

# **Журнал "Техника молодежи"**

**№ 06, 1969**

УДК 62  
ББК 30.6  
Ж92

Ж92 Журнал "Техника молодежи": № 06, 1969 / – М.: Книга по Требованию, 2020. – 48 с.

**ISBN 978-5-458-57374-0**

«Техника — молодежи» — ежемесячный научно-популярный и литературно-художественный журнал. Издаётся с июля 1933 года. В журнале впервые на русском языке были опубликованы романы «Фонтаны рая» Артура Кларка и «Звёздные короли» Эдмонда Гамильтона. Роман Ивана Ефремова «Час Быка», впоследствии запрещённый, также впервые был опубликован в «ТМ» (в 1968—1969 годах). «Фирменный» стиль журнала — это парадоксальное сочетание под одной обложкой увлекательных исторических исследований и новейшего «хайтека»; летописи техники и футурологических экскурсов, смелых изобретательских проектов и гипотез. «ТМ» даёт «умную пищу» для «завёрнутого» технаря и любознательного гуманитария, для предпринимателя и школьника, для историка техники и домохозяйки...

**ISBN 978-5-458-57374-0**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2020  
© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2020

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



если не десятки миллионов, людей. Нужны жилые здания, школы, больницы, детские сады, учреждения сферы обслуживания и т. д. — одним словом, полноценные современные города и поселки. Значит, надо создавать вспомогательное производство — стройматериалов, продуктов питания, ширпотреба. И везти сырье (или готовую продукцию) из Центра, увеличивая пропускную способность транспорта и производственные мощности действующих предприятий. Огромные средства! А сколько лет потребуется? А как быть с промышленностью в европейской части страны, где все равно остается дефицит энергии?

Возвращаясь к восточной поговорке, можно сказать: поскользкая гора — это, несомненно, источник энергии, а Магомёт — типичный потребитель, то гора все же должна прийти к Магомету. Как? Это и есть второй путь устранения «ножниц»...

— Почему Вы придаете меньшее значение возможности открытия новых месторождений газа, нефти, угля в европейской части СССР?

— Потому что в этих районах разведка и эксплуатация, например, угольных месторождений в результате очень глубокого залежания обходится дороже, чем на востоке. При всех условиях энергоресурсы европейской части меньше сибирских и не способны устранить дефицит энергии.

— Но ведь у нас уже есть и дальние линии электропередач и магистральные газо- и нефтепроводы. В чем же здесь проблема?

— Проблема в том, что тут слишком много проблем.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МАРАФОН

Сначала была одна проблема — транспортировать огонь от изначального источника к потребителю. Решение предложено, как известно, Прометеем или кем-то другим, чье изобретение люди приписали мифическому герою. Так или иначе, но был некий прашур, рискнувший приблизиться к стихийному источнику огня (лесной пожар?) и каким-то способом перенести огонь к своему персональному очагу.

Эта проблема почти в нетронутом виде сохранилась до наших дней.

Транспортировать энергию можно двояко: топливо (нефть, газ, уголь) или электрический ток. В этом «или», собственно, и состоит первая задача — какой путь выгоднее?

В принципе можно транспортировать что угодно и куда угодно. Вопрос в том, сколько это будет стоить. Потребителю абсолютно безразлично, каким путем доставлена к нему энергия, приводящая в действие, скажем, заводское оборудование: по сверхмощным линиям электропередач или в мешках с углем на спине верблюда. Потребитель должен платить, и это обстоятельство настраивает его иррационально по отношению к верблюду, ибо гужевой транспорт в данном случае кратчайший путь к разорению.

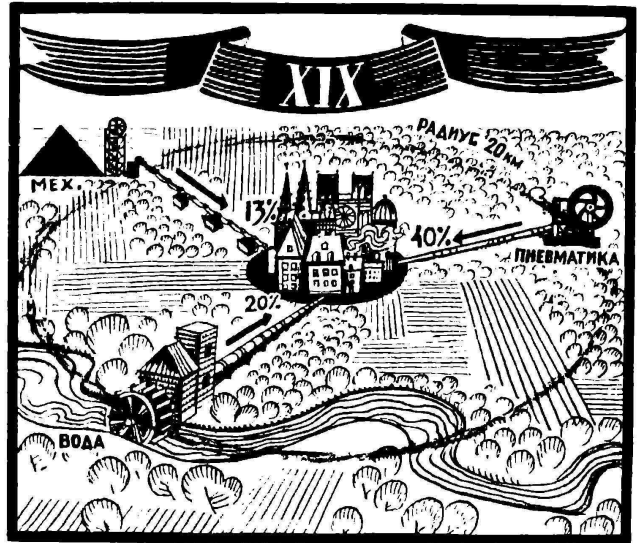
Надо сказать, что за этой «эгоистической» тенденцией всякого потребителя стоит объективная заинтересованность земной цивилизации. Общее экономическое развитие стран мира зависит не столько от наличия энергии вообще, сколько от получения дешевой энергии. У нас, например, ее себестоимость (100%) складывается по-разному, в зависимости от того, где построена ТЭС:

	Стоимость ТЭС	Стоимость топлива
В Сибири . . . . .	75%	25%
В европейской части страны . . . . .	25%	75%

Совершенно очевидно, что сооружение ТЭС в Центре на базе доставленного из Сибири топлива выгодно лишь при условии его высокой энергоёмкости (калорийности).

Поэтому наша дилемма — что транспортировать: топливо или «готовую» электроэнергию? — сводится к другому вопросу: какова энергоёмкость (калорийность) топлива? Если у вас есть нефтяное месторождение, то лучший путь транспортировки энергии — перекачка самого топлива по трубопроводу. Это выгоднее, чем тянуть на то же расстояние линии электропередач, что раз в 5 дешевле транспортировки газа по мощным газопроводам или перевозки высококалорийного угля по железнодорожным сверхмагистральям. Газ в этом сопоставлении, как видите, несколько пасует, но в принципе к нему относится все, что говорилось о нефти.

Разумеется, калорийность топлива — критерий лишь в первом приближении. Экономическая целесообразность зависит и от длины трубопровода (чем дальше, тем дороже), и от



Проблема транспорта энергии волновала и инженеров XIX века. На рисунке сопоставлены три способа: механический, гидравлический и пневматический. Результаты оказались малоутешительными: слишком велики были потери энергии «по дороге» — 87%, 80% и 60%. А какие способы будут сопоставлять инженеры XXI века?

качества насосных систем (мощность, надежность, экономичность), и от диаметра труб (1020 мм — на газопроводе Бухара—Урал длиной 2000 км и 1400 мм — на строящейся сверхдальней газовой магистрали Средняя Азия — Центр, 3500 км).

— Если транспортировка топлива выгоднее передачи «готовой» электроэнергии, то почему же строятся линии электропередач?

— Потому что, кроме нефти и газа, существует еще и низкокалорийный уголь, а его-то перевозить на тысячи километров как раз нерентабельно.

— Ну и не надо его перевозить — пусть Центр получает энергию в виде такого топлива, транспортировка которого выгодна. Ведь потребителя, как вы сказали, интересует не источник энергии, а ее стоимость.

— К сожалению, нефть и газ, хоть и велики их запасы в Сибири, не могут ликвидировать дефицит энергии в центральных районах страны. Решить эту задачу по силам лишь угольным месторождениям и гидроресурсам сибирских рек.

## САМОЕ ДЕШЕВОЕ СОКРОВИЩЕ

Для гидроэнергии есть только один путь транспортировки — линии электропередач. Хотя теоретически второй вариант остается в силе: можно доставлять энергию потребителю и непосредственно в виде «первичного сырья» — гнать воду по каналам или трубопроводам. Но вода не нефть, и при больших расстояниях такая идея практически нереализуема.

С углем все получается гораздо сложнее. Пусть у нас речь идет о двух гигантских месторождениях — Экибастузском (Северный Казахстан) и Канско-Ачинском (Сибирь). Первое находится ближе к Уралу и Центру, но должно в значительной степени обеспечивать энергией непосредственно Казахстан, да и по запасам уступает сибирским залежам, которые с точки зрения потребностей Центра особенно перспективны.

Канско-Ачинское месторождение протянулось на 700 км вдоль Транссибирской железной дороги. Здесь все условия для разработки — неглубокое залежание, большая толща пластов (десятки метров), самая низкая себестоимость — примерно в 6—8 раз ниже донецкого угля из расчета на тонну условного топлива. Одним словом, та самая кладовая энергии, которой бы хватило на долгие годы многим и многим потребителям в промышленном Центре. Но как эту кладовую (в том или ином виде) переместить на 3—4 тысячи километров? Железнодорожный транспорт? Бессмысленно — калорийность топлива всего-то 3500 ккал/кг, вдвое меньше, чем у нефти.

Правда, существует так называемый челночный метод — составы с грузом курсируют сплошным потоком, один за другим, от месторождения до потребителя. Пропускная способность и экономическая целесообразность в какой-то мере

приближаются к трубопроводу. Но... Слишком велико расстояние, и поэтому слишком велика вероятность, что «челнок» собьется с ритма или нарушит ритм других перевозок. Можно ли этого избежать? Конечно! Надо «всего лишь» в несколько раз увеличить пропускную способность железнодорожной магистрали, то есть на протяжении нескольких тысяч километров произвести некоторые работы, как вы догадываетесь, весьма трудоемкие и дорогостоящие. А это ляжет тяжким экономическим грузом на себестоимость конечного продукта — электроэнергетики. Вот мы и потеряли главное преимущество Канско-Ачинского угля — его дешевизну.

В свое время возникла такая идея: размывать уголь сильной струей воды и полученную пульпу доставлять в отстойники. Затем сырую массу грузить в вагоны и по железной дороге везти потребителю. Этот любопытный способ глож в зимнее время: порода смерзается, и ее приходится вторично «добывать» из вагонов отбойными молотками. Принцип несколько модернизировали. Пульпу решили направлять не в отстойники и в вагоны, а сразу в трубопровод. Получился единый цикл: месторождение — потребитель. Интересный метод. Но вопросов и трудностей здесь множество...

— И так, главный путь обеспечения энергией европейской части страны — гидроэлектростанции на сибирских реках и тепловые электростанции на базе угльных месторождений Канско-Ачинска и Экибастуза?

— Видимо, так...

— В таком случае оптимальный вариант передачи энергии — по проводам?

— Пока да.

— Почему «пока»? Ведь линии электропередач экономически выгоднее перевозки угля на большие расстояния по железным дорогам и позволяют передать практически неограниченное количество энергии...

— Экономически выгодны — до определенного предела. А вот насчет «неограниченного количества»...

## БЛЕСК И НИЦЕТА „ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА“

Главные энергетические артерии сегодня — линии электропередач переменного тока. Само собой разумеется, что никто не станет сооружать ЛЭП на тысячи километров, чтобы в конце концов зацепить лампочку от карманного фонарика. Такие линии целесообразны при достаточно высокой мощности. Но чем больше расстояние, тем больше потери мощности. Поэтому с увеличением длины линии увеличивают и ее напряжение. Для линии электропередачи Куйбышев — Москва, например, потребовалось напряжение 500 кв. Чтобы передать электроэнергию из Экибастуза на Урал, за полторы тысячи километров, нужно уже 750 кв. А от Красноярска до Москвы 3500 км, и напряжение должно быть еще выше. В итоге электрическое сопротивление воздуха оказывается недостаточным, и требуются такие меры, как изоляторы, что стоимость линии делает проект вообще неосуществимым. Впрочем, дело не только в стоимости. 1400 кв — это, видимо, критический рубеж, который мы физически не можем перешагнуть, ибо пока не располагаем столь мощной изоляцией. При таком напряжении вокруг проводника возникает светящаяся корона, пожирающая энергию, кривая потерь резко поднимается вверх.

Всех этих неприятностей не знает линия постоянного тока. В принципе она может передавать любую мощность. Пере напряжения в ней значительно ниже, снимается збычная проблема устойчивости, система может работать более надежно при внезапных нарушениях режима. Но генераторы и двигатели переменного тока намного проще и дешевле, чем двигатели постоянного тока, и поэтому для потребителей нужен переменный ток. Необходимо, следовательно, преобразование тока одного вида в другой.

Так рождается идея использовать комбинированную схему электроснабжения. Суть ее состоит в следующем: генерация, распределение и потребление электроэнергии — это переменный ток, а транспортировка — постоянный. Именно так и будет передаваться электроэнергия из Экибастуза в Центр — на расстояние 2,5 — 4 тыс. км. «На старте» переменный ток преобразуется в постоянный, который и отправляется в путь. «На финише» происходит обратное превращение. Подстанции (выпрямительная в начале и инверторная в конце) обходятся дорого, но линейная часть электропередачи (опоры, провода, изоляция) примерно на треть дешевле линейной части переменного тока. Это компенсирует высокую стоимость подстанций. Электрическая трасса Экибастуз — Центр напряжением пслтора (а затем и более двух)

миллиона вольт будет передавать десятки и сотни миллиардов киловатт часов, при к.п.д. около 90%.

У постоянного тока есть и другая, более заманчивая перспектива: для передачи легче воспользоваться явлением сверхпроводимости. Явление это наблюдается лишь при крайне низких температурах, но теоретически даже сейчас существует возможность создания сверхпроводящей магистрали.

Правда, здесь мы переходим тот не очень отчетливый рубеж, который отделяет настоящее от так называемого ближайшего будущего. Насколько оно окажется «ближайшим», сказать трудно. Пока сверхпроводящих линий, кроме опытных длиной в один-два метра, нет.

В перспективах в области передачи энергии на большие расстояния можно говорить довольно долго. Но надо ли? Ведь уже сейчас нам известны такие способы получения энергии, которые вообще снимают вопрос о какой-либо транспортировке. Если тепловые и гидроэлектростанции привязаны к энергоресурсам и могут дотянуться до потребителя лишь тысячекилметровыми линиями электропередач, если высококалорийные виды топлива должны преодолеть то же расстояние по трубопроводам и железным дорогам, то для атомной электростанции всего этого не существует. АЭС можно строить где угодно — хоть за тридевять земель от источников сырья. Топливо для АЭС обладает такой чудовищной энергоемкостью, что его выгодно возить даже на верблюдах.

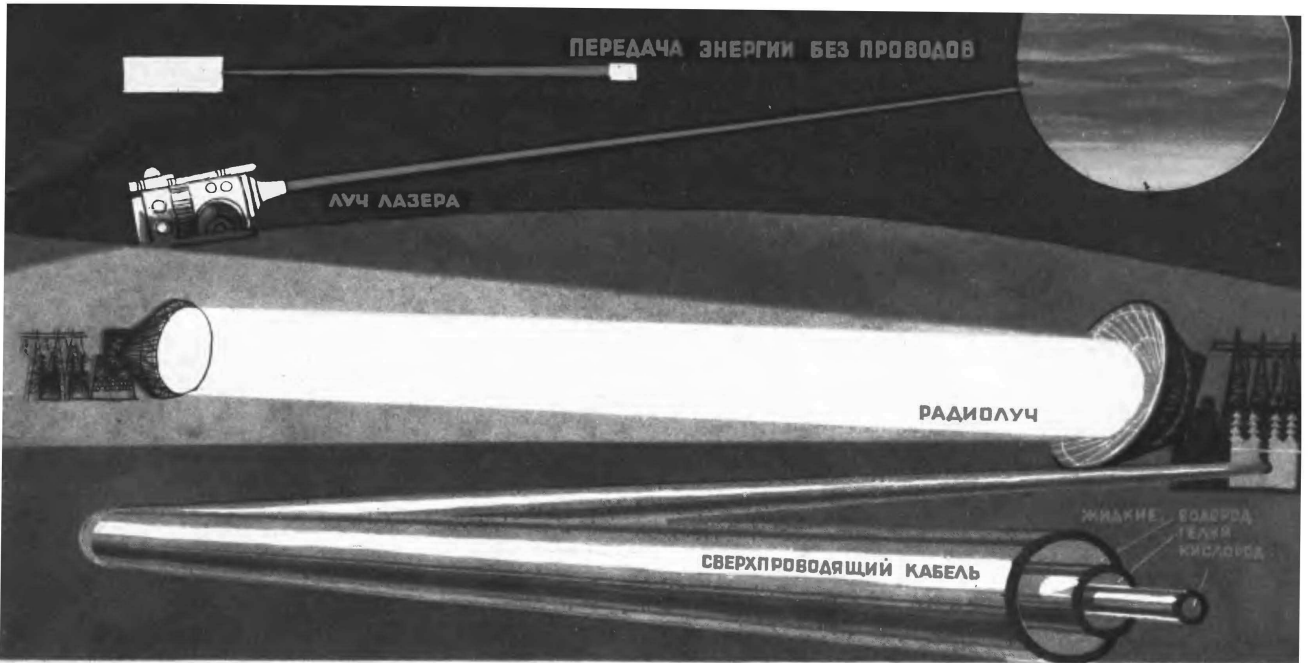
Вот почему этим выступлением я бы не хотел создавать у читателей «Техники — молодежи» однобокое представление о проблемах современной энергетики. Разумеется, описанная кратце «модель» глобального энергетического голода не воспроизводит всех научно-технических и экономических задач, которые может поставить перед человечеством истощение энергоресурсов в масштабе планеты. Разумеется, «патент Прометея» — транспортировка энергии — лишь один из путей решения этой проблемы. Рано или поздно цивилизация Земли «съест» невозобновляемые запасы минерального топлива, и, думая или не думая об этом, энергетики ищут принципиально новые источники получения энергии. Какие-то из них могут оказаться наиболее перспективными и, возможно, положат начало совершенно новому этапу научно-технического прогресса на Земле.

— Какие?

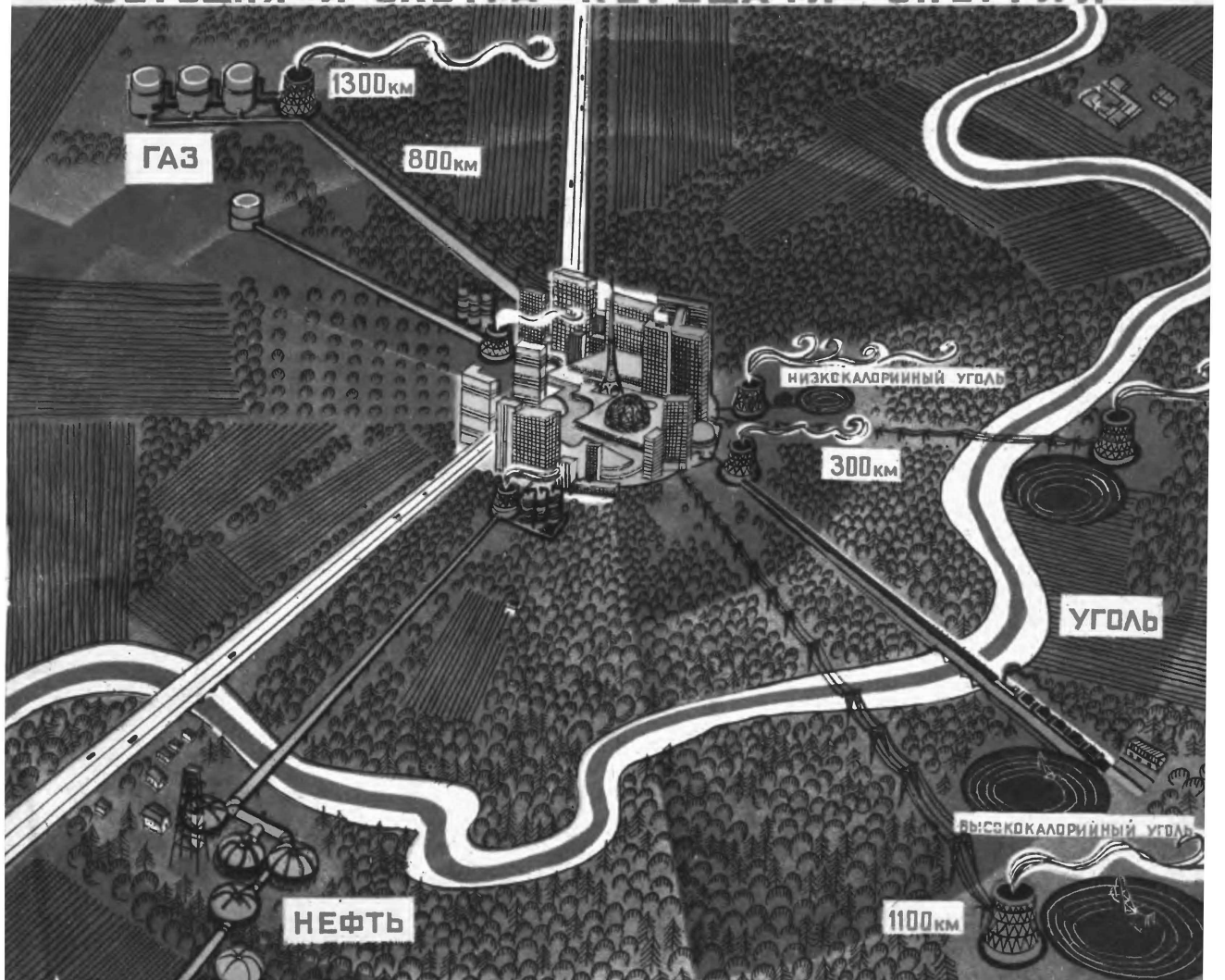
Такой вопрос выходит не только за рамки нашей беседы, но и за пределы возможностей научного прогнозирования, переноса нас, так сказать, в сферу «прогнозного гадания». Здесь можно назвать и атомную энергию, и термоядерную, и солнечную, и МГД-генератор, и все, что угодно, включая нечто такое, о чем мы вообще не имеем сегодня ни малейшего представления. Поэтому позвольте ответить встречным вопросом, принадлежащим французскому физики Луи де Бройлю: «Позавчера мы ничего не знали об электричестве, вчера мы ничего не знали об огромных резервах энергии, содержащихся в атомном ядре. О чем мы не знаем сегодня?»

Источники энергии и места ее потребления совпадают далеко не всегда, поэтому человечеству приходится создавать непрерывные потоки энергии и крупными промышленными районами. Гидростанции всегда строятся на реках, а энергия от них передается по линии электропередач. Тепловые же станции можно строить либо в месте добычи топлива, либо в месте потребления энергии. В зависимости от расстояния между этими пунктами может оказаться выгодной или перевозка топлива, или линии электропередач. Газ и нефть, которые нужны главным образом как сырье для химической промышленности, всегда выгодно транспортировать по трубопроводам. Для энергетики же главное топливо — уголь. Низкокалорийные сорта (до 3000 ккал кг) выгодно перевозить не более чем на 300 — 350 км. Перевозка высококалорийного угля (6000 ккал кг) становится невыгодной при расстояниях больше 1000 — 1200 км. Таков анализ сегодняшнего дня. А завтра? Инженеры глядящего будущего сопоставляют транспорт угля уже с беспроводными линиями электропередач. Какими? Это могут быть силовые электропередачи на лазерах. Хотя возможно и другое решение проблемы беспроводной передачи электрической энергии. У генератора сверхвысокочастотных колебаний устанавливается антенна, которая концентрирует излучение в остро направленный пучок. Этот пучок будет принят приемной антенной и направлен к обрабатываемому генератору для трансформации в постоянный ток либо в переменный промышленной частоты.

Возможны в будущем и сверхпроводящие электропередачи, практические трудности. Даже при наличии проводов сверхпроводящие ЛЭП, по-видимому, будут способны конкурировать с другими видами транспорта энергии на расстоянии.



**СЕГОДНЯ И ЗАВТРА ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ**



**1** ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ



**2** ДУГОВАЯ ПЕЧЬ



**3** ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫЙ ПЕРЕПЛАВ



**4** ЭЛЕКТРОННО-ПЛАВИЛЬНАЯ ПЕЧЬ



**7** ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ПЕЧЬ



**6** ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ПЕЧЬ С ПЛАЗМЕННЫМ КАТОДОМ



**5** ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ПЕЧЬ



**ПЛАВКА**

**БЕЗ**

**ПЛАМЕНИ**

# ВАКУУМНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

**В**ынем только что остывшую стальную болванку из изложницы и разрежем ее вдоль пополам. Верхняя часть слитка усеяна раковинами — это пузырьки газа, выделившиеся из расплава, не успели всплыть и застыли по пути. Такой пористый металл никому не годится, поэтому отпилим и выкинем «норону» болванки.

Сделаем анализ нижнего и боковых участков болванки. Структура металла, содержание химических элементов в нем резко разнятся по диаметру слитка. Причина тому — неравномерное остывание. Очистим металл от коруры. Остается сердцевина, сплошная и однородная на взгляд. Но если кусочек сердцевинки положить под микроскоп, мы увидим в металле многочисленные вкрапления примесей и оспинки мельчайших газовых пузырьков.

Сталь, полученная в конвертере мартеновской печи или электропечи, во время плавки постоянно контактирует с огнеупорной футеровкой, загрязняется частицами окислов и других соединений. Из атмосферы печи она жадно поглощает кислород, азот, водород.

Как получить чистую сталь, которая могла бы работать и в атомных реакторах, «безболезненно» переносить гигантские дозы радиации, и на космических ракетах, выдерживая колоссальную температуру и огромные перегрузки, и в аппаратах химической промышленности, работающей в агрессивных средах?

**Полезный вакуум.** Первое, что приходит в голову, — поместить жидкий металл в вакуум (меньше 1 мм рт. ст.). Расплав немедленно вскипит, и растворенный газ интенсивно выделится наружу. Углерод, содержащийся в стали, соединится с кислородом, и возникший угарный газ тут же всплывает в виде пузырьков. Поэтому при вакуумировании металл можно предотвратить не раскислять кремнием или алюминием в печи.

Внепечную обработку стали производят по-разному. Иногда в вакуумную камеру помещают ковш с расплавом (вакуумирование в ковше), иногда — изложницу с остывающим металлом (вакуумирование в изложнице), иногда переливают расплав из ковша в ковш в камере (вакуумирование в струе) и т. д.

**Горячее поле.** В вакуумной индукционной печи (см. рис. 1 на цветной вкладке) роль нагревателя выполняет магнитное поле. Внутри катушки-индуктора помещают керамический тигель. Катушка окружена герметическим корпусом. В тигель загружают шихту (металлический лом, бракованные отливки, обрезки, отходы прокатного производства и т. д.). Из рабочей камеры мощными насосами откачивают воздух. По обмотке индуктора пускают переменный ток промышленной или повышенной частоты (до 8000 гц). Переменное магнитное поле, создаваемое внутри катушки, возбуждает в металле вихревые токи. Эти токи и нагревают шихту одновременно по всей массе. В тигле, сделанном из диэлектрика, джоулево тепло не выделяется.

На металлургических заводах нашей страны работают индукционные печи разной емкости — от 0,5 до 28 т (проектируется печь емкостью 40—50 т). В них выплавляется сталь высокого качества. Правда, не исключено загрязнение расплава материалом тигля. Нельзя в индукционных печах выплавить молибден и вольфрам — нет высокотемпературных огнеупоров. Поэтому сверхчистые и тугоплавкие металлы предпочитают получать в других агрегатах — например, в дуговых.

**В объятиях дуги.** Расходуемый электрод из стали закрепляют над кристаллизатором (вторым электродом) — медным стаканом с водоохлаждаемыми стенками и подвижным дном (рис. 2). К электродом подводится постоянный ток. Чтобы в начальный момент не свечью дугой дно кристаллизатора, в него кладут затравку из того же переплавляемого металла. Примеси и пузырьки газа всплывают в жидком металле наверх, и вытягиваемая вниз нижняя часть слитка очищается от них. Достаточно у охлажденного слитка отрезать «корону», и перед нами чистый высококачественный металл. Таким способом выплавляют (иногда многократно прогоняя слиток через печь) нержавеющие, подшипниковые, конструкционные и другие качественные стали.

На рис. 3 — метод электрошлакового переплава. Жидкий металл прикрывают толстым слоем электропроводного шлака так, чтобы в нем утонул конец расходуемого электрода. Ток, постоянный или переменный, проходя по шлаку от элек-

тродом к кристаллизатору, выделяет тепло. Доступ воздуха к стали закрыт шлаком, он же очищает кепельки металла, стекающие в изложницу, от инородных тел, поглощает всплывающие из расплава пузырьки газа и частички примеси.

**Печь-диод.** В дуговых печах вакуум не может быть глубже десятих долей миллиметра ртутного столба, так как дальнейшее снижение давления приводит к нарушению стабильности горения дуги. Но именно глубокий вакуум ( $10^{-5}$  мм рт. ст.) необходим для электронного нагрева.

Кольцевой катод, обычно вольфрамовый, охватывает нижний конец расходуемой штанги (рис. 4). К штанге и к водоохлаждаемому кристаллизатору подведен «плюс», они играют роль анода. Электроны, выравшись из катода, устремляются (с энергией до 15—20 кэв) к аноду, бомбардируют штангу и металл в изложнице и нагревают их.

К сожалению, у такой простой схемы много недостатков. Брызги металла осаждаются на катоде, который находится вблизи ванны, он не выдерживает и нескольких часов работы. Плавка ведется в сильном электрическом поле. Происходит интенсивная ионизация выделяющихся из расплава газов и паров металла, нарушается стабильность режима, и может возникнуть тлеющий разряд.

Для устранения этих недостатков катод окружают иногда анодом с кольцевой прорезью для электронов. Однако уложится извлечение катода. Вот почему конструкторы чаще всего предпочитают использовать электронные пушки. Электронный луч зарождается на раскаленном катоде пушки, разгоняется электромагнитным полем, фокусируется системой линз и выходит из ствола достаточно мощным, чтобы пробиться сквозь рабочий вакуум печи (а он на целый порядок ниже разрежения в самой пушке). Луч расплавляет нижний конец расходуемого электрода и подогревает металл в изложнице (рис. 5). Таких пушек в электроннолучевой печи можно установить несколько, выход из строя одной из них не влечет за собой перерыва в плавке.

В отличие от всех других методов в электроннолучевом переплаве можно регулировать процесс кристаллизации. Слитки получаются на редкость однородными и плотными.

**Под прицелом плазмотрона.** Получение и сохранение глубокого вакуума дело трудоемкое и дорогое. При высоком разрежении нельзя переплавлять специальные сплавы, ибо их компоненты — марганец, медь, хром — сильно испаряются. Плазма — ионизированный газ, нагретый до огромной температуры, — позволила обрабатывать сталь в широком диапазоне низких давлений.

Вот, например, как устроена электроннолучевая печь с плазменным катодом (рис. 6). Над изложницей установлен танталовый стакан, охлаждаемый водой. В его верхнюю часть поступает инертный газ аргон, который вытекает в рабочую камеру через отверстие в доньшке стакана. Внутри стакана поддерживается давление, достаточно высокое для образования плазмы (в печи благодаря постоянному отсосу газов давление не превышает  $10^{-2}$ — $10^{-3}$  мм рт. ст.).

После начала подачи аргона включают высококачественный индуктор, окружающий катод. Стакан нагревается вихревыми токами и излучает электроны, которые ионизируют газ. Из отверстия стакана вылетает пучок электронов (10% из них — катодные, остальные 90% — из плазмы). Этот луч и расплавляет металл в кристаллизаторе — аноде.

Плазму с успехом используют не только в электроннолучевых, но и в дуговых печах (рис. 7). Роль нагревателя выполняет газовая горелка — плазмотрон. В горелке между катодом и анодом образуется дуга, в которую вдувается под давлением рабочий газ. Из сопла вырывается плазменная струя. В ней выделяется большое количество тепла (температура достигает  $15000^{\circ}\text{C}$ ) из-за перехода ионизированного газа в первоначальное состояние.

Плазмотрон устанавливают над кристаллизатором. Сбоку у печи — устройство для подачи расходуемого прутка. Перед началом плавки на дно изложницы кладут затравку. Затем камеру герметизируют, откачивают из нее воздух, включают плазмотрон и приближают его к затравке. Когда она расплавляется, в зону плазменной струи подают прутки, слиток по мере роста вытягивают.

С помощью плазмотронов можно не только переплавлять слитки, но и добывать металл из руды. При очень высоких температурах руда превращается в пар, состоящий из ионизированных атомов, свободных от химических связей. Остается лишь сконденсировать и отделить друг от друга элементы. Так, в общих чертах можно наметить контуры будущей плазменной металлургии.

Ю. ФЕДОРОВ, инженер

## ВРЕМЯ ИСКАТЬ И УДИВЛЯТЬСЯ

### 1. Поединок о Нептуне

Лишь мощные каменные стены способны противостоять натиску океана и укрыть в бухте корабли. Но как защитит от коварства стихии сами волнорезы и гранитные береговые сооружения? Экспериментаторы ищут ответы, стоя по колено в воде. На дне бассейна целая рата фигурных блоков, именуемых тетраподами. Сделанные из красного и синего пластилина, они кажутся игрушечными, но выполненные в натуральную величину из бетона тетраподы будут весить 15—25 т.

### 2. Если вы заводилованы

Посетители Всемирной выставки «ЭКСПО-67» в Монреале увидели под стеклом одной из витрин Советского павильона изящно оформленный никелированный «карандаш». «Карандаш» был с секретом. Как только его острие касалось кожи, в том месте, под которым находится одна из точек иглоукалывания, миниатюрная лампочка подавала световой сигнал. Эти же точки — у них электрическая проводимость повышена — находит и прибор, который вы видите на 2-й стр. обложки. Но яркость его лампочки меняется, смотря по тому, утомлен или, наоборот, возбужден человек. Стоит разволноваться — диаметр точек иглоукалывания увеличивается, облегчается доступ к ним электрического тока. Свечение лампочки рассказывает врачу о вашем состоянии. «Только кожа должна быть сухой», — замечает конструктор прибора инженер В. Адаменко.

### 3. Фейерверк

**необычайных звуков**  
Из сопла бьет бензин. Он горит, горит стремительно, азартно! Ультразвук освоил еще одно ремесло: он распыляет струю топлива. А если вам доведется побывать в Московском институте стали и сплавов у профессора В. Аграната, вы увидите не то что семь, а все семьдесят семь ультразвуковых нудес света. Здесь вам покажут, как ультразвук возбуждает в жидкости навигацию, как очищает детали и заготовки от грязи и ржавчины, как снимает заусенцы со штампованных шестеренок часов.

### 4. Сегодня на экранах термовизоров

Нагромождение цветковых пятен. Трудно узнать в нем лицо девушки. Тех, кто получил это изображение, искусство портрета с оригиналом волнует мало. Причудливые узоры передают температуру кожи, вернее отдельных ее участков. А первичные сигналы — тепловые лучи тела в невидимом инфракрасном диапазоне. Их-то и улавливают современные градусники — термовизоры. Цветные и черно-белые термограммы, хотя и не заменяют других методов диагностики, дают многое. Например, удается обнаружить гораздо раньше нарушение кровообращения в тонких периферических

сосудах. Легко опознают на таких снимках и кожные очаги воспалений, инфекций или опухолей, всегда чуть более теплые. Не менее ценны термографические карты в технике. Как важно заранее увидеть места перегрева электровыводки, печатной радиосхемы, автоматического станка или реактивного двигателя! Термовизоры работают в большом интервале температур: от  $-30^{\circ}$  до  $+200^{\circ}$  С.

### 5. Камня мертвый крик

«Луна — это безжизненный черно-белый мир с примесью коричневого тона», — рассказывают американские космонавты, совершившие полет к Луне на корабле «Аполлон-8». Подтверждение тому — доставленные на Землю цветные фотографии нашего естественного спутника. Одну из них вы видите на 2-й стр. обложки.

### 6. Рыцарь подводной геологии

Он может опускаться на глубину до 300 м, перемещать там тяжелые предметы, бурить нефтяные скважины, прокладывать трубопроводы, собирать минералы и принимать на отдых водолазов.

### 7. Скрестилось шпаги световые

Три луча — красный, синий и зеленый, — смешиваясь, дают полицветное изображение. Но вот слились лучи трех лазеров. На основе оптики без линз (голографии) возникло цветное объемное изображение. Рассматривать его можно при дневном свете. О принципах и перспективах голографирования журнал рассказывал в № 6 за 1967 г.

### 8. Идол вена электроники

Как бы собирался с силами, чудовище смотрит на нас немигающим взором. Но стальной идол вовсе не собирается изрыгать огонь и клубы дыма. Его назначение совсем не соответствует грозной внешности. Фотоаппарат запечатлел часть большой турбины для электрогенератора мощностью 82 500 квт.

### 9. Сцена из маскарада отруй

Турбулентность, хаотическое перемешивание потоков жидкости или газа, — повсюду: в речах и морях, в воздухе и даже в расплавленных недрах Земли. Но наблюдать это явление можно в стакане с водой. Достаточно уронить туда каплю обычного сливочного и сладить, как она растворяется.

### 10. Дальний родотвенник яйца?

Это странное существо в огромной авоське поднято из морских глубин. Приплюснутая мордочка с верхней раздвоенной губой характерна для ламантинов — кротких морских травоядных животных. Исследователям пришлось потрудиться: в сеть попала крупная самка весом больше тонны.

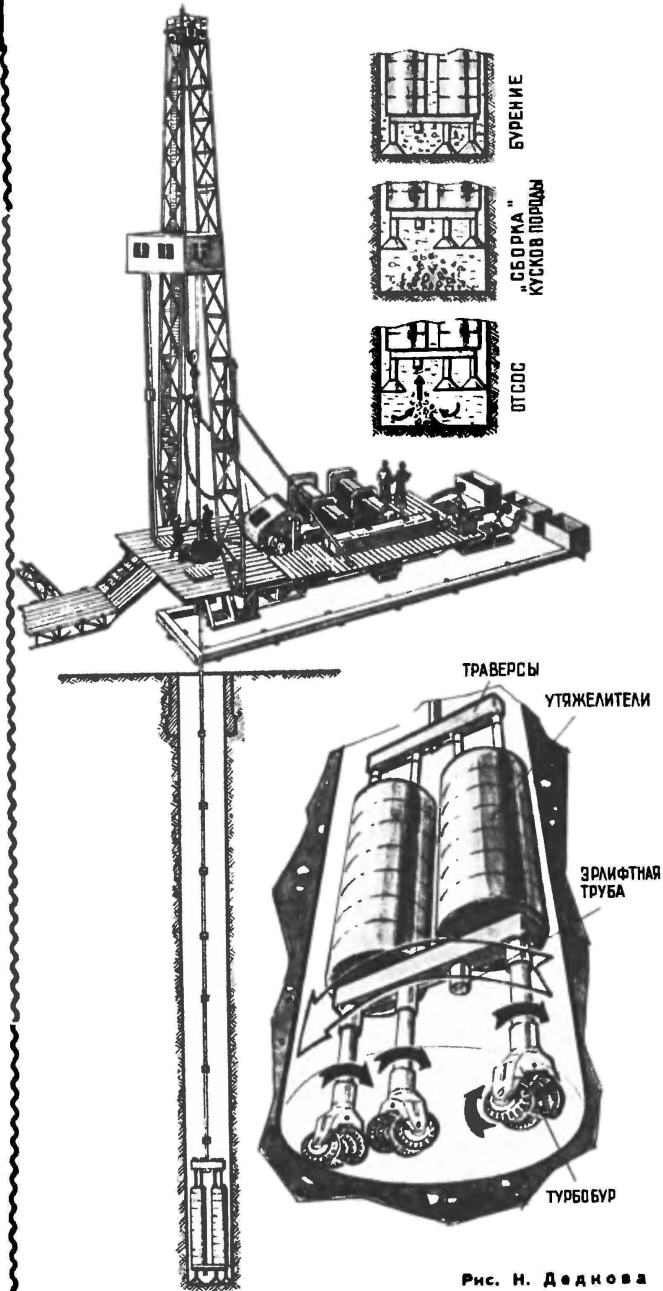


Рис. Н. Дедова

**М**ощный агрегат, грозно оцетинившийся долами, стоял на мостках. Конструкция отдаленно напоминала космическую ракету. Включены насосы. Из сопел вырвались тугие струи раствора, долота бешено завертелись, и «ракета» прямо на глазах ушла под землю, оставив за собой зияющее отверстие...

# РЕАКТИВ

Так на одной из шахт Донбасса я впервые увидел, как работает реактивно-турбинный бур, сконструированный во ВНИИ буровой техники. Новое «сверло» сразу привлекло внимание патентных служб разных стран. В зарубежных журналах промелькнуло даже сожаление — мол, русские мало пишут об этой необычной машине.

А специалистам было чему удивляться. В США, например, шахты для подземных ядерных испытаний, вентиляции рудников, гидротехнических сооружений (самый распространенный диаметр — 2,54 м) бурят громоздкими роторами. Мощные моторы вращают длинную (в сотни метров!) колонну стальных труб. Чтобы «резцы» вгрызались в породу с необходимым усилием, колонну прижимают сверху тяжестью в 160 т. Сверхпрочные трубы гнутся и ломаются.

Новый метод вообще исключает поломку труб. Ствол диаметром в 2,66 м можно бурить без дополнительной нагрузки — за счет веса самого агрегата. А для прокладки шахты диаметром 6,2 м(!) подойдет обычная разведывательная буровая вышка.

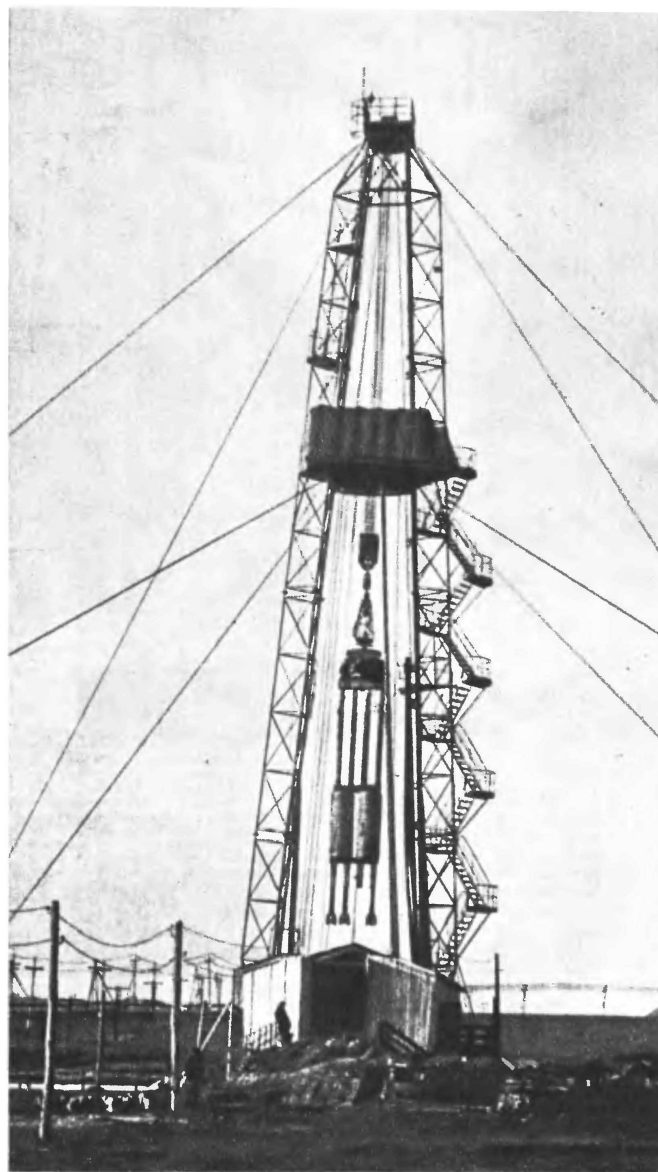
В грубых чертах новый агрегат — простая комбинация трех турбобуров (кстати, родившихся в том же ВНИИ и уже завоевавших мировую славу), объединенных общей жесткой связью — траверсой. В полом корпусе каждого «сверла» находится вал с двумя-тремя сотнями турбинок. К концу вала присоединяется долото. Глинистый раствор нагнетается с поверхности мощными насосами и распределяется в траверсе по турбобурам. Проходя через «лопатки», он заставляет их вращать вал, а затем, вылетая из сопел, разрыхляет грунт, помогает долотам.

Силы противодействия (реактивные силы) породы вращают траверсу в сторону, противоположную движению турбобуров. В результате долота совершают «трехступенчатое» движение: вокруг собственной оси, вокруг вала турбобура и, наконец, вокруг оси траверсы. Следуя такой сложной траектории, «резцы» за один цикл обрабатывают всю площадь сечения будущей скважины. Непосредственно с грунтом соприкасаются периферийные зубья долот. Нагрузка на них (а следовательно, и интенсивность разрушения грунта) при сравнительно малом весе механизма достигает огромной величины.

Долгое время конструкторы не могли преодолеть главный (и можно сказать, единственный) недостаток метода. При бурении в забое отламываются довольно большие куски породы. Раствор смывает их, но не может поднять на поверхность — слишком резко падает скорость восходящего потока. Булыжники и камни перемалывались чуть ли не в пыль. И лишь после этого грунт транспортировался жидкостью наверх. Энергия агрегата использовалась непроизводительно, процесс бурения усложнялся. Просто решить проблему помогла наблюдательность. Помешайте ложечкой в стакане с чаем, и вы увидите, как еще не растаявшие крупинки сахара соберутся на донышке в центре. Когда работающий бур ненадолго приподняли, получилось нечто похожее: куски породы были аккуратно сложены на дне забоя. В таком «готовом» виде грунт легко отсосать с помощью эрлифта.

Внутри колонны (прекратив подачу раствора и приподняв бур) опускают трубки, по которым нагнетают воздух. В двух «сообщающихся сосудах» (колонна и пространство между нею и стенками шахты) нарушается равновесие. Жидкость из шахты устремляется по эрлифтной трубе, укрепленной в центре траверсы, наверх. По пути она захватывает с собой куски породы.

Первыми по достоинству оценили реактивно-турбинный бур горняки. На каждой шахте предусмотрены вентиляционные стволы, которые почти ничем не отличаются от основных — транспортных. Проходка таких стволов трудоемка и далеко не безопасна. Когда длина горизонтальных выработок достигала таких размеров, что проветривать их было невозможно (свежий воздух терялся в лабиринте тоннелей), шахты закрывали, хотя угля в ней было еще предостаточно. Новый метод, позволяющий быстро и легко бурить скважины любого размера, внес коренное изменение в схему вентиляции: с поверхности воздух подводят лишь туда, где он необходим. Только



в трестах «Луганскуголь» и «Донбассантрацит» реконструкция шахт увеличила добычу угля более чем на 1500 тыс. т в год.

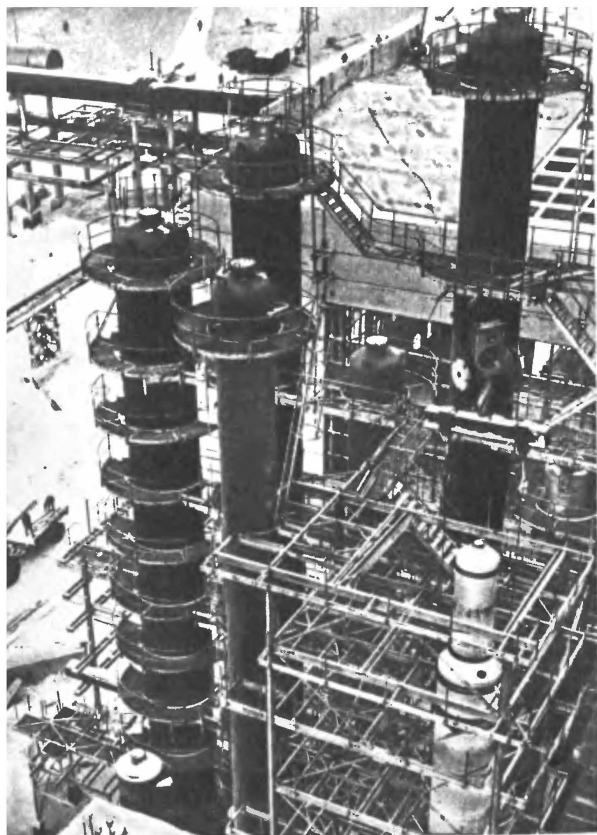
Реактивно-турбинный бур завоевал признание во многих отраслях промышленности. Он используется при осушении глубинных пластов, при строительстве гидротехнических сооружений. С его помощью предполагают просверлить самую глубокую (15 тыс. м) скважину на планете.

Фирмы Японии, Франции, ФРГ осаждают «Машиноэкспорт». Специалисты из Чехословакии, ГДР, Польши единодушно заявили, что новый советский бур сейчас определяет мировой уровень развития горнопроходческой техники.

**Н. ХЛЕБОДАРОВ,**  
аспирант ВНИИ гидрогеологии  
и инженерной геологии

Фото автора

# НОВЕ БУРЕНИЕ



ния дробни на кривые лопатки стали значительно меньше, чем на прямые. Стойкость деталей повысилась до 180—200 часов. На качестве очистки это не сказалось.

Горький

**НЕПОДАЛЕКУ ОТ МЕТАЛЛУРГИ ЧЕ**ского комбината строится крупный азотно-туковый завод. Такое соседство не случайно. Из коксового газа, которого на комбинате в избытке, будет производиться гранулированная аммиачная селитра — ценное минеральное удобрение. На снимке — отделение очистки коксового газа.

Череповец

**«МОРОЗКО» — НОВЫЙ МАЛОГА**баритный, совершенно бесшумный в работе холодильник. Выпускает эти холодильники завод «Электроприбор».

Емкость аппарата 25 литров, вес 22 кг, габариты — высота 680, ширина 415 и глубина 435 мм. Электронагреватель

имеет две секции мощностью 50 и 65 вт. Регулировка — перекидным выключателем — тумблером.

Великие Луки

**ПОДШИПНИКИ ИЗ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА — ОПИЛОК, ПРОПИТАННЫХ** фенолформальдегидной смолой, — прочны, долговечны, хорошо прирабатываются, дешевы. Но есть у них недостатки — плохой отвод тепла (из-за большой толщины) и разбухание, которое приходится компенсировать большими зазорами. Плюсы пластика остаются, а минусы исчезают, если делать подшипники с тонким рабочим слоем. Деревянное покрытие заменит дефицитные бронзу и баббит.

Удачный способ облицовки стальных втулок и вкладышей разработан в По-

**НЕ ВСЕ ЛИ РАВНО, КАКИЕ У ДРОБОМЕТНЫХ АППАРАТОВ** лопатки — прямые или изогнутые? Вопрос этот возник не случайно. Такие детали быстро изнашиваются, срок их службы всего лишь 10—16 часов. Даже применение особо прочных материалов увеличивает эти цифры всего лишь вдвое.

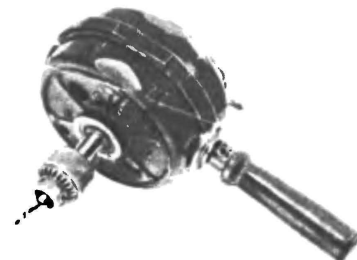
Но вот решили детально изучить процесс движения дробни. Изменится ли он, если выбрать иную форму лопаток, и как это скажется на их прочности? Оказалось: путь дробни остался прежним — через отверстия в импеллере под действием центробежной силы она выбрасывается в окна неподвижного распределительного стакана и, подхваченная лопатками рабочего колеса, со скоростью в 50—80 м/сек обрушивается на обрабатываемую поверхность. А силы давл-



литехническом институте. Металлическую поверхность делают рифленой, промазывают клеем БФ-2 и устанавливают в матрицу. Зазор между стенкой матрицы и основой заполняют под давлением древесной крошкой. Форму нагревают до 145—165° и выдерживают 1—1,5 мин. (при толщине облицовочного слоя 1 мм). Клей полимеризуется со смолой. Пластик не отстает от металла и служит очень долго. Когда же подшипник изнашивается, покрытие без труда выжигается.

Челябиск

**КОГДА РАБОТАЮТ С ДРЕЛЬЮ ИЛИ ГАЕЧНЫМ КЛЮЧОМ, К** инструменту прикладывают определенное усилие. Несмотря на закон Ньютона (действие равно противодействию), вращается только сверло или гайка, а сам человек остается неподвижным: сказывается сила тяжести и трение подошв о пол.



Грузинский ученый Н. Гулиа уничтожил нежелательный «реактивный» момент. Сверло он соединил с маховиком. Сам процесс сверления остался прежним, но противодействия нет, так как маховик и все вращающиеся части укреплены в неподвижном кожухе на подшипниках, а они не передают крутящего момента. Моторчик дрели заряжается от сети постоянного или переменного тока 110—127 в. Энергии хватает, чтобы просверлить 5—10 отверстий в стальном листе толщиной 3—5 мм или до ста отверстий в дереве.

Тбилиси

**ЭЛЕКТРОВОЗ ОПЭ1-001 ПОЛУЧИЛ НАЗВАНИЕ «ТЯГОВЫЙ агрегат».** Он может водить поезда весом полторы-две тысячи тонн. У него два режима работы — от контактного провода и от собственной дизель-генераторной установки мощностью две тысячи л. с.

Новочеркасск



**ВОДА — ХОРОШИЙ ПОМОЩНИК НЕФТЯНИКОВ. ЕЕ НАГНЕТАЮТ В ПЛАСТЫ, И ОНА поддерживает в них необходимое давление. Но есть месторождения, где этот способ не пригоден. К ним относится Мангышлакское. Нефть там содержит большой процент парафина, и она тепле поступающей в скважину воды. Температура падает, вязкость нефти уменьшается, из нее выделяется парафин, который, случается, закупоривает скважины. Попривить дело может только тепло.**

Нагнетать в пласты горячую воду — идея, которая приходит на ум каждому. Но при всей гениальной простоте техническое осуществление ее — нагрев и подача морской или подземной воды, богатой минеральными веществами (а другой на Мангышлаке нет), — очень и очень сложно. Даже тогда, когда принято принципиальное решение и сооружены высокопроизводительные нагревательные установки, выбранные с учетом условий длительной подачи горячей воды конструкции скважин, все коммуникации защищены от коррозии и т. д. и т. п., это еще всего лишь эксперимент.

И он начат. Первый крупный промышленный опыт по нагнетанию горячей воды поставлен в Узени (на фото — пункт закачки горячей воды). Мощность установки — 15 тыс. куб. м воды в сутки. Вода нагревается до 100° и подается под давлением в 100 атм.

п. Узень (Шевченко)



**НА ФОТО — САМОХОДНАЯ УСТАНОВКА ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ОНА БУРИТ 35-МЕТРОВЫЕ шпур в твердых породах и мерзлых грунтах и вырабатывает электроэнергию. Геологов такое сочетание вполне устраивает. Одна такая установка экономит 20 тыс. рублей в год.**

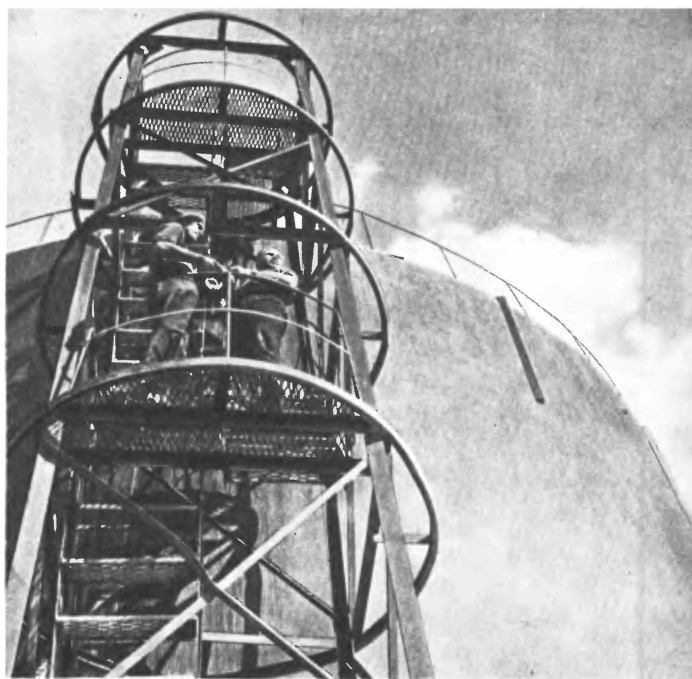
Ленинград

**НА ЗАВОДЕ «ПРИБОЙ» ДЛЯ БЫСТРОЙ И ТОЧНОЙ РАЗМЕТКИ ОТВЕРСТИЙ ПОЛЬЗУЮТСЯ ОРИГИНАЛЬНЫМ приспособлением, сконструированным слесарем Г. Сухоруковым. Прибор состоит из транспортера, подставки и подвижной линейки с подпружиненным керном. Транспортер служит для установки на необходимый угол, линейка — на нужный размер, а керн для нанесения отметок.**

Таганрог

**ИНИЦИАТОРЫ СОРЕВНОВАНИЙ ЗА ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС — АВТОМОБИЛЕСТРОИТЕЛИ завода имени Лихачева. В их обязательствах — разработать в 1969—1970 годах проекты и изготовить опытные образцы новых грузовиков. Машины будут снабжены дизельными двигателями и откидными кабинами. Идет работа и над моделями двухосных и трехосных тягачей. Намечено организовать на заводе несколько комплексно-механизированных цехов и внедрить высокопроизводительное оборудование (частично этот пункт уже выполнен: в новом цехе двигателей автомобиля ЗИЛ-130 обработка ведется на автоматических линиях — см. фото). Выполнение обязательств приурочено к 100-летию со дня рождения Владимира Ильича Ленина и к 53-й годовщине Октябрьской революции.**

Москва



#### СОВСЕМ КОРОТКО

● Напряжение электрической сети в городе Белове (Кузбасс) поддерживается постоянным автоматически. Реле-регулятор связан с силовым трансформатором, катушка которого перемотана на две ступени с различными коэффициентами. Если напряжение повысится, сработает реле и контакты перемещаются с первой ступени на вторую, если упадет — наоборот: со второй на первую.

● Опытный завод лесохозяйственного машиностроения в Риге выпускает ручные грунтотомы ГР-1 для борьбы с лесными пожарами. Ротор движущейся машины одним ножом вырезает борозду глубиной до 10 и шириной до 30 см, а другая отбрасывает землю в сторону на 4 м.

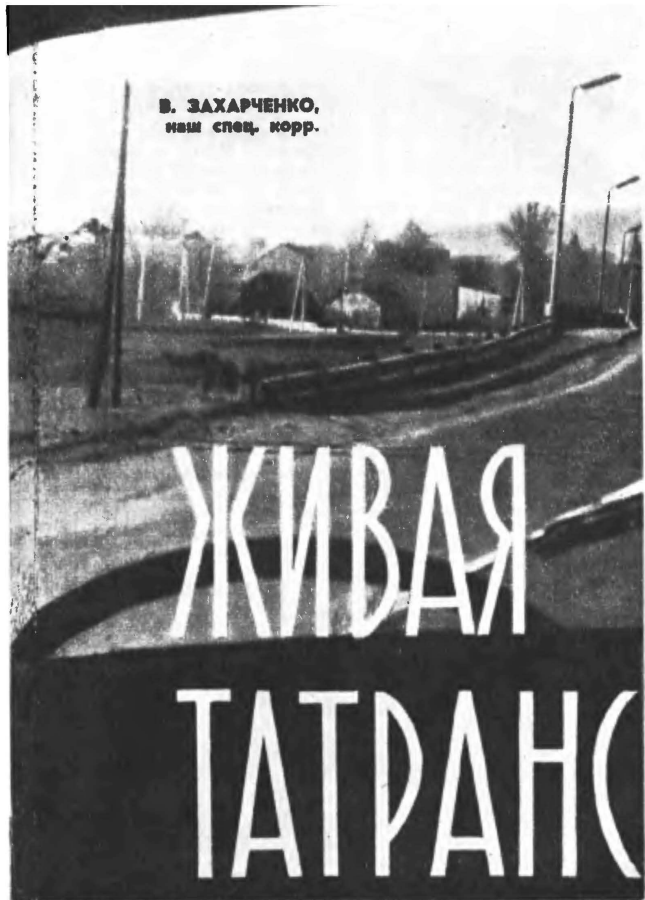
● На Актюбинском ремонтном заводе изготовлен тяжеловесный прицеп. Длина его — 30 м, грузоподъемность — 20 т. Прицеп универсален: на его платформе перевозят тракторы, экскаваторы, буровое оборудование, а если поднять борта, то и сыпучие грузы.

● Специалисты Экспериментального НИИ металлорежущих станков и завода «Станкоконструкция» создали единственный в своем роде токарный полуавтомат. Он оснащен программным управлением и автоматическим регулятором скорости резания. Смена инструмента осуществляется так же без вмешательства рабочего. По сравнению с универсальными токарными станками производительность полуавтомата выше в четыре-пять раз.

● Подземные воды могут и орошать и удобрять. На обработанных ими землях растения созревают на неделю раньше, урожай самых разных культур удваивается. Обогащается и почва. Она получает дополнительный азот, микроорганизмы в ней размножаются активнее.

● В Тулунском совхозе норма приготавливают в механизированной установке. Солому (вместе с зерном и корнеплодами) загружают в контейнеры. При загрузке ее смачивают и пропаривают в продолжение 1,5—2 час. Производительность установки 8—9 т в смену. Обслуживают машину 2 человека.





**М**ного бродит их сегодня по Польше, романтических легенд, связанных с именем Владимира Ильича Ленина. Продиктованные велением сердца, истинные и невольно домысленные истории являются ярким выражением народной любви к Ильичу. И когда краковская газета опубликовала на своих страницах призыв — отозваться тем, кто помнит о годах пребывания Владимира Ильича в Польше, она невольно попала в трудное положение: как отделить в многочисленных рассказах истинное от желаемого.

Два года, с 1912 по 1914-й Ленин жил в Польше. Он приехал сюда из Парижа — самого центра Европы, из города, овеянного романтическими тенями Парижской коммуны. Невольно возникает вопрос: почему Ильич сменил Париж на Краков и крохотную, казалось бы, удаленную от караванных путей революционного движения деревушку Белый Дунаец неподалеку от села Поронина, возле Татранских гор?

Сейчас, пристально рассматривая сложное, как броуновское движение молекул, скитание Владимира Ильича по Европе в годы, предшествовавшие Великому Октябрю, начинаешь понимать закономерную неотвратимость этого пути.

Еще будучи в Париже, Ленин узнал об исключительно благоприятной для революционной работы обстановке в Кракове. Там не только хорошо относились к политическим эмигрантам, но была создана даже организация для помощи им. Немаловажный фактор, привлекавший внимание Ильича, — близость русской границы. Ведь перед Лениным стояла задача руководить легальной большевистской газетой «Правда», наладить тесный контакт с большевистскими организациями России. И более того, руководить работой фракции большевиков в IV Государственной думе. Все это можно было делать, лишь находясь в непосредственной близости к России.

Я стою на улице небольшой деревушки с лирическим названием Белый Дунаец. Рубленые из могучих бревен дома. Остроконечные крыши, прикрытые замшелой дранкой. Деревянные заборы и крылечки с резными балясинами. Сегодня воскресенье. Оживленно. Пожилые мужчины в белых домотканых штанах и в расшитых черных жилетах разговаривают, курируя маленькие трубочки. Женщины в цветастых платках — словно весенний каскад красок обрушился на эти