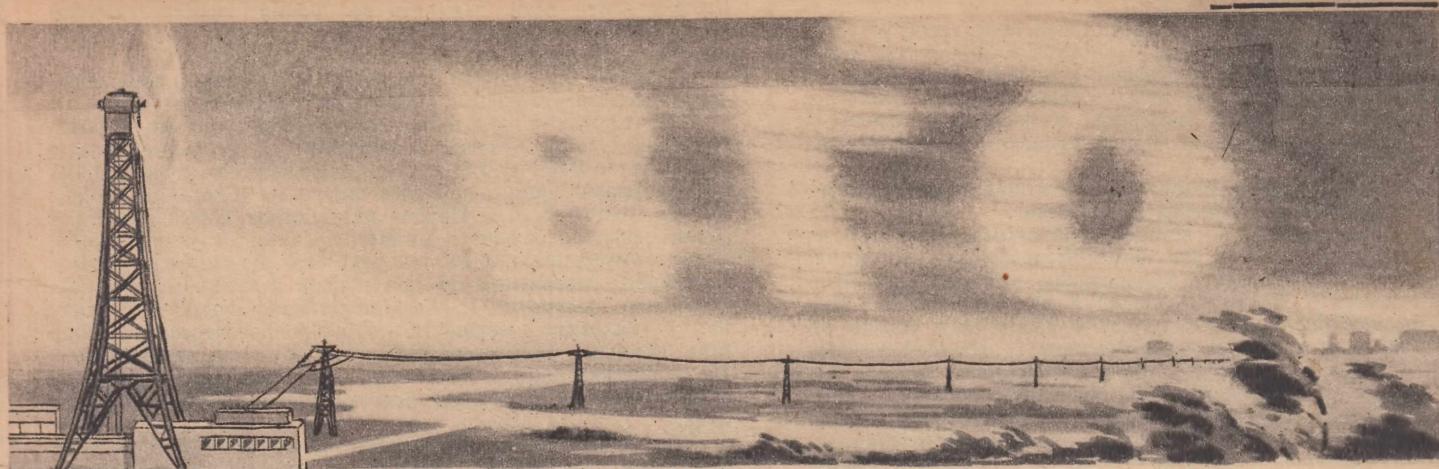
Кто же рискнул принять участие в этом эксперименте? В клеть поместились шесть человек, в том числе и авторы изобретения. Канат оборвали, и... все кончилось благополучно. Опыты были полностью закончены за несколько дней до войны.

Перед отступлением испытательную шахту не успели взорвать. Все попало в руки немцев. Осматривая эту шахту с клетью, они искали чертежи, приборы и вычисления. Но все хозяйство было надежно зарыто в землю советскими патриотами.

Ныне в Донбассе снова кипит работа. По распоряжению Наркомата угольной промышленности парашют Павловых устанавливается в нескольких шахтах.

Авторы проекта и их помощники награждены. За сохранение ценной документации о парашюте на оккупированной территории награждены секретарь машиниста Мирошниченко, чертежница Ганжа, счетовод Высоцкая и колхозница Петро.





## ВЕТРО-ГИДРОДВИГАТЕЛЬ

М. ВОЛОБУЕВ

Пройдет некоторое время, и установки ВГД станут столь же привычными для глаза, как шахты, заводы, рудники и другие сооружения современных индустриальных центров. Мы верим, что ветро-гидродвигатели раз и навсегда разрешат проблему энергоснабжения городов, сел и транспорта, и надеемся, что эту уверенность разделит с нами читатель.

Еще в середине XIX века стремительный рост промышленности и транспорта побудил насторожиться многих ученых и инженеров. Некоторые из них задавали себе вопрос: удастся ли удовлетворить в будущем потребности техники в энергии? Жизнь показала, что такое беспокойство не было беспочвенным. Примерно каждые 20 лет потребность промышленности в энергии удваивалась, а источники энергии истощались не по дням, а по часам.

Специалисты брали на строжайший учет все известные и вероятные запасы угля, нефти и торфа. Подсчитывалась энергия рек и водопадов. Придумывались способы использования солнечного тепла для нагревания воды в паровых котлах.

Наряду с этим один за другим выдвигались фантастические проекты, вроде сооружения плотины в Гибралтарском проливе, которая якобы снизит уровень воды в Средиземном море и создаст низвергающийся из Атлантического океана новый гигантский водопад.

Однако все реальные и предполагаемые источники энергии были или слишком незначительными, чтобы в полной мере удовлетворить прогрессивно возрастающие запросы промышленности и транспорта, либо настолько фантастичными, что всерьез не приходилось считывать на их использование.

Таким образом, вопрос об энергетике будущего и в наше время остается не решенным. Между тем человечество давным-давно было знакомо с богатейшим источником энергии. Имользовались люди в незапамятные времена. Частично этот источник служит свою службу и в век пара и электричества.

Речь идет о ветре, о его мощной и практически неисчерпаемой энергии.

Любопытен подсчет энергетических запасов СССР: на долю рек и водопадов приходится около

4 процентов этих запасов; сжигание всех гигантских залежей топлива, скрытых в недрах нашей страны, могло бы в пять раз перекрыть количество водной энергии. Почти все остальное, или 71 процент наших энергетических запасов, принадлежит ветру. Поистине львиная доля!

Но едва ли сейчас найдется хотя бы один директор завода, который согласился бы заменить паровые машины или гидро- и теплоцентрали ветровыми установками. И это понятно. Наши предприятия являются полновластными повелителями энергии. Уголь и нефть день и ночь и в любую погоду дают жизнь паровым котлам, турбинам, моторам. Ни минуты простой! Ради таких удобств стоит даже с большими трудностями и затратами добывать из недр уголь и нефть и перевозить их за сотни и тысячи километров.

Еще легче регулировать расход электроэнергии. Поэтому гидростанции строятся иногда в диких горах и тундрах, благо электрический ток можно передавать на большие расстояния.

А ветер — это самая непокорная стихия. Вчера он дул с бешеною силой, и крылья тысячесильных ветродвигателей «снимали» в десять раз больше энергии, чем требовалось. Сегодня никакого ветра — мертвый штиль. И если нашлись бы потребители ветряной энергии, то в этот день они, вероятно, горько сожалели бы о своем решении променять дорогую, строго лимитированную, но зато верную энергию топлива и воды на дешевую, ничем не ограниченную, но крайне капризную энергию ветра.

Итак, до тех пор мы не научимся аккумулировать, заготовлять впрок энергию ветра, чтобы расходовать ее в безветреную погоду, пока не удастся превратить непостоянный источник ветровой энергии в постоянно действующую двигательную силу для машин, — хозяйственники имеют все основания пренебречь ветродвигателями, и наша промышленность не может всерьез рассчитывать на использование 71 процента энергетических запасов, таящихся в стихии ветра.

Полный штиль... Неподвижно застыли парусные суда. На деревьях не колышутся листья, на воде нет ряби, не полощутся флаги и вымпелы. Все замерло. Но потребители энергии ветра как бы не замечают бессилия крыльев ветродвигателей.

Как ни в чем не бывало гремят кузнечные молоты, приводимые в движение ветродвигателями. Частой дробью стучат станки, мчатся поезда, горит свет в домах, работают подъемные машины в шахтах. И все это совершается за счет энергии ветра и... во время полного штиля.

Так будет... ВГД кардинально решит противоречия ветра. Он будет управлять его стихией и таким образом приобщит гигантские ветроресурсы к нуждам нашей промышленности.

ВГД, или ветро-гидродвигатель, — это своеобразное сочетание ветродвигателя с гидротурбиной. Но в этой комбинации гидротурбина имеет подчиненное значение, и ее работа проектируется в полной зависимости от ветродвигателя. Иными словами, в ветреную погоду полезную работу совершает только ветродвигатель при полном бездействии турбины. Но, вырабатывая энергию для потребления, ветродвигатель одновременно отдает свои избыточные мощности для будущей работы турбины, которая приходит в действие, когда наступает штиль. Именно в этот момент турбина «расплачивается» с ветродвигателем и, таким образом, выравнивает непостоянную по времени и мощности его работу.

Рисунок С. ЛОДЫГИНА

Попробуем разобраться в этом интересном случае взаимопомощи двух видов двигателей. Представим себе установку ВГД в действии. Шахта. На глубине 2—2,5 километра установлена мощная гидротурбина с генератором. Ниже ее расположен резервуар для воды соответствующей кубатуры. На поверхности земли выстроен ветросиловой агрегат — ветродвигатель и генератор. Линии проводов тянутся отсюда к потребителям.

Специально сооруженный канал соединяет шахту с небольшой рекой, протекающей поблизости.

На улице ветрено, и ветросиловой агрегат работает на полный ход. Турбина в это время бездействует. Но погода изменчива. Ветер внезапно прекратился, и крылья ветродвигателя замерли. Тотчас же пошла в ход турбина. Ее привела в движение вода, хлынувшая в шахту, как только открыли щиты в канале. Низвергнувшись с огромной высоты, вода заставила заработать турбину Пельстона, лопасти которой могут вращаться с очень большой скоростью. Ожил подземный генератор, и потребители не почувствовали перерыва в подаче энергии. Отработанная вода постепенно заполняет подземный резервуар — этот своеобразный аккумулятор, снабжающий промышленность энергией в безветреные дни.

Но вот опять разгулялся на улице ветер, и снова во-всю закрутились огромные крылья ветродвигателя. Турбина стоит! Она немедленно выключается, и дальше происходит интересный процесс: часть энергии ветродвигателя используется для откачки воды из подземного резервуара — непрерывно работает мощный насос, выбрасывая воду на поверхность.

Турбина неподвижна. Подземный резервуар-аккумулятор заряжен (то есть опустошен). И так до следующего безветрия...

Такова техническая идея и весьма белое описание рабочей схемы двигателя нового типа — ВГД. Быть может, у кое-кого возникнут сомнения в целесообразности постройки ВГД. Нам могут сказать, что неразумно затрачивать огромное количество энергии на откачуку воды с глубины двух километров. Не проще ли, пользуясь сильным ветром, скапливать воду в водохранилищах обычных гидростанций и расходовать ее во время штиля?

Слов нет — такое решение более простое, однако комбинация ветродвигателей с обычными гидростанциями не решает полностью энергетической проблемы. Мощность турбин, приводимой в движение рекой, ограничена количеством воды и уклоном русла. И если бы даже на каждой реке стояли турбины, их общей мощности уже сейчас нехватило бы для удовлетворения всех нужд промышленности. Только заставив падать воду с двухкилометровой высоты, можно уде-

сятерить силу реки, заменить во время штиля могучий ветер работой гидротурбины. Но для этого как раз и надо построить глубокие шахты и подземные резервуары.

По силам ли, однако, современной технике сооружение достаточно вместительных подземных резервуаров?

Вот что можно сказать по этому поводу: еще до войны в Трансваале были пущены в эксплуатацию угольные шахты глубиной в 2200—2500 метров. Недавно инженеры Наркомата угольной промышленности, лауреаты Сталинской премии К. Щепотьев и В. Иванов разработали новый метод бурения скважин большого диаметра, который ускорил проходку стволов шахт в два-три раза. Что же касается размеров подземного резервуара, то при напоре 2 тысяч метров гидротурбина расходует меньше полстакана воды в секунду на 1 киловатт мощности турбо-гидрогенератора. При этих условиях подземный резервуар объемом всего лишь в 15 кубических метров на 1 киловатт мощности генератора обеспечивает непрерывную работу турбины в течение пяти дней.

Эти данные позволили рассчитать, что если бы строители ВГД один раз вынули из-под земли столько же кубометров грунта, сколько кубометров угля вынимают ежегодно горячие в одном лишь Подмосковном бассейне, то ВГД дадут выработку 7,8 миллиарда киловатт-часов электроэнергии в год. Вот почему гораздо выгоднее один раз вынуть миллионы кубометров грунта, чем ежегодно добывать из-под земли еще большее количество каменного угля.

Как правило, ВГД будут строиться в непосредственной близости от небольших рек, которые едва ли в состоянии вращать колеса водяной мельницы. Но эти речушки вполне обеспечат жизнеспособность турбин. Ведь они будут работать с напором 2 тысяч и больше метров. Иными словами, падая с огромной высоты, вода приобретет большую силу. Этой силы будет вполне достаточно для вращения лопастей турбин.

Установки ВГД можно будет встретить и там, где на поверхности нет воды, то есть в безводной степи. В этих случаях воду будут накапливать в искусственных водоемах во время весеннего таяния снега или воспользоваться подземными источниками.

В районах с развитой горнорудной промышленностью сооружение подземного резервуара можно совместить с добывкой полезных ископаемых, а уже существующие глубокие отработанные и заброшенные шахты использовать в качестве подземных резервуаров.

Когда тысячи установок ВГД густой сетью покроют нашу страну, дешевая и неистощимая энергия ветра будет поставлена на службу промышленности нашей родины.

## Сварка по-новому

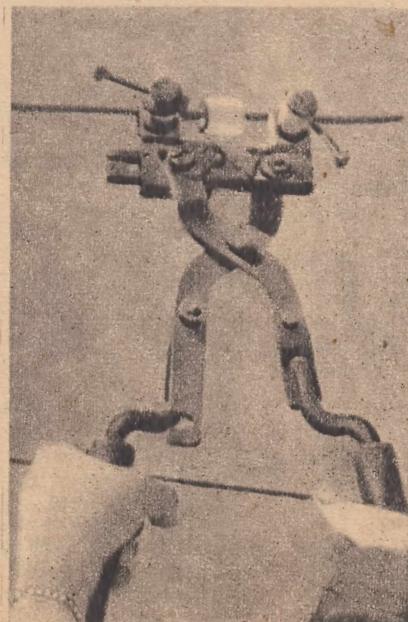
Т. КОНЫШЕВА

Еще вчера здесь был бой. Сегодня на этом месте ведутся восстановительные работы. В первую очередь налаживаются линии связи.

...В паутине стальных проводов копается рабочий. Он распутывает проволоку. Иногда в руках у него появляются небольшие клещи, в которые он зажимает концы двух проводов и маленький цилиндрик. Покрыв глаза защитными очками, рабочий поджигает шашечку. Она мгновенно вспыхивает и несколько секунд горит, как термит. Еще несколько секунд — и шашечка остывает. Рабочий разжимает клещи и сбрасывает остатки сгоревшего цилиндрика. Провода крепко сварены. Место их сварки почти незаметно.

Этот новый способ сварки стальных проводов линий связи посредством термитно-муфельных шашек разработан во Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта инженерами Кукиным и Тылаковым.

Сущность этого способа заключается в следующем. Подготовленные к сварке концы проводов встык помещаются в маленькую шашку-цилиндрик, изготовленную из особого термитного состава. Шашку сжигают. Благодаря специальному



свойствам этого термита шашка при сгорании не плавится и не разбрызгивается, а остается на месте сварки в виде раскаленной массы, образуя своеобразную муфельную печь. Внутри этого муфеля концы проводов разогреваются до температуры, обеспечивающей надежное сваривание. Сварка производится в простом приспособлении — ручных клещах. Ими сварщик сжимает концы проводов во время сварки. Процесс сварки одного стыка занимает несколько секунд. Качество сварки очень хорошее. Этим способом можно сваривать провода как на земле, так и на верху.

Термитно-муфельная сварка проводов особенно эффективна в военное время, когда объем ремонтно-восстановительных работ весьма велик. Она значительно проще, чем электросварка, требующая большого количества электросварочных агрегатов, квалифицированных сварщиков, много горючего и смазочных материалов. Техника выполнения термитно-муфельной сварки проста. Практика показала, что новички хорошо ее овладевают уже после 5—10 опытных сварок.

# Загадки Солнца

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

А. ЛИВШИЦ

С тех пор, как астрономы определили, что возраст Солнца измеряется миллиардами лет, перед нами встала загадка происхождения солнечной энергии.

Количество энергии, излучаемой Солнцем в одну секунду, так велико, что его можно было бы расплавить и превратить в пар ледяную глыбу диаметром в две тысячи километров. И если Солнце, несмотря на это, и в наши дни светит с огромной яркостью, то, значит, какой-то источник энергии непрерывно восполнял расход тепла и света на Солнце за все время его существования.

Прежде всего возникло естественное предложение, что на Солнце сгорают какие-то вещества и при этом выделяется много тепла. Но расчеты показали, что если бы даже все Солнце состояло из углерода, то оно должно было бы сгореть всего за три тысячи лет. Происхождение солнечной энергии объясняли и тем, что силы тяготения, действующие между частицами солнечной материи, заставляют Солнце сжиматься, а сжатие газов (Солнце это ведь газовый шар) всегда сопровождается выделением тепла. Но если Солнце было бы некогда даже в 10 тысяч раз больше, чем теперь, и постепенно сжалось до нынешних его размеров, то и в этом случае выделившееся тепло оказалось бы израсходованным всего за 25 миллионов лет.

В начале XX века изучение радиоактивности открыло ученым новый и очень мощный источник энергии. Но спектральный анализ показал, что радиоактивных веществ на Солнце мало, и количество энергии, выделяющейся при распаде атомов этих веществ, должно быть поэтому здесь сравнительно ничтожно.

Таким образом, долгое время проблема происхождения солнечной энергии оставалась не решенной. Новые теории возникли только в последнее время, в связи с развитием ядерной физики, изучающей строение атомных ядер.

В глубинах Солнца температура достигает миллионов градусов. При такой температуре все атомы превращаются в «голые» ядра, лишенные электронов, которые при обычных условиях вращаются вокруг ядер. Ядра в тысячи раз меньше по объему, чем атомы. И когда они лишаются электронов и сближаются друг с другом, то получаются вещества невиданной на Земле плотности. В то же время огромная температура заставляет эти ядра двигаться со

скоростями 100—200 километров в секунду. И вот бешено мчащиеся и обладающие огромной энергией ядра атомов в результате необыкновенной плотности солнечного вещества очень часто сталкиваются друг с другом. А лабораторные опыты физиков показали, что при столкновении ядер атомов могут происходить превращения вещества, порождающие огромные количества энергии.

Эти соображения и легли в основу новой теории происхождения солнечной энергии, предложенной недавно астрофизиком Бете.

Бете указал на то, что наиболее легкие из всех ядер — ядра водорода — должны врываться внутрь ядер более тяжелых атомов. В первую очередь они будут проникать внутрь атомов малого веса, а такими на Солнце являются главным образом атомы углерода. Опыты и теоретические расчеты показали, что ядро атома углерода может один за другим поглотить четыре ядра водорода. При этом будут возникать все более сложные и тяжелые ядра других элементов. Но следующий, пятый по счету, удар ядра водорода уже разобьет утяжеленное и ставшее менее прочным ядро, и оно распадется. Бете доказал, что после распада каждого утяжеленного ядра появится вновь одно ядро углерода, но ядра водорода уже не обнаружатся в прежнем виде. Они превратятся в ядро гелия, которое выделится при распаде утяжеленного ядра.

Однако масса ядра гелия несколько меньше, чем масса четырех ядер водорода, из которых оно образовалось.

Значит, образование гелия сопровождается исчезновением массы. А современная физика учит, что при исчезновении массы возникает огромное количество энергии. Так, один грамм массы любого вещества, превращаясь в энергию, дает столько же тепла, сколько получается при сгорании 220 тонн угля.

Подсчеты показали, что всего одного процента массы Солнца, если эта масса превратится в энергию, достаточно на поддержание солнечного излучения в течение 100 миллиардов лет.

Но наше Солнце только одна из бесчисленных звезд. Поэтому гипотеза Бете в случае своего подтверждения позволит понять, откуда черпается энергия излучения во всей вселенной.

## МЕДЛЕННЫЙ СВЕТ

З. БОБЫРЬ

В одном иностранном журнале недавно была напечатана заметка, содержащая, на первый взгляд, очень странное утверждение:

«Солнечный свет, который мы видим в настоящее время, зародился около миллиона лет назад в пылающих недрах Солнца. И весь этот бесконечно долгий срок ему понадобился на то, чтобы пройти 700 тысяч километров от центра Солнца к его поверхности», пишет автор заметки. Нетрудно высчитать, что если это так, то свет внутри Солнца движется со скоростью... 8 сантиметров в час.

Мы привыкли думать, что скорость света огромна. За 8 минут проносится свет 149 миллионов километров, отделяющих Солнце от Земли. Всего 8,7 года требуется свету, чтобы преодолеть расстояние между самой яркой звездой — Сириусом — и Землей, равное миллионам миллиардов километров. Как же совместимы эти огромные скорости распространения света в межзвездном пространстве с его невероятно медленным движением в недрах Солнца?

Оказывается, скорость света непостоянна. В пустоте

она равна 300 тысячам километров в секунду, и почти с такой же скоростью движется свет в воздухе. Но уже в воде его скорость падает до 255 тысяч км/сек. Сквозь стекло свет проникает со скоростью 200 тысяч километров в секунду, в алмазе его скорость снижается до 120 тысяч километров в секунду, а в прозрачной пластинке кремния — до 70 тысяч километров в секунду. Таковы скорости распространения света сквозь земные вещества. Но состояния вещества на Солнце резко отличаются от состояния земных веществ. На Земле все состоит из атомов или соединений атомов-молекул. В недрах Солнца имеются только «голые» ядра атомов и свободные электроны, которые могут сближаться друг с другом гораздо теснее, чем обычные атомы. Солнечное вещество представляет собой своеобразную среду, в 110 раз более плотную, чем вода. По этой причине, а также потому, что лучистая энергия взаимодействует с «голыми» ядрами атомов не так, как с обычными атомами, свет и распространяется сквозь Солнца с ничтожной скоростью.

# Магистраты сверхудалых передач

В ЭТОЙ СТАТЬЕ РАССКАЗЫВАЕТСЯ О БОРЬБЕ ДВУХ СОПЕРНИКОВ — ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. ЧТО ЖЕ ЭТО ЗА ТОКИ?

## постоянный ток

**ПОСТОЯННЫЙ ТОК** — это такое передвижение электронов в проводниках, которое совершается все время в одном направлении — от отрицательного полюса батареи или динамомашины к положительному полюсу. Великий изобретатель Эдисон сравнивал постоянный ток с величественной равнинной рекой, плавно стремящейся к морю.

## переменный ток

**ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК** — это такое передвижение электронов в проводнике, которое совершается то в одном, то в обратном направлении. Продолжив сравнение Эдисона тока с рекой, придется уподобить переменный ток ревущему горному потоку, непрерывно меняющему свое направление.

Залы Электротехнической выставки 1882 года безлюдны. Одиннадцать часов вечера. Посетители разошлись. Лишь у одного из стендов собралась группа инженеров. Французский физик Депре, волнуясь, подходит к небольшому электротокорту, стоящему на стэнде. Год назад он выдвинул смелое утверждение, что электрическую энергию можно передавать по проводам не на сотни метров, как считали все специалисты, а на десятки километров. Его называли фантазером. Сегодня он докажет миру правильность своих расчетов. Динамомашина, которая должна питать этот мотор, установлена на угольных копях в 57 километрах от стэнда.

Мотор включен. На секунду собирающиеся задерживают дыхание, потом раздается гром апплодисментов. Мотор начал вращаться. Передача электроэнергии на дальнее расстояние стала действительностью...

Огромное значение опыта Депре было ясно для любого инженера того времени. Конечно, о том, что электрический ток можно передавать по проводам на расстояние, знали и раньше. Но все попытки передать ток, достаточный для вращения мотора хотя бы на несколько километров, неизменно терпели неудачу.

Когда по проводам протекал ток большой силы, они сильно нагревались, и почти вся энергия бесполезно расходовалась на этот нагрев. Только ничтожная ее часть доходила до мотора. Поэтому считалось несомненным, что моторы можно устанавливать не далее нескольких сот метров от электростанций. Фабрики и заводы были как бы прикованы к месту расположения станций.

Депре навсегда опрокинул это ложное представление. Он показал, что увеличивать передаваемую мощность можно не только путем увеличения силы тока, но и повышением его напря-

жения. Чем выше напряжение, тем большая мощность может быть передана током одной и той же силы. А при передаче даже на большие расстояния тока малой силы, но высокого напряжения бесполезная трата энергии на нагревание проводов уже не столь велика. Применение высокого напряжения обещало в сотни раз увеличить расстояние, на которое можно было передавать электрическую энергию.

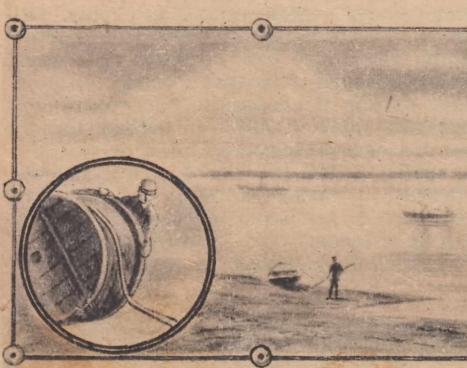
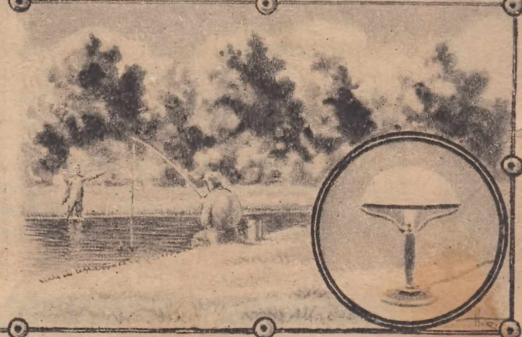
По первой линии, построенной Депре, передавалась ничтожная мощность, всего две лошадиные силы. Три четверти этой мощности все еще терялись в пути на нагревание проводов линии. Но почему же нельзя было пустить по проводам линии Депре ток мощностью в сотни и даже тысячи лошадиных сил? Оказалось, что для передачи больших мощностей требовалось более высокое напряжение, чем те 2 000 вольт, которые применил Депре. Применить же более высокие напряжения он не мог по той причине, что в то время динамомашина при таких напряжениях то и дело терпела аварии из-за нарушения изоляции в коллекторе.

По той же причине и моторы работали при высоком напряжении недостаточно надежно.

### СИЛА ТОКА

Наше современное представление о природе электричества и электрическом токе бесконечно далеко от наивного учения об электрической жидкости, которого придерживались первые исследователи электрических явлений.

Но если мы хотим наглядно представить себе, что такое сила тока, то и теперь сравниваем количество электричества, протекающего через проводник, с количеством воды в реке. Чем больше поток электронов, чем большее число их проходит в единицу времени через поперечное сечение проводника, тем сильнее ток, говорят электрики. Чем больше воды в реке, чем большие литров или кубометров воды протекает в единицу времени через поперечное сечение русла реки, тем сильнее поток воды, говорят гидравлики.



По иному пути пошел другой французский электрик — Фонтэн. Для получения тока высокого напряжения он соединил четыре динамомашины последовательно, то есть так, чтобы ток протекал через все машины, из одной в другую. Таким же образом, он соединил моторы, стоящие на другом конце линии. При таком включении электрических машин их напряжения складываются. Этим путем Фонтэн мог без большого труда передавать ток напряжением в 6 000 вольт и более.

Но такое включение имело много недостатков. Прежде всего при порче одной из машин ток прекращался, и все остальные машины тоже останавливались. Поэтому включать в линии много машин не решались. Обслуживать моторы, по которым протекал ток высокого напряжения, было опасно: ведь этот ток может убить человека. Поэтому же его нельзя было применять и для освещения квартир.

Для того чтобы электрическая энергия смогла в корне преобразовать промышленность и быт города и деревни, требовались совершенно другие методы ее передачи, чем метод Депре и метод Фонтэна. Нужно было найти способ передавать энергию при напряжениях в десятки и сотни тысяч вольт, а в конце линии получать ток низкого напряжения — в 100 или 200 вольт, который можно было бы распределять среди сотен крупных и мелких потребителей.

В том же 1882 году, когда француз Депре удивил мир своим смелым опытом, русский электротехник Усагин изготовил аппарат, которому суждено было сыграть основную роль в решении этой задачи. Аппарат был очень сложным. На пучок железных прутьев

были намотаны два изолированных отрезка медной проволоки разной длины, причем длинный отрезок образовал в десять раз больше витков, чем короткий. Усагин пропускал через короткий отрезок переменный ток, и в то же мгновение в длинном отрезке возникал индуцированный переменный ток, напряжение которого было в десять раз больше. И наоборот. Когда ток пропускался через длинный конец, в коротком появлялся ток в десять раз более низкого напряжения. Скромный аппарат, на котором Усагин изучал новую область применения закона индукции, был прообразом современных трансформаторов, позволяющих как повышать, так и понижать по нашему желанию напряжение электрического тока.

Инженеры, пытавшиеся решить проблему передачи электроэнергии, не обратили внимания на опыты Усагина. Объяснялось это тем, что трансформатор работает только на переменном токе. А такой ток не мог быть в то время использован на фабриках и заводах: моторы, применявшиеся в те годы, работали на постоянном токе, не меняющем своего направления. Поэтому в 80-х годах для передачи энергии на дальние расстояния применялся только постоянный ток.

Но в 1890 году наш соотечественник Доливо-Добровольский изобрел новый тип электродвигателя, который можно было присоединять через трансформатор к линии переменного тока. Таким образом, в конце XIX века были решены обе задачи электротехники: инженеры получили возможность с помощью трансформатора повышать напряжение переменного тока, передавать его на сотни километров без больших потерь, затем с помощью таких же трансформаторов снижать напряжение и использовать переменный ток в двигателях Добровольского. Но в царской России не сумели оценить огромное значение изобретения молодого инженера, и Добровольскому — ему было в то время 28 лет — пришлось претворять свои идеи в жизнь за границей. Уже в следующем году он осуществил опытную передачу электроэнергии между городами Лауфеном и Франкфуртом на расстояние 175 километров. В Лауфене водяная турбина в 300 лошадиных сил вращала генератор, и напряжение тока повышалось трансформатором до 16 000 вольт. На приемном конце линии стоял второй трансформатор, понижавший напряжение до 65 вольт. Током такого низкого напряжения можно было безопасно питать не только моторы, но и электролампы. Все моторы и лампы были включены между собой параллельно, то есть так, чтобы ток, прошедший через трансформатор, дробился между ними. Этот способ включения впервые был широко применен русским изобретателем Яблочковым.

Испытание лауфенской передачи дало блестящие результаты, и несколько лет спустя высоковольтные линии переменного тока стали широко применяться в Европе и особенно в Америке. А в России, на родине Добровольского, такие линии появились на десять лет позже — в 1902 году.

Казалось бы, нужда в линиях постоянного тока отпала. Но тем не менее постоянный ток не сдавал своих позиций. Шаг за шагом устраивались неудобства, связанные с последовательным включением динамомашин. Швейцарский инженер Тюри сумел настолько усовершенствовать способы последовательного включения, что передача постоянным током еще в течение более 15 лет оставалась серьезным соперником для линий переменного тока. В 1906 году Тюри осуществил рекордную для того време-

## МОЩНОСТЬ

Как измерить мощность водного потока? Очевидно, для этого надо определить ту работу, которую он может совершить в единицу времени. А так как быстро текущий поток с малым количеством воды может совершить столько же работы, как и более обильный, но и более медленный поток воды, то мы говорим: мощность потока воды равна произведению количества воды на высоту ее падения.

Количество воды соответствует в электротехнике сила тока.

Высоте падения воды соответствует напряжение. Значит, мощность электрического тока равна произведению силы тока на напряжение. Если мы увеличим во много раз напряжение, то сможем передать по проводам большую мощность даже слабым током.

## НАПРЯЖЕНИЕ

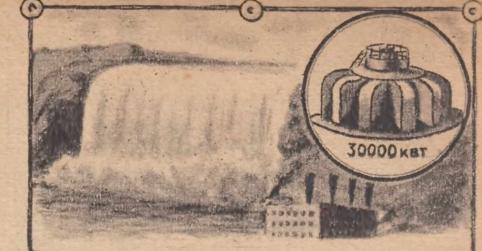
По едва заметному уклону плавно и медленно струится река. Но бурным водопадом низвергается она там, где на пути воды встречаются отвесные пороги.

Чем больше разница уровней верхней и нижней точек на пути воды, тем с большей скоростью движется вода.

Чем больше разница в уровнях электрического потенциала между двумя точками проводника, тем с большей скоростью движутся в проводнике электроны.

В метрах измеряют разницу в уровне верхней и нижней точек русла реки.

В вольтах измеряют разницу электрических потенциалов или напряжение между различными точками проводника.



ни передачу энергии постоянным током — от гидростанции Мутье в город Лион. По этой линии передавалось до 20 000 киловатт на расстояние свыше 200 километров. И тут с особенной ясностью сказались преимущества постоянного тока перед переменным. Изоляторы, на которых были подвешены провода линии, могли выдержать на переменном токе напряжение не свыше 45 000 вольт. На постоянном же токе оказалось возможным довести напряжение линии до 125 000 вольт.

И даже под землей кабель линии Тюри не давал утечки. А для линий переменного тока подземные кабели на напряжением свыше 100 000 вольт научились изготавливать только много лет спустя.

Инженеры и специалисты по электротехнике не могли пройти мимо этих фактов, и сейчас в результате проведенной

има исследовательской работы стали понятны причины столь изумительного поведения изоляции на линиях системы Тюри. На постоянном токе напряжение, приложенное к изоляции, все время остается одинаковым и тем же; на переменном же токе оно непрерывно изменяется и по величине и по направлению. Изоляция линии, особенно кабельной, при этом «утомляется», и качества ее быстро ухудшаются, и в результате возрастают опасность пробоя изоляции, разрушения ее электрическим напряжением.

Но успехи, достигнутые на линии Мутье — Лион, уже не смогли спасти систему Тюри. Быстрый рост потребления электроэнергии требовал применения на электростанциях больших турбогенераторов мощностью в 50 000 и даже 100 000 киловатт, а такие мощные генераторы могут быть построены только для переменного тока. Вот почему уже в 1910 году переменный ток прочно за-воевал господство на крупных электростанциях. Строительство линий системы Тюри прекратилось. Более того, уже построенные линии этого типа одна за другой были переоборудованы на переменный ток.

На первом этапе борьбы переменного и постоянного тока одержали победу линии высоковольтных передач переменного тока.

Прошли годы. Все более мощными становились электростанции, все большими — расстояния передачи. Казалось, что нет предела возможностям передачи энергии переменным током. Но такой предел существовал. В теории он был давно известен, а вскоре он дал о себе знать и инженерам-практикам, притом в самой чувствительной форме. С разных

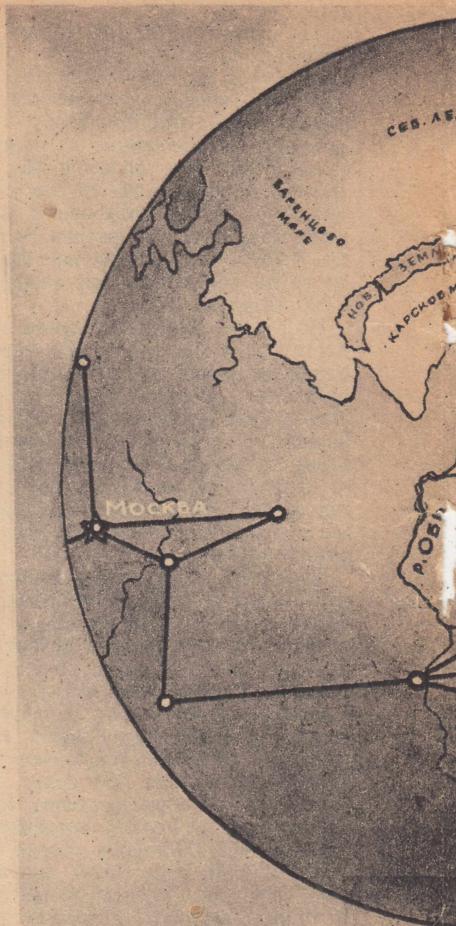
концов земного шара стали поступать тревожные сообщения. То тут, то там в часы наибольшей нагрузки длинные линии переменного тока внезапно переставали передавать энергию, оставляя без тока целые районы. Осмотр линий и оборудования не обнаруживал никаких видимых повреждений. Что же происходило?

В нормальных условиях скорости вращения электрических машин на обоих концах линии передачи точно согласованы между собой, и напряжение по обе стороны линии меняет свое направление одновременно. Но если нагрузка линии чрезмерно велика, эта согласованность может нарушиться. Электрические машины начнут на одном конце линии вращаться быстрее, чем на другом. Напряжения на обоих концах линии будут от этого изменяться независимо друг от друга. Передача энергии станет невозможной, и линию придется отключить.

Теория и практика показали, что в силу этого явления чем длиннее линия, тем меньшую нагрузку она может передавать от генераторов к моторам.

В 1936 году в Америке удалось построить линию переменного тока длиной в 430 километров, работающую при напряжении 287 000 вольт. Однако на этом дальнейшее увеличение длины линий передач переменного тока прекратилось.

А между тем потребление электроэнергии промышленностью всего мира непрерывно возрастает. Из года в год все более острой становится необходимость использовать не только источники энергии, расположенные вблизи промышленных центров, но и энергию много-

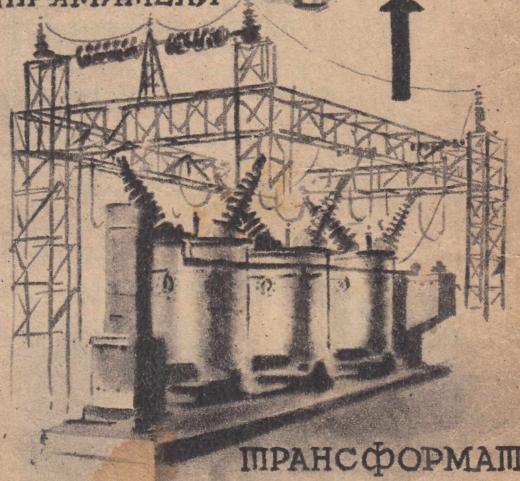


На мощных сибирских реках в мощных генераторах зарождается электрический ток. Это будет ток переменный. Трансформаторы повысят его напряжение до нескольких сотен тысяч вольт. После этого ртутные выпрямители преобразят переменный ток в постоянный, и превращенная в электричество энергия рек сможет быть передана на тысячи километров. Через леса и горы протянутся магистрали сверхдальних передач, и там, где электрический ток должен питать заводы и города, он вновь подвергнется превращениям. Инверторы преобразят постоянный ток в переменный, трансформаторы снизят его напряжение, и потребители тока в Москве, Ленинграде, Сталино не отличат ток, переданный из Сибири, от тока, который дают местные станции.

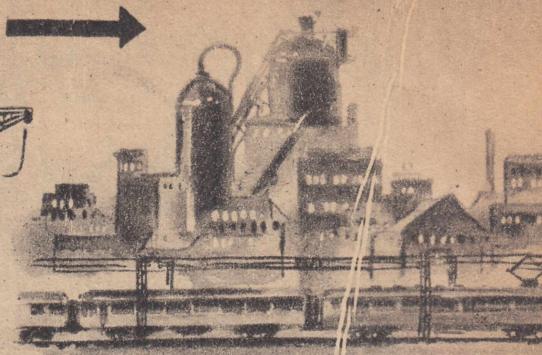
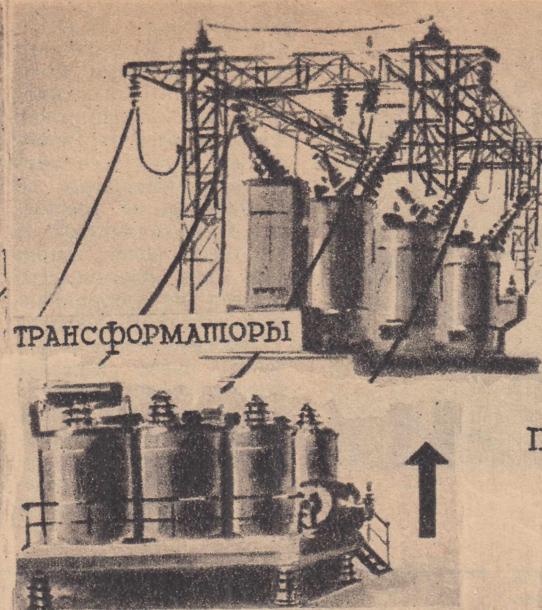


ГИДРОГЕНЕРАТОР

РТУТНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ



ТРАНСФОРМАТОРЫ



## ПОПРЕБИПЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

сверхдальние расстояния. И ближайшее время под Москвой будет сооружена подобная опытная линия передачи.

Подведем итог всему, что мы узнали о линиях передачи тока.

Десятки лет назад появление первого крупного изобретения в области преобразования токов — трансформатора — привело к решительной победе способа передачи энергии переменным током. Эта победа имела огромное значение для развития промышленности XX века. Но быстрый рост промышленности поставил перед электротехниками такие требования, которые не могут быть удовлетворены с помощью переменного тока. Возможности линий передачи переменного тока оказались исчерпанными. И в наши дни новые достижения техники преобразования токов — выпрямление и инвертирование — вновь позволяют передаче постоянным током вступить в борьбу за первенство, но уже на новой основе. В этой борьбе постоянный ток сумеет сохранить и использовать все достижения современной техники переменного тока. Область, в которой постоянный ток, повидимому, возьмет реванши на прежнее поражение, — это передача сотен тысяч киловатт на расстояние свыше 500 километров при напряжении до 400 000 вольт. Но прежде чем перейти к передаче электроэнергии постоянным током в подобных масштабах, надо преодолеть много трудностей. Прежде всего не легко построить выпрямители и инверторы большой мощности на очень высокие напряжения.

Первые ртутные выпрямители, сколько-нибудь пригодные по своей мощности для передачи энергии постоянным током, удалось построить только два года назад на заводе Браун-Бовери, в Швейцарии. Шести таких аппаратов хватило бы для выпрямления всей мощности Волховской гидростанции при напряжении в 100 000 вольт. Это напряжение вполне достаточно для передачи энергии этой станции без больших потерь до Ленинграда.

Наряду с усовершенствованием ртутного выпрямителя разрабатываются и выпрямители других типов. Так, Все-Союзный электротехнический институт в 1940 году изготовил образец выпрямителя, наполненного сжатым газом. Он может превзойти ртутные выпрямители и по мощности и по напряжению. Все же для очень больших линий передачи постоянного тока проверенных и доста-точно мощных выпрямителей мы пока не имеем.

Другие затруднения связаны с особенностями инверторов. В то время как выпрямители переменного тока работают весьма четко и надежно, инвертор — аппарат довольно капризный. Но и тут изобретатели предлагают одно усовершенствование за другим. В 1944 году советским инженерам удалось добиться

водных рек в отдаленных районах. Для этой цели требуется передача энергии на расстояние 1 000—2 000 километров и даже более. Техника передачи переменного тока не в состоянии решить эту задачу.

И снова возник вопрос, который, казалось, давно был бесповоротно решен: не лучше ли сверхдлинные линии передачи выполнять на постоянном токе? При передаче электроэнергии постоянным током затруднений с несогласованностью напряжений на концах линии быть не может по той простой причине, что напряжение в линии не меняет своего направления. Поэтому при передаче тока на тысячи километров линия постоянного тока будет работать более надежно. Кроме того, лучшая работа изоляции на постоянном токе позволяет применять в одних и тех же линиях более высокие напряжения. Так, одна и та же линия может выдержать на переменном токе 220 000 вольт, а на постоянном токе — до 400 000 вольт. Поэтому по одним и тем же длинным линиям можно передавать на постоянном токе в 2—3 раза больше энергии, чем на переменном. Конечно, не может быть и речи о полной переделке существующих сетей передач, об отказе от трансформаторов, от генераторов и моторов переменного тока, от параллельного способа включения. Задача может быть поставлена только так: производить и распределять электроэнергию на переменном токе, а передавать ее на сверх-

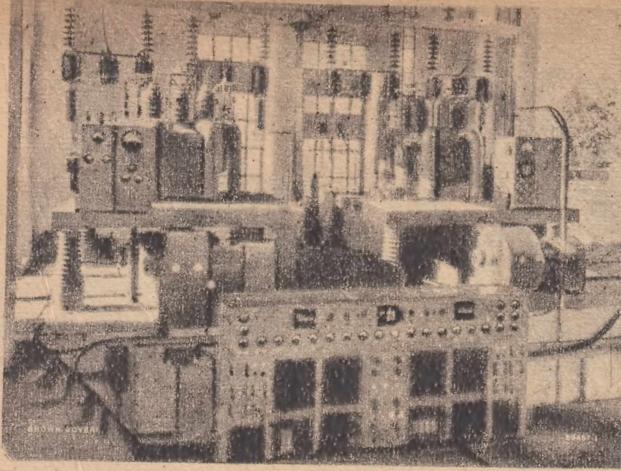
дальние расстояния постоянным током очень высокого напряжения. Но для этого требуются аппараты, способные надежно и без больших потерь энергии превращать переменный ток в постоянный и наоборот.

Уже довольно давно для превращения переменного тока в постоянный применяются ртутные выпрямители. В этих приборах носители электричества — электроны — могут перемещаться только в одном направлении: от ртутных катодов к графитовым анодам. Поэтому, если к выпрямителю подвести переменный ток, произойдет его преобразование, и дальше в линии передачи потечет уже постоянный по направлению поток электронов. Однако обратное преобразование постоянного тока в переменный долгое время считалось неосуществимым. И, превратив переменный ток в постоянный, передав его после этого хоть за тысячу километров, мы не смогли бы воспользоваться плодами своей победы, так как моторы на таких огромных напряжениях работать не могут, а трансформаторов постоянного тока не существует. Но в 1931 году научились наконец так управлять прохождением тока в ртутном выпрямителе, что эти же приборы осуществляют теперь и обратное преобразование постоянного тока в переменный.

С этого года идея передачи электроэнергии постоянным током на сверхдальние расстояния получила реальную техническую основу.

Такая передача мыслится следующим образом. Электроэнергия производится в обычных генераторах переменного тока. Затем напряжение повышается в трансформаторах до очень высокого значения. В ртутных выпрямителях переменный ток преобразуется в постоянный. Полученный таким образом постоянный ток передается по линии на сотни или тысячи километров. На другом конце линии ток превращается снова в переменный, или, как говорят физики, инвертируется, и напряжение его снижается трансформаторами до значений, требуемых потребителями. Потери энергии на выпрямление тока и преобразование его в переменный ток незначительны: они составляют всего 0,2—0,3 процента.

За последние десять лет в ряде стран были построены на этом принципе не большие опытные линии, полностью подтвердившие осуществимость передачи электроэнергии постоянным током на



ком. Американский инженер Росс рассчитал, что постоянным током можно будет передать энергию гидростанций, строящихся у берегов Тихого океана, через весь американский континент, до Нью-Йорка, на расстояние 4 200 километров. И это будет более выгодным, чем производство энергии на электростанциях в самом Нью-Йорке.

Особенно большое значение имеет передача электроэнергии постоянным током для нашей страны с ее необычными просторами. Постоянный ток позволит поставить на службу родине

пороги бурной Ангари, воды широкого Енисея и других рек Сибири. Эти реки дадут в три раза больше электроэнергии, чем давали до Отечественной войны все электростанции Союза, вместе взятые. Постоянный ток разгрузит наши железные дороги от перевозок десятков миллионов тонн угля. Линии постоянного тока свяжут в единое целое важнейшие энергосистемы Союза, во много раз повысят надежность снабжения наших заводов электроэнергией. Особо важные линии будут выполнены подземными кабелями постоянного тока. Вся энергетика нашей родины поднимется на новую, более высокую ступень.

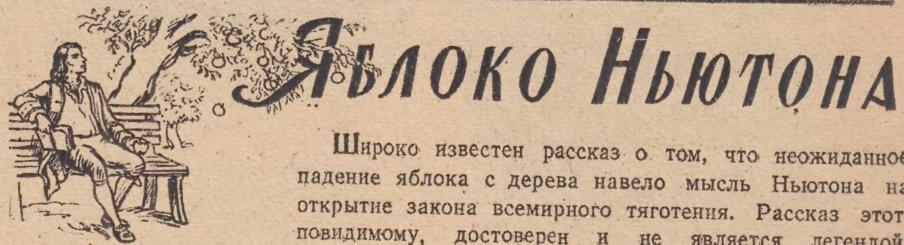
Для достижения этой цели предстоит пройти нелегкий путь. Но люди нашей страны не привыкли отступать перед трудностями. Проблема передачи энергии постоянным током на сверхдальние расстояния будет решена.

обезвреживания капризов инверторов, заставляя их в сотые доли секунды возобновлять нормальную работу.

Серьезные опасения вызывал одно время и еще один недостаток инверторов. Полученный при инвертировании переменный ток довольно своеобразен. Он нарастает и спадает скачками, в то время как обычный переменный ток изменяется совершенно плавно по кривой, называемой синусоидой. Протекание искаженного тока, полученного в инверторе, через сеть приводит к большим потерям энергии. Однако это затруднение оказалось легко преодолимым. Можно присоединить к сети два инвертора и управлять ими таким образом, чтобы изменения тока происходили по-переменно — то в одном из них, то в другом с равными промежутками времени. Тогда суммарный ток обоих инверторов изменяется небольшими ступенями, приближаясь к синусоиде. А управляя таким же путем четырьмя или шестью инверторами, можно получить ток, почти ничем не отличающийся от обычного переменного. При применении этого метода трансформаторы, к которым присоединяются инверторы, должны быть включены специальным способом. Такой способ был предложен в 1939 году группой молодых специалистов Академии наук СССР.

Для преодоления всех трудностей и устранения всех неясностей, связанных с передачей энергии постоянным током высокого напряжения, потребуется еще длительная и напряженная работа. Сейчас она успешно ведется и у нас и в ряде стран за границей. Завершение этой работы повлечет за собой переход в мировой энергетике. Приведем лишь один пример. До войны произошли подсчеты стоимости передачи большого количества энергии в Москву на расстояние около 1 000 километров. Оказалось, что на постоянном токе можно передать на это расстояние по двум линиям столько же электроэнергии, сколько по шести таким же линиям на переменном токе. Передача в целом стала бы на постоянном токе в два с половиной раза дешевле; разница превышает миллиард рублей. Алюминия на провода ушло бы на 15 тысяч тонн меньше, — это годовая продукция большого алюминиевого завода. Ежегодные потери энергии в линии были бы на 100 миллионов киловатт-часов меньше, — этой энергией можно было бы обеспечить на весь год работу пяти крупных заводов. Включение линии постоянного тока в работу было бы несравненно проще, возможности регулирования более многосторонни.

1 000 километров — далеко не предел для передачи энергии постоянным то-



## ЯБЛОКО НЬЮТОНА

Широко известен рассказ о том, что неожиданное падение яблока с дерева навело мысль Ньютона на открытие закона всемирного тяготения. Рассказ этот, повидимому, достоверен и не является легендой.

В своей книге о Ньютоне академик Вавилов приводит следующий рассказ друга Ньютона — Стекелей: «После обеда (в Лондоне, у Ньютона) погода была жаркая; мы перешли в сад и пили чай под тенью нескольких яблонь; были только мы вдвоем. Между прочим, сэр Исаак сказал мне, что точно в такой же обстановке он находился, когда впервые ему пришла в голову мысль о тяготении. Она была вызвана падением яблока, когда он сидел, погрузившись в думы. «Почему яблоко всегда падает отвесно, — подумал он про себя, — почему не в сторону, а всегда к центру Земли? Должна существовать притягательная сила в матери, сосредоточенная в центре Земли...»

Может показаться странным, что величайшее физическое открытие было сделано совершенно случайно. Но случайным в действительности было не открытие всемирного тяготения, а падение яблока как раз в тот момент, когда Ньютон сидел, «погруженный в думы».

На свою родину, в Вульстон, Ньютон попал в 1665 году, спасаясь из Кембриджа от страшной эпидемии чумы. В деревенской глухи двадцативосьмилетний учёный в очень короткий срок сделал все свои основные открытия по оптике, изобрел новый математический метод, который теперь называется дифференциальным исчислением, и заложил основы теории тяготения.

В Вульстоне же Ньютон внимательно изучал труды Кеплера о вращении планет. Кеплер открыл, что планеты движутся по эллипсам, изменяя свою скорость в зависимости от того, на каком расстоянии от Солнца они находятся. Таким образом, Кеплер опроверг мнение своего предшественника Коперника о равномерном и круговом движении планет. Открытие Кеплера впоследствии поставило перед астрономами вопрос о том, какие силы управляют движением небесных тел, «регулируя» их пути и скорости.

Исследования Галилея показали, что криволинейное движение тела складывается из двух или нескольких прямолинейных движений, причем тело одновременно движется в нескольких направлениях. Так, брошенный камень летит вдоль поверхности Земли и в то же время падает вниз, описывая в результате сложения двух движений параболу.

Галилей же указал и на явление инерции. Впоследствии закон инерции был изложен Ньютоном в следующих словах: «Всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного движения, пока под действием сил оно не будет вынуждено изменить это состояние».

Таким образом, еще до Ньютона были получены сведения о движении небесных тел и установлено, что их движение по эллипсу с непостоянной скоростью должно вызываться непрерывным воздействием какой-то силы, искривляющей и нарушающей их равномерный полет. Оставалось найти эту силу, связывающую планеты и Солнце в единую систему, и доказать, что влияние этой силы действительно может полностью объяснить сложное движение небесных тел. Напряженная творческая работа Ньютона привела к открытию искомой силы, оказавшейся силой всемирного тяготения. В истории этого открытия, завершившего работы предшественников гениального Ньютона, падение яблока могло оказаться только случайным и незначительным эпизодом.

# Косинус фи

Инж. В. ЛЕОНОВ

(См. четвертую страницу обложки)

С помощью сложного прибора, об устройстве которого мы не станем здесь рассказывать, можно сделать, казалось бы, невероятное: записать движение электрического тока, как записывают движение обычных твердых тел.

На светящемся экране осциллографа можно увидеть, как нарастает ток в осветительной сети, как падает он до нуля, меняет свое направление и после одного периода вновь приобретает прежнее значение. Обычно такое превращение тока совершается 50 раз в секунду.

Если с помощью осциллографа записать ток в электрической сети, то мы увидим на экране плавную кривую, которую математики называют синусоидой. Верхние и нижние точки этой кривой соответствуют максимальному току в сети, а промежуток времени, в течение которого ток возвращается к прежнему значению, называется периодом колебания тока.

Мы можем измерить осциллографом силу тока и его напряжение в сети, в которую включены электрические лампочки. Тогда на экране осциллографа будут вычерчиваться две синусоиды, соответствующие силе тока и его напряжению. При этом обнаружится, что какими бы сверхточными способами мы ни отсчитывали время, в тот момент, когда напряжение тока достигнет максимального значения, сила тока тоже будет иметь наибольшую величину. И нулевое значение на обеих кривых, появившихся на осциллографе, будет отмечено тоже в один и тот же момент. Как говорят физики, синхронно, то есть одновременно, протекают все изменения напряжения и силы тока на протяжении всей осветительной сети. Ту же мысль физики выражают еще иначе. Они говорят, что сила тока и его напряжение совпадают по фазе — в любой момент находятся в одной и той же стадии колебания.

Но если вместо тысячи лампочек в сеть будет включен хотя бы один трансформатор или электрический мотор, осциллограф немедленно отметит новое явление. Запись токов обнаружит, что, в то время как напряжение тока в проводах, достигнув максимального значения, уже начало спадать, сила тока еще только приближается к наибольшей величине.

Таким образом, фазы тока и напряжения не совпадают; происходит сдвиг, несовпадение фаз. И это явление, как оказалось, имеет огромное значение для всей электротехники. Сдвиг фаз, отставание тока в трансформаторах и моторах происходит потому, что сами трансформаторы и моторы не только поглощают (что знают все), но и в некоторые моменты цикла колебания порождают электрические токи (о чем обычно известно только физикам). Эти токи движутся в обратном направлении по отношению к рабочему току, который приводит мотор в движение. Та-

ким образом, часть энергии как бы «отбрасывается» мотором обратно в сеть. И чем больше отрезок времени, в течение которого происходит это обратное движение тока, тем труднее электрической станции «протолкнуть» энергию в сеть, довести ее до потребителя. О величине этого вредного отрезка времени судят по тому, насколько велик сдвиг фаз между напряжением и силой тока.

Величину сдвига фаз выражают в углах. Условились считать, что отрезок синусоиды, равный одному периоду колебания тока, содержит 360 градусов. Если сдвиг фаз равен четверти периода, говорят, что фазы сдвинуты на 90 градусов; если сдвиг равен  $\frac{1}{10}$  периода, фазы сдвинуты на 36 градусов, и т. д.

Совершенно ясно, что токи, порожденные моторами, не могут возникнуть сами собой из ничего. Они возбуждаются в обмотках трансформаторов и моторов за счет части энергии, поступающей в сеть. И, значит, эта часть энергии, которую электротехники называют реактивной, как бы вычитается из общей энергии, даваемой станцией. Остающаяся часть энергии (ее называют активной энергией) тратится на совершение полезной работы и частично на нагревание проводов. Все эти сложные деления тока на части станут гораздо яснее, если мы разберемся в следующем чертеже (см. рис.).

Максимальной мощности соответствует наибольшая сторона треугольника — гипотенуза. Один из катетов выражает реактивную мощность. Чем больше этот катет, тем меньше будет другой катет, который соответствует активной мощности. И, наоборот, уменьшив катет реактивной мощности, мы увеличим второй катет. (Напомним читателю, что гипотенуза, или максимальная мощность, при этом остается неизменной и, значит, уменьшая реактивную мощность, мы только перераспределяем более выгодно для нас энергию станции.) Теперь взгляните на правую часть чертежа и обратите внимание на то, что при уменьшении катета реактивной мощности уменьшился угол, который мы обозначили греческой буквой  $\phi$  — «фи». В тригонометрии отношение катета, лежащего против угла, к гипотенузе называется синусом. А отношение катета, прилегающего к углу, к гипотенузе — косинусом. Чем меньше будет угол «фи» (то есть чем меньше станет катет реактивной мощности), тем больше будет косинус «фи». И по этой причине рост косинуса «фи» считается важнейшим показателем в борьбе за правильное, экономное расходование электрической энергии. Каким же образом, однако, можно уменьшать реактивную мощность и тем самым увеличивать косинус «фи» не на чертеже, а в электрической сети, в которую включены тысячи моторов?

Очевидно, что этого можно достигнуть только одним путем: надо добить-

ся того, чтобы каждый мотор, порождающий сдвиг фаз, был использован как можно лучше. Ведь реактивная мощность при одном и том же напряжении поглощается одинаково и работающим на полную мощность и вращающимся вхолостую мотором.

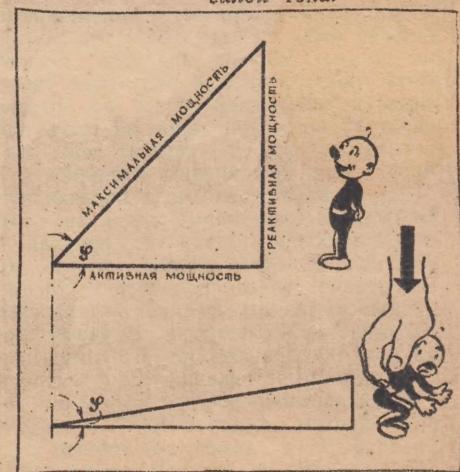
Если вместо слишком сильного мотора, обслуживающего станок, подобрать другой мотор, не дающий избыточной мощности, то работа станка не нарушится, но меньший мотор поглотит меньше реактивной мощности при той же активной мощности. А при этом косинус «фи» возрастает.

Тщательно проверив размеры трансформаторов, исключив работу станков (а значит, и моторов) вхолостую, можно добиться значительного увеличения косинуса «фи».

А подсчеты электротехников показали, что повышение косинуса «фи» по всему Союзу на одну сотую сокращает ежегодные электрические потери в машинах и проводах по всему Союзу на 200 миллионов киловатт-часов. А этой энергии достаточно для того, чтобы выплавить 2 миллиона тонн стали.

Вот какое огромное значение имеет борьба за каждую сотую косинуса «фи». И в этой борьбе могут принять участие все те, кто имеет дело с моторами и другими приборами, в которых имеются обмотки. Таких людей на заводах нашей страны насчитываются миллионы. И все они должны стать борцами за повышение косинуса «фи».

Максимальная мощность, вырабатываемая электростанцией, делится электротехниками на реактивную мощность и на мощность активную, идущую на нагревание проводов и совершение полезной работы. Чем больше сдвиг фаз, тем больше угол «фи» и меньше активная мощность. Значит, надо всеми силами стремиться к тому, чтобы уменьшить сдвиг фаз между напряжением и силой тока.



# Год назад...



Год назад на страницах нашего журнала (см. «Т. + М.» № 1, 1944 г.) была опубликована статья, озаглавленная тремя буквами — ВЧТ. Из этой статьи советский читатель впервые узнал о том, что инженер, доктор технических наук, лауреат Сталинской премии Г. Бабат построил первый в мире экипаж, приводимый в движение токами высокой частоты.

ВЧТ — это высокочастотный транспорт. Он получает энергию для тяги на расстоянии бесконтактным способом. Еще не так давно эта идея казалась плодом безудержной фантазии. Но советский ученый стер грань между фантастикой и реальностью. В 1944 году практическая разработка идей высокочастотного транспорта продвинулась далеко вперед. Мечта конструктора и ученого стала действительностью.

О мечте советского изобретателя, мечте, которая воплощается в жизнь, рассказывается в публикуемой ниже повести.



Г. БАБАТ

Новогодний концерт начался в половине двенадцатого. Без пяти минут двенадцать диктор объявляет: «У микрофона председатель Ленинградского городского совета трудающихся...»

Из черного диска громкоговорителя слышится низкий негромкий голос: «Пятый месяц наш город находится в кольце вражеской блокады...»

Он поздравляет ленинградцев с Новым годом. 1942 год! Я чокаюсь с Вейром:

— Останемся живы! Останемся живы!

Мы смотрим на Леночку. Дочурка спит на плите, свернувшись калачиком.

Радиопередача кончается в два часа. Спать не хочется. Я вытаскиваю старую книжку Никола Тесла — «Опыты с токами высокой частоты, высокого напряжения». Перечитываю заключительные строки:

«...Скоро настанет великое время. Телеграфные известия в полном секрете, не мешая друг другу, будут передаваться в любую точку земной поверхности; звук человеческого голоса со всеми его интонациями и модуляциями сможет быть воспроизведен где угодно на земле; энергия водопада сможет быть употреблена для получения света, тепла и движущей силы за тысячи верст от него — на море, на суше или в воздушной выси. Наступят годы изобилия, годы исполнения желаний».

Эти слова Никола Тесла написал почти полвека тому назад, когда он, молодой югослав, только что приехал в Америку. Старый ученый дожил до исполнения своего пророчества. Но ему пришлось увидеть и дикое варварство XX столетия — гитлеризм. Недавно Тесла прислал приветствие Второму всеславянскому антифашистскому митингу.

Я захлопываю книгу. Коптилка горит слабым красноватым огоньком. Глаза болят и слезятся. Я вообще стал плохо видеть по вечерам, нечто вроде

куриной слепоты. Буржуйка погасла. В кухне становится холоднее. Я растягиваюсь на плите. Истомляющая дрема овладевает мной. Мне снится, что хлеба прибавили в шесть раз, и дневная норма теперь — полтора килограмма.

Я сижу в заводской столовой и жадно ем кусок за куском. Напротив меня сидит недавно умерший конструктор Антипов. Тихим голосом он беспрерывно повторяет: «У меня температура тридцать четыре и восемь. Меня надо накормить...»

В шесть часов снова заговорило радио. Вера тихо оделась в темноте и ушла. Начало светать, но я продолжаю лежать на плите, вытянувшись, лицом вверх, следя глазами за струйками пара, вырывающимися изо рта при дыхании.

Меня занимала задача о бассейне из учебника алгебры: через одну трубу вливается вода, а в другую трубу выливается; через сколько времени бассейн опустеет? Мужчине весом в 60 килограммов, лежащему в теплой постели, нужно 70 калорий в час. «Легкая прогулка» повышает потребность уже больше чем вдвое.

Если я буду избегать тяжелой работы и строжайше экономить свои силы, то в день из моего «бассейна» будет выливаться, пожалуй, не больше 2 тысяч калорий.

Начиная с 13 ноября и весь декабрь мы втроем получаем полкило хлеба на день. В килограмме лучшего авиационного бензина содержится меньше 10 тысяч калорий. А в килограмме ленинградского хлеба, выпеченного из целлюлозы пополам со жмыхами, не могло быть больше одной тысячи калорий. Вере и Леночке выдают шоколад из расчета 5 граммов в сутки на человека. Мне полагается еще 15 граммов сливочного масла в сутки. Мы получаем лучшие сорта рыбных консервов, отличное какао. Я редко пользовался та-

Рисунки К. АРЦЕУЛОВА

ким изысканным ассортиментом продуктов. Но что толку в этой изысканности? Весь суточный рацион можно уместить на ладони. Неумолимая арифметика показывает, что я получаю в сутки меньше 500 калорий.

Предположим, я смогу «сжечь» 20 килограммов своего живого веса (в медицинской энциклопедии я вычитал, что похудание на одну треть еще не смертельно), считая по 3 тысячи калорий на килограмм. Если сложить это с калориями пайки, то запаса «горючего» хватит на 40 дней. А потом?..

В мозгу производились сами собой непрестанные сложные вычисления: граммы умножались на калории, калории делились на дни. Сначала эти выкладки волновали, будили какую-то тревогу. Потом я становился все безразличнее, бесчувственнее, нерасчетливее. С середины декабря нам разрешили не ходить ежедневно на завод, но нельзя было заставить себя не идти. Среди привычных чертежей, среди машин, хотя бы и неподвижных, было как-то спокойнее.

Передавали в третий раз последние известия, когда Вера вернулась из хлебной очереди. Она растопила печку.

Постепенно в кухне теплело. Пушистые ледяные цветы, выросшие за ночь на оконных стеклах, становились все тоньше и нежнее. Стало совсем светло. Вера одела Леночку и вытерла ей лицо мокрым носовым платком.

Нахлобучив на глаза шапку, я вышел из дома. Накануне была оттепель, а потом легкий мороз. Дорога обледенела, и двигаться было очень тяжело. Приходилось идти маленькими шагами, ноги скользили, и разъезжались.

В мыслях вновь всплыло пророчество Никола Тесла. Мы уже всего достигли, о чем говорил он. Осталось еще научиться передавать электроэнергию на расстояние без проводов.

Как было бы хорошо насытить энер-

гней все пространство, чтобы энергия была доступна, как воздух. И каждый мог бы черпать этой энергии, сколько ему нужно.

Чтобы помчаться со скоростью в несколько десятков километров в час, одному человеку достаточна мощность такая же, какую потребляет электрический чайник. А это ведь совсем небольшая мощность. Снабдить бы каждого человека электромотором и таким черпаком, антенкой, что ли, чтобы набирать эту энергию из пространства... Такой моторчик повез бы своего обладателя, куда только потребуется, — каждая наступила бы великолепная жизнь!

Узкая тропинка среди огромных сугробов вела мимо неподвижных, примерзших к дороге трамваев, автобусов, грузовиков, запущенных снегом. Черная паутина проводов резко выделялась на голубом небе. Эта мертвая, местами оборванная сеть казалась мне теперь как-то особенно безобразной. Как хорошо бы пустить хотя бы вдоль главных улиц этикетки незримые энергетические реки! А провода снять, очистить небо над городом.

Эти мысли развлекали меня, и дорога казалась менее тяжелой. К полуночи я добрался до заводской проходной.

Я пересек тихий заводской двор (к этой тишине никак не мог привыкнуть) и открыл дверь машиностроительного цеха.

Синие бумажные шторы затемнения были опущены, и только слабенькие пыльные солнечные лучи пробивались через щели и надрывы бумаги.

Начальник цеха в пальто с поднятым воротником, в рыжей меховой шапке-ушанке сидел за столом. Перед ним тускло горел асбестовый фитилек, вплавленный в лежащий на разбитом блюдце кусок парафина.

— Отлежался? — встретил он меня. — А у нас тут дела скучные. Водная магистраль лопнула, электроэнергии нам не дают, газ выключили. Я распустил рабочих на две недели.

— Работает ли вообще кто-нибудь на заводе?

— Только в петровской лаборатории, — отозвался он с завистью. — Им отпускают пятьдесят киловатт энергии и обед. Чего-то там греют. Оборонного значения.

Я прошел вдоль цеха. Кругом было тихо. Тускло блестело застывшее масло на стальных направляющих станках. Ощущу пробрался по длинному ходуновому коридору и вошел в лабораторию Петрова.

Против дверей стоял знакомый зеленый комод высокочастотного генератора. Сегодня к нему был приспособлен медный виток размером с тарелку. Под витком на двух кирпичах лежала асбестовая пластинка.

— Здоров! — кивнул мне Труфанов, хлопотавший возле генератора.

Возле него высилась горка стальных блюдечек. Он подхватил одно из них крючком и положил на асбестовую пластинку в центр витка. Потом нажал пусковую кнопку на генераторе. Сухо щелкнул контактор, и за решетчатыми стенками облезлого железного комода начались синим светом закопченные стеклянные баллоны выпрямительных ламп. Поверхность стального блюдечка темнеет, с него поднимается дымок от горячего масла. Еще несколько секунд, и край его светит вишневым накалом. Труфанов цепляет раскаленное блюдечко крючком и бросает его в бак с маслом. Я бросаю взгляд на амперметр высокочастотного генератора и по привычке начинаю вычислять. По вит-



Труфанов кладет на медный виток лист фанеры, ставит на нее тарелку и жестяную кружку с водой. Проходит секунд двадцать, и вода начинает кипеть.

ку индуктора проходит сейчас ток в полторы тысячи ампер, с частотой в полмиллиона периодов в секунду. И мощность почти в сотню лошадиных сил изливается из витка, хлещет по поверхности стального блюдечка, подымая в нем электронные вихри, раскаляющие металл.

Минут через десять вся горка обработана, детали закалены. Токи высокой частоты сделали свое дело.

— Федя, принеси со склада еще сотню! — кричит Труфанов.

Его подручный Федя Иванов уходит, тяжело шагая ногами.

— Угости горяченьким, Труфанич, — прошу я.

— Газ закрыт, плитки электрической нет. Что мне с тобой делать? Впрочем, не робей, сейчас сооружу тебе высокочастотный кипяток, да только запишу, в каком режиме мы эту партию снарядных поддонов грели.

Труфанов заносит несколько цифр в тетрадку. Потом он кладет на медный виток лист фанеры, вынимает из верстака эмалированную жестяную кружку, наливает в нее воду и ставит на цветастую фаянсовую тарелку с надписью «Собственность Выборгского треста кафе и ресторанов». Потом берет тарелку растопыренной пятерней и опирает тыльную часть кисти на фанеру, лежащую на витке.

Проходит секунд двадцать, и вода в кружке начинает кипеть.

Еще несколько мгновений, и она бурлит кипятком, переливаясь через край кружки.

Труфанов делает рукой плавный пируэт, как жонглер, показывающий свой коронный номер, и протягивает мне кружку. Старший конструктор, маленький седоватый человечек с гладким детским лицом, отрывается от чертежной доски и с неодобрением качает головой.

— Тоже, циркачи нашлись, — бормочет он. — Пятидесятикиловаттную установку гонят, чтобы кружку кипятку согреть. Лень никромовую спираль намотать.

— Не ворчи, Лукич, борода рasti не будет, — отрезает Труфанов. — Это не цирковой номер, а научная демонстрация прохождения магнитных силовых линий от одновиткового индуктора сквозь фанеру, фаянс и левую ладонь средних лет брюнета. Это, как бы сказать, популярно-практическая иллюстрация явления передачи мощности в металлическое тело путем электромагнитной индукции с малыми потерями в

стоящих на пути полупроводниках и изоляторах... — продолжает он монотонной скороговоркой.

— Трепач! — без злобы бросает Лукич. — Иши ты, научно-популярно-практический чародей.

На его сером, землистом лице мелькает тень улыбки.

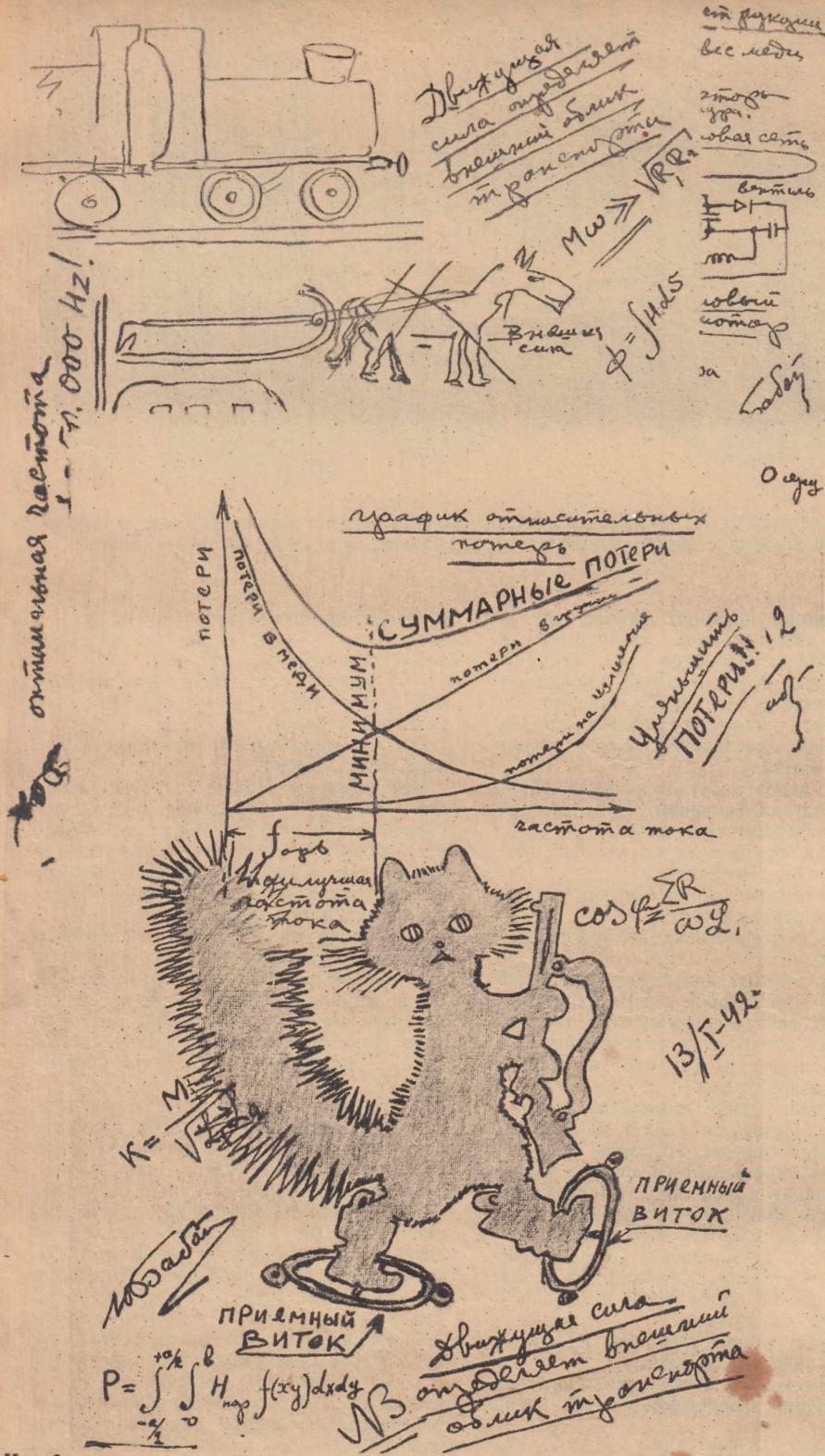
Возвращается Иванов с новым ящиком снарядных поддонов. Труфанов сбрасывает с индуктора фанеру, поддевает крючком очередное блюдечко и бросает его в медный виток. Через пять секунд красный метеор с шипением погружается в бак с маслом.

— Видишь ли, Лукич, — продолжает поучать Труфанов: — если бы я выключил генератор, пока Иванов за поддонами ходил, пришлось бы не меньше пяти минут снова лампы разогревать. Так что кипяток я в виде премии дам. У меня, брат, все научно обосновано.

Я не торопясь прихлебываю горячую воду и, уставившись на виток индуктора, думаю: «Этот виток насыщает энергией пространство всего лишь в несколько сантиметров. А как бы передать энергию на метры или даже на километры без проводов? Правда, с антеннами мощных радиостанций изливается в пространство тысячи киловатт. Но эта энергия сразу так распыляется, что ее потом уже не собрать. Радиоприемники подбирают лишь ничтожные капли. Для связи большего и не надо. А чтобы получить движущую силу, нужны не капли, а потоки энергии. Как же передавать ее, не расплескав? Решение, наверное, лежит где-то совсем близко, рядом с нами».

Отдаю Труфанову кружку и ухожу из лаборатории. Домой решил не возвращаться, переждать несколько дней на заводе. Может быть, дадут электроэнергию и наш цех начнет работать? Использую время для составления отчетов по последним работам нашей лаборатории. Осталось много записей, графиков и схем, которые надо было привести в порядок.

Во всем заводе отапливается только корпус дирекции, на третьем этаже: рядом с кабинетом директора находилась комната, никем не занимаемая. Там был маленький стол у окна и большой кожаный диван. В этой комнате я и поместился. В столе нашел пачку великолепной бумаги — слегка желтоватой, плотной и тонкой. Я разложил на столе потрепанные синьки, графики, диаграммы и начал все переводить на желтоватые листки тонкой бумаги.



Иногда яlixородочно хватался за желтую бумагу и выписывал формулы, зарисовывал схемы, конструкции. И просто картинки. Основой всех моих конструкций будет виток... Мои экипажи будут характерны своими медными витками — уловителями энергии... Мысленно на все лады повторял: «Движущая сила определяет внешний облик транспорта».

Когда надо было куда-нибудь выйти, вспоминалась прежде всего задача о бассейне. Долго и тщательно обдумывал маршрут, чтобы не тратить лишних сил, не делать напрасных движений. Решал вести строжайший режим экономии.

Утром в заводской столовой выдавали хлеб, а среди дня дрожжевой суп — пол-литра мутновато-молочной, очень горячей жидкости.

Сильно зяб, особенно застывали руки и кончики пальцев, хотя в комнатушке было не меньше 14 градусов. Приходилось всегда сидеть в пальто с поднятым воротником, с надвинутой на глаза меховой ушашкой, в ботах и перчатках. Так и спал, не снимая пальто.

Спал очень мало, не больше четырех-  
пяти часов в сутки. Отчет мой продви-  
гался легко. Мысли были обострены и  
работали необычайно четко. Трудно бы-  
ло только удерживать их все время на  
одном предмете.

Голода как будто не ощущалось, но мысли о еде врывались в сознание. Я боролся с ними, гнал их прочь, и тогда меня окружали образы машин. Новые невиданные конструкции. Я кропотливо разбирался в хитром сплетении пружин, колесиков, рычажков и прослеживал сложные, запутанные электрические схемы.

Иногда лихорадочно хватался за желтую бумагу и зарисовывал особо понравившиеся конструкции и схемы.

В голове всплывали планы грядущих работ, грандиозные проекты новых исследований. Но потом все путалось. Мысли начинали дробиться на мелкие-мелкие обрывки.

Во вторник утром немцы обстреливали завод. Снаряды были маленькие, трехдюймовые наверное. Звук разрыва был слабый, тихий. Большинство снарядов упало во двор. Только два попали в стекольный цех.

Три дня пришлось переписывать отчеты и планы новых работ набело. В четверг под вечер отдал их в секретариат директора. Но в последнюю минуту оставил у секретаря только отчеты по старым работам, постеснявшись отдать мои грандиозные планы на будущее. Тщательно сложив эти особо дорогое для меня листы желтоватой бумаги, я спрятал их в карман. Выйдя из секретариата, я почувствовал облегчение, словно ответил трудный урок. Теперь можно было свободно помечтать.

В пятницу завод совсем отключили от электросети. Электроэнергии не было и для освещения. С утра в этот день была метель, и я пошел в столовую к концу дня, в сумерки. Когда вернулся в свою комнатку, было уже совсем темно. Прилег на диван. Вспомнилось детство, как мы с сестренкой катались на санях с гор. Мы неслись вниз. Снежная пыль слепила глаза. Санки с грохотом прыгали на ухабах. Сердце сладко щемило и замирало. Нет, ни с чем не сравнить наслаждения от быстрой езды! Потом мы тащили саночки обратно вверх и все мечтали о такой чудесной дороге, чтобы саночки по ней катились сами собой и в любую сторону, куда мы только захотим.

Но вот всплывает другая картина прошлого. Амфитеатром поднимаются к самому потолку длинные скамьи. Это большая аудитория Киевского политехнического института. Пыльные лучи солнца освещают мефистофельский профиль профессора физики. Он протягивает длинный, худой, набеленный мечом палец к рыжей линолеумной доске.

— Бирклянд и Эйде, — гремит его голос, — растянули вольтову дугу, поместив ее между двумя магнитами. Они создали электрическое солнце. В этом пламени они сжигали воздух, соединяя кислород с азотом. Они получали таким путем связанный азот — это начало всех белковых соединений, начало жизни. Но в наши дни электрическое сжигание воздуха не применяется. Его заменил синтез аммиака, синтез по методу Габера.

Позднее часто вспоминались эти слова. Перед войной я попытался возродить электрический метод сжигания воздуха. После многих опытов удалось открыть новый вид электрического разряда — дугу, горящую без электродов. Стеклянный баллон окружается проводниками, по которым идут токи сверхвысокой частоты.

Внутрь самого баллона проводники не входят, и все же в баллоне под влиянием высокой частоты возникает огненное облако, свободно парящее, подобно шаровой молнии. В этом пламени азот энергично соединяется с кислородом; в несколько мгновений бурные окислы азота заполняют весь баллон. Я мечтал также применить этот новый вид разряда для освещения, создать светильники более яркие и мощные, чем все, до сих пор известные.

С началом войны эта работа не прекратилась. Уже во время осады Ленинграда, в середине ноября, была налажена пробная установка. Осталось измерить, сколько же связанный азота она дает на каждую единицу затрачен-



Я разложил на столе потрепанные синьки, графики, диаграммы...

ной электроэнергии. И... я должен был прекратить эти измерения: не было ни сил, ни электроэнергии.

В моих мечтах незаметно стиралась тонкая грань, отделяющая пережитое от грядущего. Желаемое уже казалось осуществленным. Мерещились наши города, наши большие улицы и автострады, наши дома, наполненные невидимой энергией, которую каждый сможет черпать где угодно для производства тепла, света и движущей силы. Самое главное — движущей силы. Я рылся в памяти: не пытался ли кто-нибудь уже осуществить нечто подобное? Лет двадцать тому назад мне, начинающему четырнадцатилетнему радиолюбителю, попался журнал «Мир приключений» с удивительной картинкой. Это была, кажется, фантазия французского академика Леблана. Выбросив вперед левую руку, по дороге мчался мотоциклист. Подпись под рисунком гласила, что движущей силой для мотоцикла служит энергия токов высокой частоты и что для получения этой энергии мотоцикл не нуждается в такой связи с проводами, как трамвай, троллейбус, поезд метро. Но на рисунке в «Мире приключений» не было никаких деталей. С таким же успехом можно было бы написать, что лихого мотоциклиста движет внутриатомная энергия или еще какая-нибудь неведомая сила.

И теперь, спустя двадцать лет, я хочу решить эту задачу. Цепь логических рассуждений и выводов складывалась в уме. Если заложить под дорогами медные трубы и пустить по ним токи высокой частоты, то над дорогой возникнет насыщенная энергией зона. Эту энергию можно черпать приемным витком, простым витком из медной трубы или медной ленты.

Движущая сила определяет внешний облик транспорта. Паровоз характерен своим огромным котлом. Формы автомобиля диктуются его бензиновым мотором с радиатором и коробкой скоростей. Основой всех моих конструкций будет виток, плоский виток, подобно кольцу Сатурна окружающий все мои экипажи. Паруса отличают несомую ветром яхту. Моя же экипажи будут характерны своими медными витками — уловителями энергии. Чем больше размеры витка, тем больше энергии он сможет зачерпнуть из пространства над

дорогой, как ложкой черпают еду из миски. Несколько раз на все лады, мысленно повторяю эту фразу: «Движущая сила определяет внешний облик транспорта».

Остается найти наиболее выгодное соотношение между размерами всех проводников и ту частоту тока, когда неизбежная утечка энергии будет изменяться. На воображаемой доске из линолеума выписываю мелом сложные формулы. Это зависимость потерь энергии от частоты тока. Чем выше частота тока, тем меньше меди нужно, чтобы перебросить энергию с малыми потерями. А потери в земле, наоборот, распределяются с частотой тока. И мой график потерь расплывается вправо и влево по всей доске. Стоп! Нахожу минимальное значение потерь. Все в порядке. Вот окончательная формула для коэффициента полезного действия при передаче электроэнергии без проводов. Ставлю сам себе условие, что для начала коэффициент полезного действия в 80 процентов будет неплохим. Исходя из этой цифры, определяю размеры подземных проводников, размеры витков и т. п.

Верхние строчки формул начинают бледнеть. Надо скорее перенести все на бумагу. Еще несколько выкладок, и я определяю все точные размеры. Но в моей комнате темно, совершенно темно. Вспоминаю о своих опытах с дугой без электродов. Хорошо бы зажечь такое светящееся облако над городом! Тогда не нужны были бы ни уличные фонари, ни комнатные лампы. Достаточно направить мощный электрический луч вверх, и высоко, в разреженных ионизированных слоях атмосферы, возникает яркое электрическое пламя.

Я выглянул в окно. Ночь была черная, как уголь.

Решил пойти в лабораторию Петрова; у них, наверное, есть какой-нибудь свет. По узенькой тропке, среди огромных, почти в рост, сугробов я пробирался через заводской двор.

В большой зале петровской лаборатории было тепло и чисто. На чертежном столе горели три свечи. Лукич склонился над листом серой бумаги. В углу топилась печь; на ней стоял суд, в котором что-то булькало.

Вслед за мной железная входная дверь лаборатории снова с грохотом

распахнулась. На пороге возникла высокая фигура в морской форме.

Вошедший снял черную меховую ушанку с большим золотым гербом. Широким твердым шагом подошел он к чертежному столу. Отблеск свечей упал на его светлые волосы. Женя Петров!

— Совсем замерз, ребята.

— С счастливым приездом, хозяин! — повернулся к нему Лукич.

— Хорош приезд! — отозвался он низким, хриповатым голосом. — Двадцать верст пешком из Кронштадта по заливу отмахал. Только у самого города какой-то грузовик поймал, и то до завода он меня не довез.

— Ну, а ты, дружи, как прыгаешь? Раздулся малость, — повернулся он ко мне.

— Да, пухну помаленьку. На дрожжах. И не прыгаю, а ползаю.

Я пытался подавить в себе какое-то смешанное чувство зависти и глухой неприязни: чувство слабого, беспомощного больного по отношению к здоровому и сильному. Но я не мог удержаться и спросил скрипучим, противным голосом:

— Кормят вас, наверное, в Кронштадте хорошо?

— Пока воевал, фронтовой паек был, — ответил Женя, — а теперь похоже, что на тыловой переведут.

— Что же так? — вяло спросил я.

— Да вот так, — сказал Женя. — Работал я все больше корректировщиком артиллерийского огня. Сидишь где-нибудь на наблюдательном пункте и передаешь по телефону батареям фронта о появлении новой цели. В последнее время немцы дальнобойные орудия подвезли и садят из них по городу. Тут засекаешь их координаты, потом кричишь ребятам в трубку. И вскоре фрицы получают от наших батарейцев такой шлепок, что на месте немецкого орудия только утильсырье остается. Но случается и так, что в самый горячий момент связь вдруг — трых! — и прервалась. Конечно, чертыхаешься, а лякаешь до хрипоты. Хорошо, если успевают восстановить, пока немцы не сменили позицию. И не обидно, если провод случайно осколком перебьет. А то, видишь ли, на командном пункте коммутатор закапризничает. Тут уже прямо зло берет. Стал я думать, как можно улучшить этот чересчур нервный аппарат. И пришла мне в голову конструкция более совершенного, универсального коммутатора — легкого, надежного и безотказного. Доложил я, кому следует. А через несколько дней говорят: «Поехжай немедленно на завод и делай быстрее». Иду сейчас директору докладывать.

Мы вместе выходим из лаборатории и ощущаем пробираемся по темному заводскому двору. В голове назойливо вертится все та же фраза: «Внешний облик транспорта определяется движущей его силой».

— По Димке скучаю, — чуть дрогнувшим голосом говорит внезапно Женя. — В октябре последнее письмо от жены из Красноярска получил. Виши, в какую даль их эвакуировали. Мой Димка все строит. Ролики там какие-то себе сочинил, катается на них вокруг стола. Вырастет — путейцем будет.

Вернувшись в свою комнатушку, зажигаю свечку, которую выпросил у Лукича. Раскладывая перед собой желтую плотную бумагу и зарисовываю прекрасную схему дороги, насыщенной энергией. Я как бы списывал ее с той линолеумной доски, которая стояла в воображении. Но удалось заполнить не более двух листков, как яркая картина поблекла. Все формулы словно куда-то провалились. Тяжелый приступ голода

дышал мысль, обламывал крылья умечты. Если бы съесть сейчас пирожное, большое сладкое пирожное, то можно было бы дорисовать всю картину.

С завистью вспомнил о Жене. Его кормили в Кронштадте, вот он и разработал свой коммутатор.

Голос Петрова прервал эти размышления:

— Тебя, друже, директор требует. Он оглядел меня и покачал головой.

— Ты бы, тово, разделся все-таки.

Я снял пальто, шапку, боты, осторожно сложил все свои листки и запрятал их в карманы пиджака. Потоптавшись немного в темной приемной, решился наконец приоткрыть двери директорского кабинета.

На огромном столе горели две толстые свечи. Директор держал в руках какой-то список и кричал главному инженеру:

— Кто дописал этих людей? Найдите мне мой черновик!

Он резко повернулся ко мне.

— Вы чем последние дни занимаетесь? Диван просиживаете? Мемуары пишете?

Открываю рот, как вытащенная из воды рыба. Рука невольно тянется в карман; тонкие листки скорченной бумаги шуршат под пальцами. Это придает бодрость. Хочется рассказать о своей прекрасной мечте, но становится стыдно, нестерпимо стыдно. Не могу заставить себя обнажить эти радужные фантазии.

— Я пытаюсь работать... Пока была электроэнергия и газ, наш цех полностью работал.

Директор отмахнулся от меня.

— Мне днем звонили из Смольного. В наше распоряжение передан самолет. Завтра в восемь часов утра он вылетает на Москву. Петрова я командую на Урал: он будет там налаживать выпуск нового типа телефонных коммутаторов. С собой он повезет тонны полторы груза. Остается еще место. Мы решим вас тоже отправить с этим самолетом. Будете помогать Петрову.

— Жена, ребенок... — забормотал я.

— Отправим следующим самолетом в ближайшие дни.

Он поднес руку с часами.

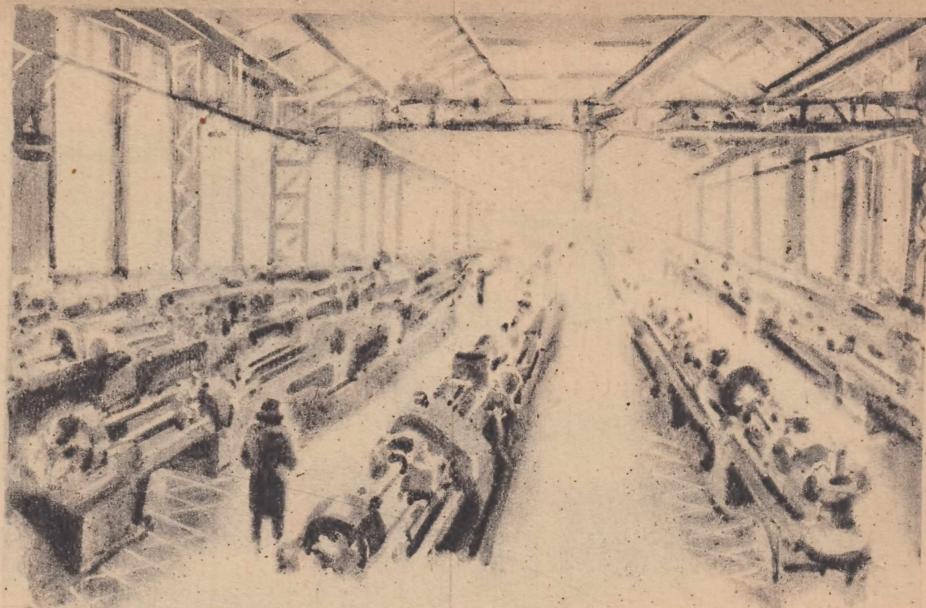
— Сейчас двадцать два часа пятнадцать минут. Главный инженер выпишет вам командировку и распорядится, чтобы вас накормили в дорогу.

Продолжаю неподвижно стоять у стола.

Женя взял меня под руку и отвел к двери.

— Давай, друже, собирайся поживее. Тебе ведь домой сходить надо.

Через два часа я вышел из заводских ворот.



В цехе было тихо и пустынно...

Я нес хлеб, завернутый в одеяло. В животе ощущалась тяжесть от двух мисок лапши. Живот распирало. Это ощущение радовало и вселяло бодрость. Я шел быстро. Почти бежал. Впервые за многие дни стало жарко. Я даже не надел варежек, но руки не зябли.

Бросаю взгляд на обиравелые черные трамваи, на брошенные среди улиц и занесенные снегом грузовики, автобусы, легковые машины, и на какое-то мгновенье, на неуловимую долю секунды, почутилось, что они вдруг дрогнули все и побежали.

На всем восьмикилометровом пути от завода до дома встретилось лишь одно живое существо — женщина, торопливо пересекающая Лесной проспект у Флюгера переулка.

Ощупью поднимаюсь по обледеневшей лестнице и барабаню изо всех сил в дверь своей квартиры.

— Открывай скорей! — кричу, услышав визин в коридоре.

В кухне на шкальчике горела коптилька. Развязав одеяло, кладу хлеб и колбасу поближе к свету.

— Кушай, Верочка, прежде всего. Я тоже с тобой немного закушу. Растопи буржуйку, здесь холдингово. Приготовь настоящего кофе. Надо быть добрым...

Леночка проснулась и села в кроватке. Я отщипнул маленький кусочек колбасы и сунул ей в ротик.

Вынимаю командировку и развертываю ее на столе.

— Что мне делать, Вера? Мне разрешают лететь только одному. Вас они обещают отправить каким-нибудь следующим самолетом. Отлет в восемь утра, но в шесть уже надо быть на заводе, оттуда пойдет машина на аэродром. Но можно не пойти, можно опоздать наконец.

Вытаскиваю из карманов все свои драгоценные листы желтоватой бумаги и раскладываю их на столе.

— Вот мне надо доработать эти схемы передачи электроэнергии. Я могу сидеть и расчитывать их дома.

Вера провела тыльной стороной руки по моей заросшей щеке.

Потом она собрала и тщательно сложила все бумаги и сунула их мне в карман.

— Ты должен лететь, ты должен уехать и работать.

Вера налила большую кружку кофе и протянула мне. Медленно прихлебывая горячую жидкость, я принимаю решение.

— Я возьму с собой Леночку. Тебе одной потом будет легче уезжать.

Вера на минуту задумывается.

— Возьми, но тебе будет с ней много ворни. Хотя, пожалуй, ты управляешься.

И вдруг спохватывается.

— Давай наконец собираешься, — торопит она. — Тебе надо выйти самое позднее в четыре часа.

Уложив чемодан, она завязала на Леночке платок и открыла двери квартиры. Мы стащили вниз чемодан и детские санки. Потом я снес Леночку. Вера стояла у дверей с зажженной свечой. На дворе было очень тихо и безветрено. Чемодан мы привязали попрек саночек.

— Прощай, милая!

— Прощай, милый! — как эхо, отозвалась Вера.

Я взял Леночку на руки и потащил за собой санки. Дорога была видна плохо, санки все переворачивались ногами, и мы передвигались очень медленно.

Мы отъехали совсем немного от дома, только один квартал. Остановились у заколоченной аптеки, и я привязал чемодан покрепче к саночкам. Потом снова потащились вперед.

Саночки попрежнему кренились на бок и падали. Леночку приходилось то брать на руки, то вести за собой, то сажать на саночки поверх чемодана.

У Финляндского вокзала я остановился и сел в изнеможении на снег рядом с санками. Мысль о потоке энергии, которая подхватила и понесла бы меня своим течением, блеснула в сознании.

Какой-то мужчина с блуждающими глазами подскочил к нам.

— Что везешь? Хлеб везешь? Дай хлеб!

— Ты чего пристаешь? — набросился я на него. — Уходи прочь, уходи прочь!

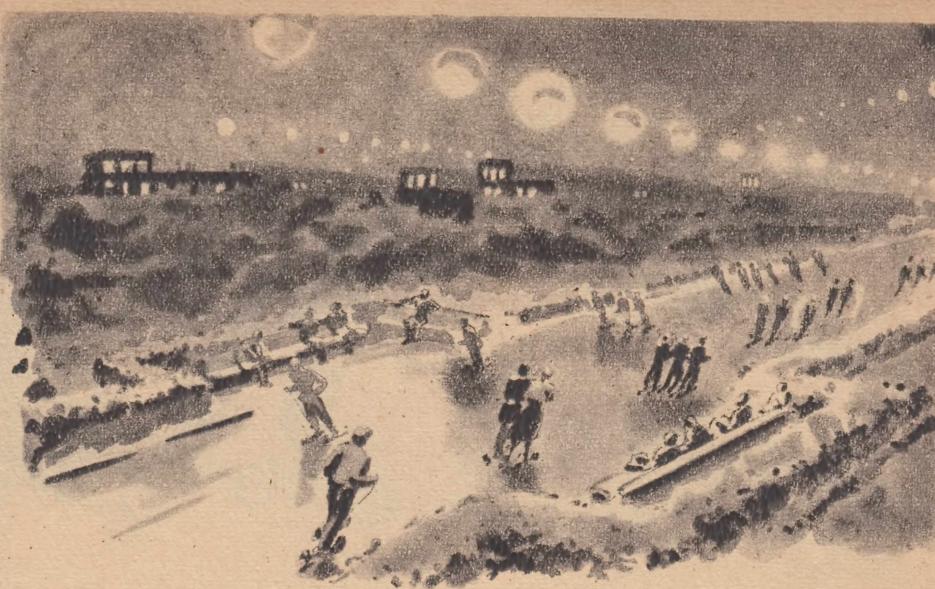
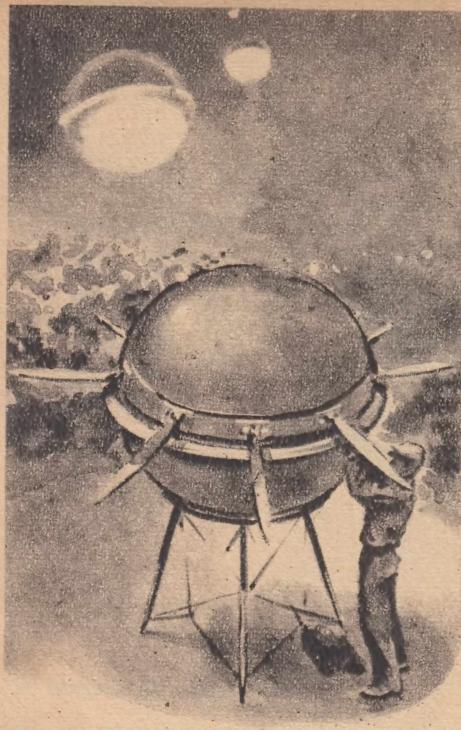
Мой овладел дикий, неудержимый гнев. Со злобой я ругал его последними словами.

— Уноси скорей ноги!

Вспышка гнева немного взбодрила. Я снова взял Леночку на руки и потащился вперед. На улицах уже появился народ. У булочных собирались очереди. Время близилось к семи ча-







В центре площадки стоял какой-то аппарат, круглый, как глобус. Вскоре, словно увлекаемый могучим воздушным потоком, он поплыл вверх... Ровный и мягкий свет заливал все окружающее на земле.

ноцветных тканей и быстро и бесшумно катили по пестрому асфальту.

Многие передвигались группами, взявшись за руки и оживленно разговаривая.

Слышался смех, веселые возгласы. Какой-то карнавальный, праздничный шум перекатывался над толпой.

Проносились люди, уютно сидящие в креслах, похожих на финские санки. Но это не были санки. Вместо полозьев под сиденьем виднелся блестящий овал приемного витка и маленькие колесики.

Дима вытащил из сумки тщательно упакованный сверток.

Блестящие колесики и ободки просвечивали сквозь тонкую полупрозрачную обертку.

Потом он вынул стопку чертежей на желтоватой бумаге и протянул мне.

— Здесь полностью изложена вся энергетическая схема. Я вам все поясню.

Дима говорил очень быстро, и до моего сознания доходили только отдельные фразы, обрывки мыслей. Одни тут же проваливались в темную бездну забытия, другие почему-то назойливо ворчались в уме все время.

«Новая движущая сила» создает новый облик транспорта. Энергия исходит от проводников, уложенных под дорогами. Ободки моих роликов могут зачерпнуть ее, сколько требуется для моторов...»

Приглушенное жужжанье послыша-

лось из маленькой коробки, стоявшей рядом с нами на скамейке. Откладывая крышку: АПЧ — на вызывной шкале горели крохотные буковки. «Это Женя Петров», с какой-то смутной тревогой думаю вслух.

— Да, это папины позывные, — отозвался Дима, всматриваясь в шкалу.

Набираю ответную комбинацию волн и подношу трубку к уху.

— Отозвешься ли ты наконец, друг? — звучит в ушах знакомый низкий, хрипловатый голос.

— Слушаю, Женя, слушаю...

— Тебе надо поторопиться с вылетом, откладывать больше нельзя. Надо обязательно сегодня в восемь вылететь.

— Сегодня в восемь вылететь! — с тоской повторяю я.

— До скорой встречи. Прощай! — добавляет он.

Вызывающие буквы гаснут. В трубке слышно только слабенькое жужжанье, какие-то шорохи, очень далекий гул морского прибоя.

Ощущение сильной тревоги вновь овладевает мной. Восемь часов, аэродром, — это опять уже где-то было, кажется, там, в Ленинграде, в дни осады. Необходимо немедленно что-то сделать, предприять какое-то усилие, может быть проснуться...

Но вместо этого картина чудесной дороги яснее прежнего всплывает передо мной.

— Лена, до восьми часов мне надо быть в аэропорте.

— Скоро семь, а до аэропорта километров пятнадцать, — отвечает она.

Дима касается моей руки.

— Я вам сейчас свои ролики приложу. Лена вас проводит до самолета и вернется обратно. Я буду ее здесь ждать. Чертежики-то мои возьмите с собой. — И он сует мне в руки листы тонкой желтоватой бумаги.

Дима присел на корточки и начал застегивать ремешки роликов на моих ногах. Потом пристегнул к моей блузке крохотные рычажки ускорителей.

Поднимаясь со скамейки и делаю несколько неуверенных движений, как начинающий на

скейтинг-ринге. Потом сжимаю обеими руками рычажки ускорителей.

Незримые руки подхватили мои ступни и повлекли вперед. Я слегка согнул корпус и почувствовал себя легко, вполне устойчиво. Иногда я делал плавные разгонные движения, прибавляя скорость, но чаще держал ноги неподвижно, ступни немного расставленными и параллельно друг другу. Было такое ощущение, будто непрестанно скатываешься с пологой горы, словно легкий ветер несет тебя по зеркальной глади льда.

По временам я полностью раскрывал ладони. Ход замедлялся. Моторчики под подошвами жужжали тихо и низко, точно шмели за двойными стеклами. Тогда я вновь сжимал в кулаках рычажки ускорителей. И новый прилив движения подхватывал и нес вперед. Басовое воркование моторчиков переходило в тонкое высокое пение комарного роя.

Солнце опускалось все ниже, разбрасывая багряные брызги по лакированной листве и голубому асфальту. Перед глазами стала подниматься словно какая-то туманная завеса. Проклятая куриная слепота! Я двигался неуверенно, боясь на кого-нибудь налететь. Лена подхватила меня под руку и подвела к скамейке.

— Не бойся, папочка, сейчас зажгут ночное освещение. Они что-то запаздывают сегодня. Вот посмотри, — указала она рукой.

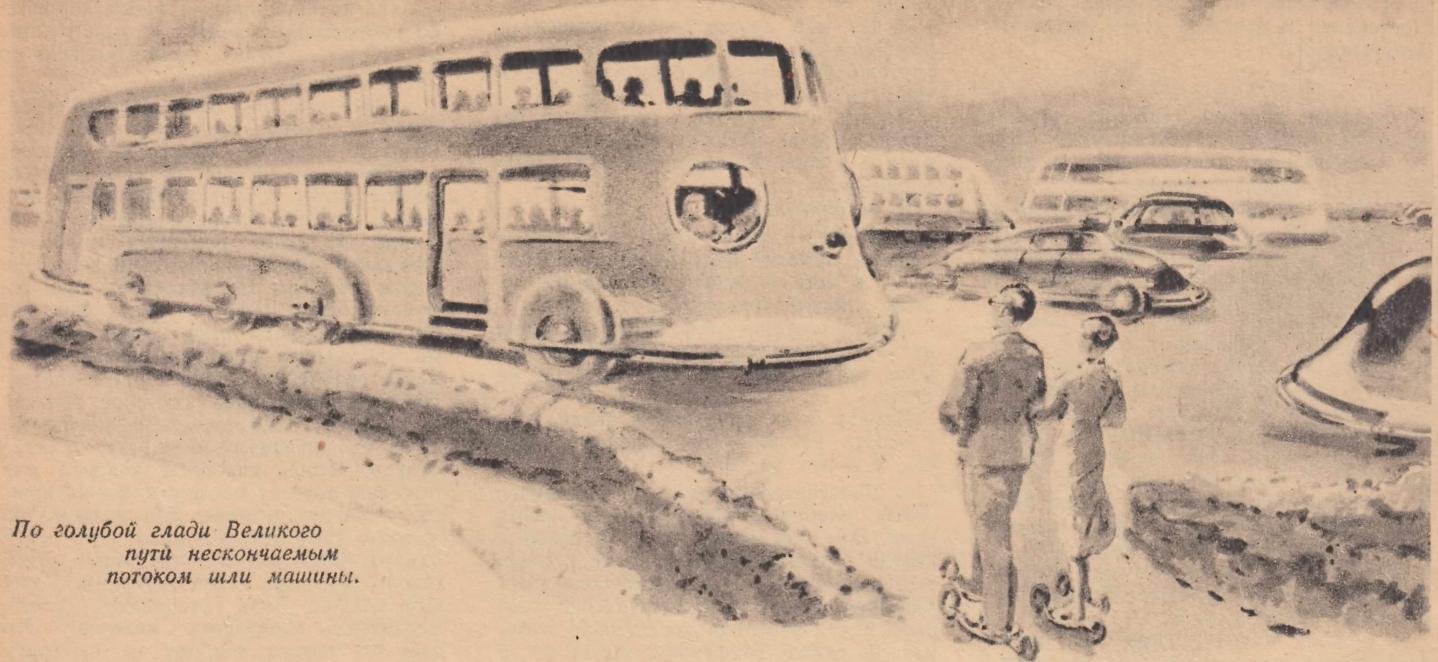
Справа от нашей скамейки, среди кудрявых деревьев, виднелась площадка размером с цирковую арену. Площадка была из того же голубого асфальта, что и проходившая перед нами дорога. На ней выделялись концентрические оранжевые круги. Площадка напоминала большую стрелковую мишень.

В центре площадки стоял на тонких ножках какой-то аппарат, круглый, как глобус. Нижняя часть его была полупрозрачной, опалового цвета; круглое тело аппарата охватывал блестящий ажурный пояс из белого металла. От него торчали в стороны длинные и узкие, как клиники мечей, крыльшки.

Высокий мужчина, запрокинув назад голову и привстав на цыпочки (ажурный пояс приходился выше его головы), что-то подвивчивал у основания одного из крыльев. Потом он отошел в сторону и скрылся в тени деревьев.

Крыльшки странного сооружения





По голубой глади Великого  
пути нескончаемым  
потоком шли машины.

вздрогнули и сделали несколько коротких взмахов. Затем вибрация их столь убыстрялась, что крылья стали совсем не видно. Послышалась звенящая музыкальная нота. Глобус с площадки, словно увлекаемый могучим воздушным потоком, поплыл вверх. Шар поднялся чуть выше крыши окружающих домов, и движение его замедлилось. Он новое неподвижно в воздухе. На опаловом брюшке его возникли световые блики. Они постепенно разгорались и становились ярче. Скоро вся нижняя полозина шара наполнилась ослепительным солнечным свечением. Возобновилось движение шара вверх. По мере подъема свет становился все ярче и ярче. Прошло не больше минуты, и маленькое светило парило уже где-то очень высоко, казалось, прямо над моей головой. В отдалении были видны еще несколько таких неподвижно повисших сверкающих шаров. Я подумал, что это неплохое усовершенствование моей идеи: вместо беспорядочного зажигания воздуха здесь светится в электромагнитном луче особого состава газ, заключенный в кварцевый шар.

Ровный и мягкий свет заливал все окружающее на земле. Он походил на вечерний солнечный свет. Все предметы вырисовывались необычайно выпукло и отчетливо, как это бывает в сильном морском призматическом бинокле. Голубой асфальт стал сине; оранжевые полосы на нем выделялись теперь особенно ясно.

Мы с Леной поднялись со скамейки и покатили снова вперед. Пестрая толпа, скользившая вокруг нас, выглядела при этом освещении еще наряднее. Помягчевшие ободки роликов блестели капельками ртути на ленте дороги. Особенно забавляло то, что окружающие предметы не отбрасывали никаких теней: свет исходил со всех сторон; он, казалось, насыпал воздух.

Лена скользила справа и немного впереди. Она то и дело оглядывалась и подбадривала меня улыбкой.

— Пять километров уже позади...

— Уже восемь километров наши...

— Еще немного потерпи, папочка; осталось меньше пяти километров.

Нажав рычажки ускорителей, мы неслись все быстрее. По сторонам дороги мелькали дома: серые, коричневые, белые, с плоскими крышами и большими террасами, обвитыми зеленью.

Впереди показался Великий высокочастотный путь. Наша дорога пересекала его под острым углом и терялась в нем, как маленький ручеек, впадающий в полноводную реку. У перекрестка мы остановились.

По голубой глади Великого пути нескончаемым потоком шли машины. Они блестели всеми цветами и оттенками эмалевых красок: ярко-красные, желтые, как цветок подсолнечника, темно-синие, изумрудно-зеленые.

Они двигались с легким шорохом, как стайка птиц над заснувшим прудом.

Курьерские машины обгоняли эту пеструю толпу. У них бросался в глаза огромный приемный виток вокруг маленького корпуса. Они проходили дальше от меня, ближе к середине дороги. Дух захватывало от их ужающей быстроты. Они, казалось, обгоняли порождаемый ими звук. Сзади машинами, с ее следа, несся легкий треск, словно кто-то разрывал кусок шелка.

Изредка проплывали громадные экипажи, выполненные целиком из прозрачной пластмассы. Внутри виднелись смеющиеся мужчины и женщины. Это, наверное, были туристские компании, путешествующие ради удовольствия.

Огромный бирюзово-голубой пассажирский экспресс мчался навстречу, казалось, прямо на нас. За круглым и выпуклым, как рыбий глаз, передним стеклом сидел Труфанов. Седые волосы его были гладко зачесаны. Я нисколько не удивился тому, что увидел в этой фантастической обстановке ленинградского знакомого. Все воспринималось мной, как вполне понятное и естественное.

За спиной Труфанова смутно виднелись фигуры пассажиров, полулежащих в длинных удобных креслах. Труфанов, видимо, узнал нас. Он помахал рукой. Рот его широко раскрылся. Он, наверное, что-то кричал нам, но звук голоса не проходил сквозь толстое выпуклое стекло.

Машину замедляет ход и останавливается. Труфанов вылезает из кабины водителя и радостно трясет меня за руку.

— Я дозвезу тебя до аэропорта, — говорит он.

...Посреди летнего поля стоит огромная алюминиевая стрекоза. Из середи-

ны ее туловища идет вверх ствол, оканчивающийся вытянутым горизонтально пучком. Постепенно пучок распрямляется и образует два больших трехлопастных винта. Они начинают вращаться в разные стороны. Маховые лопасти винтов становятся видимыми все хуже и хуже. Еще секунда, и они сливаются в полупрозрачный тюльпан, пульсирующий над серебристым корпусом.

— Отлет! — произносит громовой, нечеловеческий голос.

Стрекоза подпрыгивает и повисает в воздухе. Затем поднимается все выше и выше и наконец теряется в складках ватных облаков.

На середину летнего поля выезжает новый самолет.

— Пассажиры второй очереди, по местам! — повторяет тот же громовой голос.

Вместе с другими пассажирами поднимаемся по лесенке в кабину и сажусь у левого борта на мягкий удобный диван. Спустя несколько минут раздается приглушенное гуденье. Потом резкий толчок, тело становится вдруг необычно тяжелым, какая-то сила прижимает меня к дивану.

Сквозь стекло иллюминатора видно, как летное поле проваливается вниз и уменьшается с непостижимой быстротой.

С тревогой обращаюсь к соседу:

— Достаточен ли у нас запас бензина?

— Мы получаем электроэнергию лучом, направляемым с земли от путевых генераторных станций, — отвечает он.

Мы летим в темном небе. Все пространство вокруг самолета задернуто черным глубоким бархатом, на котором желтыми точками мерцают звезды. Земля виднеется далеко внизу, как бы омываемая волнами белого света. Смотрю вниз. Ощущение большой высоты кружит голову. Прижимаюсь лбом к холодному стеклу кабины. Сосед тянет меня за руку, тормошит и говорит настойчиво:

— Пора, пора!

— Мы опаздываем... — бормочу я и, теряя сознание, проваливаюсь в светлую бездну.

Ощущение странного безудержного падения длится очень долго. Сердце замирает, сжимается болью. Несколько раз повторяется низкий могучий рев.

Перед моими глазами возникает золотое сияние. Чьи-то сильные руки хватают мое тело и безжалостно трясут. Постепенно я начинаю яснее различать окружающее...

Золотой морской герб на черном меховом фоне сияет передо мной. Женя поддерживает меня за плечи и внимательно смотрит в глаза.

— Что, очнулся наконец? Я стоял с грузовиком у заводских ворот с шести до семи. Дальше ждать нельзя было: с нами ведь большой груз радиолами, и мы не можем отложить ни в коем случае сегодняшний отлет. Ты должен благодарить Труфанова. Это он тебя заметил. Ты лежал поперек саночек у недостроенной баррикады. Леночка стояла рядом и плакала. Мы ее закутали в овчину и посадили в щель между пакетами. Она сразу же заснула. Тебя я трясу вот уже минут пять, а ты все не отзываешься и только бурчишь про какой-то транспорт, медные витки и электрические потоки.

Дальнейшую дорогу я плохо помню. Меня мучительно зибило. Болели суставы на руках и ногах.

Я пришел в себя, когда грузовик остановился на смерзшемся, исчерченном следами самолетных колес и лыж снежном поле аэродрома. Под крылом серебристо-зеленого двухмоторного самолета стоял плотный коренастый мужчина в летней куртке, в шлеме, в высоких сапогах из собачьего меха.

— Ваня, готовься к курсу от Ладоги на Тихвин и от Тихвина на Хвойную, — сказал он штурману, выглядывавшему из кабины.

Я вскарабкался в кабину и пытался помочь Ване раскладывать пакеты с радиолами по пассажирским креслам и на полу.

Штурман протянул мне теплую летнюю куртку: «для ребенка».

Я закутал Леночку в куртку и посадил ее в кресло. Она проснулась, и из большого воротника выглядывало розовое смеющееся лицо. Я сел в кресло сзади нее.

С пулеметной башенки сняли чехол, и в кабине стало светлее. Командир вынес из своей рубки короткий пистолет-автомат и положил его на полку над моим сиденьем.

— Лучше я его возьму, — сказал Женя.

Он положил автомат себе на колени и скоро задремал.

Стрелок, высокий, с худощавым длинным лицом и большими овальными черными глазами, влез на стол, укрепленный в центре кабины, под пулеметной башенкой, взялся за ручки пулемета и сделал круг, пробуя, как ходит турель.

Подъехал грузовик-аводилка. Один за другим зашумели моторы. Прягая по снежным кочкам, самолет вырулил на старт. Моторы чуть затихли, потом взревели особенно сильно.

Самолет сделал два круга над аэродромом. Повороты были крутыми, и линия горизонта закатывалась куда-то совсем вверх. Потом земля снова опустилась вниз, под ноги, и самолет лег на курс...

...В тот же день вечером мы сидели с Женей друг против друга в ресторане «Москва» за столиком, накрытым белой хрустящей скатертью. Слева от меня сидела Леночка в синем платьице с красным воротником. Ярко и ровно горели электрические листы. Я читал меню и подряд заказывал блюда. Тщательно, не торопясь, прожевывал пищу.

С трудом наконец заставил себя оторваться от еды и откинулся на стуле.

— Ну, как, друже, совсем отошел? — улыбался Женя. — Кстати, что это за чертежи были у тебя в руках, когда ты тащился с саночками на завод?

Сердце мое быстро и болезненно забилось, словно какая-то пружина щелкнула в голове. Ресторанный зал поплыл в тумане.

Я встремхнулся.

— Женя, — закричал я, задыхаясь, — где эти бумаги? Ведь их мне твой Дима дал, то есть я путаю, я тогда на воде... новый транспорт...

Мне нехватало слов. Женя вытащил из внутреннего кармана кителя небольшую пачку бумаг и расправил их на столе.

Бумага была линованная белая.

— Это не то, — взвужденно закричал я, — это не то!

— Действительно не то, — согласился Женя, наморщив лоб. — Ты уж прости меня. Это мои бумаги, я их с собой с завода захватил. На аэродроме я заметил, что у меня еще почти килограмм хлеба остался. Это кронштадтский хлеб был. Я его завернул хорошенько в бумагу и отдал Труфанову, чтобы он с Лукичем и Ивановым поделился. Не увозить же хлеб из Ленинграда в Москву. Похоже, что я тогда перепутал и завернул хлеб в твои чертежи. Да, припоминаю теперь, что бумага была какая-то необычная, очень плотная, тонкая, желтоватая немного.

— Ах, Женя, что ты сделал! Это ведь было все мое будущее.

В голове с молниеносной быстротой проносились обрывки схем и конструкций, которые я лихорадочно зарисовывал тогда на заводе в Ленинграде и которые привиделись мне уже волющими в жизнь, когда я замерзал, упав от изнеможения по дороге на аэропорт. Женя похлопал меня по плечу.

— Идем на боковую, друже: на расвете вылетать на Урал.

Ночью я спал беспокойно. Несколько раз подымался и зажигал свет. Уже под самое утро я вдруг отчетливо увидел голубую дорогу, расцвеченнную яркими оранжевыми полосами, обсаженную кудрявыми рощами с блестящей лакированной зеленью. Бесконечные вереницы разноцветных машин катили с легким шорохом, точно капли по оконному стеклу.

Я подбежал к постели Жени и стал тормошить его. Путаясь, сбиваясь, топропясь, стал рассказывать ему про чудесные дороги, пролегшие по всей нашей стране, про утопающие в зелени светлые дома, про бирюзовый экспресс. Говорил ему о наполненных светящимися газом кварцевых шарах, которые поднимаются электромагнитными лучами в ночное небо.

— Женя, милый Женя! Таков мир будущего, мир энергии. Реки электрической энергии текут над пестрыми дорогами. Это токи, токи высокой частоты. Это от них веет электромагнитный ветер, наполняющий своим дыханием тяговые моторы. Это великие силы индукции мчат по блестящей глади миллионы людей и нескончаемые потоки грузов.

— Ну, знаешь ли, это все какая-то фантазия. Тебе было тяжело итти, и вот ты в забытии и вообразил себя этаким древнегреческим богом Меркурием с крылатыми сандалиями на ногах. Нет, друже, времена семимильных саногов прошли.

— Наоборот, не прошли, а еще не наступили, и мы должны сделать так, чтобы наступили эти времена: поскорее. Ты ведь инженер, Женя, ты меня

должен понять, ведь это все совершенное очевидно.

Схватив карандаш, я начал торопливо набрасывать схемы и конструкции на обороте своего командировочного удостоверения.

— Ты помнишь, Женя, описания заводов и фабрик прошлого века. Громоздкий паровой двигатель вращает трансмиссионный вал. К нему тянутся непроходимые джунгли приводных ремней и канатов. Современные цехи свободны от этих ременных зарослей. Каждый станок приводится в движение своим мотором. Но транспорт, наш городской транспорт, он живет еще как бы в прошлом веке. Люди десятками набиваются в тесные вагоны трамвая и троллейбуса. Они — рабы этой колымахи, привязанной к линии рельсов и проводов. Они вынуждены подчиняться ее ограниченному маршруту, ее остановкам. Чтобы разогнать каждый раз тяжелую повозку после остановки, нужны огромные моторы. Эти моторыожидают уйму энергии, даже если везут одного единственного пассажира. Нет, такой транспорт более нетерпим. Каждый должен быть господином своих маленьких послушных моторов. Это даст не только свободу и быстроту передвижения. Энергия будет расходоваться разумнее, чтобы везти самого человека, а не для того, чтобы сообщать скорость мертвым массам металла.

— Электрический транспорт, — продолжал я в упоении, — не должен более цепляться за провода, как не умеющий ходить ребенок за руку матери. Мы уберем безобразную паутину, опутывающую небо в городах. Мы заполним высокочастотной энергией улицы, мы проложим высокочастотные дороги из города в город и дальше из страны в страну.

Женя внимательно следил за моим карандашом и недоверчиво сопел носом. Потом он вдруг посыпал и задумался.

— Пожалуй, тут что-то похожее на дело есть. Твой чудесный транспорт будущего — это, в сущности, обычный трансформатор, только первичная его обмотка размотана в линию и спрятана под дорогами. А вторичные обмотки этого трансформатора — приемные витки вокруг твоих подошв или на повозках. Они, значит, питают моторы. Похоже на дело, — повторил он.

Багровый шар солнца только выкатывался из-за горизонта, когда мы прибыли на аэродром. Бетонная дорожка, по которой мы шли к самолету, казалась рекой расплывленной лавы. Леночка катилась перед нами маленьким меховым шариком.

Женя подхватил меня за талию и наклонил ко мне смеющееся лицо.

— Что ж, откроем с тобой после войны контуру Вечетранс?

— Какой Вечетранс?

— Да ты ведь говорил высокочастотный транспорт? Вечетранспорт значит Вечетранс. Я продумал твои схемки. Техника, пожалуй, уже созрела, чтобы можно было передавать энергию от электроцентрали к тяговым моторам без всякого контакта.

Потом он, помолчав, добавил:

— А может быть, построим с тобой сразу же, как прилетим на завод, маленький вечекар? А? Из цеха в цех продукцию возить?

В лицо нам дул морозный ветер. Ветер с востока, ветер с Урала. Мы шли навстречу красным лучам. Впереди была жизнь, движение, работа. Впереди была и моя ленинградская мечта, воплощающаяся в жизнь.

Декабрь 1941 года — ноябрь 1944 года.

# МЕЧТА СТАЛА ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

*Вечкар построен!*

На станкостроительном заводе имени Орджоникидзе вступил в эксплуатацию новый вид внутризаводского электротранспортера — «вечетранс» (высокочастотный транспорт). В данном случае «вечетранс» представляет собой грузовую тележку, которая передвигается по специальной 400-метровой «вечетрассе», соединяющей заготовительные цеха со сборочным конвейером.

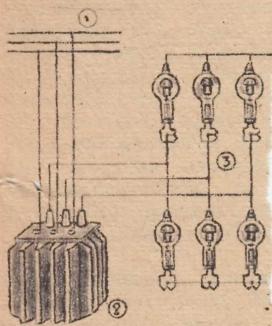
Эта тележка резко отличается от современных электрокаров. Она не имеет батареи аккумуляторов. Это увеличивает ее грузоподъемность на полтонны. Не найдете вы здесь и контактных приспособлений для питания «вечекара» током через проводники. «Вечекар» получает электроэнергию индуктивным путем, то есть на расстоянии. Провода уложены под полом 400-метровой трассы. Они несут ток высокой частоты. От этого над дорогой возникает зона, насыщенная электромагнитной энергией. Как только «вечекар» попадает в эту зону, в приемном витке тележки — «эрголове» — возбуждается электроток. Этот ток через выпрямитель и контроллер управления поступает в электромотор, заставляющий тележку двигаться.

Идею «ВЧТ» предложил и разработал лауреат Сталинской премии, доктор технических наук Г. И. Бабат. Горячее участие в осуществлении на заводе нового вида транспорта приняли начальник опытного бюро «вечетранса» инженер П. Киселев и инженер завода Л. Пятибоков.



*Вечемоби*

На рисунке изображен проект Его авторы — инж. Ю. Долматовский ховский (МВТУ). Машина рассчитана на две задних колеса приводятся альными моторчиками, мощнос мальная скорость вечемобил ровка скорости от нуля до одной ходовой педали. П сывающий всю машину. В вечемобиле предусмотрены связи.



Справа мы публикуем подписанного председателя УССР Никитой Сергеевичем становление правительства г. Киеве опытной магистралью экипажей Г. Бабата.

Пройдет некоторое время но займет свое место в горо Чудесная дорога, о кото Г. Бабата (стр. 20), станови

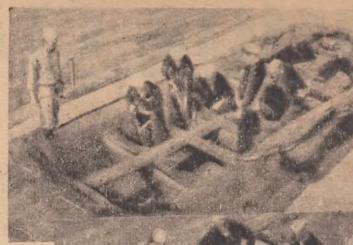
# За победу!

Этот необычный скутер с пропеллером, похожий на бескрылый гидроплан, сконструирован инженером Коплиным в Балтиморе (США). Корпус скутера смонтирован на двух понтонах, которые зимой могут быть заменены лыжами. Скутер приводится в движение 4-цилиндровым мотором мощностью в 27 лошадиных сил с воздушным охлаждением. Он развивает скорость до 70 километров в час. Бензиновый бак скутера вмещает 30 литров горючего и рассчитан на трехчасовое плавание. («Популяр Механикс», 1944 г., № 8.)

Портативная «кастрюля» из асбестового полотнища используется американскими летными и санитарными частями для варки пищи и стерилизации медицинских инструментов. Американцы считают, что после войны асбестовые «кастрюли» будут использованы туристами. Они легки и в сложенном виде занимают мало места. («Популяр Механикс», 1944 г., № 7.)



Передвижная электростанция состоит из восьми вагонов и предназначена для снабжения электроэнергией разрушенных немцами городов. Ее мощность 5 000 киловатт, что вполне достаточно для населенного пункта с 10 тысячами жителей. («Популяр Сайнс», 1944 г., № 8.)



Самая крупная в мире спасательная лодка вмещает 25 человек и тридцатидневный запас продовольствия для них. Такая лодка была недавно испытана Управлением береговой охраны США. В сложенном виде ее размеры составляют  $1,5 \times 2,1 \times 0,45$  метра. На любом судне можно разместить много таких спасательных лодок. Внутренняя часть лодки разделена перегородками. Лодка сохраняет пловучесть, даже будучи частично поврежденной.

Прикрепленные к бортам лодки непромокаемые полотнища защищают пассажиров от дождя и ветра. («Популяр Механикс», 1944 г., № 7.)

машина  
хозяй-  
ства



0 оборотов в секунду ротор этого небольшого мотора, спроектирован в США для шлифовательных деталей танков летов. Шлифовальный сидит непосредственно у мотора. Огромная скорость его вращения обеспечивает шлифовальных до десятимильционных миллиметров. («Популяр Механикс», 1944 г., № 5.)

вучую деревню» образует полностью оборудованные, направляемые баржами по реке Огайо Иллэент в Юнионтаун, который из таких стандартных имеет 17 метров в длину, 4,5 метров в ширину и 4,5 метров в высоту. Они предназначены для вновь строящегося поселка. Баржи соединены арии общей платформой. На каждой паре барж установлено 12 домов. Транспорт буксируется небольшим пароходом. («Популяр Механикс», 1944 г., № 8.)





С. Владимиров

Когда речь заходит о кристаллах, нам рисуются драгоценные камни, экспонаты геологических музеев, лаборатории по выращиванию кристаллов и таинственные глубины земли, где из расплавов и растворов рождаются причудливые «цветы мира камней».

Но в действительности «кристаллы окружают нас всюду. Мы строим из кристаллов, ходим по кристаллам, добываем кристаллы из земли, обрабатываем их на заводах и получаем там опять-таки кристаллы, делаем машины из кристаллов, находим кристаллы внутри растений и животных, едим кристаллы и даже сами частично состоим из кристаллов», пишет М. Шаскольская<sup>1</sup>.

Что же такое кристаллы?

Ответ на этот вопрос и содержит книга Шаскольской.

Кристаллы — это тела, в которых атомы расположены правильными фигурами по углам пространственных решеток. Но таким образом могут при определенных условиях расположиться атомы во всех твердых телах. И, значит, утверждает автор, все твердые тела — кристаллы.

Но свойства кристаллов очень своеобразны: большая часть из них анизотропна, то есть их твердость и другие свойства неодинаковы в продольном и попечном направлениях. Большая часть кристаллов обладает двойным лучепреломлением — способностью разлагать луч света на два луча. От особенностей сочетания друг с другом мельчайших кристаллов в твердых телах зависит прочность, твердость, структура твердых тел. Управляя кри-

<sup>1</sup> М. Шаскольская, Кристаллы. Детгиз, 1944 г.

сталлизацией природных минералов и искусственных сплавов, можно создавать материалы с нужными свойствами. Закалка стали сводится к получению металла определенного кристаллического строения.

Оптические свойства кристаллов используются в военной промышленности. Способность некоторых кристаллов электризоваться при надавливании и растяжении помогает регулировать длины радиоволн.

Поляризация света тоже осуществляется в кристаллах. Металлургия, оптическая промышленность и техника, некоторые разделы электротехники и акустики тесно связаны с изучением и использованием свойств кристаллов. Но если это так, то развитие науки и техники должно быть тесно связано с наукой о кристаллах. И в книге Шаскольской эта связь показана.

Автор рассказывает о творцах кристаллографии — Ломоносове, Чернове, Стеноне, Ром-де-Лиле, Барголини, академике Федорове, Рентгене, Луэ, Брэдже и многих других.

Читатель узнает об отдельных эпизодах из истории техники, которые в свое время казались загадочными. Так, например, «странная история произошла в конце прошлого века в Петербурге на одном из складов, где хранились пуговицы солдатских шинелей, отлившие из белого олова».

Склады не отапливались, и пуговицы «простудились», «заболели». «Несколько пуговиц потемнели, потеряли блеск... и через два-три дня рассыпались в порошок. На это сначала не обратили внимания, но, когда увидели, что и все соседние пуговицы стали темнеть, терять блеск и рассыпаться, чиновники забеспокоились. Казалось, что испор-

ченные пуговицы «заражают» своих соседей... В конце концов выяснилось, что существует два сорта олова с различным кристаллическим строением, причем при низких температурах обыкновенное (крупнокристаллическое) серебристо-белое олово превращается в порошкообразное серое олово.

«Так меняются свойства вещества, хотя химический состав его не меняется. Важно не только, из чего построено вещество, но и как оно построено», заключает автор.

Приведенные отрывки дают представление об образном и в то же время спокойном и ясном языке книги. Эта же коротко изложенная история «оловянной чумы» может служить удачным примером популяризации, когда обобщенный вывод о значении строения тел делается из доходчивых, конкретных фактов. К сожалению, автору не всегда удается объяснение «сущи вещей». Глава «Как кристаллы преломляют свет» содержит только намек на объяснение того, почему раздваивается свет в кристаллах. Читателю остается неясным, какая связь существует между преломлением лучей, скоростью распространения света в кристаллах и раздвоением лучей (стр. 120—121).

Не до конца объяснено и то, каким образом неравномерный по скорости в разных направлениях рост кристалла приводит к образованию многогранников, а не просто неправильных по форме фигур, а автор ставит этот вопрос перед читателем, называя главу книги — «Почему кристаллы многогранны».

Огромное количество вопросов, затронутых в книге о кристаллах, превратило ее в очень интересный сборник сведений почти энциклопедического характера, но от этого пострадала стройность, последовательность изложения. Так, например, об атомных решетках говорится и в первой и в четвертой главах, причем почти одно и то же.

Несмотря на эти недостатки, книга М. Шаскольской, несомненно, — большая удача автора. Хорошие иллюстрации делают ее еще более интересной. Книга по заслугам отмечена на конкурсе, объявленном Наркомпросом РСФСР.

## КОСМИЧЕСКОЕ ОБЛАКО



18 сентября 1938 года в Сибири, в районе нижнего течения Енисея и устья Оби, произошло загадочное солнечное затмение. Ни в одном астрономическом справочнике это затмение не было предусмотрено. На всей территории Советского Союза, как и во всем мире, рассвет в этот день сменил ночь, день сменил рассвет, и только жители Игарки, Хальмар-Саде, Тарко-Салех, Яо-Сале и иенецких стойбищ, не нанесенных ни на какие карты, были свидетелями необыкновенного происшествия.

Вот как описывает его очевидец: «Утром 18 сентября мощность облачности была, повидимому, небольшая, так как в 8 часов утра по местному времени стало довольно светло.

В 8 часов 30 минут отмечено уменьшение света. Одновременно окраска облаков, особенно в местах разрежения, начала приобретать желтовато-бурый, местами красно-бурый оттенок. К 9 часам освещение резко изменилось; казалось, что рассматриваешь все через темный светофильтр. Бурые тона облаков усилились. Наступили сумерки.

В начале десятого часа явления потемнения и изменения окраски света привлекли всеобщее внимание местного населения. В помещениях начали зажигать огни. К 10 часам наступила черная ночь. Огни в домах видны на расстоянии до 1,5 километра... Белые столбы ограждены, заметны не далее 1 метра от них. К 10 часам 30 минутам, казалось, исчезли последние остатки света. Предметы перестали быть заметными даже на самом близком расстоянии. «Солнце умерло, что будем делать?» говорили женщины, собравшиеся на землю.

В 10 часов 32 минуты у самого горизонта отмечена узкая светлая полоса, которая охватывала северо-запад, северо-восток и после перерыва на востоке появлялась едва заметно на севере. Полоса в северной части горизонта то расширялась, то суживалась; казалось, колебался край огромного занавеса, савшегося временами горизонта, временами удалявшегося от него на 2—3 градуса. В остальной части небосклона оставался попрежнему черным, в буквальном смысле «беспресветным»...

Приблизительно к 14 часам восстановилось нормальное освещение, свойственное пасмурному дню с низкой облачностью и дождем».

Итак, какая-то не проходимая для солнечных лучей преграда, поглощавшая над огромной территорией в сотни тысяч квадратных километров, на 6 часов превратила день в ночь.

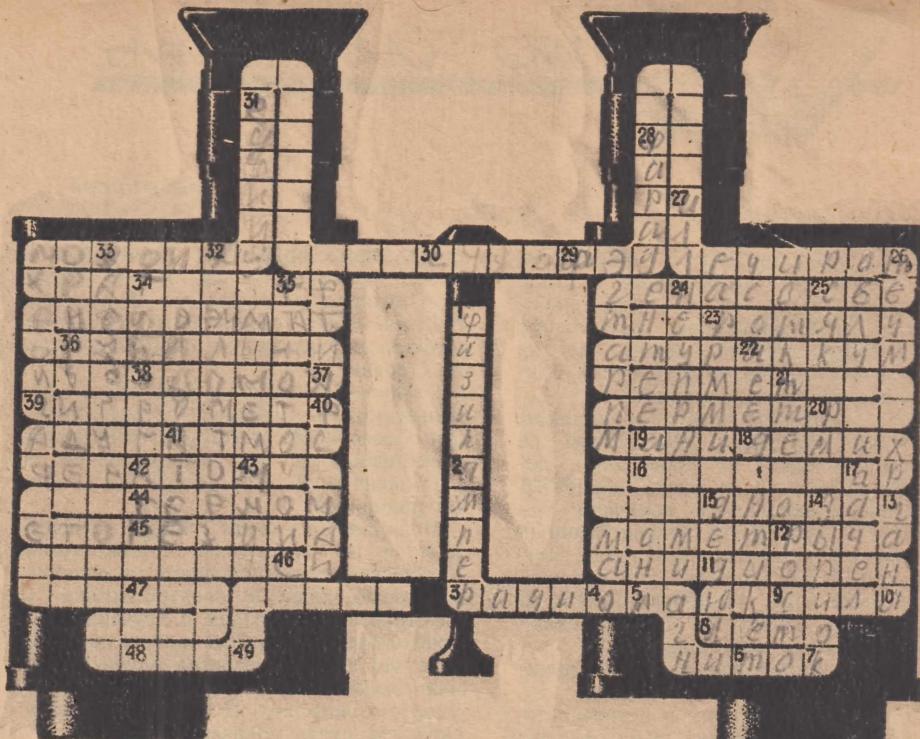
Для объяснения этого необыкновенного происшествия было предложено несколько гипотез. Наиболее вероятным, по мнению академика Вернадского, является следующее предположение. В космическом пространстве имеется огромное количество пыли — мельчайших частиц металла и камня, непрерывно проникающей в земную атмосферу.

Возможно, что изредка пыль проникает к Земле густыми облаками, вызывающими затмения, аналогичные описанному выше. Изучение космической пыли представляет большой интерес, потому что она, как и метеориты, содержит, вероятно, радиоактивные вещества. Вместе с пылью на Землю падают огромные количества космической радиоактивной энергии. С этим обстоятельством, по мнению академика Г. И. Вернадского, связано объяснение многих явлений — образование гор, извержение вулканов и др. Дальнейшее изучение этих интересных проблем ведется в Комитете метеоритов при Академии наук СССР.

# ЧАЙНВОРД

## „ФИЗИКА“

1. Наука о формах энергии и движения материи. 2. Единица измерения электричества. 3. Средства связи. 4. Единица сопротивления. 5. Тело, притягивающее некоторые предметы. 6. Распространение в теле электрических зарядов. 7. Резервуар для получения пара. 8. Единица освещенности. 9. Причина, вызывающая движение. 10. Прибор для измерения атмосферного давления. 11. Прибор для измерения силы. 12. Простейший механизм. 13. Вещество в одном из его состояний. 14. Прибор для исследования атмосферы. 15. Ученый основатель аналитической геометрии. 16. Вид двигателя. 17. Греческий ученый-физик. 18. Единица силы. 19. Электроизмерительный прибор. 20. Прибор для измерения сопротивления. 21. Степень нагревости тела. 22. Накопитель электроэнергии. 23. Ученый, именем которого назван звездный лучей. 24. Прибор для нагнетания жидкости или газа. 25. Вид электромагнитных колебаний. 26. Ученый, открывший атмосферное давление. 27. Вещество, обладающее большим сопротивлением. 28. Ученый, построивший первый трансформатор. 29. Точка пересечения лучей. 30. Способность оказывать противодействие. 31. Однозначное число. 32. Положительный электрод. 33. Механизм для подъема больших тяжестей. 34. Смазочное вещество. 35. Преобразователь напряжения. 36. Вид выключа-



теля. 37. Прибор для определения стран света. 38. Небольшое перемещение. 39. Прибор для определения влажности воздуха. 40. Явление разложения света в природе. 41. Единица давления. 42. Частица материи. 43. Прибор, увеличивающий изображения предметов.

44. Прибор для измерения температуры. 45. Явление, усиливающее колебания. 46. Прибор для демонстрации радиактивности. 47. Понятие, характеризующее величину скрытой энергии. 48. Часть угломерного инструмента. 49. Оптический прибор.

## ВЗРЫВАЮЩЕЕСЯ ЖЕЛЕЗО

Уже в очень давние времена, когда еще не умели выплавлять железо из руды, в руки людей попадали куски самородного железа космического происхождения. Железные метеориты служили сырьем для выделки инструментов, если только не становились «священными камнями» — сверху почитаемым небесным даром. Наблюдение за падением метеоритов показало, что при падении крупных глыб железа наряду со световыми и звуковыми явлениями происходят сильные взрывы.

В 1908 году взрыв так называемого «тунгусского метеорита» повалил деревья на десять километров в радиусе от места падения чуть ли не тысячетонной массы металла. Даже в селении Ванинове, за 60 километров от этого места, взрывная волна произвела различные разрушения. А звуковые волны, порожденные взрывом, были слышны за 700 километров и зарегистрированы сейсмопищущими приборами на всем земном шаре.

Внимательное изучение метеоритных кратеров показало, что только взрыв тысяч тонн нитроглицерина мог бы вырыть такие же гигантские воронки в земле, которые возникают при падении гигантских метеоритов.

Казалось, что энергия тела, летящего со скоростью более 4 километров в

секунду (а такова скорость падения крупных метеоритов), при внезапной его остановке мгновенно переходит в теплоту, достаточную для испарения части металла. Испарение совершается с такой скоростью, что происходит взрыв. Пары железа смешиваются с воздухом, и на месте падения метеорита часто оказываются только оплавленные его осколки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

В годы войны библиографы, что в переводе на русский язык значит «описатели книг», помогают геологам выявлять местное сырье оборонного и народнохозяйственного значения.

Вот один из примеров. Для засолки дорогих сортов рыбы соль на Дальний Восток привозилась из Крыма. Караваны судов с солью отбывали Азию по путям, которые были закрыты с началом военных действий. Прекращение доставки соли создало угрозу для рыбных промыслов. Выход был найден работниками одной из местных библиотек. Они обнаружили литературу с описанием забытых местных месторождений соли, и, по указаниям библиографов, эти месторождения были вновь освоены.

## СОДЕРЖАНИЕ

Д. КАТРЕНКО — Газопровод Саратов—Москва	1
Защитный радиоотражатель	4
А. СМИРНЯГИНА — Ткани из стекла	5
Б. ЛЯПУНОВ — Прошлое ракеты	6
Н. ШЕСТОПАЛ — Своды двойной кривизны	7
Сжигание на расстоянии	8
Л. ПОПИЛОВ — Защитная пленка металлов	9
С. ТАЙЧЕР — Шахтный парашют	10
М. ВОЛОБУЕВ — В.Г.Д.	11
Т. КОНЫШЕВА — Сварка по-новому	12
А. ЛИВШИЦ — Происхождение солнечной энергии	13
З. БОБЫРЬ — Медленный свет	14
Я. ЧЕРВОНЕЦКИС — Магистрала сверхдальних передач	18
Яблоко Ньютона	18
В. ЛЕОНОВ — Косинус «фи»	19
Г. БАБАТ — Дорога	20
Мечта стала действительностью	29
ЗА РУБЕЖОМ	30
С. ВЛАДИМИРОВ — Что читать (Библиография)	31
Космическое облако	31
Чайноворд «Физика»	32
Взрывающееся железо	32
Библиографическая разведка	32

Обложка художника АРЦЕУЛОВА К. К.

## ОПЕЧАТКА

По вине типографии «Красный пролетарий» на четвертой странице обложки в левом верхнем углу не исправлена корректура и напечатана лишняя фраза: «что стало известно».

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

# ИЗ ГЛУБИНЫ ВЕКОВ



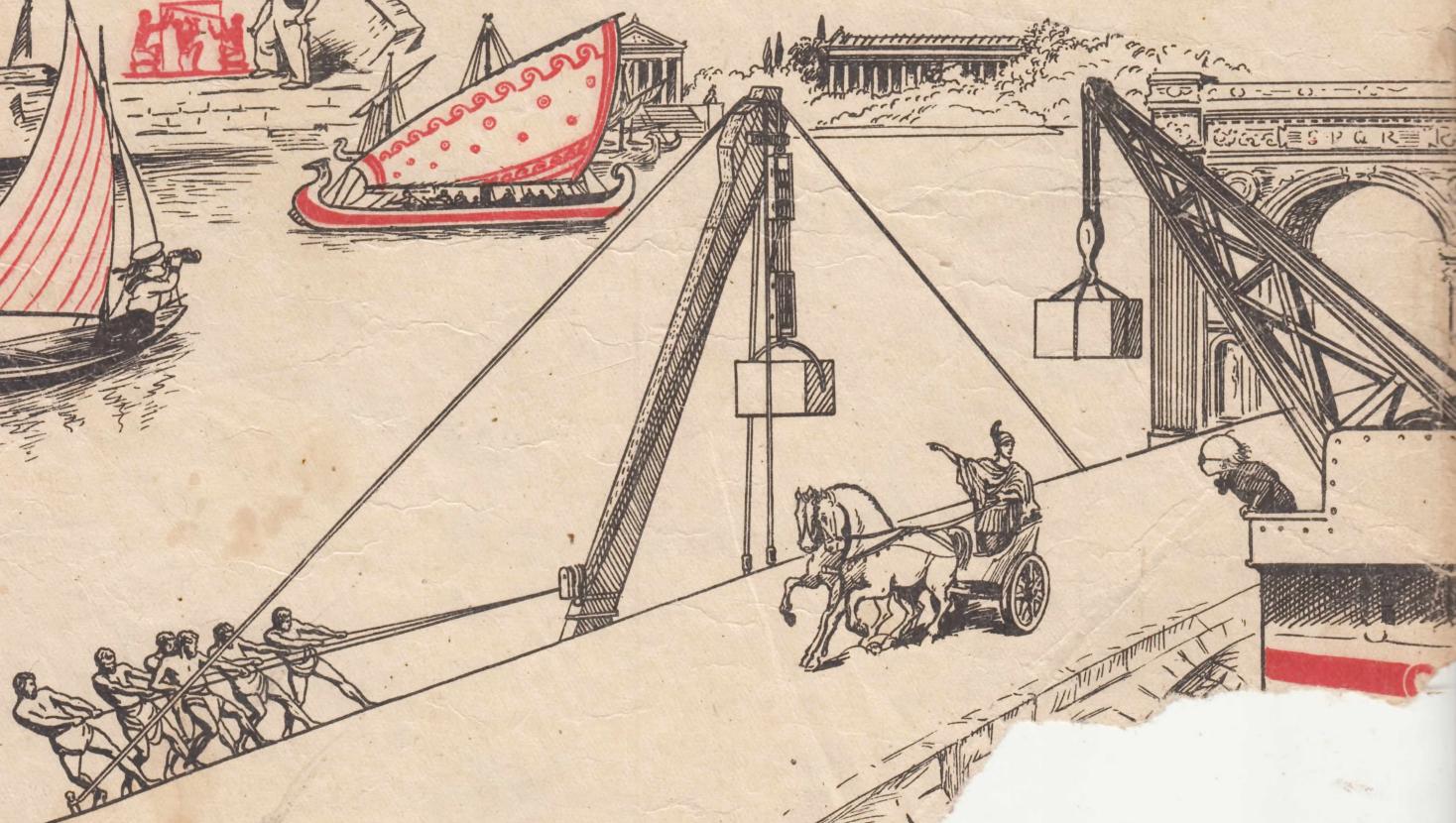
Мы нередко говорим —  
нас окружают вещи, созданные  
чуть ли не на наших глазах:  
телефон появился в 1876 году.

Первая лампочка накаливания, изобретенная Лодыгиным, зажглась в 1873 году. Наши прадеды еще не знали пароходов и поездов. Наши деды не дожили до ракетных самолетов, 50 лет назад еще не существовало радио...

И если бы ожили наши далекие предки, то они растерялись бы в мире не знакомых им вещей. Но зато они нашли бы и очень хорошо известные им предметы, орудия труда и машины. Тысячелетия назад, человеческий гений создал простые машины и инструменты, с помощью которых покорялись стихии природы. Обрабатывались прочнейшие минералы, завоевывался мир. Но и в наше время мы нередко встречаемся с этими памятниками древнейших времен.

По морям и сейчас скользят легкие бриги, яхты и шхуны, то есть парусные суда, которые знали еще древние греки. По недавним подсчетам общий тоннаж парусных судов, свыше 100 тонн водоизмещения каждое, составляет почти 2 миллиона тонн, но еще больше тоннаж никем не подсчитанных рыбачьих парусников, спортивных лодок, парусных судов каботажного плавания. Древние моряки нашли бы себе работу и теперь.

Египетские каменотесы до сих пор вызывают удивление архитекторов и строителей. Это они обтесали тысячи каменных глыб, пошедших на строительство пирамид. Но если бы свершилось невероятное и древние каменотесы ожили, они уверенно взяли бы в руки инструменты современных каменщиков.

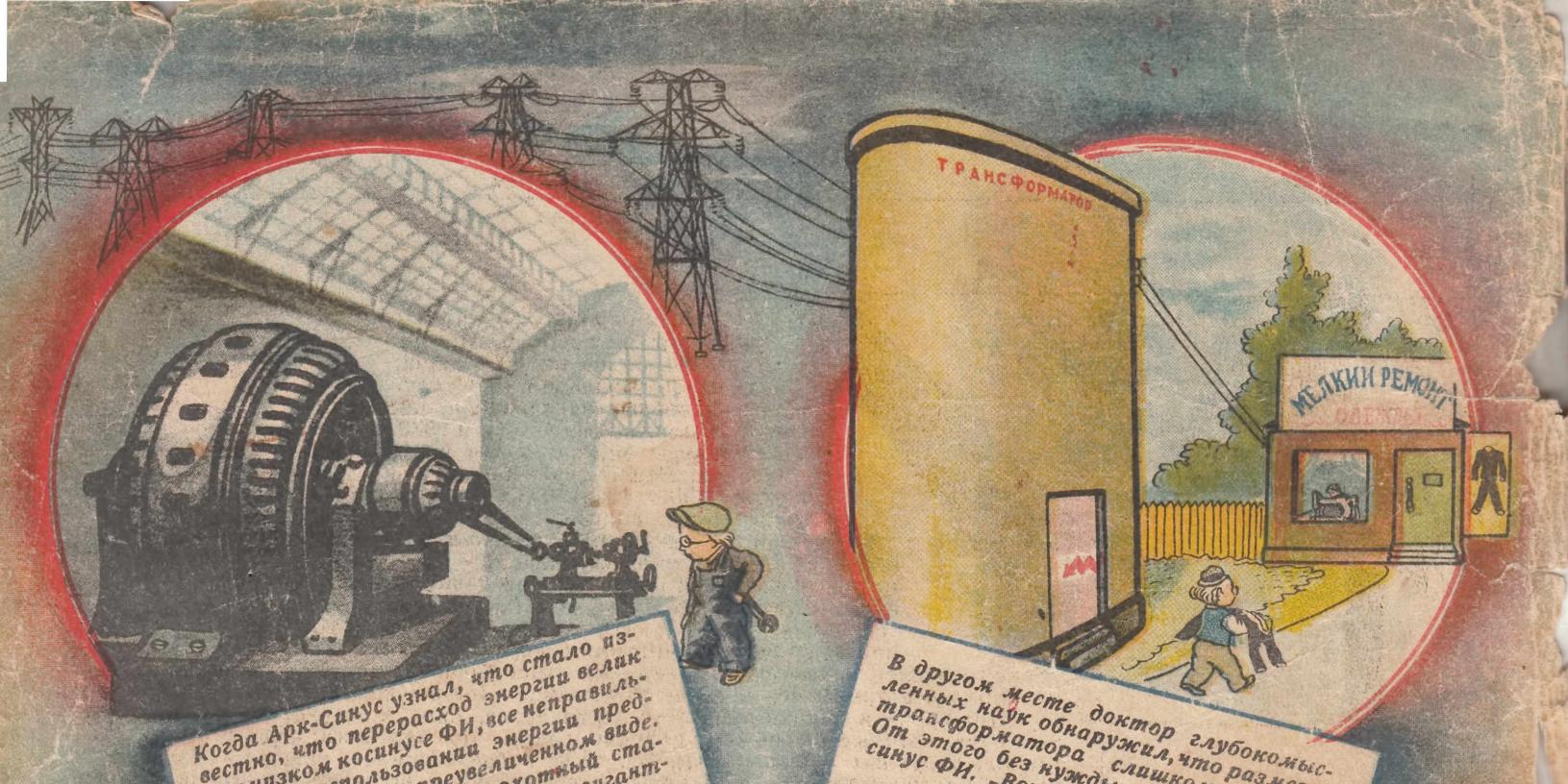


Грозные танки мчатся по итальянским дорогам, по которым катились боевые колесницы древних римлян. Тяжелыми каменными плитами были покрыты эти дороги. Старинные плиты сохранились до наших дней. Древние инженеры, руководившие постройкой этих удивительных дорог, не задумываясь, начали бы управлять лебедками и простыми подъемными кранами, которые мы употребляем сейчас. Римские краны были приспособлены для подъема больших тяжестей, а теория их действия была разработана еще Архимедом и другими древнегреческими учеными.

Напильник сохранил свою форму со времен древних римлян.

Античные пилы удивительно похожи на современную столярную пилу.

А молоток — этот необходимейший в быту и многих производствах инструмент — унаследован нами с доисторических времен.



Когда Арк-Синус узнал, что стало известно, что из-за перерасхода энергии в косинусе ФИ, все неправильности в использовании энергии предсталились ему в преувеличенном виде. Ему показалось, что крохотный гигант-мик приходится в движение гигантским мотором.



В другом месте доктор обнаружил, что размеры трансформатора слишком велики. От этого без нужды понижается косинус ФИ. «Возмутительный» воскликнул ученый муж.

Вот что уменьшает

# Косинус ФИ



Еще больший гнев охватил Арк-Синус, когда он увидел, что моторы работают не в полной нагрузкой. Это тоже снижает косинус ФИ.

Печальные результаты бывают и в тех случаях, когда трансформаторы не выключаются во время остановки завода на выходной день. От этого также снижается косинус ФИ. Что такое косинус ФИ? (См. стр. 19.)



Понижается косинус ФИ и при работе мотора вхолостую. «Нельзя сменять детали и перерывать работу, не выключив мотора», указал доктор Арк-Синус.

