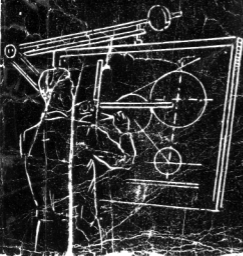


Г. Аитицкер

КАК

научиться

ИЗОБРЕТАТЬ



Г. Альтшуллер

КАК научиться ИЗОБРЕТАТЬ



ТАМБОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1 9 6 1

Альтшуллер Генрих Саулович.

КАК НАУЧИТЬСЯ ИЗОБРЕТАТЬ. Тамбов,

Книжное изд-во, 1961.

128 с.

Эта книга содержит основы методики решения изобретательских задач. Цель книги — помочь желающим научиться основным приемам изобретательства, раскрыть перед ними некоторые «секреты» изобретательского мастерства. Книга рассчитана на широкие круги работников промышленности: конструкторов, рационализаторов, изобретателей, инженеров, техников, рабочих, а также студентов технических учебных заведений.

Методика изобретательства, разработанная Г. С. Альтшуллером, изложена в живой и занимательной форме, одинаково доступной и квалифицированному инженеру, и рабочему-рационализатору.

Редактор С. Г. КОРНЕЕВ

Обложка и титул художника В. Г. ШПИЛЬЧИНА

„МЕТОД ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ УМА...“

Полезно изучать открытия других таким способом, который и нам самим бы открыл источник изобретений.

Лейбниц

Глубокая ночь. Рефлектор лампы бросает на стол узкий пучок света. Человек смотрит на лист бумаги, досадливо морщится и качает головой. На листе нет ничего, а человек вглядывается так пристально, словно видит многое. Тихо бьют часы. Человек встает и, стараясь не шуметь, подходит к окну. В стекле настойчиво скребется дождь. Вздрагивая, сползают по холодному стеклу капли воды.

Тишина.

Да, тишина. Хотя то, что происходит, — ожесточенная битва. Одна из тех битв, которые непрерывно ведутся на протяжении всей истории человечества.

Они бывают различными, эти идущие в тишине битвы. Иногда они скоротечны, стремительны. Иногда переходят в длительную осаду. Иногда человек сражается «врукопашную» — только силой своего ума. Иногда на помощь ему приходит «тяжелая артиллерия» науки — сложнейшее исследовательское оборудование. Но во всех случаях цель у людей, вступающих в эти битвы, одна: сделать изобретение.

И снова бьют часы. Человек с лихорадочной быстротой чертит на листе схему механизма. Чертит и тут же исправляет. На рисунке уже почти ничего невозможно разобрать, но карандаш (острие его сломалось, и нет времени отточить) вновь и вновь перекраивает схему. Варианты наслаиваются один на другой. Только сам изобретатель еще может различить в этом хаосе линий четкие контуры нового механизма. И вдруг карандаш, царапая бумагу, решительно зачеркивает чертеж. Рядом, на краешке листа, начинает вырисовываться другая схема...

Можно последовательно восстановить все наброски, сделанные на листе бумаги. Можно догадаться, почему изобретатель отказался от одного варианта и перешел к другому. Но несоизмеримо труднее понять ход мыслей. Откуда возник первый вариант? Почему один из вариантов оказался последним, и что помешало изобретателю пойти дальше? Вот две схемы; на бумаге они рядом, но одна нарисована на несколько недель позже другой. Почему мысль, бессильно топтавшаяся, вдруг рванулась вперед — во вдохновенный полет?..

Алексей Толстой в статье «О творчестве» писал (отчасти в шутку, отчасти всерьез): «Верю, когда-нибудь наука найдет формулы окисления мозговой коры, измерит вольтаж, возникающий между извилинами мозга, и творческое состояние в виде кривых, графиков и химических формул будет изучаться студентами медицинского факультета».

Это время еще не наступило. И все-таки мы уже многое знаем о тех битвах, которые происходят в тишине.

У каждого изобретателя есть два секрета. Первый секрет заключается в сущности сделанного им изобретения. Второй секрет — в том, как было сделано это изобретение. Когда изобретение осуществлено, первый секрет становится известным всем. Но секрет творческого успеха почти всегда остается нераскрытым. Мореплаватели издавна наносят на карту открытые ими течения, мели и рифы, чтобы сделать их известными всем. Изобретатели столетиями не имели такой карты; через одни и те же ошибки проходил каждый начинающий.

Со многими из этих ошибок мне довелось познакомиться на собственном опыте.

Первое авторское свидетельство на изобретение я получил... в школе, когда заканчивал десятый класс. После школы я стал студентом Азербайджанского индустриального института. Казалось бы, полученные в институте знания помогут вскоре сделать и другие изобретения. Однако прошло много лет, прежде чем мне выдали второе авторское свидетельство. За эти годы я отправил 103 заявки на изобретения. И получил 103 отказа.

В 1945 году, перейдя на заочное отделение, я начал работать в бюро рационализации и изобретательства. Рабочее место инженера по изобретательству — обыкновенный письменный стол с обыкновенными техническими справочниками. Справочники стояли для солидности: никто из посетителей не интересовался удельным весом молибдена или численной величиной синусов и тангенсов. Но книги, которую в первую очередь следовало иметь инженеру по изобретательству — «Курс изобретательства», не существовало.

Людей же, входящих в бюро, прежде всего волновали творческие вопросы. И это понятно. Когда у изобретателя все «ладится», он идет туда, где должны строить его машину. К инженеру по изобретательству идут главным образом за помощью, за советом.

В те годы передо мной прошли многие изобретатели. Были среди них и люди, всю жизнь проработавшие на производстве, и люди, далекие от техники. Были изобретатели, решавшие актуальные для народного хозяйства проблемы. И были изобретатели вечных двигателей. Однако почти всех в одинаковой степени интересовал главный, первостепенный вопрос: как делают изобретения?

Ответить на этот вопрос я не мог. Ведь именно в эти годы я сам терпел неудачу за неудачей. И когда меня очень допекали вопросами, я рассказывал о правилах Декарта, которые академик А. Н. Крылов назвал «методом для правильного направления ума» и включил в свою книгу «Мысли и материалы о преподавании механики».

Правила Декарта были сформулированы при довольно любопытных обстоятельствах.

Это случилось триста лет назад в Париже. Однажды на вечернем приеме у папского нунция собрались многие знатные гости, в том числе прославленный ученый и философ Рене Декарт. Среди собравшихся оказался и некий де Шанду, человек с весьма сомнительной репутацией (несколько лет спустя он занялся изготовлением фальшивой монеты, был пойман и казнен). В тот вечер де Шанду привлек общее внимание изложением новой системы философии. Он говорил об этой философии, поражая всех остроумием доводов, внешне блестящих, но столь же фальшивых, как и те монеты, что позднее стоили ему головы. Все восхищались, и лишь Декарт упорно молчал. Наконец, уступая многочисленным просьбам, он дал оценку философской системы де Шанду. Декарт сначала похвалил де Шанду за смелость и убедительность доводов, а потом подчеркнул, что очень часто правдоподобие считают правдой.

Декарт предложил присутствующим высказать заведомо верное положение, а затем двенадцатью доводами — один убедительнее другого — доказал, что это положение ложно. Все были изумлены. Тогда Декарт попросил высказать заведомо ложное положение и двенадцатью доводами заставил признать за истину явную нелепость.

— Как же быть? — воскликнул нунций. — Как оградиться от мнимых обоснований?

— Надо следовать моему методу рассуждений, заимствованному из математики, — ответил Декарт.

И он изложил четыре правила:

1. Ограждать себя от всякой торопливости в суждениях и от всяких предвзятых мнений.

2. Каждый трудный вопрос разлагать на столько частных вопросов, чтобы стало возможным более легкое их разрешение.

3. Всегда начинать с простейшего и постепенно переходить к более сложному, и даже там, где не представляется естественной постепенности, все-таки устанавливать некоторый порядок.

4. Везде составлять настолько полные обзоры сделанного предшественниками, чтобы быть уверенным, что ничего не пропущено.

* * *

Постепенно Рене Декарт стал популярен в нашем бюро рационализации и изобретательства. И все-таки правила Декарта были слишком общими. «Нет ли чего-нибудь новенького? — спрашивали изобретатели. — Триста лет, знаете ли, изрядный срок...» Я знал это и упорно не прекращал поиски «чего-нибудь новенького».

Однажды я увидел в технической библиотеке книгу с броским названием «Секрет изобретателя». Я почти вырвал ее из рук удивленного библиотекаря. Книга была совсем новой, она еще пахла типографской краской, и страницы не были разрезаны. Я подумал, что завтра сяду за свой стол во всеоружии раскрытых секретов...

Надо отдать должное автору — книга была написана живо и увлекательно. Но, перелистывая страницы, я испытывал такое ощущение, словно сквозь пальцы уходила вода: как ни старайся, а вода просочится, уйдет — и ничего не останется. Я дочитал последнюю страницу, и вот что у меня осталось: «Неизвестно, откуда нахлынет идея: может, из прошлого, может, со стороны. В каждом изобретении живут его предки, каждое изобретение — брат своих братьев.

Неисчислимы пути, по которым приходят изобретения. Будь готов принять их с любого пути.

Думай! Ищи! Пробуй! Шагай!»

Чаще других приходил ко мне немолодой уже инженер, работавший над серьезной проблемой. Он нашел несколько вариантов решения, но все они оказались слишком сложными. Чувствовалось, что правильное решение лежит где-то рядом, однако найти его никак не удавалось. И вот я представил себе, как скажу этому человеку: «Неизвестно, откуда нахлынет идея... Думай! Ищи! Пробуй! Шагай!» От одной этой мысли мне стало неловко. Я вернул библиотекарю пахнущую типографской краской книгу с броским названием «Секрет изобретателя».

Да, лучше было честно сказать: я не знаю, как делаются изобретения. Впрочем, очень скоро я мог ответить на другой вопрос:

как не делаются изобретения. И это был уже большой шаг вперед.

Если мне в те годы не так часто приходилось иметь дело с удачными, признанными изобретениями, то недостатка в неудачных изобретениях — своих и чужих — я не испытывал. Я имел все основания считаться крупным авторитетом в области плохих изобретений. Было одно обстоятельство, на которое «крупный авторитет» не мог не обратить внимания. Все неудачи делились на несколько основных групп. Каждая группа имела свои типичные ошибки. Примечательно, что эти ошибки были одинаковы в неудачных изобретениях, относящихся к различным областям техники. Тут уже проступала некая закономерность!

Фотоснимок сначала получается на негативе. Таблица «типовых ошибок» и представляла собой нечто вроде негатива настоящей методики изобретательства. По негативу далеко не всегда можно судить о снимке, но наиболее характерные особенности обычно видны. Напрашивалась мысль: если есть закономерность в неправильных приемах решения изобретательских задач, то почему бы не быть закономерности и в правильных приемах?

Казалось бы, все просто. Надо изучить достаточно большое число удачных изобретений и найти те приемы, которые использовались изобретателями. Однако случилось иначе. Просматривая свои старые институтские конспекты, я натолкнулся на поразившее меня высказывание Маркса: «Дарвин направил интерес на историю естественной технологии, т. е. на образование растительных и животных органов, которые играют роль орудий производства в жизни растений и животных. Не заслуживает ли такого же внимания история образования производительных органов общественного человека, история этого материального базиса особой общественной формации».

«Таблица удачных приемов» — это только подспорье для работы изобретателя. Ведь не будет гарантии, что в этой таблице не пропущен тот или иной очень важный прием. Маркс сформулировал несравненно более важную задачу: **изучить основные законы развития техники**. Знание этих законов помогло бы понять меха-

низм изобретательского творчества, дало бы действительно **научную методику изобретательства**.

Работа над созданием такой методики была начата мною в 1946 году. Потребовалось самым детальным образом изучить историю многих отраслей техники, чтобы понять, как возникает потребность в изобретениях и как эти изобретения делаются. Уже в первые три года работы были проанализированы 4 000 описаний различных изобретений.

Методика изобретательства обобщала опыт изобретателей, и естественно, что еще в период ее разработки мне пришлось беседовать, консультироваться, дискутировать с очень многими новаторами. Это были разные люди: по изобретательскому стажу, техническому кругозору, специальности, способностям и склонностям. Их объединяло одно: стремление создавать новое. И не удивительно, что, ознакомившись с методикой, еще только создаваемой, они стремились тут же ее использовать, а потом вносили поправки, предлагали свои дополнения. Особенно значительный вклад в развитие методики внесли инженеры Р. Шапиро и Д. Кабанов.

Объективные законы развития техники и обобщение творческого опыта изобретателей — таков фундамент, на котором первоначально строилась методика изобретательства. В дальнейшем в методику были внесены уточнения, связанные с особенностями человеческого мышления. Главный «инструмент» изобретателя — мозг. У этого «инструмента» свои сильные и свои слабые стороны, поэтому методике приходится учитывать и особенности психики изобретающего человека.

Сейчас методика изобретательства создана. Что же она может, эта методика, и чего она не может?

Изобретатели прошлого, в том числе великие изобретатели, не работали по методике. При разработке научной методики изобретательства не ставилась задача дать схему для реконструкции путей, по которым в свое время было сделано то или иное изобретение. Методика обобщает наиболее сильные стороны в творчестве многих изобретателей и на этой основе предлагает рациональную систему решения **современных** изобретательских задач.

Следует сразу же и со всей определенностью подчеркнуть: методика решения изобретательских задач — не рецепт для создания изобретений. Методика не заменяет и не подменяет технические знания. Она лишь помогает применять их с предельной эффективностью. Бессистемные поиски, сопряженные с огромной затратой энергии и времени, она заменяет рациональной системой.

Методика не отрицает и определенной роли способностей. Она исходит из того, что в той или иной степени эти способности есть у каждого человека. Методика помогает их развить и правильно использовать.

Представьте себе встречу боксеров на ринге. В схватке нужны не только мускулы, нужно еще и умение вести бой. Так и в единоборстве изобретателя с технической задачей. Знания, опыт, способности — это «мускулы» изобретателя. А методика учит не размахивать попусту кулаками.

Разумеется, изучение методики не гарантирует, что изобретатель превзойдет Попова или Эдисона. Но ведь и изучение университетского курса физики не гарантирует, что студент со временем превзойдет Ньютона или Эйнштейна.

Для создания великих изобретений нужно не только большое творческое мастерство. Нужны еще и определенные исторические условия, нужно стечение многих обстоятельств. Методика рассчитана, в основном, на решение обычных изобретательских задач — таких, с которыми чаще всего приходится сталкиваться изобретателю.

В 1960 году в Комитет по делам открытий и изобретений поступило 53 000 заявок на изобретения. Цель методики — способствовать существенному увеличению массовости изобретательства, сделать так, чтобы количество заявок на изобретения измерялось не десятками тысяч, а сотнями тысяч, миллионами.

Сейчас лишь одна заявка из пяти признается изобретением. Изобретатели крайне нерасчетливо выбирают задачи, частую допущают явные ошибки в ходе решения. Бывает и так, что изобретатель упорно бьется о непреодолимую стену, хотя надо просто

обойти ее. Однако изобретатель не знает, когда и как это следует сделать. И в Комитет идут многочисленные заявки, не решающие поставленной задачи или решающие ее плохо. Цель методики — сделать большинство заявок действительными, предохранить изобретателей от распространенных ошибок.

Темпы развития техники, темпы семилетки настоятельно требуют, чтобы советские изобретатели были вооружены научным знанием. Такое знание и дает методика изобретательства.

В конце 1957 года в Министерстве строительства Азербайджана был проведен семинар по методике изобретательства. Участники семинара — 22 инженера и техника — учились изобретать. Сейчас семь из них имеют авторские свидетельства на изобретения. Почти у всех — внедренные рационализаторские предложения.

Это был первый опыт обучения изобретательству. О нем рассказала «Комсомольская правда». Затем принципы методики изобретательства были изложены в журнале «Изобретатель и рационализатор». Подводя итоги дискуссии по методике, редакция выразила уверенность, что методика изобретательства станет «могучим оружием в руках тысяч новаторов техники и производства».

12 мая 1960 года вопрос о методике рассматривался на специальном заседании Экспертного совета Комитета по делам открытий и изобретений при Совете Министров СССР. В решении Экспертного совета отмечается, что появление методики изобретательства отвечает назревшей необходимости. Нужна, говорится в решении, неотложная разработка методики с широким опубликованием результатов».

Перед читателем — книга, впервые систематически излагающая основы методики изобретательства. Это не учебник по изобретательству. В частности, объем книги не позволил включить необходимое количество учебных задач. Тем не менее читатель получит достаточно ясное представление о методике изобретательства.

Быть может, читатель и не согласится со всеми положениями методики. Однако он, бесспорно, задумается над стилем и техникой своей творческой работы, и уже одно это даст заметное увеличение к. п. д. при решении новых изобретательских задач. В нашей

стране — огромная армия изобретателей и рационализаторов. Повысить продуктивность творческого труда новаторов хотя бы на один процент — это значит дать тысячи и тысячи новых изобретений. Во имя этого и создавалась методика. Во имя этого и написана книга.

Об изобретательстве трудно говорить языком сухим, сугубо деловым. За словом «изобретение» — высокая романтика поиска и героизм великих изобретателей. За словом «изобретение» — безмерные трагедии изобретателей прошлого и вечно волнующие тайны еще не сделанных изобретений будущего. И поэтому, обдумывая форму изложения, я выбрал непосредственный разговор с читателем.

В старину многие книги начинались так: «Дай мне руку, читатель, и я поведу тебя...» Что ж, дай мне руку, дорогой читатель, и мы отправимся в путь.

Впрочем, не так просто попасть в страну изобретений. На подступах к ней — маленькие привиденьца.

МАЛЕНЬКИЕ ПРИВИДЕНЬЦА

До сих пор еще не изжито представление, будто изобретательство — это нечто «свыше», нисходящее на нас вдохновение, что-то вроде «поэтического угара» в технике.

Академик А. Л. Минц.

В «Письмах об изучении природы» Герцена есть такие строки: «Положительные науки имеют свои маленькие привиденьца: это — силы, отвлеченные от действия, свойства, принятые за самый предмет, и вообще разные кумиры, сотворенные из всякого понятия, которое еще не понятно...» Издавна бытуют маленькие привиденьца и в изобретательстве. Отличаются они от своих собратьев только невероятной живучестью. Когда из физики изгнали «теплород», а из биологии — «жизненную силу», это было сделано раз и навсегда. Но маленькие привиденьца в изобретательстве упорно возвращаются, лишь слегка меняя свой облик.

Пожалуй, самое упорное привиденьце — это представление о том, что «изобретателем надо родиться». Французский психолог Рибо в конце прошлого века утверждал: «Мы понимаем под изобретателями тех, которые родились с талантом или гениальными способностями к абстракции. Они мыслят абстрактно по инстинкту, как другие по инстинкту делают музыкантами, механиками, художниками». Привиденьце процветало. Вот что писал в 1929 году некий профессор на страницах технического журнала: «Есть что-то

общее всем изобретателям, что отделяет их от не-изобретателей как в человеческом роде, так и среди крыс. Это «что-то» скорее всего заключается в химическом составе крови, в изобретательском темпераменте» (1?)

В ту пору изобретательство еще не носило массового характера и подобные «идеи» обсуждались вполне серьезно. Привиденьице разоблачали и изгоняли, но оно вновь и вновь появлялось, прикрываясь камуфлирующими названиями: «творческая интуиция», «технологическое ощущение природы», «комбинаторный дар»...

А вот другое привиденье: «Существует целый ряд болезней, при которых на фоне общего возбуждения наблюдается повышение интеллектуальной продуктивности и творческой фантазии, связанное с созданием произведений высокой ценности. Чаще всего это бывает при циркулярном психозе в состоянии маниакального возбуждения». Так писал в 1929 году другой профессор. Прошли годы. Казалось бы, бурное и планомерное развитие техники со всей очевидностью перечеркнуло эту вздорную мысль. Но привиденьца любят возвращаться, и недавно английский «теоретик» Хэтфильд объявил: «Главными создателями современной техники были маньяки-зачинатели».

Надо сказать, что за последнее время вообще наблюдается усиленное переселение маленьких привиденьиц на Запад. Антинаучные измышления отступают под натиском достижений советской науки и техники, под натиском массового изобретательства.

Познакомимся еще с одним маленьким привиденьцем. Перед нами книга крупного английского психолога Фредерика Бартлетта «Психика человека в труде и игре». Бартлетт — серьезный ученый, специалист в области инженерной психологии. Но вот он переходит к вопросам творчества. Приглядитесь внимательно, и вы увидите, как возникают маленькие привиденьица.

Бартлетт предлагает читателям решить головоломку «Лошади и всадники» (рис. 1). Надо скопировать оба рисунка на отдельных листках бумаги, а затем попытаться наложить полоску Б на квадрат А таким образом, чтобы каждый из всадников сел на свою лошадь

в нормальном положении. Ни один из рисунков нельзя ломать, сгибать или рвать.

Объяснив условия задачи, Бартлетт пишет: «Иногда, но в довольно редких случаях решение находят в процессе почти случайного перемещения листков с рисунками, передвигая их всевоз-

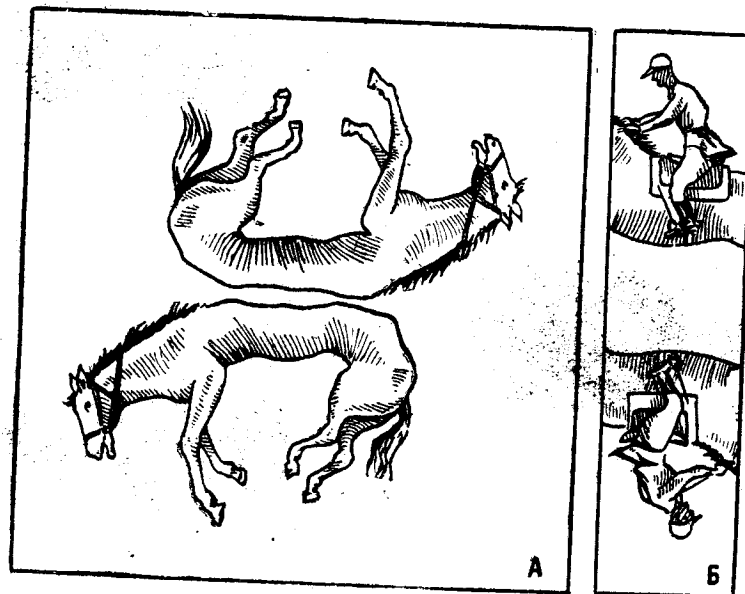


Рис. 1.

можными способами. Чаще же ответ (если его вообще находят) получают, внезапно сообразив, в чем дело, в результате процесса, который мы, по-видимому, должны назвать «внезапным пониманием» или «интуицией», а не «обдумыванием»... Обычно никто не может себе представить передние ноги одной лошади как одно целое с задними ногами другой, а именно это нам как раз и

приходится здесь сделать. Когда в обычном способе наблюдения приходится произвести радикальное изменение, то, если этого вообще удастся достигнуть, это осуществляется путем упорных проб и ошибок или же путем внезапного понимания. Многие из самых блестящих мировых открытий были сделаны именно таким путем.

В последней фразе отчетливо проглядывает маленькое привиденьце. Ведь изобретения и открытия — не головоломки, они появляются в определенной закономерности. Головоломку «Лошади и всадники» мог решить и жрец времен фараона Аменхотепа IV, и легионер из войск Юлия Цезаря, и средневековый монах. Но никто из них не смог бы открыть радий или изобрести телефон. Разумеется, в истории техники есть изобретения и открытия, сделанные более или менее случайно. Десятки тысяч лет назад вообще все изобретения и открытия делались случайно. С тех пор идет непрерывный процесс уменьшения роли случайности. Задача науки — ускорить этот процесс, дать изобретателям научный метод решения новых технических задач. Иную цель преследует Бартлетт. Вот его конечный вывод: «Мы должны воспитать людей, которые будут искать совпадений даже там, где трудно рассчитывать их найти, и не будут обращать внимания на различия, встречающиеся при наблюдении».

Здесь маленькое привиденьце уже несколько не маскируется. Поиски случайных совпадений рекомендуются как главный метод открытий и изобретений.

Продолжим наше знакомство с маленькими привиденьцами. Сравните два высказывания.

Первое:

«Изобретение зависит от терпения. Нужно долго и внимательно рассматривать данный предмет со всех сторон. Мало-помалу он начнет развешиваться и развиваться перед вашими глазами. Наконец, вы ощутите нечто вроде слабого электрического толчка, ударяющего вас в голову и хватающего за сердце. Это и есть момент проявления гения».

Второе:

«Исследователь начинает с упорного раздумья над интересую-

щим его вопросом. Длительная мыслительная работа не дает результата, тогда исследователь, измученный бесплодными усилиями сдвинуться с мертвой точки, бросает работу, переходит к другим занятиям, к легкому чтению, к экскурсиям, прогулкам и т. д. И вот, в один из таких моментов, далеких от занимающей его проблемы, неожиданно в поле сознания появляется идея, дающая ключ к разрешению всего вопроса».

Они очень похожи, эти высказывания. Однако первое принадлежит французскому естествоиспытателю XVIII века Бюффону, а второе — нашему современнику, видному ученому и взято из его книги, посвященной правильной организации труда исследователя.

Смысл обоих высказываний одинаков: чтобы до чего-то додуматься, надо терпеливо думать. Мысль сама по себе верная, и к Бюффону, который высказал ее два столетия назад, нельзя предъявить никаких претензий. Но может ли теперь эта мысль оказать конкретную помощь исследователю или изобретателю в организации его труда?

Представьте себе такое описание паровоза: «Стоит на рельсах. Черный. Имеет колеса, трубу и машиниста. Машинист что-то повернул, раздался гудок — и паровоз пошел». В этом описании все верно, и тем не менее оно не дает никакого представления об устройстве паровоза и принципе его действия. Причина очевидна: описание поверхностное, чисто внешнее, формальное.

Так обстоит дело с приведенным выше вторым высказыванием. В нем все верно и всё... внешне. Поэтому и использовать его невозможно. Это — типичное маленькое привиденьце.

Все современные маленькие привиденьца содержат какую-то долю правды, и поэтому подчас не так-то просто раскрыть их сущность. Вот два из них.

«Изобретение целиком зависит от знаний». Безусловно, знания играют огромную роль в творческом процессе. Великий ученый Альберт Эйнштейн в статье, адресованной советским изобретателям, писал: «Без знания нельзя изобретать, как нельзя слагать стихи, не зная языка». Применяя точную математическую терминологию, можно сказать, что наличие знаний — условие, необходимое

для изобретательства, но еще недостаточное. Если бы успех зависел только от знаний, больше всего изобретений делали бы академики, затем профессора, затем кандидаты технических наук и т. д. В жизни же бывает иначе: крупнейшие изобретения нередко делаются рядовыми рабочими, техниками, инженерами.

Все объясняется просто. Есть задачи, для решения которых важен не столько общий объем знаний, сколько детальное знакомство с особенностями и тонкостями данного участка производства. В таких случаях главное — конкретный производственный опыт.

Бывает и так, что для решения задачи требуются не капитальные знания в данной области техники, а довольно обычные, но «посторонние» знания. Нужен иной подход к задаче, привлечение иных, пусть весьма скромных, но новых для данной области технических средств.

«Изобретение зависит только от экспериментов». Защищая эту точку зрения, любят ссылаться на Эдисона. В поисках устойчивого волоска для электрической лампочки Эдисон проделал 8 000 опытов. Это были довольно бессистемные опыты: Эдисон испытывал все материалы, которые только можно было испытать. Была проверена даже нить, полученная обугливанием волоска, вырванного из бороды сотрудника лаборатории. Работая над щелочным аккумулятором, Эдисон поставил 50 000 опытов...

Эдисон — выдающийся изобретатель, но бессистемное экспериментирование он вел вынужденно. Три четверти века назад наука находилась в ином состоянии, чем теперь. Исследователи, изобретатели вынуждены были идти на ощупь, путем бессистемных экспериментов. Сейчас положение изменилось. Эксперимент в большинстве случаев играет контрольную роль. При поисках же решения (мы еще будем говорить об этом) эксперимент преобладает в решении специальных задач, например при разработке новых способов получения химических веществ.

Нетрудно заметить, что у маленьких привидений много общего. Все они пытаются выдать частное за общее, все они не учитывают исторического развития методов изобретательства.

Есть итальянская сказка про вельможу, который хотел быть

одетым лучше всех на земле. Вельможа, говорится в сказке, собрал самых знаменитых портных и спросил, какой костюм был бы наилучшим. «Тигровая шкура», — решительно сказал первый портной. Второй портной возразил: «Шкура — это признак варварства. Все приличные люди ходят в коротких туниках и сандалиях». С презрением оглядев коллег, третий портной жеманно промолвил: «Фи! Я бы предложил кружевные панталоны и расшитый атласом камзол. Разумеется, шляпа должна быть с голубым страусовым пером...» Тотчас же вскочили еще двое портных. «Холодно, будет холодно! Нужен мех», — воскликнул один. «Жарко, будет жарко! Достаточно набедренной повязки», — воскликнул другой... В сказке возможна такая ситуация: собрать людей разных исторических эпох и разных стран. И потому все портные были правы — каждый по-своему.

На протяжении истории человечества техника непрерывно обогащалась новыми и новыми приемами изобретательства. Если сформулировать коротко, это был путь **от случайного открывательства к сознательному и планомерному решению новых технических задач**. В разных отраслях техники люди по-разному продвинулись на этом пути. Есть такие отрасли техники, в которых открытия и изобретения делаются почти планомерно. И есть отрасли техники, где все еще преобладает элемент случайности.

Вот примечательная история одного изобретения.

Это было вскоре после Великой Отечественной войны. Доктор Иван Павлович Федоров работал в клинике Пермского медицинского института. Однажды на прием к Федорову пришел больной Торкунов. Во время беседы выяснилось, что Торкунов болел красной волчанкой. Из-за болезни его демобилизовали из армии, и он устроился работать учеником электросварщика. По неопытности Торкунов часто снимал маску, не выключая электродуги. Как-то рассматривая свое лицо, он заметил, что красная волчанка слабеет. После этого Торкунов сознательно стал облучаться электродугой.

Доктор Федоров заинтересовался этим и начал специально изучать действие электродуги. Он подобрал сплавы электродов,

при которых оказалось возможным — лечить электродугой многие кожные болезни. Когда новый способ лечения был проверен, доктору Федорову выдали авторское свидетельство на изобретение.

На первый взгляд, это чисто случайное изобретение. Но приглядимся внимательнее. Каждый больной, особенно трудноизлечимый, очень внимателен ко всему, что относится к его болезни. Это известно опытным врачам, и потому не случайно, что доктор Федоров внимательно отнесся к рассказу больного. Не случайно и то умение вести исследование, которое проявил изобретатель. Наконец, само физиологическое действие электродуги не случайно было открыто в период широкого распространения электросварки. Можно с уверенностью сказать, что еще несколько лет — и это изобретение обязательно было бы сделано кем-нибудь другим.

Значительно сложнее ответить на другой вопрос: почему это изобретение не было сделано раньше? В самом деле, электрическая дуга известна уже полтора столетия. Почему же целебные свойства электродуги не были использованы хотя бы полвека назад? Грустно становится при мысли о том, сколько людей могло быть избавлено от тяжелых недугов — и не было избавлено, сколько человеческих жизней могло быть спасено — и не было спасено.

К сожалению, это далеко не единственный случай. В 1920 году один из французских бактериологов обнаружил бактериостатическое действие плесени. Но он интересовался туберкулезными бактериями, а плесень действовала только на другие микробы. Бактериолог остался безучастным и, таким образом, «воздержался» от открытия пенициллина.

Даже очень опытный изобретатель порой ясно осознает несовершенство своих творческих методов. Недавно в журнале «Изобретатель и рационализатор» была опубликована статья Героя Социалистического Труда доктора технических наук Б. П. Шпитального. Автор статьи рассказывает, что его часто спрашивают, как он изобретает и можно ли научиться изобретательскому мастерству. Шпитальный пишет: «...вопросы эти действительно серьезные, и ответить на них нелегко. Поэтому приходилось отделяться шут-

кой. Ну, как изобретаю? Думаю, думаю, иногда придумываю, а чаще нет. Поступайте так же, и вы тоже станете изобретателем».

В этой шутке есть доля истины. Работая над изобретением, человек ищет нужное решение, ведет поиск. Этот поиск можно вести по-разному. Допустим, в комнате спрятана какая-то вещь. Можно искать ее бессистемно. А можно заранее продумать план поиска, исключив из него те места, где заведомо не может быть нужная нам вещь, и выделив другие места, где она скорее всего должна находиться. Именно так мы поступаем в обычном поиске. Если нам нужен стакан, мы будем искать его на столе или в буфете, а не в книжном шкафу и радиоприемнике. Изобретатель зачастую ищет, образно выражаясь, «стакан в печке». Вот и получается «иногда придумываю, а чаще нет».

Коэффициент полезного действия при решении изобретательских задач очень невысок даже у опытного изобретателя. В сущности со времен Эдисона изменилось только одно: вместо 50 000 вещественных экспериментов в лаборатории изобретатель ставит 50 000 мысленных экспериментов. Мысленные эксперименты осуществляются значительно быстрее, чем эксперименты вещественные. И все-таки они во многом бессистемны. Отсюда и неудачи.

Со времен Эдисона мы научились вести вещественные эксперименты по обдуманной системе. Задача состоит в том, чтобы дать такую систему и для экспериментов мысленных.

Для этого прежде всего надо понять, что такое изобретение.

ПОСЛЕ СЛОВА „ОТЛИЧАЮЩИЙСЯ“

Всеобщим трудом является всякий научный труд, всякое открытие, всякое изобретение. Он обуславливается частью кооперацией современников, частью использованием труда предшественников.

К. Маркс.

Четыре раза, начиная семинары по методике изобретательства, я задавал слушателям один и тот же вопрос: «Назовите, пожалуйста, пять любых изобретений». И вот передо мной четыре листка. Записи сделаны в разное время, и люди на семинарах были разные, но названо одно и то же: паровоз, пароход, электрическая лампа, двигатель внутреннего сгорания, самолет...

Казалось бы, это — классические примеры изобретений. И все-таки ни одно из них... изобретением не является. Можно вспомнить хотя бы историю электрической лампы накаливания. Кто изобрел эту лампу — Лодыгин или Эдисон? Не спешите с ответом. В начале XIX века, еще до Лодыгина и Эдисона, идея электрической лампы не раз выдвигалась изобретателями в различных странах. Например, бельгийский профессор Жобар предложил для освещения раскалять током угольную палочку, находящуюся в безвоздушном пространстве. Жобар выступил с докладом, в котором говорилось, что такие лампы могут освещать угольные шахты, применяться для военной сигнализации, для освещения домов. Некоторое время спустя американский профессор Фермер сконструировал лампы накаливания и осветил ими свой дом в Нью-Йорке. Патенты на электрическую лампу накаливания были выданы Грове (1840 г.), де Молейну (1841 г.), Стэту (1848 г.), Гебелю (1854 г.), де Шанжи (1858 г.), Адамсу (1867 г.). В 60-х годах прошлого столетия капитан Сергеев построил прожектор с платиновой нитью накаливания и водяным охлаждением. Этот прожектор успешно применялся в русской армии.

И все-таки, несмотря на ряд последовательных изобретений, улучшающих лампу, она еще не могла найти хоть сколько-нибудь заметного применения — так велики были ее недостатки. Значительную часть этих недостатков устранил А. Н. Лодыгин (1872 г.). Современники хорошо понимали значение работ Лодыгина. 21 декабря 1879 года газета «Нью-Йорк геральд» писала: «...вплоть до 1873 г. электрическое освещение лампами накаливания обнаружилось, однако, слабый прогресс, и изобретатели рассматривали метод накаливания, как

ЧТО ТАКОЕ ОТКРЫТИЕ?

Незадолго до смерти знаменитый физик Ньютон сказал: «Не знаю, чем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь только мальчиком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек более цветистый, чем обыкновенно, или красную раковину, в то время, как великий океан истины расстилается передо мной неисследованным».

Со времени Ньютона «океан истины» пересечен во многих направлениях, и ученые извлекли из его глубин удивительные находки. Исследование мира продолжается и теперь. И каждый раз, когда ученые добавляют к тому, что уже известно о мире, что-нибудь новое, они совершают открытие.

«Открытием признается установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира» — говорится в Положении об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях, утвержденном Советом Министров СССР 24 апреля 1959 года.

Само по себе открытие еще не вызывает технического прогресса. Так, например, открытие Максвеллом электромагнитной природы света имело теоретическое значение. Затем Герц открыл электромагнитные волны длиннее световых. Но эти важнейшие открытия только тогда оказали непосредственное влияние на технику связи и на многие производственные процессы, когда Попов изобрел передатчик и приемник электромагнитных волн.

Эдисон открыл тепловую эмиссию электронов. Но лишь благодаря ряду изобретений, сделанных другими людьми, это открытие было использовано для регулирования больших токов малым напряжением и в конце концов легло в основу современной радиотехники.

Открытия расширяют горизонт изобретателей, вооружают их новыми сведениями о материалах, из которых создаются машины и приборы, о закономерностях, которым подчиняется работа машин.

Развитие науки создает возможность для появления новых изобретений. Изобретения же двигают вперед технику.

заслуживающий значительно меньшего внимания, чем применение вольтовой дуги. В указанном году, тем не менее, интерес к методу освещения накаливания усилился благодаря изобретению г. Лодыгина, построившего лампу, в которой были преодолены многие трудности, казавшиеся ранее непреодолимыми».

Однако и изобретение Лодыгина — при всем его значении — не решало задачи создания пригодной для массового применения электрической лампы. Эдисон (1879 г.) подобрал такой материал для волоска лампы, который обеспечивал достаточную продолжительность работы. Но и после Эдисона изобретатели совершенствовали электрическую лампу. Так, в 1911 году была изобретена вакуум-лампа с металлической натянутой нитью. Два года спустя — лампа, заполненная аргоно-азотной смесью и имеющая спиральную нить. В 1934 году появились лампы с биспиральной нитью. Еще через два года — лампы, заполненные криптоно-ксеноно-азотной смесью...

Кто же изобрел электрическую лампу накаливания? Теперь становится очевидной вся сложность этого вопроса. Паровоз, пароход, электрическая лампа — это комплексы сотен и тысяч (а если считать по выданным патентам и авторским свидетельствам, то и сотен тысяч!) отдельных изобретений. Эти изобретения (в большинстве своем) не конкурируют между собой и не исключают друг друга, а составляют непрерывную цепь последовательных этапов в истории машины, механизма, прибора или технологического процесса.

В 1861 году французский фабрикант Лефевр, приступая к производству двигателей Ленуара, опубликовал проспект, где давалась такая характеристика двигателей: «Машина использует поршень, запатентованный Стритом; она прямого и двойного действия, как машина Лебона; зажигание в ней производится электрической искрой, как в машине Рива. Она заимствует у Сэмюэля Броуна водяное охлаждение цилиндра; она может работать на летучих углеводородах, предложенных Эрскин-Азардом; может быть, найдет у Гамбеты остроумную идею кругового распределителя. Но, кроме того, она газ и воздух втягивает действием самого поршня, без их предварительного смешивания, всегда опасного и

требующего употребления насосов. Вот его (Ленуара) право на патент, вот чего нельзя у него отнять». Он был неглупым человеком, этот французский фабрикант. Он правильно понял главное: в историческое развитие машины каждый изобретатель привносит нечто свое. Каждое изобретение вызывает необходимость в появлении новых изобретений.

Именно поэтому описание всякого изобретения в патенте или авторском свидетельстве заканчивается так называемой формулой изобретения. Эта формула чаще всего представляет собой одну фразу, разделенную на две части словом «отличающийся я». Все, что стоит до слова «отличающийся я», уже известно. То, что стоит после этого слова, придумано изобретателем. Например, «Газотеплозащитный скафандр, состоящий из герметизированного комбинезона и шлема, отличающийся тем, что с целью устранения не-

обходимости в специальном дыхательном аппарате в холодильной системе используют сжиженный кислород, который после газификации и нагревания идет на дыхание».

Чем старше машина (аппарат, способ производства), с которой связано изобретение, тем длиннее первая часть формулы изобретения. Родословная некоторых изобретений не менее длинна, чем титулы родовитых испанских грандов. За полтора столетия в разных странах вы-

ЧТО ТАКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ?

Изобретение — это существенно новое решение технической задачи.

Однако не всякая новизна делает предложение изобретением: новизна должна сочетаться с полезностью, с положительным эффектом.

Кроме того, новизна должна быть существенной, значительной. Когда вы видите на улице новый образец велосипеда, вы встречаетесь не с новым изобретением, а лишь с новой конструкцией уже существующей машины. Существенными признаются только те изменения в машинах, механизмах и процессах, которые дают качественно новый технический эффект. Например, обычные велосипеды имеют одно седло, одну пару педалей и рассчитаны на одного человека. Но тот, кто впервые предложил велосипед-тандем с двумя последовательно расположенными седлами и двумя парами педалей, тот сделал изобретение: его машина приобрела новое качество — это велосипед на двоих, а изготовить его лишь немногим дороже, чем велосипед на одного.

В Постановлении Совета Министров СССР от 24 апреля 1959 года сказано: «Изобретением признается отличающееся новизной решение технической задачи в любой области народного хозяйства, культуры, здравоохранения или обороны страны, дающее положительный эффект».

дано, например, свыше ста тысяч патентов, относящихся к велосипеду.

История велосипеда началась в 1813 году, когда австрийский лесничий Дрез придумал потешную «беговую машину». Она имела раму, два деревянных колеса и простенькое рулевое управление. Педали не было, при езде приходилось отталкиваться ногами от земли... Можно ли считать Дрезу изобретателем велосипеда? Нет, велосипед немислим без педалей! А они появились на «беговой машине» лишь в 1840 году. Изобретатель установил их... на ось переднего колеса!

Шли годы. В конструкцию колес и педалей, первоначально очень примитивных, вносились изменения. Благодаря этому скорость движения велосипеда постепенно возрастала. Однако между усовершенствованными частями машины и оставшимися без изменения органами управления возникло противоречие: бестормозное управление, вполне пригодное для езды с малой скоростью, не удовлетворяло новым условиям — езде с более высокой скоростью. Без устранения этого противоречия дальнейшее улучшение других частей велосипеда теряло смысл: все равно скорость нельзя было увеличить из-за несовершенства органов управления.

В 1845 году на велосипедах появились тормоза. Велосипеды начали двигаться все быстрее и быстрее. Достигалось это увеличением диаметра переднего (ведущего) колеса, в результате чего возрастало расстояние, проходимое машиной при каждом обороте педалей. Увеличение скорости езды требовало для колес более прочного материала, а увеличение диаметра колес — материала более легкого. Это новое противоречие устранили заменой дерева на металл.

Диаметр ведущего колеса из года в год увеличивался. Появились велосипеды-«пауки» с огромным передним колесом. Но чем больше становилось ведущее колесо, тем труднее было его вращать. Еще одно противоречие! Пришлось посадить ось колеса на шарикоподшипники.

Кажется, все в порядке? Нет. Увеличивается диаметр переднего колеса — растет высота велосипеда, а вместе с ней, и опас-

ность езды. Велосипед теряет устойчивость, падение с него грозит серьезными увечьями. Выигрыш в скорости приносит проигрыш в безопасности. Значит, нужно так изменить трансмиссию, чтобы при каждом обороте педалей колесо делало не один оборот, а несколько; тогда незачем будет увеличивать диаметр ведущего колеса. И в 1884 году изобретается цепная передача. Скорость велосипеда снова растет.

Однако тут же возникло новое противоречие: усовершенствована трансмиссия, но колеса остались без изменения. При быстрой езде удары колес о неровности дороги быстро разрушали машину, затрудняли управление велосипедом. Изобретатели занялись усовершенствованием колес. В 1890 году колеса «обувают» — появляются шины-пневматики.

Но противоречия не унимаются. Они преследуют велосипед, красной нитью проходя через его биографию. Новое увеличение скорости — новое противоречие! Теперь от рабочих органов и органов управления отстает трансмиссия: разогнавшись, велосипедист не успевает крутить бешено вращающиеся педали. Можно, конечно, снять ноги с педалей, но как потом ловить их на быстром ходу велосипеда? И снова, забыв обо всем остальном, изобретатели совершенствуют трансмиссию, только

ЧТО ТАКОЕ РАЦПРЕДЛОЖЕНИЕ?

«Радио» — по-латыни «разум». Следовательно, рационализаторское предложение — это предложение разумное, целесообразное, помогающее производству.

Однако разумными должны быть все действия, все предложения, все распоряжения как командиров производства — инженеров и мастеров, так и рабочих. Таким образом, для определения рацпредложений мало сказать, что они должны быть разумными.

Рационализатор, как и изобретатель, вносит в производственный процесс нечто новое. Но между работой рационализатора и изобретателя есть и существенное различие. Изобретение сопоставляется с уровнем мировой техники. Рацпредложение — с тем, как организовано производство на данном предприятии. Рационализатор не создает новых принципов в технике, иначе мы бы назвали его изобретателем. Он применяет уже известные приемы там, где они до сих пор еще не использовались. Вот как определяются задачи рационализаторов в Постановлении Совета Министров СССР от 24 апреля 1959 года: «Рационализаторскими предложениями считаются предложения по усовершенствованию применяемой техники... усовершенствованию выпускаемой продукции, технологии производства, способов контроля, наблюдения и исследования, техники безопасности и охраны труда или предложения, позволяющие повысить производительность труда, более эффективно использовать энергию, оборудование, материалы».

трансмиссию! Наконец, в 1897 году изобретен механизм свободного хода: теперь, набрав скорость, велосипедист может держать педали неподвижными.

Так велосипед приобретает знакомый нам вид.

Какие же выводы можно сделать из истории велосипеда?

Развитие отдельных частей велосипеда взаимообусловлено.

Это развитие происходит неравномерно. В каждый момент одни части машины обгоняют в своем развитии другие, отстающие части.

Нормальное развитие оказывается возможным до тех пор, пока не возникнут и не обострятся противоречия между более совершенной частью машины и другими ее частями (или между одной характеристикой машины и другими ее характеристиками).

Возникновение противоречия является тормозом развития всей машины. Устранение противоречия — основа развития машины.

Коренное изменение одной из частей машины вызывает необходимость в определенных изменениях других частей.

ЧЕТЫРЕ ЗАДАЧИ

Способности, как и мускулы, растут при тренировке.

Академик В. Обручев.

Нетерпеливый читатель может спросить: «Ну, а как с вдохновением? Изучение законов развития машин — это хорошо, но ведь надо учитывать и вдохновение. Разве творчество возможно без вдохновения?»

Что ж, пусть читатель решит четыре задачи. Это несложные задачи; в дальнейшем мы легко решим их с помощью методики. Условия задач содержат все необходимые сведения, и читатель имеет полную возможность проверить силу вдохновения.

Итак, задачи.

ЗАДАЧА О ТРЕХ БАЛЛОНАХ

Имеются три металлических баллона для хранения сжатого газа (например кислорода). Первый баллон (транспортный) заполнен газом под давлением в 200 атмосфер. Два других баллона (рабочие) пустые. Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона. Нужно перевести весь газ из транспортного баллона в рабочие.

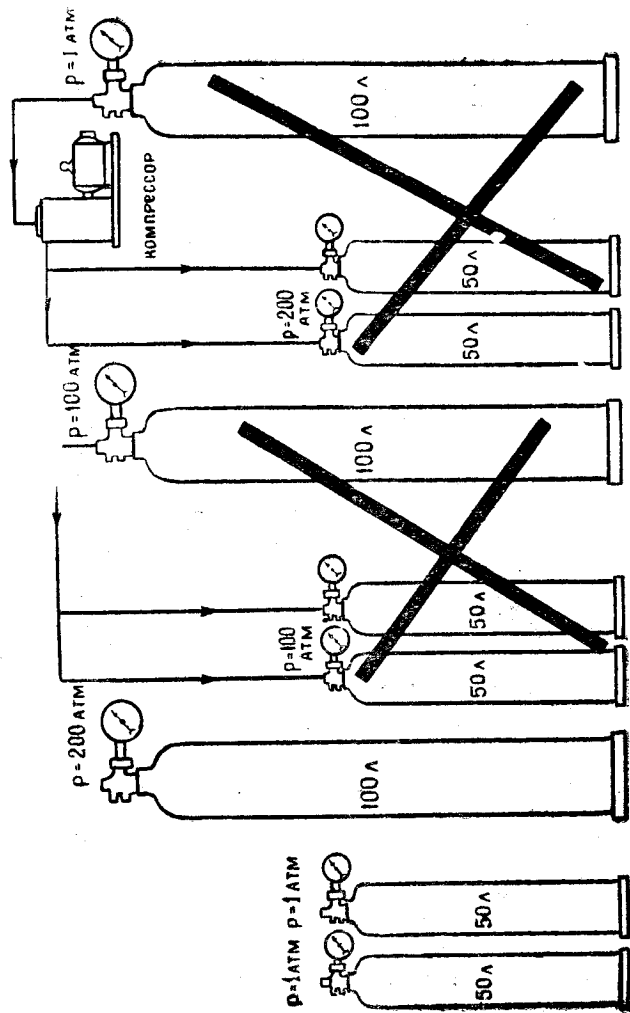


Рис. 2.

Известны, вообще говоря, два способа (рис. 2). Первый способ состоит в том, что транспортный баллон прямо подсоединяют к двум другим. Очевидно, что в этом случае во всех баллонах установится одинаковое давление в 100 атмосфер и половина газа останется в транспортном баллоне. Второй способ намного сложнее: газ перекачивается из большого баллона в два других при помощи специального компрессора. Так можно перевести из транспортного баллона в рабочие весь газ, но обязательно потребуется сложное оборудование — компрессор высокого давления.

Задача и заключается в том, чтобы найти способ полностью переводить газ из транспортного баллона в рабочие без применения дополнительного оборудования (насосов, компрессоров и т. д.).

Заметим, кстати, что задача эта не выдумана. С ней приходится сталкиваться на практике, например в авиации. На самолетах стоят небольшие кислородные баллоны, а запасают кислород в крупных транспортных баллонах. Вот и приходится при перезарядке самолетных баллонов либо использовать специальные компрессорные станции, либо просто подсоединять транспортный баллон к заряжаемым и мириться с потерей давления, с неполной перезарядкой.

ЗАДАЧА О ПРОВЕРКЕ ЦИФЕРБЛАТНЫХ ПРИБОРОВ

На заводе, выпускающем циферблатные контрольно-измерительные приборы, последний этап производства — проверка готовых приборов. Производится она так: контролер устанавливает проверяемый прибор рядом с выверенным эталонным образцом и сличает показания обоих приборов в нескольких точках шкалы. Если уменьшить число контрольных точек, скорость проверки возрастет, но снизится точность контроля. И наоборот, если увеличить число контрольных точек, то повысится точность, а скорость проверки снизится.

Ну, а как добиться одновременно очень быстрого и очень точного контроля? Попробуйте найти простой способ вдвое, втрое,

вчетверо повысить число контрольных точек и одновременно не проиграть в скорости проверки.

ЗАДАЧА О БАШЕННЫХ ЧАСАХ

Часы, расположенные на высоких зданиях (когда-то такие часы были именно башенными, их устанавливали только на башнях), должны иметь большой циферблат и, соответственно, сложный и громоздкий механизм. С увеличением высоты расположения часов резко возрастают трудности, связанные с созданием и эксплуатацией громадного часового механизма. Стоимость башенных часов, всегда являющихся уникальными, весьма высока. Механизм их требует специального ухода. Поэтому больших башенных часов очень немного.

Попробуйте предложить простую по устройству и эксплуатации, дешевую и надежную систему башенных часов, которые могли бы быть установлены на высотных зданиях, скажем, на высоте 12—15 этажей.

Очевидно, что решения могут быть разными. Некоторые из них уже запатентованы. Но, быть может, вам удастся найти и нечто отличающееся...

ЗАДАЧА О ТРАНСПОРТИРОВКЕ ТОЛСТОЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Эта задача взята из опубликованной в журнале «Изобретатель и рационализатор» статьи М. Фишкиса, начальника техбюро сварки Московского автозавода имени Лихачева. Вот что говорится в статье:

«Транспортировка и хранение толстолистовой стали на большинстве заводов осуществляются более или менее одинаково. Листы на эстакаде либо прямо в цехе складываются в стопы и не сортируются по толщине: как правило, места для этого не хватает. Бывает частенько так, что лист нужной толщины лежит где-то в середине громоздкой, тяжелой металлической стопы.

Каково вытаскивать его оттуда — нетрудно себе представить. А создавать специальные склады, где листы будут разложены по толщине, очень дорого. Что же делать? Выход прост: ставить листы вертикально, на ребро (рис. 3). В этом случае отпадает необходимость растаскивать краном стопу, чтобы достать один нужный лист. Однако безопасно транспортировать при помощи захватов в вертикальном положении листы весом более тонны пока не удастся. А ведь бывают листы весом и в 20 и в 30 тонн!

Нужен эффективный, надежно работающий, не требующий специальных зажимных механизмов, простой по конструкции захват для транспортировки листов в вертикальном положении».

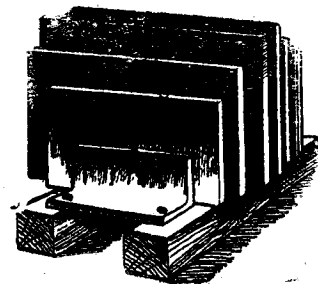


Рис. 3.

* * *

Читатель, вероятно, спросит: а как узнать, правильно ли найденное решение или нет?

Что ж, методика дает ответ и на этот вопрос. А пока я расскажу поучительную историю, которая поможет читателю правильно оценивать технические идеи.

НОВЕЛЛА О ПОЧТИ ГЕНИАЛЬНОМ ИЗОБРЕТЕНИИ

Это случилось в конце сороковых годов, когда методика еще только испытывалась. Однажды в бюро рационализации и изобретательства пришел моряк-гидрограф.

— Тут все говорят про методику, — сказал он мне. — Это верно?

И таинственно оглянулся. Я тоже таинственно оглянулся и ответил:

Как научиться изобретать.

— Верно.

Моряк положил на стол карту земных полушарий, аккуратно разглядел ее и объяснил, что в таком случае он имеет задачу. «Шикарную задачу», как он выразился. Я посмотрел на моряка (казалось, он сошел со страниц романов Стивенсона), посмотрел на измятую карту (она была вырвана из какого-то старого атласа) и решил, что речь идет о кладе. Разумеется, клад зарыт на острове, координаты которого неизвестны.

— Причем здесь клад?! — возмутился моряк, выслушав мое осторожное замечание, что методика изобретательства не может помочь в отыскании кладов. — Нужно изобретение! Вот карта, видите? Так сказать, изображение земного шара. И это изображение спроецировано на плоскость. Отсюда — искажения при любой проекции. На глобусе нет искажений, но он возмутительно громоздок!

Да, все было ясно. При использовании карт смирились с некоторыми искажениями, зато выигрывали в компактности и простоте. Используя глобусы, выигрывали в наглядности и отсутствии искажений, но мирились с громоздкостью, сложностью изготовления.

— Пятьсот лет такое положение. А может, и больше, — мрачно сказал моряк. — Что тут сделает методика?

Я скромно ответил, что методика позволяет решать подобные задачи в течение пяти минут. Моряк недоверчиво кашлянул и посмотрел на часы.

Решение было найдено через три минуты: нужны надувные глобусы. В «нерабочем» состоянии они будут очень компактны, а в «рабочем» вполне заменят обычный глобус. Можно будет иметь карманные «атласы» различных глобусов, и все это дешево и просто.

— Гениально! — воскликнул моряк. Но тут же уточнил. — То есть почти гениально. Посмотрим, как оно... гм, как оно получится.

Это разозлило меня: чего, собственно, смотреть?! Идея есть — и все.

Через два дня я уже отправлял заявку на «наглядное географическое пособие, отличающееся...» Месяц спустя прибыл ответ. Мне отказали в выдаче авторского свидетельства. Нет, с новизной все обстояло благополучно, никто не догадался запатентовать «почти гениальное» изобретение. Полезность — в принципе — тоже не вызвала сомнений. Отрицательное решение было мотивировано так: «Оказавшись в руках школьника, такое «учебное пособие» немедленно превратится в обычный мяч, что никак не

будет способствовать воспитанию уважения к нашей планете Земле».

Это был совершенно уникальный отказ! С такой мотивировкой мне еще не приходилось сталкиваться. Я горел желанием немедленно опротестовать это решение. И вот в одной из школ был поставлен эксперимент. Преподавательница географии пригласила в класс двух учеников и показала им надувные глобусы. Надо полагать, это были довольно дисциплинированные ребята. Они чинно вошли в класс, вежливо поздоровались и принялись рассматривать глобус. И вдруг один из них неуловимым движением выбил из рук другого «учебное пособие». Глобус устремился к потолку. Началось именно то, что «никак не могло способствовать воспитанию уважения к нашей планете Земле».

Я вышел из класса и осторожно прикрыл за собой дверь. В этот момент я услышал взрыв: «почти гениальное» изобретение лопнуло. В буквальном смысле слова.

* * *

Чтобы дать правильную оценку найденной идее, надо представить себе изобретение не в виде единичного экспериментального образца, а осуществленным и внедренным предельно широко. Надо представить себе, во что обойдется такое внедрение и что оно даст, просто или сложно будет осуществить внедрение, удобно или неудобно будет пользоваться изобретением при массовом внедрении.

Идею изобретения следует испытывать всесторонне и жестко, безжалостно. Хорошие технические идеи имеют большой «запас прочности», они выдержат любое испытание.

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ И КОНСТРУКТОР

*Тут мы с вами подошли к одному
интереснейшему противоречию кон-
структорского творчества...*

А. Бек. „Жизнь Березкова“.

Есть нечто общее у всех четырех задач, приведенных в предыдущей главе. Пытаясь решать эти задачи уже известными техникой способами, мы каждый раз наталкиваемся на противоречие. Выигрывая в одном (т. е. добываясь нужного результата, например увеличения скорости проверки циферблатных приборов), мы одновременно проигрываем в чем-то другом (в точности контроля, в сложности требуемой аппаратуры). Технические противоречия, таким образом, связаны не только с развитием велосипеда. Они характерны для всех отраслей техники.

Анализируя развитие мельниц, Маркс писал в «Капитале»: «Увеличение размеров рабочей машины и количества ее одновременно действующих орудий требует более крупного двигательного механизма... Уже в XVIII веке была сделана попытка приводить в движение два бегуна и два же поставы посредством одного водяного колеса. Но увеличение размеров передаточного механизма вступило в конфликт с недостаточной силой воды...»

Именно эти строки и объяснили мне в свое время главную осо-

бенность в творческой работе изобретателя: **преодоление технического противоречия.**

Противоречия возникают в различных отраслях техники. Вот некоторые.

В кораблестроении: «Необходимость обеспечения мореходных качеств ставит условия противоположные: так, например, чтобы корабль не был валок или, говоря морским языком, был бы «костойчив», выгодно его делать пошире, а чтобы он был «ходок», очевидно, что его надо делать подлиннее и поуже — требования противоположные». (Академик А. Крылов).

В горной технике: «Увеличение размеров сечения и глубины шахт встало в противоречие с растущим давлением горных пород. Это противоречие разрешалось переходом от квадратного сечения к круглому с заменой деревянного крепления стволов каменным». (Проф. А. Зворыкин).

В теплотехнике: «Весьма существенное значение имеет вес затрачиваемого на построение котельного агрегата металла на единицу производительности. В некоторой мере стремление к уменьшению этого веса (экономия металла) и стремление к увеличению к. п. д. (экономия топлива) противоречат друг другу. Разрешение этого противоречия является одним из важнейших факторов прогрессивного развития котельной техники». (Общая теплотехника, 1952).

В синтетических материалах: «Пленка, заменяющая кожу или ткань в одежде, обязана «дышать», пропускать воздух и пары воды, задерживая воду. Для этого она должна иметь мельчайшие поры... Увеличение же пористости снижает прочность пленки». (Академик П. Ребиндер).

В оптике: «Фотографическими объективами пользуется громадное число фотографов-любителей и немалое число специалистов самых разнообразных профессий. Не удивительно, что этим объективам предъявляются особо строгие и часто противоречивые требования, например, требования большой светосилы, значительного угла поля зрения и к тому же высокой разрешающей способности. При этом, кстати, желают, чтобы конструкция их

была простой, легкой, без световых потерь. Конечно, все эти условия несовместимы, и хороши только специализированные объективы». (Проф. Г. Слюсарев).

В ядерной технике: «Вес магнита, размеры ускорителя, его стоимость — уже достигли практического потолка. Поскольку радиус магнита определяется максимально достижимым магнитным полем, постольку все усилия изобретателей были направлены на уменьшение ширины кольцевой магнитной дорожки, доступной для движения частиц.

Чем уже дорожка, тем легче и дешевле магнит, но тем большее количество частиц будет потеряно». (Доктор физико-математических наук М. С. Рабинович).

В сельскохозяйственном машиностроении: «...ученые и инженеры работали над способами увеличения скорости трактора. Вначале пробовали просто изменить передаточное число трансмиссии трактора. Это немедленно вызвало увеличение затрат энергии на передвижение, уменьшало тяговое усиление трактора, снижало коэффициент полезного действия. С другой стороны, увеличивалось тяговое сопротивление прицепных орудий. При таком способе повышения рабочей скорости движения приходилось снижать ширину захвата орудий, и производительность машин не увеличивалась, а, наоборот, снижалась». (Академик В. Болтинский).

Пожалуй, особенно наглядно проявляются технические противоречия в самолетостроении. «Самолет представляет собой такое сооружение, в котором непримиримо борются два начала: прочность и вес. Машину необходимо сделать прочной и легкой, а прочность и легкость все время воюют между собой», — пишет в своей книге «Рассказы авиаконструктора» А. Яковлев, создатель прославленных Яков.

У авиаконструктора много помощников (см. рис. 4), и каждый из них по-своему представляет себе идеальный самолет: для специалиста по аэродинамике главное — предельная обтекаемость; специалист, рассчитывающий самолет на прочность, видит идеальный самолет неубодолаемым; для технолога важнее всего про-

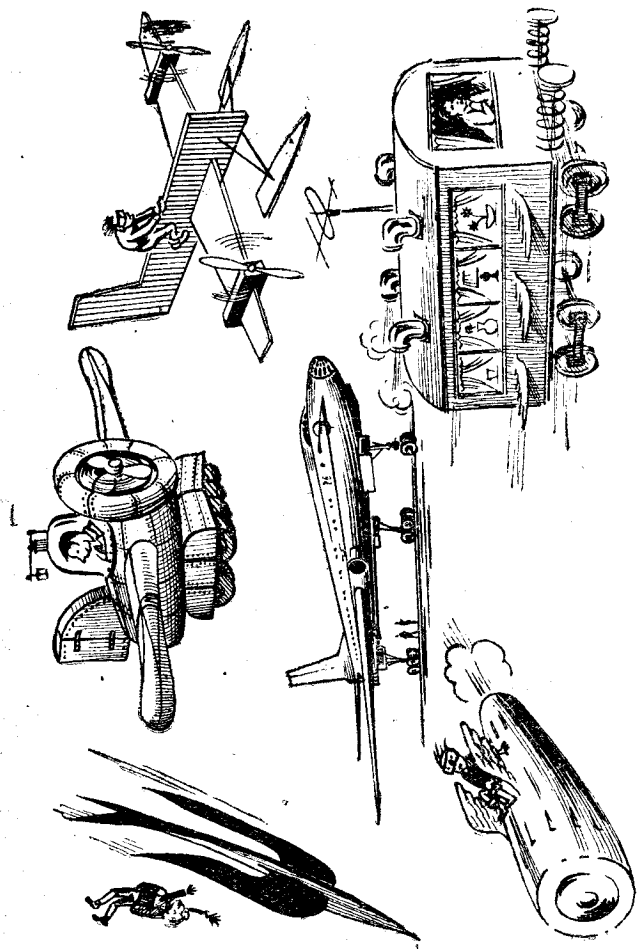


Рис. 4.

стога изготовления; специалист по моторам считает, что идеальный самолет — это большой мотор и маленькие крылышки; представитель Аэрофлота мечтает о вместительном летающем салоне для пассажиров...

С противоречиями приходится сталкиваться и при выведении новых сортов растений, и в медицине. Так, противоречие, которое часто встречают селекционеры, состоит в невозможности обычными, уже известными путями улучшить одно качество растения (например морозоустойчивость) без ухудшения других качеств (например урожайность). Врачам, совершенствующим способы лечения болезней, приходится учитывать, что новые лекарства, благотворно действуя на одни органы тела, отрицательно сказываются на других.

Есть в коллекции технических противоречий и курьезные экспонаты. Вот один из них. Он заимствован из журнала «Крокосидил», и я привожу его, сохраняя язык и стиль авторов:

«Приказ по заводу.

Рационализаторское предложение 373—70 «Заделка швов между облицовочными плитами на здании конвертерного отделения с помощью подвески человека на башенном кране», что явилось грубым нарушением правил техники безопасности и дает экономию 5184 руб., считать внедренным. Автора предложения механика ОКСа т. Рыженького предупредить о неповторении подобных работ».

Разумеется, бывают изобретения, не связанные с техническими противоречиями. Таковы, например, изобретения, основанные на использовании вновь сделанных открытий. Но подавляющее большинство изобретений — результат преодоления технических противоречий. И это понятно: если бы противоречий не возникало, если бы развитие техники шло ровно и гладко, не было бы самого слова «изобретение».

Здесь надо сказать о различии между творчеством изобретателя и работой конструктора. Эти понятия часто путают: «Изобретатель сконструировал... Конструктор изобрел...» А различие существует принципиальное.

Конструктор лавирует между взаимопротиворечивыми характеристиками машины, подбирая их так, чтобы наилучшим образом удовлетворить требованиям конкретной задачи. Например, конструируя грузовой автомобиль, можно поступиться скоростью в пользу прочности, грузоподъемности, экономичности. Наоборот, разрабатывая конструкцию гоночного автомобиля, следует все: и экономичность, и грузоподъемность, и даже в какой-то мере прочность — принести в жертву скорости. Академик А. Н. Крылов говорил: всякий корабль является компромиссом, где одно жертвуется в пользу другого. Добавим: не только корабль, но и любая машина, любой технологический процесс.

Изобретатель должен сломать этот компромисс, должен так улучшить одну часть (или качество) машины, чтобы при этом не ухудшились другие. Конструктор пользуется уже известными в технике приемами; изобретатель ищет новые пути, новые приемы. Тут уместно провести аналогию с композитором и музыкантом-исполнителем. Композитор сочиняет новое. Музыкант играет уже написанное (хотя каждый музыкант играет по-своему, в своей манере). Что лучше? Вопрос бессмысленный. Композитор не может существовать без музыканта-исполнителя; музыкант-исполнитель немислим без композитора. Зачастую композитор выступает в роли исполнителя. Точно так же изобретателю нередко приходится воплощать найденную идею в конкретную конструкцию.

В быту принято оценивать новые машины чисто внешне: дескать, такой машины раньше не было, теперь она есть, значит, изобретено «нечто новое». Однако машина, новая с точки зрения конструктора, может и не быть новой с точки зрения изобретателя. Обратимся, например, к торговым автоматам. Допустим, впервые создан автомат для продажи различных видов крупы. Раньше таких автоматов не было, но можно ли считать новую машину изобретением? Нет. Хотя сама машина нова, но при ее конструировании использовались принципы, уже известные в технике, в частности в теории автоматов.

Надо сказать, что труд конструктора — это творческий труд. Конструктору приходится учитывать свойства материала, тонкости

технологии, условия работы машины и множество других факторов. Это требует знаний, опыта, развитого воображения, порой смелой догадки. Но в широком смысле слова творческим является, в той или иной мере, всякий созидательный труд. Нелепо было бы утверждать, что творчество в технике присуще только работе изобретателя. Однако изобретательское творчество имеет свои специфические особенности. Об этом и идет речь.

ШАГ ЗА ШАГОМ

Иные так спешат в исследовании положений, что занимаются их разгадкой со спутанным умом, прежде чем узнают, по каким признакам они заметят искомую вещь, если она им случайно встретится.

Декарт

Решая задачу, изобретатель должен пройти три этапа:

1. Выбрать задачу и определить техническое противоречие, которое мешает ее решению обычными, уже известными путями.
2. Устранить причину противоречия путем внесения изменений в одну из частей машины (или в одну из стадий процесса).
3. Привести другие части усовершенствуемой машины (или другие стадии процесса) в соответствие с измененной частью.

Иначе говоря, нужно пройти такие этапы: анализ — изменение — синтез. В соответствии с этим можно назвать основные стадии процесса изобретательского творчества так: **аналитическая, оперативная** (вместо неудачного «изменяющая») и **синтетическая**.

На первой — аналитической — стадии изобретатель идет от общего к частному: от сформулированной в общем виде задачи к отысканию содержащегося в ней технического противоречия, затем к определению непосредственной причины противоречия и нахождению условий, при которых эта причина снимается.

Аналитическая стадия имеет исключительно важное значение для всего творческого процесса. Дело в том, что задача обычно формулируется в чрезвычайно общем, расплывчатом виде: сделать

то-то, добиться того-то, повисить (или понизить) то-то. Пытаясь сразу найти решение, изобретатель невольно начинает перебирать без всякой системы всевозможные варианты (традиционное: «А если сделать так?...»).

Мысль не направлена, поиски идут по случайным путям, а таких путей — великое множество. Аналитическая стадия и состоит в том, чтобы последовательно, шаг за шагом, перейти от общей, весьма неопределенной задачи к конкретной вопросу: при каких условиях снимается причина технического противоречия, вызвавшего появление задачи?

Аналитическая стадия изобретательского творчества — процесс вполне логический. Это цепь логических операций, в которой одно звено закономерно следует за другим. Многолетняя практическая отработка методики привела к выводу, что наиболее рационально разделение аналитической стадии на пять этапов:

1. Поставить задачу.
2. Представить себе идеальный конечный результат.
3. Определить, что мешает достижению этого результата (то есть найти противоречие).
4. Определить, почему мешает (найти причину противоречия).
5. Определить, при каких условиях не мешало бы (то есть найти условия, при которых противоречие снимается).

Проиллюстрируем применение этого логического анализа на конкретном примере: решим две из четырех предложенных задач.



Рис. 5.

Решение задачи о баллонах

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи	Примечания
	Первый шаг	
Поставить задачу в общем виде.	Найти простой и эффективный способ перевода газа из одного баллона в другой.	
	Второй шаг	
Представить себе идеальный конечный результат.	Газ полностью, без применения компрессора (так сказать, самостоятельно), перешел из одного баллона в другой.	Надо представить самый идеальный результат. Благодаря этому из всех мыслимых направлений выделяется одно — курс дальнейших размышлений.
	Третий шаг	
Определить, что мешает достижению этого результата.	Газ не может самостоятельно полностью перейти из одного баллона в другой. Основное свойство газа — занимать весь предоставленный ему объем.	По существу мы отыскиваем техническое противоречие: «Перевод газа требует соединения баллонов, а это вызывает увеличение объема и уменьшение давления.»
	Поэтому при соединении рабочего баллона газ расширяется, занимая оба баллона.	

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи	Примечания
---------------------	------------------------------------	------------

Четвертый шаг

Определить, почему мешает (то есть почему газ расширяется).

Газ не может не расширяться, ведь мы подсоединяем пустые баллоны — дополнительный свободный объем.

Найдена причина противоречия: „Подсоединение пустого баллона“.

Пятый шаг

Определить, при каких условиях не мешало бы (то есть при каких условиях газ не расширился бы).

Только в том случае, если бы подсоединяемый баллон не был пуст.

Итак, от общей и весьма расплывчатой формулировки задачи («Найти простой и эффективный способ...») мы логически перешли к конкретным условиям, которые следует изменить («Подсоединяемый баллон пуст; надо сделать, чтобы он не был пустым»). По-видимому, читатель уже нашел явно напрашивающийся ответ. Если нет, сделаем еще полшага — продолжим логический анализ. Заполнить баллон можно либо газом, либо жидкостью, либо твердым телом. Первое сразу исключается по условиям задачи. Последнее недопустимо — баллоны раз и навсегда испортятся. Остается... Да, остается заполнить рабочий баллон жидкостью. Тогда при соединении баллонов жидкость перетечет из рабочего баллона в транспортный, а газ (полностью и без всяких компрессоров) перейдет из транспортного баллона в рабочий (рис. 5). Идея изобретения найдена. Предстоит еще решить ряд технических вопросов (выбрать подходящую жидкость — доступную, не загрязняющую газ и т. д.).

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи
---------------------	------------------------------------

Первый шаг

Поставить задачу в общем виде.

Найти простой, эффективный и быстрый способ контроля циферблатных приборов.

Второй шаг

Представить себе идеальный конечный результат.

Показания приборов — эталонного и проверяемого — достаточно быстро сверяются на протяжении всей шкалы.

Третий шаг

Определить, что мешает достижению этого результата.

Чем больше контрольных точек, тем проверка длительнее.

Четвертый шаг

Определить, почему мешает (то есть почему мы проигрываем в скорости).

Каждая дополнительная контрольная точка требует от контролера дополнительной работы: нужно посмотреть на эталон, затем посмотреть на проверяемый прибор и сравнить показания.

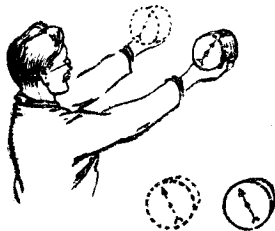
Пятый шаг

Определить, при каких условиях не мешало бы (то есть при каких условиях не будет проигрыша в скорости контроля).

Только в том случае, если с увеличением числа контрольных точек контролеру не надо будет дополнительно переводить взгляд с прибора на прибор. Иначе говоря: если контролер будет одновременно видеть обе шкалы.

И в этой задаче мы начали с очень общей формулировки («Найти простой, эффективный и быстрый способ...»), а затем логически пришли к конкретной конструкторской задаче («Контролер должен видеть одновременно оба прибора»). Дальнейшее уже просто. Чтобы видеть одновременно два прибора, следует снабдить контролера несложным бинокулярным устройством, которое оптически совместит изображение двух циферблатов (рис. 6). Если проверяемый прибор исправен, то контролер увидит одну стрелку, движущуюся вдоль циферблата. При неисправности прибора изображение стрелки раздвоится.

ТАК...



ИЛИ ТАК...

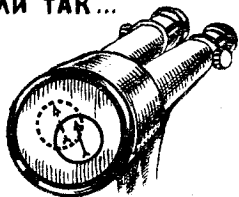


Рис. 6.

«Волга». Указатель скорости имеет прозрачный циферблат, и водитель видит показания счетчика километража, расположенного позади показателя скорости.

Таким образом, аналитическая стадия шаг за шагом привела нас к очень простой конструкторской задаче. Что же произошло? Почему после логического анализа задача стала до очевидности легко разрешимой?

Всякая машина (механизм, прибор) состоит из нескольких частей. Когда задача сформулирована в общем виде, неясно, какую из частей следует изменить. Анализ помогает выделить нужную

часть машины или нужную стадию процесса. Анализ указывает: «Вот здесь причина, устраните ее!» Например, в задаче о приборах неудачные решения связаны с попытками как-то изменить сами приборы или метод проверки; анализ же заставляет обратить внимание на человека, ведущего контроль, и это почти автоматически приводит к верному решению.

Изобретатели, пользуясь методикой, могут разными словами формулировать свои рассуждения. Положение от этого не меняется. Важно, чтобы сохранилась сама **схема анализа**. Однако на начальных этапах овладения методикой целесообразно **придерживаться предложенного порядка и последовательности**. Опытный изобретатель может, конечно, перескакивать с этапа на этап, минуя промежуточные размышления. Но чтобы перепрыгивать через ступеньки, нужно сначала научиться просто ходить по лестнице — ступенька за ступенькой.

Инженер В. Антонов рассказал на страницах журнала «Знание — сила» о сделанном им совместно с кандидатом технических наук Я. Измайловым изобретении. Задача, с которой столкнулись изобретатели, была весьма трудной. При изготовлении сборных железобетонных конструкций с внутренними пустотами применяют так называемые пустотообразователи — трубы круглого или овального сечения. После бетонирования эти трубы извлекают. Чем длиннее изделие, тем глубже «сидит» в нем пустотообразователь. Панели междуэтажных перекрытий, применяемые в жилищном строительстве, имеют в длину 5,5—6,0 м. Извлечь пустотообразователи такой длины вручную довольно трудно. Поэтому пустотообразователи разрезают пополам и каждый отрезок отдельно вынимают из противоположных торцов отформованной панели. Конечно, если труба вдвое короче, ее и извлечь вдвое легче. Но зато вдвое же возрастает и количество пустотообразователей. Производительность труда по-прежнему остается низкой.

Другой способ — «механизированный»: пустотообразователи извлекают с помощью лебедки. И опять-таки производительность труда не увеличивается: слишком много времени уходит на то, чтобы постепенно извлечь трубы и передвинуть лебедку к следующей форме.

Не раз предлагались и другие решения. Известны, например, многочисленные проекты надувных или «складывающихся» пустотообразователей. На практике такие устройства не привились: они сложны, быстро загрязняются и выходят из строя. А главное — они не годятся для использования в стендовых условиях, когда формируют сразу «цепочку» железобетонных изделий, и длина пустотообразователей должна достигать 200 метров.

Инженер В. Антонов рассказывает:

«Нет, я не могу сказать, что в результате стройного анализа мы легко и просто пришли к решению. Нам, например, не раз пришлось возвращаться к исходной точке, когда мы убеждались, что зашли в тупик. Но если отбросить эти черновые варианты, то окончательный ход решения выглядел так:

Ход решения	
Что надо сделать	Ход размышлений

Первый шаг

Поставить задачу в общем виде.

Найти простой и эффективный способ образования пустот при изготовлении железобетонных панелей — вне зависимости от длины изделия.

Второй шаг

Представить себе идеальный конечный результат.

Длина стенда до 300—400 м, а пустотообразователи извлекаются легко и быстро.

Третий шаг

Определить, что мешает достижению этого результата.

Чем больше длина изделия (или стенда), тем труднее извлечь пустотообразователи.

Что надо сделать	Ход размышлений
------------------	-----------------

Четвертый шаг

Определить, почему мешает.

С увеличением длины изделия увеличивается и длина расположенных вдоль изделия пустотообразователей. А чем больше их длина, тем больше площадь соприкосновения с бетоном, тем больше трение.

Пятый шаг

Определить, при каких условиях не будет мешать.

Только в том единственном случае, если с увеличением длины изделия не будет увеличиваться длина пустот.

Но последнее возможно лишь тогда, когда пустоты расположены не вдоль изделия, а поперек его! В этом случае при любой длине изделия пустоты (а значит и пустотообразователи) будут иметь очень небольшие размеры и извлечение труб перестанет быть проблемой.

Что же касается панелей, то поперечное расположение пустот для них только выгоднее. Дело в том, что раньше приходилось во многих случаях заделывать пустоты на торцах, в тех местах, где панели опираются на стены. Панели же с поперечными пустотами сразу будут формироваться с глухими торцами...»

* * *

Есть одно обстоятельство, на которое следует обратить особое внимание. Уже второй этап аналитической стадии требует от изобретателя ясного представления о конечном результате, к которому он стремится. Это может показаться странным: ведь изобретатель еще не знает, каково будет решение задачи. Однако для того,

чтобы представить себе идеальный конечный результат, и не нужно знать, как именно будет решена задача. Надо только знать, что может дать идеальное решение.

Для чего это нужно?

Методика изобретательства, как мы уже говорили, строится не только на закономерностях развития техники и обобщении опыта изобретателей. Методика учитывает и психические особенности человека.

Мышление изобретающего человека имеет характерную особенность: размышляя над решением задачи, человек представляет себе усовершенствуемую машину и мысленно изменяет ее.

Если было бы возможно спроецировать на экран возникающие в мозгу изобретателя картины, мы увидели бы следующее. Вот на экране возникла машина. Это обычная, уже существующая машина. Внезапно у нее исчезла одна часть и появилось нечто новое. Затем изобретатель отказался от этого решения и снова возникло изображение первоначальной машины. Потом появилось другое изображение...

Изобретатель не может думать «вообще». Он должен отталкиваться от какой-то конструкции, какой-то схемы. Неопытный изобретатель берет в качестве такой исходной схемы уже известную старую конструкцию. В этом случае изобретателю удается продвинуться ровно настолько, насколько еще возможно улучшение старой конструкции. Мысль изобретателя скована возможностями этой старой конструкции. Иное дело, если взять за основу для мысленных экспериментов еще не существующую идеальную конструкцию. Тогда задача сводится к тому, чтобы не очень отступить от идеала. А главное — из всех возможных направлений для поиска выбирается одно: то, которое ведет к самым богатым находкам.

ПОИСКИ? ДА, СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОИСКИ!

Всякая техническая задача обычно может быть решена десятками способов. Величие инженера измеряется не его способностью находить наиболее остроумное решение, а умением выбрать из многих возможных решений самое простое и экономичное.

*Доктор технических наук
изобретатель Г. Бабат*

Анализируя задачу о баллонах, мы последовательно пришли к конкретному требованию: «Нужно сделать так, чтобы подсоединяемые рабочие баллоны не были бы пустыми». Отсюда оставалось полшага до идеи о заполнении баллонов жидкостью. Разумеется, далеко не все задачи «сдаются» на этой стадии творческого процесса. И тогда приходится систематически искать способы устранения выявленного технического противоречия (точнее, искать способы устранения условий, вызывающих это противоречие). Начинается оперативная стадия творческого процесса.

Здесь уже нет единой цепи логических операций. Здесь приходится **искать**.

Читатель вправе спросить: поиски — это нечто, ведущееся путем проб и ошибок, так сказать, нащупыванием; можно ли в таком случае говорить о научном методе? Да, можно.

Во-первых, методика строго направляет поиски: изобретатель ищет не какую-то «озаряющую» идею, а способ изменения конкретных условий, которые вызвали техническое противоречие. Изобретатель уже знает, что ему нужно («Чтобы баллон не был

пустым...»), и ищет только, как это сделать («Чем его можно заполнить?...»). Для этого изобретатель подбирает уже известные в технике, но неизвестные применительно к данной задаче (и вообще к данной отрасли техники) приемы. Так, например, задача о баллонах решена приемом, известным в химической технике: вытеснением газа жидкостью. Аналитическая стадия превратила расплывчатую изобретательскую проблему почти в чисто конструкторскую задачу.

Во-вторых, поиски ведутся по определенной рациональной системе. Общей формулы нет, но есть приемы, достаточные для большинства случаев. Изобретателю нужно систематически перепробовать эти приемы. Как правило, один из них дает искомое решение.

Каждая техническая задача по-своему индивидуальна. В каждой задаче есть что-то свое, неповторимое. Анализ дает возможность изобретателю пробиться сквозь наложение частных к общему, главному, принципиальному. Всепроникающая исследовательская логика позволяет увидеть костяк, основу задачи — техническое противоречие. И положение сразу меняется. Изобретательских задач — бесчисленное множество, но технических противоречий сравнительно немного. Иначе говоря: **существуют типичные технические противоречия и существуют типовые приемы их устранения.**

Типовые приемы — инструменты в творческой мастерской изобретателя. А в хорошей мастерской инструменты никогда не лежат как попало. Поэтому на оперативной стадии творческого процесса приемы устранения технических противоречий должны использоваться по определенной системе. При отработке методики были испытаны различные последовательности расположения этих приемов. Наиболее целесообразной представляется такая система, при которой приемы устранения технических противоречий расположены от простых и наиболее часто употребляемых к сложным и сравнительно редко употребляемым.

Начинающий изобретатель обычно стремится к «эффектному» решению. Для преодоления простого технического противоречия ему хочется обязательно использовать электронные приборы,

Оперативная стадия

Первый шаг. Проверка возможных изменений в самом объекте (т. е. в данной машине, данном технологическом процессе).

1. Изменение размеров.
2. Изменение формы.
3. Изменение материала.
4. Изменение температуры.
5. Изменение давления.
6. Изменение скорости.
7. Изменение окраски.
8. Изменение взаимного расположения частей.
9. Изменение режима работы частей с целью максимальной их нагрузки.

Второй шаг. Проверка возможности разделения объекта на независимые части.

1. Выделение «слабой» части.
2. Выделение «необходимой и достаточной» части.
3. Разделение объекта на одинаковые части.
4. Разделение объекта на разные по функции части.

Третий шаг. Проверка возможных изменений во внешней (для данного объекта) среде.

1. Изменение параметров среды.
2. Замена среды.
3. Разделение среды на несколько частичных сред.
4. Использование внешней среды для выполнения полезных функций.

Четвертый шаг. Проверка возможных изменений в соседних (т. е. работающих совместно с данным) объектах.

1. Установление взаимосвязи между ранее независимыми объектами, участвующими в выполнении одной работы.
2. Устранение одного объекта за счет передачи его функций другому объекту.
3. Увеличение числа объектов, одновременно действующих на ограниченной площади, за счет использования свободной обратной стороны этой площади.

Пятый шаг. Исследование прообразов из других отраслей техники (поставить вопрос: как данное противоречие устраняется в других отраслях техники?).

Шестой шаг. Исследование прообразов в природе (поставить вопрос: как данное противоречие устраняется в природе?).

Седьмой шаг. Возвращение (в случае непригодности всех рассмотренных приемов) к исходной задаче и расширение ее условий, т. е. переход к другой, более общей задаче.

радиоактивные изотопы, словом, нечто «современное». В результате возникают идеи, которые в принципе осуществимы, но практически непригодны из-за сложности их конструктивного воплощения.

В каждом изобретении есть две стороны: **что** достигается и **какими затратами** достигается. Почти всегда для осуществления изобретения нужно что-то построить, чем-то дополнить существующие машины. Это связано с затратами на реализацию, и задача изобретателя состоит в том, чтобы свети затраты к минимуму. «Максимум нового эффекта при минимуме затрат на реализацию» — такова формула хорошего изобретения.

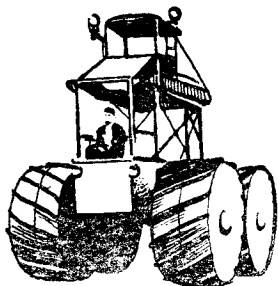


Рис. 7.

Вот несколько примеров изобретений простых и вместе с тем эффективных.

Необычный тягач, изображенный на рис. 7, предназначен для работ в сложных дорожных условиях. Сварные пустотелые колеса позволяют ему с одинаковой легкостью передвигаться по дорогам, болотам и даже по воде, развивая

скорость до 15 км в час. Изменение размера колес (увеличение диаметра) привело к появлению существенно новых и полезных для колесного экипажа качеств.

Другой пример — спиральная нить в лампах накаливания. Единственным путем для повышения экономичности и мощности электрической лампочки накаливания было увеличение рабочей температуры нити. Но с повышением температуры даже тугоплавкий осмий начинал интенсивно испаряться. Требования экономичности и мощности пришли в противоречие с требованием живучести лампы. Как же решили эту задачу? Причина противоречия — испарение металла с поверхности нити. Условия, при которых эта причина устраняется, — уменьшение поверхности нити. Сократить размеры нити, однако, нельзя — уменьшится световая мощность. Иное дело изменение формы. Если свернуть нить в спираль, то свет по-прежнему будет идти со всей поверхности нити и испарение будет про-

исходить только с внешней стороны спирали (пространство внутри спирали мгновенно насытится парами металла, и дальнейшее испарение прекратится).

Переход от прямой нити к спиральной был изобретением огромного значения. Но почти одновременно нашли и другое решение: повысить давление среды, в которой работает нить, тогда испарение нити замедлится. От вакуумных ламп перешли к газонаполненным. Замена среды (баллон лампы заполнили аргоно-азотной смесью) была еще одним крупным изобретением.

Многие современные машины и механизмы представляют собой объединение нескольких однородных частей (например, многоцилиндровый двигатель внутреннего сгорания или рабочий орган многоковшового экскаватора). В процессе работы нагрузка на машину меняется; распределение же этой нагрузки по отдельным однородным частям машины остается постоянным. Поэтому на практике нередко отдельные части машины работают как бы вполсилы. В таких случаях целесообразно уменьшить на время количество работающих одновременно частей, чтобы оставшиеся части работали с полной нагрузкой.

Можно привести такой пример. Мощные дизели тепловозов, судов, электростанций почти пятьдесят процентов времени работают с небольшой нагрузкой или на холостом ходу. Горючего при этом подается мало, а форсунки рассчитаны на полную нагрузку. В результате распыление ухудшается, две трети топлива буквально вылетают в трубу. На харьковском заводе имени Малышева остроумным способом избавили моторы от этого недостатка: специальное устройство автоматически отключает при снижении нагрузки половину цилиндров. Остальным приходится работать напряженнее, а значит и экономичнее.

Особый интерес представляет вторая группа приемов, связанная с разделением объекта на части. В творческой мастерской изобретателя эти приемы используются много чаще, чем приемы, основанные на объединении объектов, и это не случайно. Дело в том, что машины развиваются от простого к сложному. Достаточно сравнить само-

леты начала века с современными реактивными лайнерами, чтобы сразу увидеть эту тенденцию.

Рассмотрим некоторые примеры.

Протектор — рабочая часть шины — имеет рисунчатую поверхность в виде «елочки», ромбов или пересекающихся лент. Шина выходит из строя, когда истираются эти выступы протектора. И хотя по весу они составляют лишь очень небольшую часть, выбрасывать приходится всю шину. На рис. 8 показана шина, протектор которой не имеет никакого рисунка. По окружности всей поверхности шины пролегают три канавки. В них закладываются резиновые кольца, армированные металлокордом. Кольца возвышаются над бортом канавки и воспринимают всю нагрузку при движении автомобиля. Изношенные кольца могут быть сменены, а шина будет служить дальше.

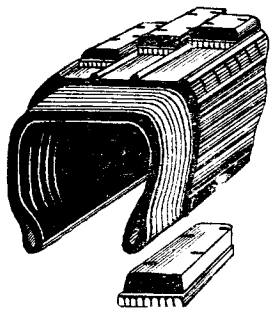


Рис. 8.

Казалось бы, выделение «слабой» части должно считаться обычным конструкторским приемом. Однако есть объекты (к их числу относится и протектор шины), которые мы настолько привыкли воспринимать как единое целое, что представить их себе в виде отдельных частей невозможно без развитого творческого воображения.

Это относится и к следующему приему — выделению «необходимой и достаточной» части объекта. Вы, конечно, не раз видели, как работает маневровый паровоз. Машина, которая может быстро тянуть десятки вагонов, медленно тянет один вагон. Трудно придумать что-либо более нерациональное, однако это было привычным и поэтому продолжалось на протяжении многих десятков лет. Лишь совсем недавно в ГДР были изобретены легкие вагонотолкатели (рис. 9). Они имеют мотор внутреннего сгорания, весят всего 200 кг и легко передвигают вагоны весом до 100 т,

Третий прием — разделение объекта на одинаковые части. Вот характерный пример. На обычный диск колеса вместо одной шины надеты три узких (рис. 10). Если в пути выйдет из строя одна из трех шин, автомобиль сможет продолжать движение.

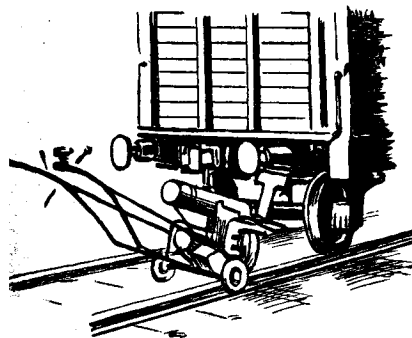


Рис. 9.

Это широко известный в конструкторской практике прием повышения живучести. Изобретательским он может считаться лишь в том случае, если разделение на части применяется в данном объекте впервые и позволяет устранить техническое противоречие. Поясим на примере. Многие нефтяные скважины бурят наклонно для того, чтобы с одной вышки пробурить сразу несколько скважин. Пока наклонные скважины проходили турбобуром, все было хорошо. Но вот в скважину спустили новую машину — электробур. И неожиданно выяснилось, что эта более совершенная машина малоприспособна для бурения наклонных скважин. Почему?

Приходилось ли вам видеть, как длинный автобус застревает, пытаясь свернуть в узкий переулочек? Нечто подобное происходит и с электробуром. Он имеет большую длину, и стенки скважины не позволяют ему «развернуться».

Казалось бы, надо просто укоротить электробур. Но укороченный электробур обязательно окажется маломощным. И, наоборот, удлиненный бур будет более мощным, но менее пригодным для наклонного бурения.



Рис. 10.

Что же сделал изобретатель? Он разделил корпус электробура на четыре одинаковые части и соединил их шарнирно. Общая длина бура осталась прежней, мощность не снизилась. Но благодаря разделению на части появилась возможность придать буру изогнутую форму. Теперь электробур легко отклонялся в сторону, а именно это и нужно для наклонного бурения.

Четвертый прием — разделение объекта на разные по функции части. С этим приемом связано историческое развитие многих машин. Например, вся история парового двигателя есть, в сущности, история разделения его на части, каждая из которых выполняет свою, частную функцию. В XVII веке паровой двигатель представлял собой цилиндр, выполнявший одновременно функцию парового котла и конденсатора. Вода заливалась непосредственно в цилиндр. Огонь обогревал цилиндр, вода закипала, пар поднимал поршень. Тогда жаровню с огнем убрали и поливали цилиндр холодной водой. Пар конденсировался, и поршень под действием атмосферного давления шел вниз. Это и был рабочий ход. Понятно, что каждый раз приходилось нагревать и охлаждать всю воду, залитую в паровой цилиндр.

В начале XVIII века изобретатели догадались отделить паровой котел от цилиндра двигателя. Это позволило существенно сократить расход топлива. Паровые машины начали использоваться для откачки воды в шахтах.

Однако конденсация отработанного пара по-прежнему велась в самом цилиндре, что вызывало огромные тепловые потери. Бывали случаи, когда при двигателе приходилось держать 50 лошадей, едва успевавших подвозить топливо. Нужно было сделать следующий шаг — отделить конденсатор. Выдвинул и осуществил эту идею Джемс Уатт. Вот что он рассказывает о своем изобретении:

«После того как я всячески обдумывал вопрос, я пришел к твердому заключению: для того, чтобы иметь совершенную паровую машину, необходимо, чтобы цилиндр всегда был так же горяч, как и входящий в него пар. Однако конденсация пара для образования вакуума должна происходить при температуре не выше 30 градусов...»

Это было возле Глазго, я вышел на прогулку около полудня. Был прекрасный день. Я проходил мимо старой прачечной, думая о машине, и подошел к дому Герда, когда мне пришла в голову мысль, что пар ведь упругое тело и легко устремляется в пустоту. Если установить связь между цилиндром и резервуаром с разреженным воздухом, то пар устремится туда и цилиндр не надо будет охлаждать. Я не дошел еще до Гофхауза, как все дело было кончено в моем уме!»

Значительную группу составляют изменения во внешней среде. При исследовании целесообразности внесения таких изменений изобретатель должен изучить внешнюю (для данного объекта) среду и ее влияние на объект. В частности, следует рассмотреть возможность изменения параметров среды (давления, температуры, скорости движения и т. д.) или замены данной среды другой, обладающей более благоприятными характеристиками. Например, при изготовлении бетона в обычных бетономешалках даже при длительном перемешивании в бетонной массе остается значительное количество мелких воздушных пузырьков, снижающих прочность бетона. В связи с этим был предложен так называемый вакуумный способ приготовления бетона. В вакуумных бетономешалках бетонная масса перемешивается в разреженной среде, создаваемой внутри барабана. Количественное изменение одного из параметров (давления) внешней среды дает качественно новый эффект: прочность бетона увеличивается вдвое.

Весьма интересна следующая группа приемов — изменения в соседних объектах.

Аналитическая стадия нередко приходит к такому выводу: «Надо улучшить работу данной машины, однако (в силу тех или иных конкретных причин) изменять саму машину нельзя». Противоречие на первый взгляд кажется неразрешимым: надо изменить машину и в то же время не менять ее. В таких случаях есть смысл сразу, опустив рассмотрение других приемов, задать вопросом: «Нельзя ли достичь требуемого результата изменениями в какой-то другой машине, работающей совместно с данной?»

Иногда достаточно простого установления взаимосвязи между ранее независимыми машинами или процессами. Можно привести

такой пример. Для освещения на киностудиях используется, в основном, постоянный ток. Вызвано это тем, что частота съемки (24 кадра в секунду) не совпадает с частотой промышленного переменного тока (50 периодов в секунду). При питании светильников переменным током открытие затвора объектива кино съемочного аппарата может совпадать с минимумом освещенности, в результате чего часть кадров получится затемненной. Выдержка при съемке каждого кадра составляет обычно 1/1000 сек., поэтому только 2,4 процента световой энергии, падающей на объектив, используется полезно. Если питать безынерционные светильники токовыми импульсами, синхронными и синфазными вращению шторки объектива, то свет будет включаться только в те моменты, когда объектив открыт. Артисты же будут видеть значительно ослабленный непрерывный свет, поскольку уже при 10—15 импульсах в секунду человеческий глаз воспринимает световой поток как непрерывный. Установление взаимосвязи между двумя ранее независимыми приборами — объективами и светильниками — дает новый технический эффект: резко сокращается расход электроэнергии, облегчается работа артистов.

Техническое противоречие может быть вызвано и необходимостью увеличить число объектов, одновременно действующих на ограниченной площади. В этих случаях трудности решения часто носят психологический характер. Изобретатель рассматривает именно данную площадь, упуская из виду возможность использования свободного пространства над этой площадью или под ней. Для многих технических объектов расположение в один ряд, в один «слой», настолько традиционно, что изобретатель подсознательно ограничивает себя требованием не нарушать этой традиции. А решение лежит буквально рядом — надо перейти от горизонтальной компоновки к вертикальной, вспомнить о свободной обратной стороне этой площади, вспомнить о возможности «надстройки».

Известный советский изобретатель Д. Киселев, долгое время работавший над совершенствованием долота для бурения нефтяных скважин, рассказывает в своей книге «Поиски конструктора»:

«В долоте также каждый подшипник обладает определенной грузоподъемностью, и если увеличить их число, дать меньшую нагрузку каждому, можно улучшить условия их «деятельности», предотвратить износ. Именно по этому пути шла все время моя мысль в поисках различных схем размещения подшипников. Но мешали габариты долота, малое пространство, на котором я имел возможность располагать необходимое мне количество шариков и роликов. Теперь же я вдруг увидел решение, вот оно, рядом. На одном и том же участке поверхности можно разместить большое количество «элементов», подшипников, в два яруса, совсем так, как размещаются люди и вещи в купе пассажирских вагонов. Я даже рассмеялся: так просто было это решение, тщетно разыскиваемое много месяцев».

Да, решение оказалось простым (рис. 11). Почему же потребовались многие месяцы? Да потому, что традиционная форма подшипников привычна, и очень нелегко представить себе «двухслойный», «двухэтажный» подшипник.

Именно поэтому во всех случаях, когда противоречие связано с ограниченной площадью, нужно задать вопрос: «А что, если использовать свободную обратную сторону этой площади?»

* * *

Существуют и другие, сравнительно реже используемые, приемы устранения технических противоречий. Например, задачи, связанные с многостадийными технологическими процессами, решаются изменением скорости той или иной стадии процесса, совмещением во времени отдельных стадий, устранением пауз между ними. Изобретателю полезно иметь таблицу таких приемов и постоянно ее пополнять, приглядываясь к методам решения различных технических задач. В качестве основы для таблицы могут послужить четыре группы приемов, с которыми мы уже познакомились. При пополнении таблицы можно не заботиться о строгости классификации. Достаточно, чтобы приемы располагались от простых к более сложным.

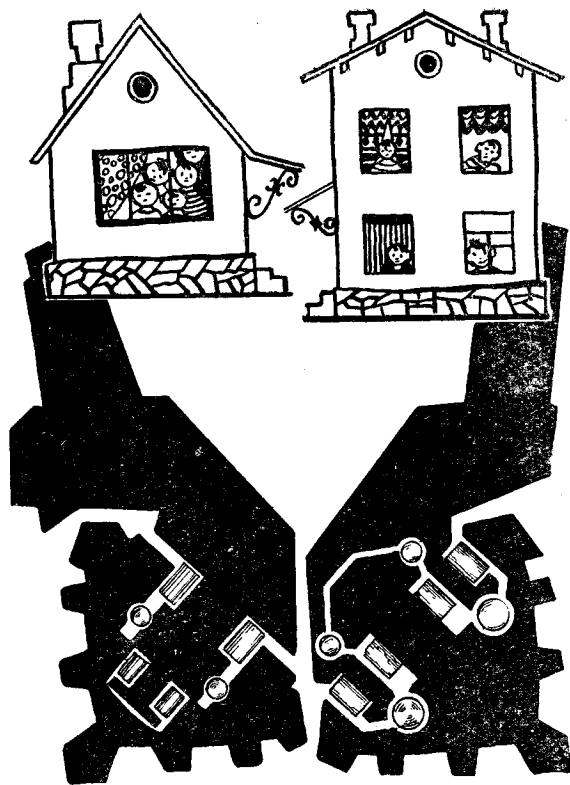


Рис. 11.

Когда техническое противоречие выявлено, изобретатель должен, не полагаясь на память, взять лист с таблицей приемов и последовательно проверить пригодность каждого приема. Проверить без спешки, не отдавая заранее предпочтения тому или иному приему, не пропуская приемы, кажущиеся «заведомо непригодными». Очень часто лучшее решение дают именно эти «заведомо непригодные» приемы.

Надо иметь в виду еще и следующее. Аналитическая стадия почти всегда дает однозначный ответ. Различие может быть только в форме, в которой выражен этот ответ. **Самое же главное противоречие в каждой задаче одно.** Иначе обстоит дело на оперативной стадии творческого процесса. Эта стадия уже не отличается однозначностью: одно и то же техническое противоречие может быть, вообще говоря, устранено различными путями. Поэтому на оперативной стадии эксперимент играет более заметную роль, являясь критерием для окончательного выбора того или иного способа, приема и т. д.

* * *

Сейчас, когда мы познакомились с основными этапами оперативной стадии творческого процесса, можно вернуться к задаче о башенных часах.

Задача эта была предложена на одном из семинаров по методике изобретательства. Ниже, в таблице, даны два варианта решения, выполненные двумя участниками семинара независимо друг от друга.

Решение задачи о башенных часах

Аналитическая стадия

1. Поставить задачу в общем виде

Предложить предельно простые башенные часы для установки на возможно большей высоте.

5 Как научиться изобретать.

Первый вариант

Второй вариант

2. Представить себе идеальный конечный результат

Время хорошо видно, не смотря на значительное расстояние часов от наблюдателя.

Часы подняты к верхним этажам высотного дома. Циферблат соответственно увеличен, а механизм остается не более сложным, чем обычно.

3. Определить, что мешает достижению этого результата

Увеличение сложности и громоздкости механизма, а также усложнение его эксплуатации.

С увеличением циферблата и стрелок приходится увеличивать и механизм.

4. Определить — почему?

При большом циферблате велико расстояние до цифр, значит стрелки должны быть массивными, длинными.

Механизм часов — это двигатель, стрелки — рабочий орган. Увеличение рабочего органа требует и увеличения двигателя.

5. Определить, при каких условиях противоречие снимается

Когда расстояние от механизма до цифр не будет увеличиваться с увеличением циферблата.

Только в том случае, если механизм часов перестанет играть роль привода стрелок. Надо изменить характер связи между механизмом и стрелками. Механическая связь не годится. Электрическая? Вероятно, это несколько лучше, и все-таки будет громоздкий механизм. Перейдем к оперативной стадии. Два объекта — значит к четвертой группе приемов.

Оперативная стадия

Первый вариант решения

1. Изменения внутри объекта.

А. Размеры, форма, материал и т. д.

Нет.

Б. Изменения взаимного расположения частей.

Нужно изменить взаимное расположение цифр и механизма, чтобы исключить необходимость в стрелках. Например, как в арифмометре: четыре окна, за которыми расположены барабаны с цифрами. При вращении барабанов в окнах появляются цифры. В двух первых окнах — цифры часов, в двух следующих — цифры, соответствующие числу минут.

Преимущества сравнительно со стрелочной системой циферблата: упрощается устройство механизма, при данном размере циферблата на нем размещаются не двенадцать маленьких цифр, а четыре больших (то есть полностью используется вся площадь циферблата, а не полоса вдоль его окружности).

Второй вариант решения

1. Изменения внутри объекта.

Нет.

2. Разделение системы.

А. Выделение слабого элемента.

Нет.

Б. Выделение «необходимого и достаточного» элемента.

«Необходимым и достаточным» элементом в данном случае является циферблат (со стрелками). Он должен быть большим и хорошо видимым. Механизм надо иметь небольшой, а циферблат надо увеличивать. Есть только один способ такого увеличения — оптический.

Решение: надо использовать экран типа того, что бывает в дневном кино. Экран должен быть защищен от солнечных лучей козырьком, навесом. На экране проецируется изображение небольших часов. Они могут иметь размер карманных или комнатных. Устройство для проецирования очень просто (эпидиаскоп, который применяется на лекциях для демонстрации рисунков).

Можно вести проецирование с точнейшего хронометра: это даст возможность создать башенные часы с центральной секундной стрелкой.

Вероятно, этот принцип можно использовать и для создания больших демонстрационных секундомеров, которые найдут применение при спортивных состязаниях.

Трудно не отдать предпочтение второму варианту. В чем же причина? Почему изобретатель, предложивший первый вариант, «ушел сторону?»

В первом варианте решения уже на аналитической стадии допущена серьезная ошибка. В сущности, одна задача заменена другой и притом более простой. Требовалось поднять на возможно большую высоту башенные часы, не усложняя их механизм. В первом варианте решения эта задача подменена другой: дать возможность наблюдателю с возможно большого расстояния видеть цифры. Мы привыкли к внешнему виду часового циферблата. И нам далеко не безразлично, сохраняют ли башенные часы свой обычный вид или это будет некая кодовая система условной сигнализации. В последнем случае возникает техническое противоречие: выигрывая в простоте механизма, мы проигрываем в удобстве пользования им (с точки зрения наблюдателя).

Второй вариант решения почти безупречен. И это особенно чувствуется на последних этапах решения. Оказывается возможным плодотворно использовать найденную идею и для решения других более или менее подобных задач.

Хорошие технические идеи всегда непоседливы. Именно поэтому большое значение на оперативной стадии творческого процесса играет перенос, то есть устранение технического противоречия с помощью приемов, уже известных в других областях техники.

Строго говоря, все изобретения в той или иной мере основаны на переносе. Исключение составляют лишь изобретения, непосредственно связанные с вновь сделанными открытиями. Изобретатель, как правило, использует для решения данной технической задачи приемы, которые уже использовались где-то в других областях техники, хотя и для решения совсем иных задач.

Перенос — сильное средство устранения технических противоречий. Преимущество переноса в том, что он дает возможность использовать проверенную на практике идею. Очевидно, чем шире кругозор изобретателя, тем легче ему использовать метод переноса.

Метод переноса использован, в частности, И. Г. Логиновым при создании трактора-автомата. Вот что пишет изобретатель в своих воспоминаниях:

«История создания автоматического пахаря простая. Стоило

мне самому некоторое время поработать на мощном тракторе «С-80», как я почувствовал, какой это нелегкий труд. Сидишь в кабине согнувшись и перевоодишь то один, то другой рычаг управления машиной. Тяжелая и утомительная работа!

До этого я работал на Семипалатинском метизном заводе, где имеются совершенные станки с копировальным устройством. Вот я и стал соображать, как бы облегчить труд тракториста?

...И здесь мне помогло знакомство с копировально-фрезерным станком. Если принять трактор с плугом за фрезу, а землю рассматривать как копировальную линейку, то остается только придумать копир.

Копир-полос скользит по борозде, которую вначале проложил я сам. На раме копировальной установки на кронштейне смонтирована контактная коробка и реле. При изменении расстояния между трактором и бороздой копир поворачивается и замыкает один из контактов. К одному из реле поворотов подается сигнал «Левее» или «Правее». Реле срабатывает и подает команду золотнику, который направляет масло в левую или правую секцию дополнительного устройства сервомеханизма и осуществляет поворот машины. Прокладываемая борозда принимает очертания борозды, по которой движется копир».

С помощью переноса решается, в частности, последняя из предложенных учебных задач. Читатель, вероятно, помнит, что она взята из статьи тов. М. Фишкиса, начальника техбюро сварки завода им. Лихачева. Через несколько месяцев после опубликования этой статьи тов. Фишкис рассказал на страницах журнала «Изобретатель и рационализатор», что было получено много удачных решений. «Наибольшее практическое значение, — пишет автор статьи, — имеют предложения В. В. Кузнецова, В. С. Муханова и П. В. Пирогова.

Товарищ Пирогов много лет работал механиком на подземных работах, и ему не раз приходилось сооружать различные камеры и конструкции, спускать в шахты тяжелые стальные листы. Он создал вполне надежный и простой захват для транспортировки листов в вертикальном положении. В основу приспособления положен

ПО „ПАТЕНТАМ“ ПРИРОДЫ

принцип захвата торца листа клином. Роль клина выполняет ролик с насечкой, установленной под углом 17° к плоскости листа. Лист собственным весом затягивает наклонно скользящий ролик и обеспечивает надежность захвата. Мы думаем, что такая конструкция найдет применение при транспортировке листов толщиной до 30 мм. Сейчас захват изготавливается в металле.

Для транспортировки листов практически любой толщины, с полным обеспечением безопасности работы, очень простое и удобное решение нашли изобретатели В. В. Кузнецов из Калининской области и В. С. Муханов из Коми АССР. Идея захвата следующая: два ковша, подвешенные на тросах, одеваются на нижние углы листа. При подъеме, когда тросы натягиваются, возникает усилие, прижимающее ковши к торцам листа».

Быть может, у читателя возник вопрос: а требовалось ли здесь вообще изобретение? В строительной технике уже давно известны и нашли широкое применение захваты для вертикального транспортирования крупных стеновых блоков и панелей, основанные на

тех же принципах, что и захваты, предложенные В. Кузнецовым, В. Мухановым и П. Пироговым. Почему бы сварщикам просто не поинтересоваться тем, как строители решают задачи по транспортировке крупногабаритных деталей?

Разумеется, так и следовало поступить. При легкой простуде не вызывают скорую помощь, а обращаются в аптеку за стандартными, проверенными, испытанными средствами.

...природа иногда указывает, как самые сложные задачи решаются с поразительной простотой.

М. Тихонравов. «Полет птиц».

МЫСЛИ ОБ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВЕ

Нужно не только экспериментировать; экспериментируя, нужно еще иметь очень определенную цель, знать то, что хочешь сделать, определить цель, которую хочешь достигнуть.

Клод Бернар.

Рождение идеи — явление яркое, нередко подобно вспышке света; но этой вспышке предшествует, как правило, длительное, многократное напряжение мысли, интереса и внимания, в результате чего создается то эмоциональное поле, на котором и возникает новая идея, догадка.

Академик В. П. Филатов.

Изобрести — это значит увеличить числитель в следующей дроби: $\frac{\text{произведенные товары}}{\text{затраченный труд}}$.

А. Эйнштейн.

«— Плохо! Извольте учиться у шмеля, у мухи! — воскликнул Думчев. — Шмель пролетает в минуту расстояние в десять тысяч длин своего тела. Посчитайте, сколько же своих длин покрывает в минуту ваш самолет?

Думчев выжидательно и хитровато смотрел на меня.

Я стал считать в уме: принял длину самолета в десять метров, и получилось, что самолет покрывает в минуту свою длину тысячу шестьсот — две тысячи раз. Феноменальное отставание от шмеля!..

А Думчев говорил:

— Комар, простой комар одним движением — только одним движением! — ударяет всей шириной поверхности крыла сверху вниз. Кажется, просто. А построил ли человек летательный аппарат с машущим крылом?

И опять я не знал, что ответить.

— А научились ли люди у насекомого, — говорил Думчев, — строить такие аппараты, чтобы они, как насекомые, отбрасывали крыльями токи воздуха в любом направлении и умели поднимать-

ся на них под любым углом и с любой скоростью? Ствечайте: додумались ли вы до таких самолетов?..»

Разговор этот происходил в Стране Дремучих Трав, где Сергей Сергеевич Думчев провел десятки лет. Попал он в эту страну необычным путем: ему пришлось уменьшить свой рост до размеров... муравья, ибо Страна Дремучих Трав — это страна насекомых. Разумеется, такое путешествие возможно лишь в фантастическом романе. Оно и произошло в фантастическом романе В. Брагина «В Стране Дремучих Трав».

Итак, Думчев десятки лет провел в этой стране. Он мечтал: «Слушайте, вы, обитатели Страны Дремучих Трав! Миллионы лет вы хранили, прятали от человека свои тайны. Я их разгадал. Я передал эти тайны человеку!» Но получилось иначе. Вернувшись в «большой мир», Думчев обнаружил, что люди далеко превзошли насекомых. Путешествие в Страну Дремучих Трав оказалось, по мнению автора романа, напрасным.

Неужели человеку нечего перенять у природы? Предоставим слово чешскому писателю Карелу Чапеку. Вот что пишет Чапек в статье «Об изобретениях»: «Самолет так же мало похож на птицу, как торпеда на форель. Если бы человеку в самом деле вздумалось соорудить металлическую птицу, ручаюсь, что она у него не полетела бы. Для того чтобы осуществить то, что делает природа, он всегда вынужден был

подходить к делу совершенно иначе. В этом состоит невероятность и парадоксальность изобретений.

Человеку удавалось догнать природу только в тех случаях, когда он приступал к делу иначе, чем она. Задавшись целью передвигаться по земле быстрее, он не стал пристраивать себе четыре ноги, как у оленя или лошади, а сделал колеса. Вереvoчник, свивая веревку, пятится, то есть движется способом, как раз обратным тому, которым движется паук, ткущий свою паутину. Если бы человек станка. Вся техническая фантазия человека состоит в том, чтоб взяться за дело не с того конца, с которого берется природа; я сказал бы, с прямо противоположного».

А вот что говорят ученые.

Академик Н. Семенов: «Я думаю, что дальнейшее развитие техники в значительной мере зависит от того, насколько люди сумеют перенести в нее принципы работы живых организмов».

Академик Б. Петров: «Для теории автоматических систем очень полезны исследования процессов управления и регуляции в живых организмах. Поэтому проблемы биологической кибернетики и изучения аналогий между процессами в живых организмах и автоматических системах вызывают большой интерес».

Кто же прав?

И писатели, и ученые. Да, да! Если внимательно сопоставить их высказывания, можно заметить, что, в сущности, они не противоречат друг другу. Писатели говорят о том, что техника раньше не использовала природные прообразы, а пыталась идти, так сказать, наперекор природе. Ученые же говорят о том, что в дальнейшем многое зависит от того, насколько удастся использовать приемы, «изобретенные» природой.

Действительно, в XVIII—XIX вв. изобретатели очень редко использовали природные прообразы. Известно лишь несколько таких случаев, в частности изобретение висячих мостов.

Английский инженер Сэмюэль Браун жил у реки Твид. Однажды, гласит предание, Брауну было поручено построить через реку Твид мост, который отличался бы прочностью и в то же время не

ПО «ПАТЕНТУ» ПРИРОДЫ

Двухфокусные очки

Существует любопытная рыба — «четырёхглазая». Она живет в мелкой воде и высматривает добычу на поверхности воды. В соответствии с этим горизонтальная перегородка делит в глазах у нее роговицу и хрусталик пополам. Верхняя часть глаза, служащая для зрения в воздухе, имеет линзообразный хрусталик и дальнорюк, а нижняя часть глаза, предназначенная для зрения в воде, обладает линзообразным хрусталиком и близорюк. Сетчатка у каждого глаза одна для обеих частей оптического аппарата. Глаза «четырёхглазой» рыбы похожи на очки дальнорюккого человека, каждое стекло которых составлено из двух половин различной кривизны: верхней для зрения вдаль и нижней для зрения вблизи.

Перископ

Другая интересная рыба — пернофтальмус — живет на побережьях Азии, Африки и Полинезии. Глаза у нее работают, как перископ: скрываясь под водой или в грязи, она выставляет их из воды и выслеживает добычу.

был бы слишком дорог. Иначе говоря, Брауну надо было преодолеть техническое противоречие. Как-то, прогуливаясь по своему саду, Браун заметил паутину, протянутую через дорожку. В ту же минуту ему пришла в голову мысль, что подобным образом можно построить и висячий мост на железных цепях.

Сейчас трудно судить, что в этом предании достоверно, а что приукрашено. Важно одно: природа иногда сама, без просьбы, подсказывает решение недогадливому изобретателю. Казалось бы, а почему сознательно не обратиться к помощи природы?

Одна из первых таких попыток связана с именем знаменитого физика Роберта Вуда.

Это было в годы первой мировой войны. Германские подводные лодки хозяйничали на морских дорогах. Британский флот получил на вооружение гидрофоны — приборы для обнаружения подводных лодок по шуму винтов. Сторожевые корабли, оснащенные гидрофонами, вышли в море и... обнаружилось техническое противоречие.

Первые, еще очень примитивные, гидрофоны походили на большую докторскую трубку. Приемное отверстие этой трубки было выведено за борт, в воду. Во время хода корабля движение воды у приемного отверстия гидрофона создавало шум, заглушающий звук винтов подводной лодки. Возникло типичное техническое противоречие: для преследования подводной лодки надо слышать, а чтобы слышать,

надо остановиться и прекратить преследование. Роберту Вуду было известно, что тюлени отлично слышат при движении. Вуд предложил гидрофон, у которого приемное отверстие имело форму ушной раковины тюленя. И гидрофоны стали «слышать» даже на полном ходу корабля.

В этом изобретении очень отчетливо проявилась характерная особенность использования природных прообразов. Вуд не знал,

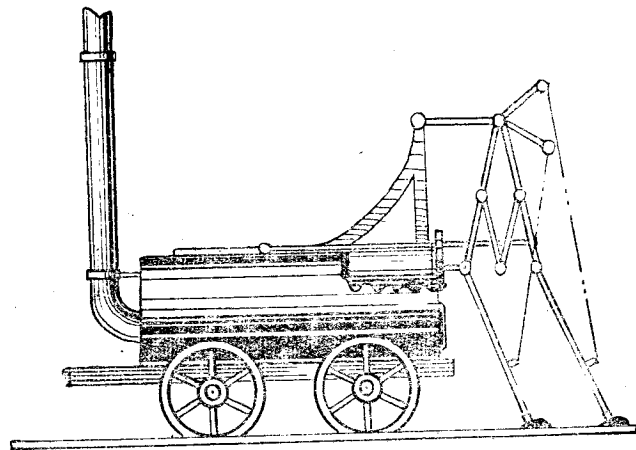


Рис. 12.

почему ушная раковина у тюленя имеет именно такую форму. На исследование и расчеты просто не оставалось времени. Изобретатель заимствовал у природы готовое решение. И лишь впоследствии удалось понять, на чем именно основан «патент» природы.

Природа — неисчерпаемая «патентная» библиотека. Но этой библиотекой надо уметь пользоваться. Далеко не всегда изобретатели правильно «переписывают» решения природы.

В 1813 году английский изобретатель Брунтон построил шагающий паровоз. Металлические «ноги» должны были, по мысли изоб-

ПО «ПАТЕНТУ» ПРИРОДЫ

Ветряк

При помощи сверхскоростной киносъемки удалось установить, что крыло бабочки совершает в полете не просто машущее движение, но еще и воднообразно изгибается так, что верхняя часть крыла описывает «восьмерку». Если приделать к ветряку подвижные лопасти в виде крылышек производящих восьмеркообразные движения, то ветряк станет работать при самом тихом ветре.

Параशют

Из авторского свидетельства № 41356: «Известно, что семена клена, будучи брошены, выравниваются и совершают архаическое движение. На этом свойстве кленового семени и основано устройство парашюта. Предлагаемый парашют выполнен в виде лопасти, снабженной ларчиком, предназначенным для размещения в нем груза».

ретателя, шагать по земле, толкая паровоз вперед (рис. 12). При первом же испытании выяснилось, что механизм стальных ног работает слишком медленно. Тогда Брунтон повысил давление в котле и... произошел взрыв. Впоследствии один из историков техники не без ехидства писал: «Если эту машину нельзя назвать движущимся паровозом, то можно сказать, что это был первый взорвавшийся паровоз».

Казалось бы, Брунтон точно скопировал решение природы. Почему же паровоз получился неудачным? Кто виноват — природа или изобретатель? Безусловно, изобретатель! Природа «изобрела» ноги для сравнительно медленного передвижения по неровной местности. В этих условиях ничего лучшего не придумаешь. Паровоз же должен передвигаться с большой скоростью по исключительно ровной дороге (рельсам). Это совсем иные условия!

Позже изобретатели вернулись к идее шагающего движителя. Шагающим устройством, например, снабжены гигантские экскаваторы. Здесь природный прообраз использован в сходных условиях: экскаватору приходится сравнительно медленно передвигаться по пересеченной местности.

Вплоть до самого последнего времени изобретатели не жаловали метод использования природных прообразов. Считалось очевидным, что когда-то, на заре развития техники, люди более или менее бессознательно использовали приемы природы; в дальнейшем это перестало иметь значение, ибо техника начала оперировать с исключительно высокими скоростями, давлениями, температурами и т. д., которые не встречаются в природе. Так думали многие. Трудно сказать, насколько это задержало развитие техники. Люди дорогой ценой платили за пренебрежительное отношение к одному из самых эффективных методов изобретательства.

Поучительна в этом отношении история борьбы с флаттером. В середине тридцатых годов конструкторы, создавшие скоростные самолеты, столкнулись с явлением, названным «флаттер». Как только скорость самолета переходила определенный предел, возникали резкие колебания. Вот как описывает флаттер летчик-испытатель Герой Советского Союза М. Галлай: «И вдруг — будто

огромные невидимые кувалды со страшной силой забарабанили по самолету. Все затряслось так, что приборы на доске передо мной стали невидимыми, как спицы вращающегося колеса. Я не мог видеть крыльев, но всем своим существом чувствовал, что они полощутся, как вымпелы на ветру. Меня самого швыряло по кабине из стороны в сторону — долго после этого не проходили на плечах набитые о борта синяки. Штурвал, будто превратившийся в какое-то совершенно самостоятельное, живое и притом обладающее предельно строптивым характером существо, вырвался у меня из рук и метался по кабине так, что попытки поймать его ни к чему, кроме увесистых ударов по кистям и пальцам, не приводили. Грохот хлопающих листов обшивки, выстрелы лопающихся заклепок, треск силовых элементов конструкции сливались во всепоглощающий шум...»

В конце концов флаттер был устранен утолщением передней кромки конца крыльев. Прошли годы. Однажды советский исследователь Ю. Залесский занялся изучением роли отдельных частей крыла у насекомых. Хирургическими ножницами он отрезал части крыльев, а затем предоставлял оперированным насекомым свободу и следил, что изменилось в полете. У стрекоз на всех четырех крыльях Ю. Залесский аккуратно удалял птеростигму (так называется хитинистое утолщение переднего края крыла). Выяснилось, что после удаления птеростигмы стрекоза менее равномерно взмахивала крыльями. Полет становился порхающим, колеблющимся. Иными словами, если удалить птеростигму, стрекозе угрожает... флаттер! Решения — и у природы, и в технике — были одинаковые: утолщение передней кромки конца крыльев. Но приоритет, безусловно, за природой. И если бы изобретатели использо-

ПО «ПАТЕНТУ» ПРИРОДЫ

Корабль-рыба

«Корпуса кораблей можно будет также покрывать искусственным веществом, которое будет уменьшать трение корпуса о воду (у рыб таким веществом является слизистая белковая оболочка, покрывающая их тело). Тогда корабли начнут бороздить моря с меньшими затратами энергии».

Изобретатель А. Пресняков.

вали «патент» природы, с флаттером удалось бы справиться много быстрее.

Дальнейшее развитие техники немыслимо без широкого и планомерного использования «патентов» природы. Эта мысль постепенно осознается изобретателями. В мае 1950 года журнал «Знание — сила» опубликовал статью «Летать как птицы, плавать как рыбы!» Автор статьи авиационный инженер Г. Балыков систематически изучает аэро- и гидродинамические особенности птиц, насекомых, рыб. «Многие достижения природных пловцов и летунов, — пишет Г. Балыков, — все еще остаются для человека далекой мечтой, несмотря на существование кораблей и самолетов. В самом деле, посмотрите, как уверенно садится на тоненькую ветку, а потом стремительно взлетает с нее обыкновенная синица. Никакой вертолет пока не способен на подобные эволюции — если даже соорудить стальную «ветку», которая его выдержит.

А подводные лодки — эти «искусственные рыбы», — разве умеют они мчаться со скоростью 100 километров в час, разве могут с места брать старт в любом направлении и за какую-нибудь секунду набирать полный ход! Живые рыбы многих пород великолепно умеют все делать.

Значит, есть смысл как следует присмотреться к «конструкции» летающих и плавающих живых существ с целью перенять у них удачные «инженерные решения» и, возможно, научиться летать и плавать гораздо лучше, чем мы умеем сегодня...»

К сожалению, изобретателю не так легко использовать «патентную библиотеку» природы. Технические знания пока мало связаны со знаниями биологическими. Чтобы не изобретать «шагающих» паровозов, изобретатель должен соблюдать определенные правила предосторожности. Вот они, эти правила:

1. Идею, заимствованную у природы, следует использовать в технике только там, где создаются аналогичные условия.

2. Патенты природы — результат длительной эволюции органического мира. Эта эволюция продолжается, и потому подсказанные природой решения — еще не идеал. Используя «патент» природы, изобретатель должен развить найденный принцип, мысленно

продолжить эволюцию и довести ее до логического завершения.

3. У современной техники более широкий выбор материалов, чем у природы: изобретатель может использовать не только органические, но и неорганические материалы. Иногда некоторая сложность «природных механизмов» вызвана невозможностью применить материал, вполне доступный для техники. Это надо учитывать.

* * *

Изобретения, как известно, делятся на восемьдесят девять классов, охватывающих все области техники и производства. В «патентной библиотеке» природы есть «изобретения», относящиеся ко всем восьмидесяти девяти классам. Природа может подсказать изобретателю решение в любой области: в электротехнике, в горном деле, в металлургии, в строительстве...

Мне хочется закончить эту главу описанием случая, свидетельствующего о том, что при всех обстоятельствах целесообразно использовать «патенты» природы.

НОВЕЛЛА О СКЕПТИКЕ И БАШНЕ БЕЗ БАШНИ

Это произошло на первом семинаре по методике изобретательства. Как-то в перерыве между занятиями ко мне подошел один из участников семинара, инженер-строитель.

— Вот вы говорите о природных прообразах, — сказал он. — Теоретически это, конечно, так, но практически — неприменимо.

— Почему? — поинтересовался я.

Инженер ответил:

— Видите ли, я проектирую водонапорные башни. А человек, который проектирует высотные сооружения, всегда скептик, притом пропорционально квадрату высоты проектируемого им сооружения. И это совсем неплохо: в нашем деле лучше проявить излишнюю осторожность, чем излишнюю смелость. Так вот, взгляните...

Он достал пачку «Казбека» и на обратной стороне коробки быстро набросал схему (рис. 13).

— Восемьдесят процентов затрат при строительстве водонапорной установки связано с этой башней, — продолжал он. — Громадина в двадцать-тридцать метров... Мы применяем сборный железобетон — и все-таки дорого. Есть ли у природы подходящий «патент?»

Я ответил, что у природы есть масса подходящих патентов. Надо уметь их только найти.

— Найти? — переспросил скептик. — Гм... как же искать, когда башня — это как раз по «патенту» природы. Бак, расположенный на башне, все равно, что озеро в горах. Вода в таком озере не просто аш-два-о, она еще и аккумулятор давления. Так и у нас. Вода в баке обладает запасом потенциальной энергии. Вместо горы — башня, вот и вся разница.

Я сказал, что природа «строит» горы отнюдь не для того, чтобы поддерживать горные озера. Если бы понадобилось запастись водой, обладающую потенциальной энергией, природа, вероятно, нашла бы более экономное решение.

— Какое? — быстро спросил скептик.

— Не знаю. Давайте искать, используя методику. Где в природе запасается вода, обладающая потенциальной энергией? Прежде всего над землей. Это ваши горные озера («И еще тучи, — ехидно вставил скептик. — Дождик...»). Затем — на земле: реки, моря... Нет, не годится. Наконец, под землей. Под землей... Вода там запасается под давлением. Что ж, вот вам «патент» природы: воду надо запастись отдельно, давление надо аккумулировать независимо от воды. И тогда вода может находиться где угодно — на земле, под землей...

— Бак оставить на земле, а к башне подвесить гири?..

— Природа не вешает гири, — возразил я. — Она использует давление сжатого воздуха.

— Старо! — махнул рукой скептик. — Такие вещи предлагались. Два резервуара; вода, подаваемая насосом, вытесняет воздух в другой, несколько сжимает его и... И потом приходится дополнительно увеличивать давление компрессором. Слишком громоздко. Природа...

— Природа поступает иначе! Она держит под землей немного

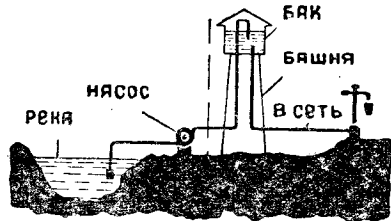


Рис. 13.

воздуха, но зато под сравнительно большим давлением. Вот представьте себе...

И на папиросной коробке, рядом с рисунком водонапорной башни, возникла схема безбашенной водонапорной установки

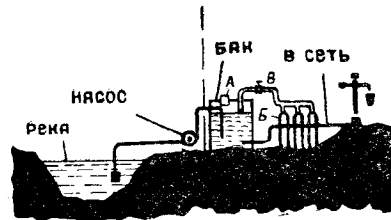


Рис. 14.

(рис. 14). Все, что слева от пунктирной линии — водоем и насос, — остается, как в существующих установках. Башня не нужна. Бак делаем герметичным. Ставим несколько баллонов со сжатым воздухом. При обычном режиме работы вода поддерживается в баке на одном уровне и воздух не расходуется. Если насос остановился (или расход воды резко возрос), уровень воды понижается, сжатый воздух поступает в бак. Время от времени баллоны заменяются в централизованном порядке новыми. Как газ в квартирах с газобаллонным отоплением.

...Через две недели мне снова довелось встретиться с этим инженером. Ему был передан на отзыв проект первой безбашенной водонапорной установки. Инженер скрупулезно проверил расчеты и написал заключение в двух словах: «Полностью одобряю».

ЗА ДЕРЕВЬЯМИ ВИДЕТЬ ЛЕС

...исследователь, который хочет, чтобы его вклад в науку не отождествлялся только на отдельном маленьком волоконец науки, а имел значение для всего ее неразрывного полотна, должен знать не только свойства этого волокна — своей специальности, но кое-что и о всем полотне. Суровое, но необходимое требование.

Академик А. Несмеянов

Изобретатель обычно нетерпелив: найдя решение задачи, он склонен считать свою миссию законченной. В результате новая техническая идея используется только частично, не в полную меру. Обнаружив в саду яблоню, можно сорвать одно яблоко и тут же забыть обо всех остальных и о самом дереве. Это не лучший способ, но именно так и поступают многие изобретатели.

За оперативной стадией творческого процесса должна следовать другая стадия — синтетическая.

Синтетическая стадия. Первый шаг. Внесение изменений в форму данного объекта (новой сущности машины должна соответствовать новая форма).

Второй шаг. Внесение изменений в другие объекты, связанные с данным.

Третий шаг. Внесение изменений в методы использования объекта.

Четвертый шаг. Проверка применимости найденного принципа изобретения к решению других технических задач.

Изменяя сущность того или иного объекта (машины или части ма-

шины, процесса или части процесса), изобретатель вместе с тем склонен сохранять старую форму. Маркс писал в «Капитале»: «До какой степени старая форма средства производства господствует в начале над его новой формой, показывает, между прочим, даже самое поверхностное сравнение современного парового ткацкого станка со старым, современных раздувальных приспособлений на чугуноплавильных заводах с первоначальноем беспомощным механическим воспроизведением обыкновенного кузнечного меха...»

Первое паровое судно, построенное в конце XVIII века американским изобретателем Фитчем, приводилось в движение... веслами (рис. 15, слева). Гребцы были заменены паровым двигателем, в стальном старая форма корабля не изменилась. Первый автомобиль в точности повторял форму обычной кареты (рис. 15, справа). Первые электродвигатели, созданные в середине прошлого века, в точности воспроизводили по форме паровую машину (рис. 16, сверху). Цилиндр в них был заменен пустотелой электромагнитной катушкой, а поршень — металлическим стержнем. Когда по обмотке машины пробегал электрический ток, стержень втягивался в катушку. При переключении тока стержень возвращался обратно. Возвратно-поступательное движение преобразовывалось во вращательное при помощи коромысла, подобного балансиру паровой машины. Лишь впоследствии были созданы электродвигатели с вращающимся ротором, и сразу отпала надобность в громоздком кривошипно-шатунном механизме.

Старая форма первоначально господствует и во многих современных машинах. Одна из первых углепогрузочных машин (рис. 16, внизу) имела две металлические «руки», напоминающие руки человека. Позднее рабочему органу придали иную, более целесообразную форму.

Первый шаг синтетической стадии и состоит в том, чтобы придать измененному объекту новую форму, соответствующую новой сущности. Это достигается конструкторскими приемами и не представляет особого труда. Однако, несмотря на красноречивые уроки истории, изобретатели обычно сохраняют устаревшую традиционную форму объекта. Тут сказывается чисто психологический мо-

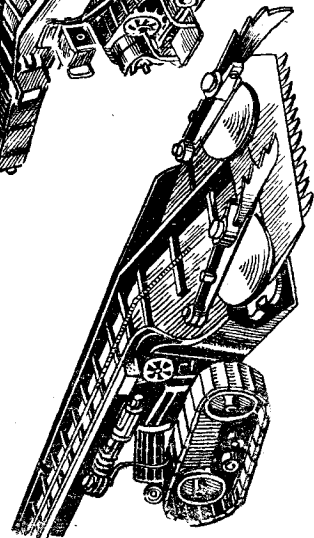
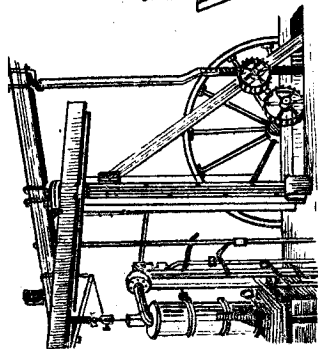
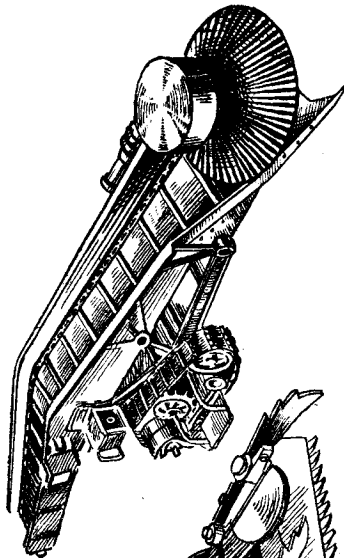
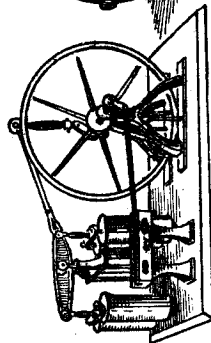
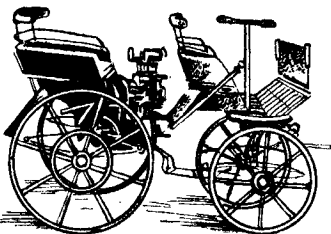
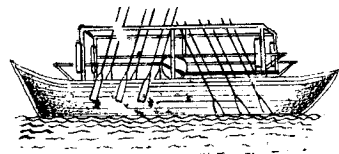
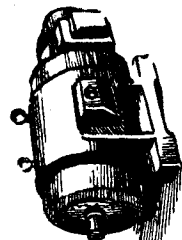
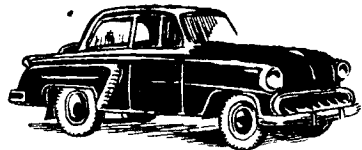
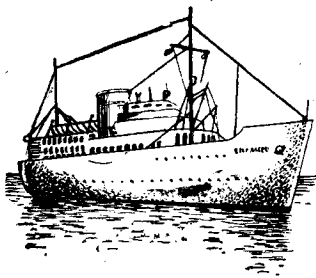


Рис. 15.

Рис. 16.

мент. Изобретатель воспринимает свою идею, как улучшение уже известной машины. При этом, естественно, новая машина мыслится в виде несколько исправленной или дополненной старой машины. Изобретателю трудно сразу понять, что выдвинутая им идея, в сущности, означает создание принципиально новой машины, которая во всем может и должна отличаться от своего прообраза.

«Отставание» формы отнюдь не является фатальной закономерностью. Всегда есть возможность непосредственно за изменением сущности машины изменить и ее форму. Можно привести такой пример. У двухмоторных винтовых самолетов двигатели располагаются на крыльях. Вызвано это тем, что авиационные винты имеют большой диаметр, и потому невозможно придвинуть двигатели вплотную к фюзеляжу. Крылья, на которых расположены двигатели, приходится делать более прочными и, следовательно, более тяжелыми. Кроме того, увеличивается общее сопротивление: при движении самолета воздух давит на три «лба» — фюзеляж и два двигателя (рис. 17, сверху).

Незадолго до окончания второй мировой войны германский авиаконструктор Мессершмитт построил истребитель «ME-262» с двумя реактивными двигателями. Мессершмитт не смог преодолеть влияния старой формы: винтов уже не было, но двигатели по-прежнему размещались на крыльях (рис. 17, в середине).

Созданный примерно в то же время советский турбореактивный истребитель «МИГ-9» при одной и той же мощности двигателей значительно обошел «ME-262» по скорости. Дело в том, что главный конструктор А. Микоян убрал оба двигателя в фюзеляж (рис. 17, снизу) и получил один «лоб» сопротивления вместо трех. «МИГ-9» обошел по скорости и английский «Метеор-1». Причина та же: английские конструкторы «по традиции» сохранили старую форму двухмоторного самолета.

Второй шаг синтетической стадии состоит в том, чтобы изменить те объекты, которые работают совместно с данным.

В свое время Дарвин установил закон соотношения роста: изменение отдельных частей органического существа всегда связано с

изменением других его частей. Точно так же обстоит дело и в технике. Была, например, система «лошадь + прицепной плуг». Между тем трактор способен быть не только источником тяговой силы; он обладает достаточной устойчивостью, чтобы противостоять силам

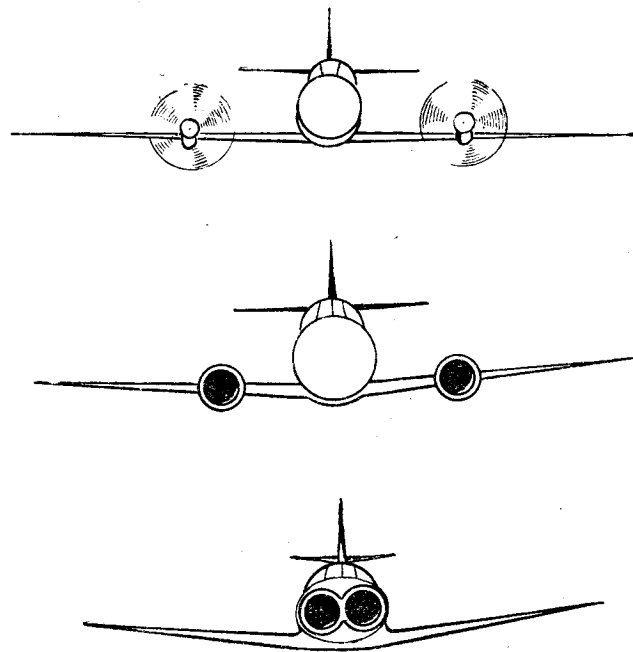


Рис. 17.

веса и нагрузкам, действующим со стороны плуга. Возникла мысль соответственно упростить плуг, убрать у него колеса. Появилась система «трактор + навесной плуг».

В изобретательской практике нередки случаи, когда появление задачи, в сущности, вызвано тем, что кто-то когда-то изменил одну

часть машины и забыл соответственно изменить другие части. Любопытный пример приводит в своей книге «Поиски конструктора» Д. Киселев. Длительное время Д. Киселев работал над усовершенствованием бурового долота. Однажды изобретатель взял в руки модель шарошки — зубчатого колеса, с помощью которого долото разрушает породу. И вот что произошло:

«Стараюсь очень осторожно перебрать все зубцы. Медленно перекатываю шарошку с руки на руку. Удар, провал... Гладко там, где зубцы идут плотно: при быстром движении след почти обший, волнистой линией, шарошка только щечочет руку. Зато там, где прогалина, большой интервал, рука больно ударяется о следующий зуб. Моя рука — «забой» — обкатывает шарошку! Скорость совсем маленькая, никакого давления... А если под большой нагрузкой и на огромных скоростях долото будет с силой вдавливаться в породу? Неужели здесь решение задачи? Но как же это раньше я не подумал об этом? И сам же совсем недавно делал для литья редкозубые шарошки... Ну да, конечно, то было для литья, оно меня занимало. Делал и не понимал, видел и не осмысливал.

Теперь с небывалой ясностью представляю себе долото опускающимся в глубину земли. Оно достигает забоя, вращается, движутся шарошки. Множество зубцов на каждой...

Я провожу ладонью по шарошке мгновенным движением и затем постепенно, медленно, по всей его поверхности. Как элементарно ясно даже на таком маленьком «опыте!» Конечно же, при прежнем, роторном низкооборотном бурении такое расположение зубцов было оправдано. Их породила тиходная — 100 оборотов в минуту! — роторная установка. Тогда нужна была частая сетка порожения: вдавливаясь в забой, зубец за зубцом крошила шарошка породу, каждый зубец успевал медленно врезаться, совершить полезную работу. Решающее значение имел длительный постоянный контакт долота с породой. Но теперь... Зачем теперь-то такое количество зубцов? Турбобур увеличивает скорость вращения долота в десятки раз, шарошка вращается с огромной быстротой. Что же успевают делать, вращаясь с такой скоростью, эти бесчисленные рядом посаженные зубцы? Только укатывают дорогу, как

колеса телеги (рис. 18). Мы просто лишаем зубцы возможности трудиться... Нельзя было, теперь мне это ясно, изменив принципиально станок, оставлять на вооружении старый инструмент».

Последняя фраза говорит о многом. Чтобы сделать изобретение, потребовалось представить себе весь агрегат в развитии и понять, что изменение одной части агрегата всегда вызывает изменения в других частях.

Следующий шаг синтетической стадии состоит в том, чтобы разработать для новой машины и новые методы использования, иначе говоря, по-новому организовать труд на новой машине. Об



Рис. 18.

этом часто забывают даже самые опытные изобретатели. Можно привести такой пример. При возведении кирпичных зданий доставленный на стройку кирпич складывался на стройплощадке, а затем, по мере надобности, подавался к рабочему месту каменщиков. Когда перешли к монтажу домов из панелей, то сначала поступали точно так же: панели сгружали с автомашин на стройплощадку, а затем подавали на здание. И только впоследствии применили метод «монтажа с колес», когда панель прямо из кузова автомобиля подается краном на строящееся здание.

И, наконец, последний этап творческого процесса — проверка применимости найденного принципа к решению других задач. Наверное, читатель помнит историю французского садовника Монье, придумавшего первые железобетонные садовые кадки. Монье не догадался применить найденный принцип (совместная работа же-

леза и бетона) к другим задачам. Железобетон как строительный материал был предложен не им. Садовник Монье за деревом не увидел леса.

* * *

Сейчас, когда мы ознакомились с основными этапами творческого процесса, читателю, вероятно, хотелось бы проследить общий ход решения изобретательских задач с применением методики.

Начнем с задачи, решение которой послужило в свое время первой практической проверкой методики изобретательства.

В 1949 году Министерство угольной промышленности объявило всесоюзный открытый конкурс на создание холодильного костюма для горноспасателей, занимающихся спасением людей, оставшихся в шахтах при подземных пожарах. Задача была исключительно трудной, на первый взгляд вообще неразрешимой.

Подземные пожары сопровождаются выделением ядовитого газа — окиси углерода, поэтому горноспасатели работали в специальных кислородных аппаратах. Температура воздуха при пожарах поднимается до 100°C и выше, для защиты от нее и нужно было создать холодильный аппарат. Главная трудность состояла в том, что этот аппарат должен был мало весить. На горноспасателя нельзя «нагрузить» больше 28 кг, иначе он не сможет работать. Из этих 28 кг на долю кислородного аппарата приходилось 12 кг, на долю инструментов — 7 кг. Оставалось всего 9 кг. Если бы даже весь аппарат состоял из холодильного вещества (а ведь и сама конструкция должна что-то весить!), то и в этом случае запас холодильной мощности был бы недостаточен для двухчасовой работы (этот срок указывался в условиях конкурса). Лед, сухой лед, фреон, сжиженные газы... Ни одно холодильное вещество не укладывалось в жесткие весовые рамки.

Пусть читатель проследит за ходом решения; это даст представление о применении методики на всех этапах творческого процесса.

Ход решения

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи
---------------------	------------------------------------

Аналитическая стадия

Первый шаг

Поставить задачу в общем виде.

Создать холодильный аппарат.

Второй шаг

Представить себе идеальный конечный результат.

Максимально высокая холодильная мощность.

Третий шаг

Что это у меня?

Большой вес запасаемого холодильного вещества.

Четвертый шаг

Почему?

Потому что вес аппарата ограничен. Из 28 кг допустимой на человека нагрузки на долю аппарата приходится только 9 кг.

Пятый шаг

При каких условиях не будет мешать?

Если на долю холодильного аппарата придется не 9 кг, а больше — 15 или 20 кг.

Итого:

Надо снизить вес кислородного аппарата и инструментов.

Оперативная стадия

Первый шаг

Проверить изменения в самом объекте, в частности возможность его разделения.

«Самим объектом» теперь являются кислородный аппарат и инструменты, вес которых нам надо уменьшить. Путь этот чрезвычайно затруднителен, ибо инструменты и кислородный аппарат и так совершенствовались годами.

ми. Конструкторы боролись буквально за каждый грамм... Нет, здесь мы многого не добьемся...

Второй шаг

Внешняя среда — шахтный воздух. Конечно, если бы этот воздух был чист, можно было бы отказаться от кислородного аппарата (ах, как хочется выиграть 12 кг...). Но шахтный воздух во время пожара не очистишь. Увы, это невозможно.

Третий шаг

Соседним объектом для кислородного аппарата и инструментов является третья нагрузка на горноспасателя — искомый холодильный аппарат. Заставить этот аппарат работать одновременно вместо инструментов? Бред! Ледом топор не заменишь... Заставить холодильный аппарат работать вместо кислородного прибора? Заставить его одновременно давать кислород? Для этого нужно взять в качестве холодильного вещества не лед, не сухой лед, а жидкий кислород. Черт побери, кажется, это возможно. Правда, жидкий кислород менее мощное холодильное вещество, чем, например, жидкий аммиак, но зато мы его можем взять много, чуть ли не 15 кг!

Итого: Намечается идея: вместо двух аппаратов — кислородного и холодильного — иметь один. В этом аппарате будет использоваться жидкий кислород. Испарение и нагревание кислорода обеспечат холодильное действие; нагретый до нормальной температуры кислород пойдет на дыхание. Весить такой прибор может $12 + 9 = 21$ кг.

Синтетическая стадия

Первый шаг

Новой сущностью нашего аппарата является работа на сжиженном кислороде. Кислоро-

да чертовски много. А раньше в кислородном аппарате его было мало и приходилось для экономии применять круговой цикл — выдыхаемый кислород шел на очистку в патрон с известью и снова на дыхание. Теперь можно отказаться от сложного и громоздкого кругового цикла. Комплексный аппарат окажется проще и дешевле, чем каждый из соединяемых аппаратов!

Второй шаг

Единственный «другой объект» — инструменты. Дать и им дополнительную нагрузку? Вряд ли это возможно.

Третий шаг

Подумаем, чем будет отличаться наш аппарат в использовании. Кислород быстро испаряется... Ага, вес аппарата будет быстро уменьшаться: из 21 кг на кислород приходится 15 кг. К концу работы аппарат весит всего 6 кг. А утомляемость зависит от среднего веса. Значит, можно сначала основательно перегрузить аппарат, брать побольше кислорода.

Четвертый шаг

Где еще можно применить совмещение двух совместно работающих аппаратов? Помнится, аналогичной задача была в сварочной технике, где применяют переносные бензобачки и кислородные аппараты. А если?..

Изменения в других объектах.

Изменения в методе использования.

Применимость найденного принципа к решению других задач.

Общий итог:

Комплексный холодильный аппарат на жидком кислороде. Некруговая схема дыхания. Начальная перегрузка для увеличения мощности.

Были разработаны (мною совместно с инженером Р. Шапиро) два варианта конструкции комплексного холодно-дыхательного аппарата. Оба проекта получили на конкурсе высшие премии — первую и вторую. Основной принцип — объединение холодильного и дыхательного аппаратов — лег в основу современных газотепло-

Проверить изменения в среде.

Проверить изменения в соседних объектах.

Придание новой формы.

защитных костюмов, впервые в мире созданных в Советском Союзе.

Интересно отметить, что другие проекты, поданные на конкурс, предусматривали отдельные аппараты для дыхания; изобретатели находились в плену старой схемы. Комитет по делам изобретений выдал авторское свидетельство на комплексный газотеплозащитный костюм. Второе авторское свидетельство было выдано на комбинированный сварочный аппарат, созданный с использованием того же принципа.

Другая задача, решение которой интересно проследить, связана с изготовлением предварительно напряженного железобетона.

Бетон, как известно, плохо работает на растяжение. Впрочем, «плохо» — это не то слово. Чрезвычайно, исключительно плохо — в 15 раз хуже, чем на сжатие. В железобетоне этот недостаток устраняется введением стальной арматуры. Однако и в этом случае еще задолго до разрушения арматуры в бетоне появляются трещины. Поэтому за последние десятилетия начали широко применять предварительно напряженный железобетон.

Идея предварительно напряженных конструкций может быть выражена в четырех словах: «уничтожение растягивающих напряжений в бетоне». При бетонировании укладывают предварительно растянутую арматуру. Специальные захваты держат арматуру в растянутом состоянии. Когда захваты отпускают, арматура укорачивается и сжимает бетон.

Если такое изделие подвергнуть растяжению, то растягивающим усилиям придется сначала нейтрализовать предварительное сжатие. И только после этого бетон начнет испытывать растяжение.

Предварительно напряженные железобетонные конструкции легки, экономичны, долговечны. Но, чтобы создать предварительное напряжение, арматуру надо растянуть. Для этого используют гидравлические домкраты. К сожалению, домкраты эти отнюдь не похожи на те простые и портативные механизмы, которыми пользуются шоферы. Гидравлический домкрат — сложное и громоздкое сооружение. Рабочее давление в гидродомкратах достигает 300, а в отдельных случаях и 500 атмосфер.

Изобретатели не раз предлагали различные механические натяжные устройства. Однако такие устройства обладают очень невысокой производительностью.

В последние годы начали применять новый способ натяжения — электротермический. Идея его проста. Арматуру нагревают до 300°. От нагревания металл расширяется. В таком состоянии арматуру укладывают в форму и закрепляют захватами. После бетонирования захваты открывают, и арматура, охлаждаясь, укорачивается, напрягая бетон.

Остроумно? Да, остроумно, однако с первых же дней применения нового способа обнаружилось некое «но». Чтобы натянуть арматуру из низкопрочной стали, достаточно температуры в 300°. Но в предварительно напряженных конструкциях выгодно применять арматуру из высокопрочной проволоки. Для натяжения эту проволоку потребовалось бы нагреть до 600°, а при такой температуре изменяется микроструктура стали и механические качества проволоки катастрофически падают.

Задача, на первый взгляд, неразрешимая: один и тот же стержень нужно нагреть до 600° и в то же время нельзя нагревать до этой температуры...

Ход решения

Логические операции	Ход размышлений при решении задачи
---------------------	------------------------------------

Аналитическая стадия

Первый шаг

Поставить задачу в общем виде.

Предложить способ электротермического натяжения высокопрочной проволоки.

Второй шаг

Представить себе идеальный конечный результат.

Обеспечивается требуемое натяжение — и проволока не теряет своих механических качеств.

Что этому мешает?

Третий шаг
Проволоку нельзя нагревать свыше 300°. А нужно 600°.

Почему мешает?

Четвертый шаг
Высокопрочная холоднотянутая проволока меняет структуру при высоких температурах.

При каких условиях этого не произойдет?

Пятый шаг
Если проволоку не нагревать. Или если она «научится» переносить высокую температуру.

Оперативная стадия

Изменения в самом объекте.

Первый шаг
Изменения в проволоке? Теоретически можно использовать жаропрочную сталь. Но практически это исключено: слишком высока будет хрупкость железобетона.

Разделение объекта.

Второй шаг
Разделение? Что ж, это типовой прием для решения таких задач. Ведь с аналогичным противоречием столкнулся еще Уатт: стенки цилиндра надо было держать одновременно нагретыми и охлажденными. Уатт разделил цилиндр на два отдельных сосуда. Так надо поступить и здесь.

Пусть проволока остается холодной. А какая-то другая проволока, выполненная из жаропрочного металла, будет использоваться для натяжения. Эта тяговая проволока не расходуется, и потому не страшно, что она из дорогого металла.

Итак, идея: тяговая проволока нагревается, сцепляется с арматурой, затем начинает остывать; при остывании тяговая проволока укорачивается и натягивает арматуру. Получается... электротермический домкрат.

Синтетическая стадия

Первый шаг

Придание новой формы.

Большое число тяговых проволок можно заменить одним тяговым стержнем, который сразу натянет всю арматуру изделия.

Второй шаг

Изменения в других частях.

«Другая часть» — относительно натягиваемой арматуры — это все тот же тяговый стержень. Раньше нагревалась арматура, теперь нагревается один и тот же тяговый стержень. Целесообразно поместить его в кожух. При нагревании это сократит теплопотери. Кроме того, можно будет организовать принудительную вентиляцию для ускорения охлаждения.

Третий шаг

Изменения в методе использования.

Раньше приходилось перемещать нагретую арматуру (со специального стола, где проводилось нагревание, на форму, в которую затем подавался бетон). Теперь тяговый стержень постоянно находится на одном месте. Значит, весь процесс упрощается и может быть автоматизирован.

Четвертый шаг

Применимость найденного принципа к решению других задач.

Сам по себе принцип разделения системы широко известен. Интересно другое: удалось обеспечить натяжение непосредственно электрическим током, не нагревая арматуру. Но почему бы не проверить тогда другую возможность — электромагнитное натяжение арматуры?..

Гешающее достоинство электротермического домкрата — простота. Все оборудование для натяжения арматуры панелей перекрытия состоит из двух пятиметровых тяговых стержней и двух сварочных трансформаторов (рис. 19).

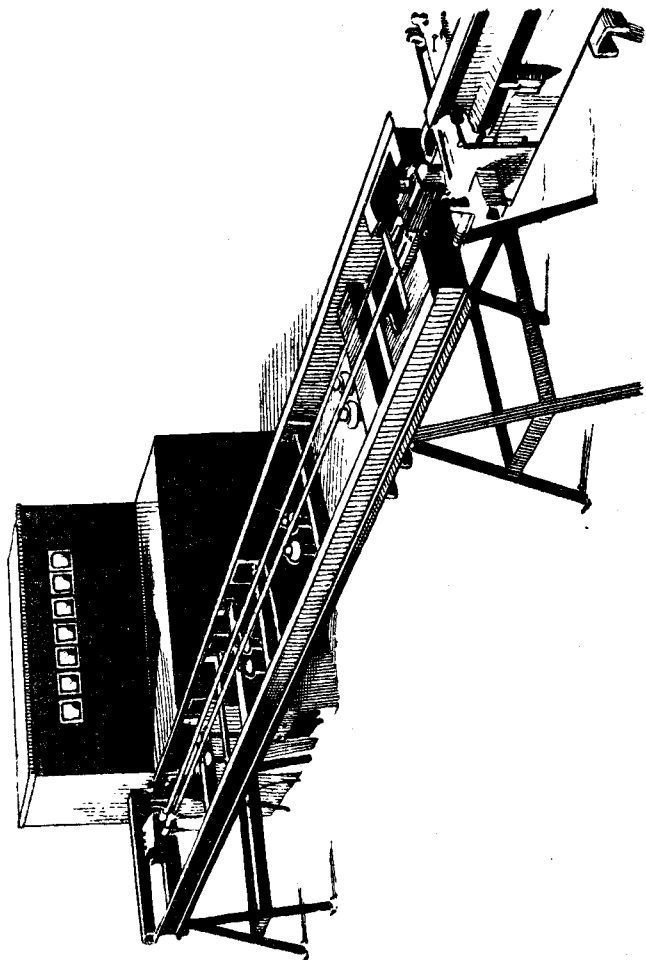


Рис. 19.

Когда изобретение сделано, остается, казалось бы, немного — решить вопрос о возможности его осуществления.

Первым экспертом нового изобретения обычно бывает сам изобретатель. Почему-то принято думать, что все изобретатели склонны переоценивать возможности и значение своих изобретений. Это далеко не так. На самом деле изобретателей скорее можно упрекнуть в обратном. История науки и техники дает немало тому доказательств. Например, Ньютон, основоположник научной оптики, утверждал, что никогда не удастся устранить хроматическую aberrацию. Сейчас объективы даже дешевых фотоаппаратов не имеют хроматической aberrации. Генрих Герц, впервые создавший установку для получения и регистрации электромагнитных волн, категорически отрицал возможность осуществления беспроводной связи. Но несколько лет спустя Попов изобрел радио. Эдисон утверждал, что усовершенствованный им телефон никогда не будет использован для связи через Атлантический океан, и очень скоро смог лично убедиться в ошибочности своего прогноза...

Многие великие изобретения и открытия в свое время подверглись резкой критике и осмеянию. Более того, сомнение вызывало даже то, что сейчас стало символом очевидной и общеизвестной истины. Так, географ XVI века Франческо да Колло, прочитав сообщение, что Волга впадает в Каспийское море, написал гневное опровержение: «Волга не может впадать в Каспийское море, так как в этом случае она была бы пересечена Доном и неизбежно слилась бы с ним. Каспийское море не имеет ни впадающих в него, ни вытекающих из него рек».

Можно привести еще один любопытный пример. В 1934 году английское правительство направило письмо основателю Английского межпланетного общества. В этом письме говорилось: «...Научные исследования возможностей реактивных двигателей не дают указания, что они могут быть серьезными конкурентами винтомоторной силовой установке».

Изобретение—это прежде всего новая техническая идея. А всякая новая идея потому и нова, что она отрицает какие-то старые идеи. Заложённая в изобретение идея должна быть прогрессивнее, эффективнее уже известных технических идей. На практике изобретатель (и эксперт!) часто забывает, что надо сопоставлять именно идеи, принципы, и сравнивает новую машину со старыми. В процессе длительного развития эти старые машины достигли высокого конструктивного совершенства; первый же образец новой машины обычно ещё грубоват, неказист. Тут нельзя не вспомнить слова Владимира Ильича Ленина: «...говорят, что первая паровая машина, которая была изобретена, была тоже плоха, и даже неизвестно, работала ли она. Но не в этом дело, а в том, что изобретение было сделано. Пускай первая паровая машина по своей форме была непригодна, но зато теперь мы имеем паровоз» (Соч., изд. 4, т. 3, стр. 270).

Если сопоставлять машины, а не принципы, то вывод может быть и не в пользу нового изобретения. Но такое сравнение неправомерно: это все равно, что вывести на ринг ребенка и взрослого спортсмена.

Необходимость при оценке изобретения вносить «поправку на время» не означает, однако, что нужно делать некую скидку каждой новой идее. Внося «поправку на время», изобретатель условно представляет себе свое изобретение через какой-то промежуток времени, скажем, через два-три года. За это время конструкция новой машины отшлифуется и достигнет определенного совершенства. Но одновременно изменится и вся остальная техника. Поэтому изобретение в новых условиях может оказаться малоэффективным или вообще ненужным.

Изобретатель, найдя решение задачи, невольно видит свое изобретение осуществленным в данный момент. Фактически же для реализации изобретения нужно детально разработать проект, испытать экспериментальные образцы, наладить выпуск новой машины. Все это требует времени.

Мне довелось как-то познакомиться с проектом новой машины, автоматизирующей кладку кирпичных стен. Это была оригинальная

машина—изобретатель выдвинул новые и остроумные принципы. Машина представляла собой порталный кран высотой с восьмиэтажный дом, но управлялась одним человеком. Я спросил изобретателя, когда, по его мнению, можно будет пустить в дело первый десяток таких машин. Изобретатель посмотрел на чертежи, помолчал, а потом ответил, что понадобится года два. «А нужна ли будет такая машина? Не сейчас, а через три года? Или через пять лет?»—спросил я. Изобретатель ничего не ответил. Он смотрел куда-то в окно, и я понимал, что он вносит поправку на время: учитывает тенденции развития строительной техники, прикидывает, когда кирпич будет окончательно вытеснен железобетоном, легкими металлами, пластмассой...

Ответа я так и не дождался. Изобретатель не спеша сложил чертежи и неопределенно произнес: «Н-да...»

ЧТОБЫ УКРЕПИТЬ ЗНАМЯ...

Научное открытие напоминает теперь бомбардировку крепости с различных сторон; осторожное карабканье по оставшимся обломкам и борьбу за то, чтобы укрепить знамя по прибытии наверх.

Вант-Гофф

Методика изобретательства — и это очень важно помнить — не сводится к рациональной системе решения изобретательских задач. Главное в методике то, что она приучает изобретателя рассматривать технические объекты в их развитии и понимать диалектику этого развития.

Рациональная система с ее стадиями и этапами дает лишь общую схему творческого процесса. Используя эту систему, надо иметь в виду дополнительные правила.

ПЕРВОЕ ПРАВИЛО. Трудно судить по мгновенному фотоснимку о каком-нибудь процессе, например о прыжке. Другое дело, когда таких снимков несколько и они составляют последовательную серию. Так бывает и в изобретательстве. Обычно условие задачи содержит «мгновенный снимок» и ничего не говорит о тенденциях в развитии технического объекта. Опытный изобретатель никогда не приступит к решению задачи, прежде чем не представит себе ясно, в каком направлении идет развитие.

Посмотрите на рис. 20. Три «мгновенных снимка» позволяют яс-

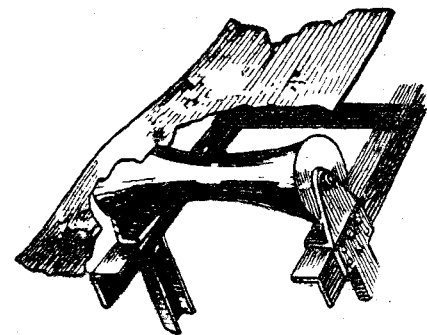
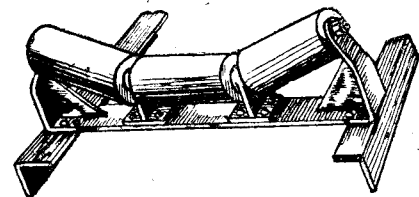
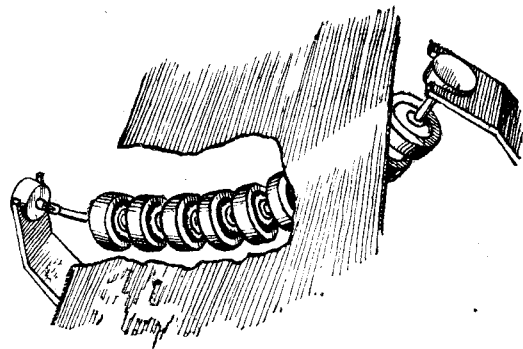


Рис. 20.

но представить себе тенденцию в развитии ленточных транспортеров.

На следующем рисунке отражена эволюция радиально-сверлильных станков: расстояние между двигателем и рабочим органом

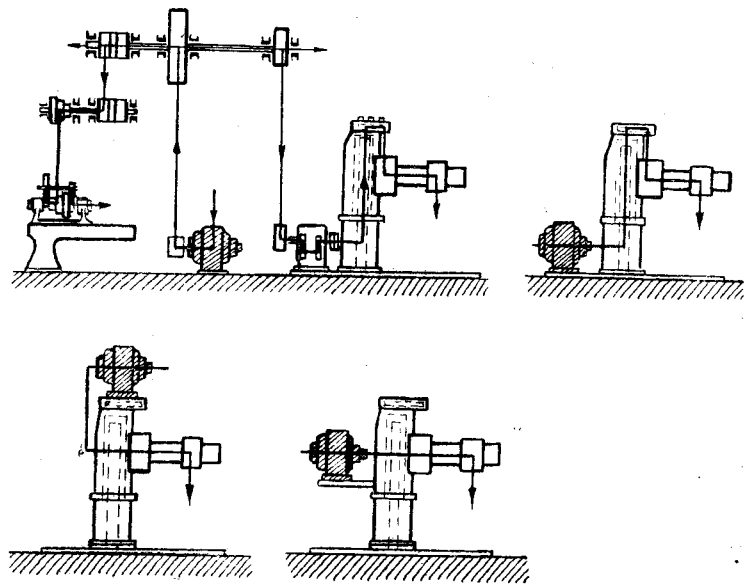


Рис. 21.

становилось все меньше и меньше, соответственно упрощалась и трансмиссия (рис. 21).

Изучая тенденции развития того или иного технического объекта, надо, однако, помнить, что история техники дает яркие примеры повторения на новой технической базе старых принципов. На рис. 22, справа, изображен пароходный винт инженера Ресселя, построенного в 1829 году винтовой пароход «Циветта». Прошло

сто тридцать лет, и английский инженер Тулин изобрел гребной винт, показанный на рис. 22, слева. Этот винт образован не отдельными лопастями, а похож на отрезок шнека, применяющегося для перемещения жидких, полужидких и сыпучих материалов. Винты Ресселя и Тулина похожи друг на друга, как две капли воды.

Чем же вызван возврат к старой форме?

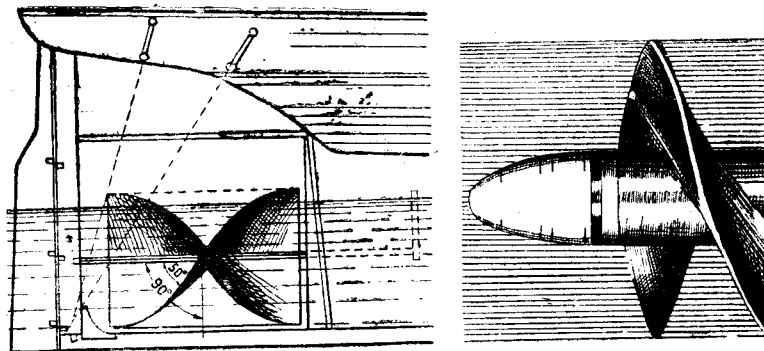


Рис. 22.

Еще до Тулина советский изобретатель А. Пресняков разработал проект винтохода. Достаточно взглянуть на рис. 23, чтобы понять, в чем преимущества «шнекового» винта. Сто тридцать лет назад не было достаточно мощных двигателей, и «шнековый» винт оказался много хуже лопастного. Однако на больших скоростях, ставших доступными благодаря современным мощным двигателям, положение меняется. «Шнековые» винты поднимут быстроходное судно над водой и сделают это лучше, чем подводные крылья.

Развитие в технике идет так, что изобретателям часто приходится возвращаться к старым идеям и использовать их на новом техническом уровне. Здесь полностью применимы ленинские слова о

том, что познание человека — не прямая линия, а кривая, бесконечно приближающаяся к спирали.

Над каждой серьезной задачей думают одновременно многие изобретатели в разных странах. Поэтому, приступая к решению, следует прежде всего задать себе вопрос: «А почему эту задачу не решил никто до меня?» Ответить на этот вопрос можно, только проследив, как изменялся данный технический объект.

Понять логику развития машины — значит сделать первый шаг на пути к изобретению.

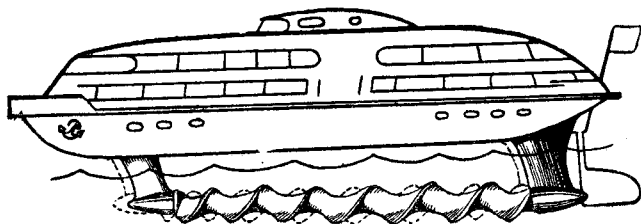


Рис. 23.

ВТОРОЕ ПРАВИЛО. Это правило можно сформулировать в двух словах: «Пусть случится!»

Пожалуй, нагляднее всего принцип «Пусть случится!» изложен в южноамериканском народном предании об обезьяне, которая придумала ананас. Я перескажу это предание, дополнив его некоторыми техническими подробностями.

НОВЕЛЛА ОБ ОБЕЗЬЯНЕ И АНАНАСЕ

Однажды некая обезьяна по имени Ан побывала в далекой северной стране и привезла оттуда чертежи ёлки. Эти чертежи были изучены со всем вниманием, и обезьяны задумали создать нечто подобное и для своего леса. Ведь всем известно, что обезьяны любят подражать.

Однако обезьяна Ан, которой было поручено создание местно-

го образца ёлки, обладала богатым творческим воображением. «Размеры не те, — решила обезьяна. — Шишка должна быть раз в десять больше. И, разумеется, вкуснее». Эта идея так понравилась другим обезьянам, что в честь изобретателя проектируемый плод назвали ананасом.

Оставалось построить экспериментальную ёлку нового типа. Обезьяна Ан поступила очень просто. На чертежах обычной ёлки она переправила одну цифру — и масштаб изменился в десять раз.

С этим проектом обезьяна Ан отправилась в соответствующее учреждение. Там немедленно собрали высокоученых экспертов.

— Не пойдет, — сказал первый эксперт, — эта ёлка будет в пять раз выше других деревьев нашего леса. Она не выдержит урагана.

— Конечно, не пойдет, — решительно произнес второй эксперт. — При такой высоте дерева для питания его ветвей придется ставить специальную насосную установку...

— Не пойдет! — воскликнул третий эксперт. — Типичное техническое противоречие: выигрывая в массе плода, вы проигрываете в утяжелении несущей конструкции. К тому же подумайте, что случится, если большой ананас упадет на землю...

— Что случится? — переспросил изобретатель. — Конечно, если такая штука ударит...

И тут его осенило. Он воскликнул:

— Пусть случится! Пусть упадет заранее! Надо изменить проект — дерево вообще не нужно. Ананасы должны расти на земле. Я уже представляю себе эту конструкцию: ананасы, окруженные большими пучками листьев. И падать им некуда... А какая экономия лесоматериалов!

Проект был принят единогласно.

* * *

«Пусть случится» — это простое правило помогает решать многие задачи. вспомните хотя бы задачу о транспортировке толстолистовой стали. Трудность состояла в том, чтобы достаточно простыми средствами предотвратить падение транспортируемого листа. Применим принцип «пусть случится». Допустим, лист уже упал. И что же? Разве нельзя транспортировать его именно в этом положении?

Когда-то листы стали были небольшими и их легко переносили над землей. Теперь, по условиям задачи, вес листов достигает

30 тонн. Можно предложить более или менее простые и в то же время надежные захваты. Но тенденция развития здесь очевидна: в дальнейшем листы стали будут иметь вес и в 50 тонн, и в 70 тонн. Что же, и эти листы переносить над землей?

Достаточно так поставить вопрос, чтобы стала очевидной необходимость и целесообразность применения принципа «пусть случится». Транспортировать тяжелую стальную заготовку легче по земле. Можно заведомо сказать, что путь для такой транспортировки должен найтись. Ведь по правилам техники безопасности запрещается транспортировать тяжелые грузы над головами людей. Значит, при всех обстоятельствах листы транспортируются по свободному пути. Так пусть случится! Зачем их поднимать, а потом опускать? Пусть все время движутся по земле — и они никогда не упадут.

ТРЕТЬЕ ПРАВИЛО. На первый взгляд это правило кажется парадоксальным. Сформулировать его можно так: чем больше нарастают трудности при попытках решить задачу, тем ближе верное решение. Или короче: недостатки — это потенциальные достоинства.

В сущности, ничего парадоксального здесь нет. Трудности при решении задачи связаны с тем, что изобретатель блуждает, не зная верного направления. В этих условиях очень важно знать хотя бы неверное направление: тогда останется повернуть на 180°. Представьте себе человека, который с завязанными глазами бродит в огромном зале. Если он натолкнется на стену, это уже поможет ориентироваться. Зная, куда нельзя идти, легче решить вопрос о том, куда идти можно.

В конце прошлого века шведский изобретатель Лаваль, работая над усовершенствованием паровой турбины, столкнулся с почти непреодолимым затруднением. Ротор турбины делал тридцать тысяч оборотов в минуту. При такой скорости вращения необходимо очень точно уравновесить ротор, а этого Лавалю как раз и не удавалось добиться. Изобретатель увеличивал диаметр вала, делал вал все более жестким, но каждый раз при опытах машина начинала дрожать и вал деформировался.

В конце концов поняв, что увеличивать жесткость вала далее невозможно, Лаваль решил проверить прямо противоположный путь. Массивный деревянный диск был насажен на... камышовый стебель. И вдруг оказалось, что податливый, гибкий вал при вращении уравнивается сам собой! Лаваль отметил в записной книжке: «Опыт с камышом удался...»

Бывает так, что задача на данном этапе развития науки и техники не решается ни одним из возможных способов. Если задача «не поддается», надо задать себе вопрос: «А нельзя ли использовать в других задачах тот эффект, который в данной задаче играет отрицательную роль?»

Член-корреспондент Академии наук СССР В. П. Вологдин в статье «Путь ученого» («Ленинградский альманах», 1953, № 5) пишет, что еще в двадцатых годах он задался целью применить токи высокой частоты для нагрева металла. опыты показали, что металл нагревается лишь с поверхности. Ток высокой частоты никак не удавалось «загнать» в глубь заготовки, и опыты прекратили.

Впоследствии Вологдин не раз сожалел, что не использовал этот «отрицательный эффект»: промышленность могла бы получить метод высокочастотной закалки стальных деталей на много лет раньше.

По-иному сложилась судьба другого выдающегося изобретения — электроискровой обработки металла.

Двое исследователей, Б. Р. Лазаренко и И. Н. Лазаренко, работали над проблемой борьбы с

МЫСЛИ ОБ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВЕ

Когда я желал что-нибудь изобрести, я начинал с изучения всего, что было сделано по данному вопросу за прошлое время.

Эдисон.

Открытия заключаются в сближении идей, которые соединены по своей природе, но доселе были изолированы одна от другой.

Лаплас.

Наиболее плодотворны из выбираемых комбинаций — те, которые образованы из элементов, взятых из очень отдаленных областей.

Анри Пуанкаре.

Творчеству можно учиться ничуть не хуже, чем всему другому.

Дж. Бернал.

электрокоррозией металлов. Электрический ток разъедал металл в месте соприкосновения двух деталей, и с этим ничего не удавалось сделать. Были испробованы твердые и сверхтвердые сплавы — и безрезультатно. Исследователи пытались помещать контакты в различные жидкости, но разрушение шло еще интенсивнее. Ничто не могло предотвратить измельчение металла в порошок!

Однажды изобретатели поняли, что этот «отрицательный эффект» можно где-то применить с пользой. Так возникла идея первого изобретения: получать с помощью электрокоррозии тончайшие металлические порошки.

«Вредное» явление стало полезным, и вся работа пошла теперь в другом направлении. 3 апреля 1943 года изобретатели получили авторское свидетельство на электроискровой способ обработки металла.

ЧЕТВЕРТОЕ ПРАВИЛО. Иногда «отрицательный эффект» очень трудно, почти невозможно устранить. В таких случаях полезно действовать по принципу «минус на минус дает плюс»: не стремиться к устранению «отрицательного эффекта», а просто компенсировать его другим эффектом, тоже «отрицательным», но противоположным по действию.

Можно привести такой пример. Диафрагму на фотоаппаратах устанавливали либо перед объективом, либо позади объектива. В первом случае изображение несколько раздувалось, во втором — сжималось. Это явление, названное дисторсией, довольно долго не могли устранить. А выход, найденный впоследствии, оказался простым: надо было поставить две диафрагмы — перед объективом и позади него. Пучок лучей сначала несколько расширялся, а затем ровно настолько же сжимался. Одно искажение компенсировалось другим, и снимок получался без малейших погрешностей.

Этот же принцип использован и в широкоэкранный киносъемке. Идея широкого экрана выдвигалась давно, еще в двадцатых годах. Однако для широкого экрана требовалась и широкая пленка, а это означало, что придется менять всю съемочную и проекционную аппаратуру. Изобретение, открывшее путь широкому экрану, было

основано на эффекте компенсации. Съемка велась обычным аппаратом на обычной пленке, но через насадку, оптически сжимающую широкое изображение. Проецировали фильм также с помощью обычной аппаратуры, дополненной насадкой; пройдя насадку, изображение вновь становилось широким.

Используя правило компенсации, изобретатель решает задачу не «в лоб», а обходным путем. Особенно часто этим путем приходится идти при решении задач, связанных с оптикой, акустикой, радио- и электротехникой. Однако компенсация может успешно применяться и при решении задач в других, самых различных областях техники.

Вот типичный пример.

С уменьшением содержания воды в бетонной смеси возрастает прочность готового бетона. Однако если содержание воды в бетоне низко, возникают затруднения в укладке бетона и в получении гладкой поверхности бетонного элемента. Таким образом, налицо типичное техническое противоречие: выигрывая в одном, мы неизбежно должны проиграть в другом.

Что же предложили изобретатели? Они сказали: не нужно уменьшать содержание воды в приготовляемом бетоне. Наоборот, бетон нужно готовить с избытком воды. А уже затем, после затворения, избыточную воду следует отсасывать с поверхности бетона посредством вакуумирования.

Это предложение сразу сняло противоречие и позволило использовать преимущества высокого исходного и низкого конечного содержания воды в бетоне.

* * *

Ну, а если никакие приемы не приводят к решению задачи? Убедившись в этом, изобретатель вправе сказать: «Арсенал средств современной техники еще недостаточен, чтобы сделать такое изобретение». Это значит, что за решение задачи должна взяться уже не техника, а наука. И лишь после того, как ученые откроют новые физические явления и новые свойства материи, можно будет сделать изобретение.

ПЕРВЫЙ ШАГ

Если бы перед самым талантливым изобретателем середины прошлого века поставили задачу создать устройство для просвещения металлических изделий, изобретатель только пожал бы плечами. А сейчас такую установку может спроектировать каждый конструктор, потому что открыты и изучены рентгеновские лучи, гамма-лучи и ультразвук.

В основе изобретения всегда лежит открытие — установление объективных свойств материи и закономерностей ее развития. Иногда между открытием и изобретением проходит значительный промежуток времени. Так, упругие свойства пара были известны еще в древности, а паровая машина была изобретена лишь в XVIII в. Но случается, что изобретения обгоняют открытия: законы трения были открыты в результате наблюдений за водяной мельницей и работой ее передаточного механизма.

Исследования в современной науке ведутся планомерно. Внимание ученых сосредоточивается прежде всего на проблемах, решение которых нужно для техники, для производства. Поэтому над важнейшими техническими задачами совместно работают коллективы ученых и изобретателей.

Может возникнуть вопрос: а следует ли в таком случае разрабатывать методику изобретательства и не целесообразнее было бы создать единую методику научно-технического творчества?

Во всех видах творчества есть нечто общее. Если, например, сравнить творчество художника и творчество изобретателя, найдется немало общих черт. Однако наряду с этим имеются и принципиальные отличия. Поэтому сначала должны быть изучены отдельные конкретные виды творчества. Когда будет понят их механизм, окажется возможным судить о том, что характерно вообще для всех видов творчества и что присуще только тому или иному виду.

Если изучать творчество «вообще», не удастся продвинуться дальше самых прописных истин.

Исследование закономерностей научного творчества — задача очень сложная. Работа в этом направлении уже ведется. Создание научной методики открывательства — не за горами.

Надо изобретать не то, что хочется, а то, что требует наше социалистическое строительство.

М. И. Калинин

Множество различных машин окружает нас на производстве и в быту. Каждая из этих машин может быть улучшена, в каждой можно сделать новые изобретения. Можно создать и другие машины — совершенно новые, такие, каких еще нет. Но с чего начать? За разрешение какой проблемы взяться?

Первый шаг — выбор задачи — имеет огромное значение для всего творческого процесса. Выбор задачи во многом предопределяет судьбу изобретения и изобретателя.

Методика изобретательства, как вы уже видели, учит рассматривать отрасли техники, машины, процессы производства в развитии, находить главные задачи и решать именно их. Говоря математическим языком, методика требует от изобретателя умения выявлять задачи, необходимые и достаточные для развития техники.

Изобретатель должен хорошо знать историю техники, особенно той отрасли техники, в которой он работает. Только зная историю техники, можно представить машину или производственный процесс в развитии и увидеть действительно актуальную задачу.

Вот характерный пример.

Когда-то камень на карьерах добывался вручную. Рабочий отбивал камень, оттаскивал его от забоя, складывал в каком-то определенном месте. Механизация добычи камня началась с появления камнерезных машин. Появление этих машин на карьерах вызвало необходимость механизации доставки камня. Это было решено применением транспортеров.

Но последний элемент технологического процесса — штабелирование камня — до сих пор производится вручную. Рабочие, занятые штабелированием, не успевают за мощными камнерезными комбайнами. Это задерживает работу транспортеров. В свою очередь, ненормальная работа транспортеров приводит к накоплению необработанного камня у забоя и, следовательно, к простоям камнерезных машин.

МЫСЛИ ОБ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВЕ

Есть такая восточная поговорка: «Прежде чем умереть, человек обязан построить дом, посадить дерево и вырастить ребенка». Хорошие, мудрые слова. К сожалению, на мой взгляд, они немножко устарели. Мы живем в век техники. И поэтому человек за свою жизнь обязан хоть чуть-чуть улучшить производство, с которым он связан. Поэтому я предлагаю дополнить старинную поговорку: ...и подать хотя бы одно предложение (рационализаторское).

Герой Социалистического Труда,
доктор технических наук
Е. Шпитальный.

Молодому поколению, отправляющемуся в поход за техническими знаниями и впервые ставшему на путь технического творчества, скажу в напутствие только одно: нет большей радости, чем создать новое. Чудеса современной техники позволяют нам быть небывало дерзкими, замахиваться на огромные дела. Но все большое начинается с малого, и корни нового лежат в старых пластах.

Так изучайте, творите, ищите!

Это самое лучшее, что вы можете сделать для себя и для общества, в котором вы живете.

Герой Социалистического Труда,
лауреат Сталинской премии изобретатель
Ф. В. Токарев.

изобретения. Оказалось, что из каждых десяти заявок по меньшей мере в четырех неправильно выбрана задача. Неправильно выбрана — это не означает, что заявка была отклонена на основании неизвестных заявителю патентных материалов. Такая ошибка в какой-то мере еще простительна. Нет. Речь идет о принципиально неправильном выборе темы — о тех случаях, когда задача не диктуется развитием техники, а вызвана «капризом художника». Это — мертворожденные изобретения. Если бы они и не были отклонены Комитетом по делам открытий и изобретений, их все равно не внедрили бы ни на одном предприятии.

С несколькими такими изобретениями следует познакомиться читателям. В новелле об этих изобретениях ничего не выдуманно. Я изменил лишь фамилию изобретателя.

НОВЕЛЛА О САМОЗДОРОВАЮЩЕЙСЯ ШЛЯПЕ, «УТЕЗРИТРЕ-2П» И «БУМАВАПСВИ-16»

Это был приметный человек — метров двух ростом. Все в нем как бы нарочно подчеркивало огромный рост: руки были удивительно длинные, нос вытянулся и навис над седыми усами. Даже очки и зеленая фетровая шляпа были какой-то вытянутой вверх формы.

Он пришел в бюро изобретательства с чемоданом и еще с порога пробасил:

— Здравствуйте! К кому тут с изобретениями?..

В этот момент произошло нечто необычайное. Зеленая шляпа приподнялась над головой изобретателя и приветственно помахала нам изогнутыми полями. Шляпа проделала это сама, изобретатель даже не прикоснулся к ней.

Через две минуты мы уже знали, что изобретателя зовут Викентий Тарасович Шарошечкин, что шляпа — одно из его изобретений, что он пенсионер и изобретательством занимается «для творческого удовольствия».

Работа в бюро изобретательства моментально прекратилась. Все: и сотрудники бюро, и посетители — столпились вокруг Шарошечкина, демонстрирующего шляпу.

— Знакомого увижу, чуть голову наклоню — и готово! — говорил Викентий Тарасович. — Механизм изнутри, ничего не заметно. Вот

в воскресенье в парк ходил. Все в полном соответствии. Одна беда — не привык еще народ...

Самоздоравливающая шляпа подготовила нас ко всяким неожиданностям. Однако изобретения, которые Шарошечкин излек из чемодана, заставили быстро забыть об удивительной шляпе.

Первое изобретение имело весьма внушительный вид. Это был продолговатый ящик со множеством рычагов, зубчатых колес и деталей неизвестного назначения. Изобретение называлось «БУМАВАПСВИ-16». Это означало: «Быстродействующая Универсальная Машина для Автоматических АПлодисментов и СВИстков, модель шестнадцатая».

— Аплодировать вручную приходится, — объяснил изобретатель. — Самый что ни на есть ручной труд. Опять же и свист — никакой механизации. А тут, пожалуйста, пружинная система. На два вечера хватает. Сейчас покажу.

Шарошечкин передвинул рычаг. В машине заскрипело, закричало, ахнуло. Ящик подпрыгнул, затрясся, испустил пронзительный свист. Если верить преданиям, именно так свистел Соловей-разбойник.

Затем Шарошечкин передвинул второй рычаг. Кое-кто из окружающих изобретателя поспешно отошел назад. Однако это оказалось излишней предосторожностью. Машина аплодировала тихо, еле слышно.

— Мощности пока не хватает, — признался Викентий Тарасович, огорченно ероша стоящие торчком волосы. — Но я движок сменю... А пока покажу вам другое изобретение. Называется «УТЕЗРИТРА-2П», то есть «Универсальная ТЕатральная ЗРИтельная Труба на 2 Персоны». В театре мне или, скажем, на концерте одни неприятности через высокий рост. Загораживаю, значит, сцену. А с этим всем будет видно. Вместо биноклей их выдавать...

«Утезритра» представляла собой нечто вроде самоварной трубы и устанавливалась на трехногом фотографическом штативе. Разглядеть что-либо сквозь «утезритру» было нелегко: изображение двойлось и расцветчивалось всеми цветами радуги...

— Пустяки! — заверил нас изобретатель. — Можно наладить. Вот усовершенствую — и приду.

Он уложил «бумавапсви» и «утезритру» в чемоданы и направился к двери. Самоздоравливающая шляпа вежливо приподнялась над головой изобретателя...

Недели через две нам рассказали об испытаниях обеих машин.

Викентий Тарасович появился на премьере спектакля, устроился в последнем ряду партера и все первое действие, к великому удивлению билетерш, наблюдал через «утезритру». По окончании дейст-

вия он включил «бумавапсви». Здесь, однако, произошла легкая неувязка. Викентий Тарасович при переделке машины оставил без изменений ту ее часть, которая относилась к «СВИ». Зато другая часть, связанная с «АП», была значительно усилена.

Возможно, что при этом Шарошечкин несколько перестарался. В результате «бумавапсви» создала настоящий самум аплодисментов. Прямым следствием этого самуа было стремительное удаление изобретателя из зала.

* * *

Изобретатель, как полагают некоторые, должен присматриваться ко всему, что можно изменить, переделать, улучшить. Это ошибочное мнение. Изменить и улучшить можно все без исключения орудия и средства техники: ничего неизменяемого нет. Задача изобретателя заключается не в механическом выборе темы, на которую случайно упал взгляд, а в творческом исследовании динамики развития определенного объекта и в обнаружении решающей на этом этапе проблемы, являющейся тормозом общего развития.

Особенно типично это для советского изобретательства, которое связано с плановым производством. Современное производство состоит из ряда последовательных и взаимосвязанных процессов. Общая производственная мощность предприятия обычно ограничивается одним из этих процессов — «узким местом» всего производства. Когда изобретатели бессистемно занимаются всем, что «можно изменить, переделать, улучшить», на отдельных участках производства образуется излишний запас производственной мощности, который остается неиспользованным из-за «узкого места», тормозящего общее развитие.

Показателен в этом отношении такой случай. На заводе металлической нефтетары внедрили изобретение, вчетверо повышающее производительность сварочного агрегата. Казалось, что должен заметно повыситься и выпуск продукции. Но этого не произошло. Усовершенствованный агрегат за два часа выполнил восьмичасовую норму и... остановился: кончились заготовки. Изобретение, на разработку и внедрение которого затратили большие средства, оказалось, в сущности, бесполезным.

На заводе приняли правильное решение: было проведено систематическое обследование с целью выявления «узких мест». Выяснилось, что в первую очередь необходимо повысить производительность труда на двух участках заготовительного цеха. Творческие усилия всех новаторов завода сосредоточились именно на этих участках. Через несколько месяцев удалось существенно изменить технологические процессы в заготовительном цехе, и сварочный агрегат стал работать в полную силу. С тех пор рационализация и изобретательство на заводе планомерно направлялись на устранение, в определенной последовательности, «узких мест».

Вскоре возникла и другая мысль: а что, если поискать «широкие места» — неиспользуемые избытки производственных мощностей? Первое «широкое место» нашлось на компрессорной станции. Перед новаторами поставили задачу: найти рациональное применение для «лишнего» сжатого воздуха. Вскоре в цехах появились пневматические устройства, механизмирующие трудоемкие процессы.

Мастерство изобретателя начинается с умения правильно вы брать задачу. А для этого необходимы производственный опыт и широкий технический кругозор.

Четыре задачи, решение которых мы подробно проследили, были учебными. Сейчас хочется предложить читателю еще несколько задач. Эти задачи уже не имеют учебного характера. Они, так сказать, настоящие. И, как всякие настоящие задачи, они пока никем не решены.

Для решения недостаточных тех данных, которые я могу привести. Тем, кто возьмется за решение этих задач, придется начать с уточнения условий. А для этого надо обратиться к соответствующей литературе.

МЫСЛИ ОБ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВЕ

Многолетний изобретательский опыт убедил меня, что решение любой технической задачи, большой или маленькой, следует начинать с изучения истории вопроса, с изучения той отрасли техники, в которой трудится изобретатель. Такая предварительная работа расширяет кругозор, способствует рождению новых, оригинальных мыслей, а главное — исключает возможность вступления на кем-то уже проторенную дорожку.

Изобретатель И. Матросов.

Не замыкайтесь в себе, в коллективе ярче и богаче станет ваш труд.

Академик А. Иоффе.

ЗАДАЧА, ПОСТАВЛЕННАЯ... ДЕЛЬФИНОМ

Во время океанского путешествия немецкий ученый Макс Крамер заинтересовался легкостью, с какой дельфины обгоняли быстросходный лайнер. Производя необходимые расчеты, он столкнул-

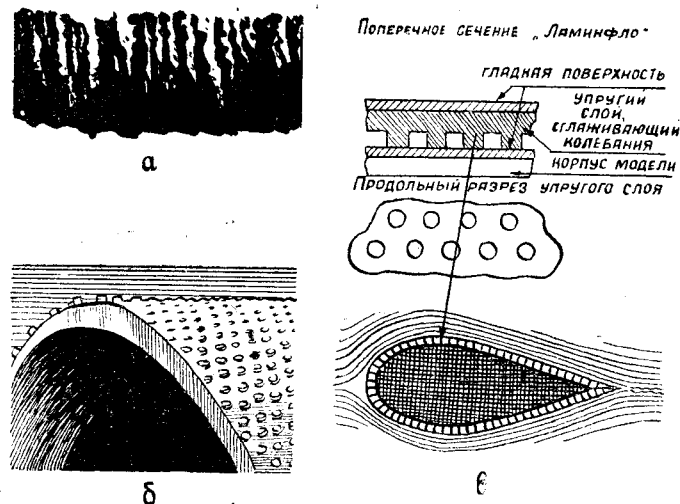


Рис. 24.

ся с непонятным противоречием: при такой скорости, учитывая форму и размер тела дельфина, сопротивление воды должно быть в десять раз меньше фактического.

Последующее, более детальное изучение показало, что кожа животного, имеющая эластичное и пористое строение, обладает свойством резко гасить турбулентные завихрения, образующиеся вокруг движущихся в воде тел. На рис. 24-а воспроизведен разрез

кожи дельфина. Палочки, сгибаясь, способствуют превращению турбулентного потока в ламинарный.

На основании этого открытия Крамер и группа ученых занялись разработкой искусственного покрытия для увеличения скорости судов. Созданное ими покрытие (рис. 24-б и 24-в) — ламинфло — состоит из двух слоев тонкой резины, разделенных мягкими резиновыми столбиками, пространство между которыми заполнено вязкой кремнийорганической (силиконовой) жидкостью. Уже первые опыты оказались очень убедительными: турбулентность обтекающих модели струй была вдвое меньшей, чем при испытании моделей той же формы, но сделанных из обычного материала.

Любопытно отметить, что этим «патентом» пользуются и птицы. Их крылья тоже обладают способностью превращать турбулентные потоки воздуха в ламинарные.

В технике существует множество машин и аппаратов, в которых движется вода или воздух. Нельзя ли, например, применить «принцип дельфина» для создания новых типов гидротурбин? Или «принцип птичьего крыла» — для создания новых типов вентиляторов?

Задача состоит в том, чтобы использовать эти принципы в гидротехнике, химической технологии, на транспорте и т. д.

В данном случае у изобретателя заранее есть средство устранения технических противоречий. Нужно найти эти противоречия. Найти — значит, прежде всего, доказать возможность и целесообразность использования, а затем внести изменения применительно к конкретным условиям.

Некоторые дополнительные сведения о «принципе дельфина», по материалам французского журнала «Сьянс э Ви», приведены в «Юном. технике» № 2 за 1961 год.

ЗАДАЧА ОБ АВТОМОБИЛЯХ

Количество автомобилей во всем мире превышает сейчас сто миллионов. Общая мощность автомобильных двигателей — свыше десяти миллиардов лошадиных сил. Это в тридцать раз больше мощности всех электростанций мира!

Однако коэффициент полезного использования автомобильных двигателей очень невысок. Автомобили, в особенности специализированные, не столько работают, сколько стоят. Во многих случаях автомобили используются всего несколько часов в день, а то и несколько часов в неделю. Да и при работе двигатель автомобиля работает обычно далеко не на полную мощность.

Подобное положение было до недавнего времени и в сельскохозяйственной технике. Самоходные машины использовались лишь несколько дней в году, а все остальное время простаивали. Сейчас в сельском хозяйстве широко применяется принцип самоходного шасси. На такие шасси поочередно устанавливаются различные сельскохозяйственные орудия, и мотор простаивает значительно меньше.

Как применить этот принцип в автомобильном транспорте? Существуют ли какие-нибудь другие способы повысить коэффициент полезного использования автодвигателей?

Даже частичное решение этой задачи будет иметь огромное значение для народного хозяйства.

ЗАДАЧА О БУРОВОМ ДОЛОТЕ

Нефтяные скважины бурят все глубже и глубже. Вместе с глубиной скважин возрастают и трудности. Точнее, возрастают непропорционально быстро. Если первые два километра можно пройти за несколько дней, то два следующих километра требуют уже многих недель. А бурение на глубину в 6—7 километров тянется год и более.

Трудности при глубоком и сверхглубоком бурении обусловлены многими обстоятельствами.

Одно из них — необходимость часто поднимать долото, с помощью которого ведется бурение (рис. 25). На больших глубинах долото быстро изнашивается: его приходится менять через каждые несколько метров. А для этого надо поднимать всю колонну труб, поднимать сотни раз!

Нужно найти способ заменять долото без подъема труб. Или изобрести долото, в котором изношенные зубья автоматически заменялись бы новыми, хранящимися в какой-то обойме долота.

* * *

Хотелось бы упомянуть еще о двух задачах, решение которых представляет интерес почти для каждого промышленного предприятия.

Уже десятки лет изобретатели, конструкторы, ученые пытаются найти простой и эффективный способ бесступенчатого регулирования числа оборотов шпинделя станка. Известный советский конструктор, лауреат Ленинской премии Б. Коробочкин подробно изложил сущность этой проблемы в статье, опубликованной в

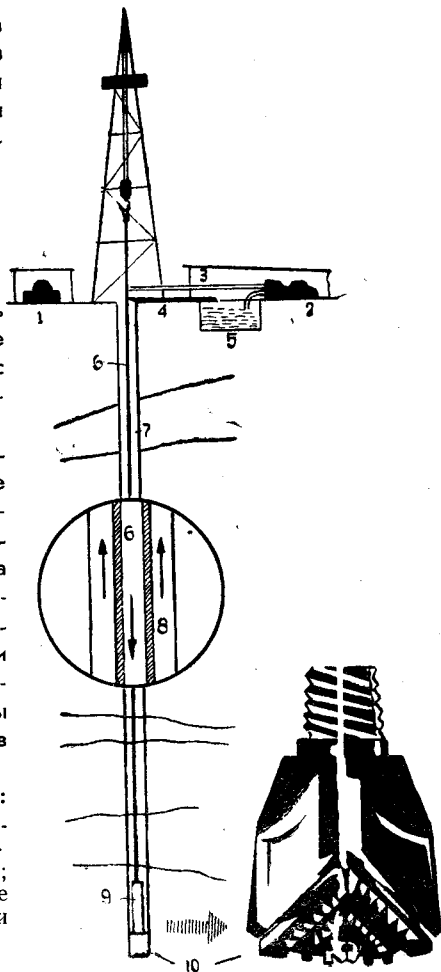


Рис. 25. Так устроена буровая: 1 — привод лебедки; 2 — насосы; 3 — шланг; 4 — лоток; 5 — отстойник; 6 — колонна труб; 7 — скважина; 8 — затрубное пространство; 9 — трубобур или электробур; 10 — буровое долото

журнале «Изобретатель и рационализатор» № 5 за 1960 год. В этом же журнале № 7 за 1960 год помещена статья главного специалиста Государственного Комитета Совета Министров СССР по автоматизации и машиностроению А. Маликова, посвященная нерешенным проблемам кузнечно-прессовой техники. Пусть читатель ознакомится с этими статьями, они помогут выбрать действительно актуальную задачу, помогут избежать ошибок при решении.

Обе статьи, однако, ставят задачи в общем виде. Изобретатель должен помнить: не следует искать «универсального» решения. Надо обязательно иметь в виду конкретное оборудование. Лучше всего — оборудование, имеющееся на предприятии, где работает изобретатель.

Талант рождается не сразу, он постепенно совершенствуется...

Н. С. Хрущев.

Было время, например, когда задачи по интегрированию решались прямым вычислением интеграла как предела суммы. Математик в каждом отдельном случае отыскивал наиболее удобные приемы и, если его «осеяло», решал интеграл. Затем были найдены общие закономерности (основанные на связи интегрирования с дифференцированием), и интегрировать стали «по формулам». Единой формулы нет. Но есть свод наиболее употребительных формул, есть правила, показывающие, в какой последовательности надо проговаривать эти формулы.

Так обстоит дело и с техническим творчеством. Полвека назад творчество конструктора почти целиком основывалось на опыте, интуиции, догадке. В ту пору многие сомневались в том, что можно создать научную теорию конструирования машин. Сомневались в том, что можно учить конструкторскому мастерству. Профессор И. Капустин пишет в своей книге «Как создают машины»: «Раньше, когда машин было мало и не была разработана теория проектирования механизмов, их создавали умельцы-механики. С исключительным терпением и упорством они подбирали длины рычагов, точки (шар-

ниры) соединения их, строили десятки вариантов, пока, наконец, удавалось найти нужную траекторию движения. Для того, чтобы быстрее решить задачу, они изготовляли модели из дерева и картона. Да что там — старые умельцы! Не так давно и мы, будучи студентами, вырезали картонные модели механизмов... Теперь наука — теория механизмов — помогает конструкторам быстро и правильно проектировать любые механизмы».

Десять-пятнадцать лет назад от рабочего, техника, инженера требовалось лишь умение осуществлять производственный процесс на своем участке. Ныне этого мало. Нужно еще и активно участвовать в совершенствовании процесса производства. Уже есть заводы, на которых большинство рабочих и инженерно-технических работников — рационализаторы. В бригадах коммунистического труда, как правило, все имеют на своем счету рационализаторские предложения и изобретения.

Пройдут немногие годы, и изобретательство станет нормой работы каждого советского человека, связанного с техникой. Это, разумеется, не означает, что изобретательский труд перестанет носить творческий характер. Труд является творческим, если его результат — создание нового. Сам же процесс создания нового может быть глубоко осознанным и планомерным.

Недалеко то время, когда научная теория изобретательства зай-

ИЗОБРЕТАТЕЛИ — О МЕТОДИКЕ

В справедливости многих положений методики меня убеждает собственный многолетний опыт. К достоинству методики я отнес бы и то обстоятельство, что она помогает развитию изобретательства широко массового, в котором могут участвовать не только признанные деятели науки и видные специалисты, но и сотни тысяч инженеров, рабочих и механизаторов сельского хозяйства, имеющих склонность к техническому творчеству.

Лауреат Сталинской премии, изобретатель
Д. Дульчевский.

Методика изобретательства окажется очень полезной, особенно для начинающих изобретателей и рационализаторов, при решении многочисленных технических задач, граничащих с конструкторской разработкой вопроса. Поскольку именно такие задачи в большинстве случаев приходится решать изобретателям, методика заслуживает самого серьезного внимания. Ее следует сделать достоянием тысяч, а может быть, и сотен тысяч изобретателей и рационализаторов.

Лауреат Сталинской премии,
изобретатель стереокино
С. Иванов.

мет постоянное и прочное место в программах вузов и техникумов. Сейчас уже сделаны первые шаги на пути к этому. В разных концах страны, на многих предприятиях проводятся семинары по методике изобретательства. Инженеры, техники, рабочие учатся изобретать, учатся планомерно и эффективно совершенствовать технику. Эти семинары — прообраз будущих факультетов изобретательства.

Методика изобретательства — не случайная находка, а закономерный этап в развитии технического творчества.

Долгое время из книги в книгу кочевала легенда о сороконожке.

ИЗОБРЕТАТЕЛИ — О МЕТОДИКЕ

Нельзя надеяться на «озарение», то есть на случайности. Замена случайностей методикой является рациональной.

Член-корреспондент Академии наук СССР
Н. Брилянт.

Уже сейчас необходимо подумать о том, чтобы в программах высших технических учебных заведений методика изобретательства заняла постоянное и прочное место. Это поможет будущим инженерам успешно решать задачи технического прогресса и учить изобретательству других. Тогда и к руководству рационализаторской работой на предприятиях будут привлекаться действительно специалисты этого дела.

Инженер
П. Свешников.

С помощью методики я уже разработал четыре изобретательские темы и считаю, что она заслуживает одобрения, поддержки и распространения.

Инженер, изобретатель
А. Куниц.

Методика работы над изобретением в значительной степени применима и в исследовательской деятельности.

Академик АН Азербайджанской ССР,
лауреат Сталинской премии, изобретатель
М. Давид.

Вот эта легенда:

«Жила-была сороконожка, большое количество ног не мешало сороконожке. Не думая, она ставила ноги так, как полагалось, и никогда не допускала ошибки.

Но вот однажды сороконожка усомнилась: «А может быть, я хожу ненаучно! А вдруг нужно ходить по научному методу?»

И сороконожка решила попробовать.

Она пронумеровала ноги, начертила схему движения, словом, разработала методику ходьбы.

Настал момент испытаний.

Сороконожка заглянула в схему, передвинула первую пару ног,

затем — вторую... И тут все спуталось. Не могла сороконожка сообразить, как ей надлежит по методике двигать ногами.

В конце концов сороконожка разорвала чертежи и начала ходить, как раньше. Получилось очень хорошо...»

Смысл этой легенды прост: не надо мудрствовать лукаво, лучший метод — это вообще обходиться без метода.

Что ж, с этим трудно спорить, если речь идет о сороконожке. Пожалуй, сороконожке действительно следует ходить без особой методики. Но человек — не сороконожка. Человек может и должен осмысливать все виды своей деятельности.

В изобретательском творчестве еще немало «белых пятен». Но для человека нет непознаваемого. Настанет время, и эти «белые пятна» будут стерты.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
«Метод для правильного направления ума...»	3
Маленькие привиденьца	13
После слова «котличающийся»	22
Четыре задачи	29
Изобретатель и конструктор	36
Шаг за шагом	43
Поиски? Да, систематические поиски!	53
По «патентам» природы	71
За деревьями видеть лес	82
Чтобы укрепить знамя...	102
Первый шаг	113
Факультет изобретательства	121

Художественный редактор *Г. В. Дергаченко*
 Технический редактор *В. Н. Попов*
 Корректор *А. Н. Дручина*

Сдано в набор 8/VI-1961 г. Подписано к печати 7/VIII-1961 г.
 Формат бумаги 70×108/32. Печ. л. 5,48. Ум. пзд. л. 6,02.
 Тираж 50 000 экз. (1—25 000) ИЛ01173 Изд. № 343.
 Заказ тип. № 2204. Цена 16 коп.

Тамбовское книжное издательство, г. Тамбов, Солетская, 118.
 Саратов. Типография № 1 Облполиграфиздата, пр. Кирова, 27.