



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

В. В. Нескоромных, В. П. Рожков

# ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО И ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

Учебное  
пособие



**ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ**  
**ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

**В. В. Нескоромных, В. П. Рожков**

**ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО  
И ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ  
ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ**

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области прикладной геологии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 130102 «Технология геологической разведки» направления подготовки 130100 «Прикладная геология», 12.04.2013 г.

Красноярск  
СФУ  
2013

УДК 550.81:608.3(07)  
ББК 33.133у(я73)  
Н552

Р е ц е н з е н т ы:

С. Я. Рябчиков, д-р техн. наук, проф. кафедры «Бурение скважин» Национального исследовательского Томского политехнического университета;

П. С. Пушмин, канд. техн. наук, доц. кафедры «Технология геологической разведки» Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета;

В. В. Гусев, ген. директор ЗАО «Красноярская буровая компания»

**Нескоромных, В. В.**

Н552 Изобретательство и патентование при геологоразведочных работах : учеб. пособие / В. В. Нескоромных, В. П. Рожков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. – 336 с.  
ISBN 978-5-7638-2810-8

Изложены вопросы истории и перспектив развития буровой техники, приведены алгоритмы и методы решения изобретательских задач, авторские примеры развития технических систем в различных отраслях.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 130102 «Технология геологической разведки» направления подготовки 130100 «Прикладная геология», а также может быть полезно студентам направления подготовки 130500 «Нефтегазовое дело», профиль 130504 «Бурение нефтяных и газовых скважин».

**УДК 550.81:608.3(07)**  
**ББК 33.133у(я73)**

ISBN 978-5-7638-2810-8

© Сибирский федеральный университет, 2013

*Еще не все колеса изобретены: мир слишком удивителен, чтобы сидеть сложа руки.*

Ричард Брэнсон (британский предприниматель, миллиардер, основатель корпорации Virgin, Великобритания)

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из недостатков в подготовке выпускников инженерных специальностей является неумение самостоятельно ставить новые технические задачи, заниматься поиском новых конструкторско-технологических решений, обеспечивающих повышенное качество продукции, интенсификацию технологических и иных процессов, их оптимизацию и экономию ресурсов. Это, возможно, связано с тем, что в настоящее время учебный процесс основан на приеме решения теоретических и практических задач, для которых уже имеется готовая трактовка задачи, даны примеры решения и, как ни странно, продиктован ответ. Поэтому решение таких задач превращается в работу, не требующую серьезных творческих размышлений. Считается, что студент хорошо овладел дисциплиной, если он умеет работать в пределах программы стандартными методами, но производственная или, тем более, научная работа требуют от специалиста гораздо большего. Иногда выход из затруднительного производственного положения мог бы заключаться в разработке эффективного рационализаторского предложения или несложного изобретения, но поскольку навыки и знания, необходимые для этого, выходят за пределы стандартных программ, обучающийся сталкивается со значительными проблемами, преодоление которых подчас не позволяет реализовать его творческий потенциал.

Среди большинства людей почему-то сложилось мнение, что первоисточником величайших достижений и открытий во всех сферах культуры, науки, техники и искусства является внезапное и без видимой причины возникающее озарение. Это и есть творчество. Подобные взгляды часто присущи даже людям, много сделавшим в науке и технике. Тем не менее, с таким мнением трудно согласиться, так как все в природе познаваемо. Об этом говорит весь большой опыт творческого созидания. Поэтому и созданием науки о решении творческих задач (эвристики) люди начали заниматься ещё в античные (Папп, живший около 300 г. н. э.) времена.

Не вдаваясь в дискуссию о том, что же такое инженерное творчество, – озарение или планомерная научная работа, основанная на объективных законах, отметим волнующую важность первого и объективную необходимость второго. Но если первое венчает сознательный, а иногда бессознательный поиск, то второе, безусловно, готовит первое.

Наравне с приобретением знаний по решению стандартных задач будущий инженер обязан овладеть знаниями и навыками решения творческих инженерных задач, в которых нет готовой постановки, не известен способ решения, нет близких примеров решения аналогичных задач, а преподавателю – не известен ответ, обычно имеющий несколько вариантов.

Подтверждением всеобщей познаваемости является тот факт, что за период 50–80-е гг. XX в. в Советском Союзе сформировалась оригинальная **теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)**, основным инструментом которой стал *алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)*. Названная теория, её инструментарий постоянно совершенствуются, на деле показывая свою эффективность и прозорливость в вопросах развития технических и технологических объектов.

**Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)** – наука, позволяющая развивать творческое (изобретательское) мышление и решать творческие задачи, прежде всего в области совершенствования технических систем.

Автор ТРИЗ – Генрих Саулович Альтшуллер (Альтов).

В 80 городах в прошлом столетии в СССР работало около 100 институтов и школ, в которых разрабатывали и развивали ТРИЗ, а тысячи научных работников, инженеров, студентов изучали последние достижения в этой области. Во многих из упомянутых общественных институтов и школ обучение заканчивалось дипломными работами на уровне изобретений.

Появление АРИЗ и ТРИЗ продиктовано самой жизнью, так как новые машины, оборудование, приборы и технологические процессы по своим технико-экономическим показателям всегда должны превосходить лучшие отечественные и мировые образцы. Высокий технический уровень производства можно обеспечить лишь при постоянном внедрении результатов открытий и изобретений. В осуществлении этих задач ведущая роль принадлежит научно-техническому творчеству и особенно его высшей форме – изобретательству.

ТРИЗ, созданная как методика решения задач технического прогресса, в настоящее время существенно расширила своё применение и используется для решения широкого круга задач. Это, прежде всего, следующие из них.

**1. Творческие и изобретательские задачи любой сложности и направленности.**

**2. Задачи по проблемам развития технических систем, прогнозирование развития технических систем.**

**3. Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники.**

**4. Развитие творческого воображения и мышления.**

ТРИЗ все больше завоевывает умы во всем мире.

Появились компьютерные программы, проводятся международные конференции по ТРИЗ.

ТРИЗ, помимо стран бывшего СССР, распространена в США, странах Европы, Израиле, Австралии, Японии, странах Юго-Восточной Азии и Южной Америки.

Компании, специализирующиеся на применении и развитии ТРИЗ, работают в США, Канаде, Германии, Англии, Франции, Швеции, Швейцарии, Голландии, Финляндии, Италии, Израиле, Чехии, Японии, Южной Кореи, России и других странах.

Курс ТРИЗ читается в ряде университетов Америки, Канады, Франции, Англии, Германии, Швейцарии, Израиля, Японии, России.

Распространена консультационная деятельность для промышленных фирм для решения производственно-технических и научных проблем с целью получения перспективных решений.

Наиболее успешны в консультационной деятельности американские компании *Pragmatic Vision, Inc.* и *Ideation International Inc.*

Несколько фирм разрабатывают и продают компьютерные программы по ТРИЗ.

**Среди компаний, разрабатывающих и продающих компьютерные программы, наиболее успешны *Invention Machine Corp.* и *Ideation International Inc.* Эти компании имеют многомиллионные обороты.**

В странах бывшего СССР создано несколько кафедр ТРИЗ в университетах, защищаются диссертации.

**ТРИЗ справедливо считают наукой XXI века!**

Уже более 10 лет работает **Международная ассоциация ТРИЗ**, президентом которой до последнего дня своей жизни являлся Генрих Альтшуллер. Создана Европейская ассоциация ТРИЗ. Имеются региональные ассоциации ТРИЗ во Франции, Англии, Голландии, Израиле, в странах бывшего СССР и других странах.

В США создан **Институт Альтшуллера (*The Altshuller Institute*)**. Выпускается журнал ТРИЗ и в Японии.

В *Internet* имеется несколько сотен сайтов, например, *trizland.ru* и несколько тысяч ссылок, посвященных ТРИЗ. Лучший из них сайт Минской школы. Среди англоязычных сайтов лучший – *Journal TRIZ*.

В состав ТРИЗ входят:

- 1. Законы развития технических систем;**
- 2. Информационный фонд;**

**3. Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем;**

**4. Постоянно развивающийся алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ;**

**5. Методы развития творческого воображения.**

Информационный фонд включает:

- **системы стандартов** на решение изобретательских задач (типовые решения определенного класса задач);

- **системы технологических эффектов** (*физических, химических, биологических, математических*, в частности наиболее разработанных из них в настоящее время, – *геометрических*) и таблицы их использования;

- **системы приемов** устранения противоречий и таблицы их применения.

Цель данного учебного пособия ознакомить студентов с АРИЗ, элементами ТРИЗ и показать, как прилагаются эти знания к решению изобретательских задач.

При горно-геологическом освоении недр поставленная цель оправдана самой жизнью, поскольку для познания геологического строения недр, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых в настоящее время привлекаются самые разнообразные технические средства. Перечень всех видов геологоразведочной техники включает многие тысячи наименований, и вряд ли существует другая отрасль народного хозяйства, которая использует столь разнообразный арсенал машин, механизмов, приборов, приспособлений, технологических процессов и т. д. Создание новых высокопроизводительных орудий труда, прогрессивных материалов, совершенных производственных и лабораторных технологий невозможно без использования изобретений. В Министерстве геологии СССР в 70–90-е гг. XX в. ежегодно их создавалось более 500. Именно изобретения являются техническими решениями, которые ориентируют отрасль на уровень, превышающий уровень лучших мировых образцов.

В СССР существовала отработанная нормативная база в отношении открытий, изобретений и рационализаторских предложений. Со сменой общественного строя в стране возникла необходимость в изменении, а по отдельным позициям – в корректировке этой нормативной базы. В 1992 г. Государственная дума России приняла новый Патентный закон, который изменялся и дополнялся и утратил свою юридическую силу с 01.01.2008 г. В настоящее время основные положения, связанные с патентованием технических решений, изложены в Гражданском кодексе РФ (часть четвертая) от 18.12.2006 г.

Разработка же нормативной базы по рационализаторским предложениям в соответствии с методическими рекомендациями Правительства России и Республиканского Совета ВОИР от 1996 г. передана заинтересо-

ванным в них предприятиям. В результате каждое предприятие получило право разрабатывать своё положение, однако большинство из них этого до сих пор не сделало, что демонстрирует непонимание руководства этих компаний необходимости и эффективности технического развития производства силами своих же инженерно-технических работников и рабочих. В ведущих компаниях мира, например, в Японии, показывающих высочайший уровень создаваемой техники и аппаратуры, давно и прочно переняли и развили советский опыт рационализаторского движения, которое в настоящее время являет пример непрерывного совершенствования выпускаемых технических объектов.

Относительно открытий в настоящее время ещё не принято никаких официальных решений.

В то же время выпускникам вузов необходимо иметь научно-технические и нормативные знания по всем трём формам научного и технического творчества. Поэтому в данном учебном пособии основные определения и сведения по изобретательству даны в соответствии с российским законодательством, а по открытиям – в соответствии с нормами патентного права СССР.

Для закрепления знаний по АРИЗ желательно, чтобы каждый студент при работе над курсовым проектом по проектированию технических объектов стремился выполнять его на уровне изобретения, хотя бы начального уровня. От преподавателя же в этом случае потребуются умение подбирать соответствующую тематику проектов, что позволит студенту учиться не просто решать отвлечённые изобретательские задачи, а связывать свои изобретательские решения с лучшими инженерными решениями.

## Р а з д е л 1

---

---

# ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Прежде чем перейти к изложению сущности АРИЗ и ТРИЗ, необходимо рассмотреть ряд вопросов, не совсем к ним относящихся, но имеющих большое значение для начинающих изобретателей и понимания содержания данного пособия.

## Г л а в а 1

---

---

### ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ НАУЧНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

К основным формам научно-технического творчества, получающим правовую защиту, относятся рационализаторское предложение, изобретение и открытие.

#### 1.1. Общие сведения о техническом творчестве. Понятие технической системы

*Научно-технический прогресс (НТП) – обусловленное действием объективных экономических законов непрерывное совершенствование всех сторон производства, сферы обслуживания, среды пребывания человека на основе развития и использования достижений науки и техники с целью практического решения стоящих перед обществом социальных, экономических и экологических задач, удовлетворения потребностей человека в повышении качества и продолжительности жизни.*

Ускорение НТП неразрывно связано с изобретательской деятельностью на основе науки и ее достижений. Прогресс в технике и технологиях

опирается, прежде всего, на научные открытия и фундаментальные пионерные изобретения. Но, безусловно, важным является также рационализация производства, которая «шлифует» технологический процесс и сам объект производимой техники «изнутри», в процессе производственной деятельности.

Показателем вклада изобретателей в развитие производства может являться:

- появление принципиально новой продукции, новых материалов или технологий;
- снижение себестоимости выпускаемой ранее продукции, улучшение ее качеств (точности, веса, ресурса, затрат горючего или электроэнергии, улучшение экологических характеристик и др.).

Обобщенным показателем оценки эффективности изобретений может служить экономический эффект, который дает возможность получения дополнительной прибыли как от использования более совершенной продукции или снижения ее себестоимости, так и от более высокой ее конкурентоспособности.

Все многообразие окружающих и занимающих нас объектов техники можно разделить на технические системы (ТС).

***Техническая система – искусственно созданное материальное единство взаимосвязанных элементов, имеющих целью своего функционирования удовлетворение конкретной потребности человека, общества или других технических систем.***

Причинами создания ТС являются потребности государства и общества. Поэтому главное, что отличает одну ТС от любой другой, – это то, какую потребность она позволяет удовлетворить. Технической системе присущи определенные и заданные функции.

***Функция системы*** – это ее свойство, которое определяется через действие, оказываемое данной системой на внешний по отношению к ней объект.

Если сравнивать между собой две системы, выполняющие одну и ту же функцию, то в общем случае они будут иметь различные значения однотипных показателей. При этом по ряду показателей может доминировать одна система, а по ряду других – вторая. Например, самолет и вертолет – это близко функциональные системы, но с точки зрения максимальной скорости полета лучше самолет, а с точки зрения длины пробега при взлете или посадке – вертолет. В авиации подобных сопоставимых по функциональному назначению систем несколько. Здесь можно сравнить реактивную скоростную авиацию и транспортную авиацию. Реактивную скоростную пассажирскую авиацию и авиацию пассажирскую, но с поршневыми двигателями внутреннего сгорания и увеличенной площадью крыла. Можно найти и другие примеры.

Какая из систем лучше в целом? Для обоснования принятия решения в подобных случаях используется интегральное свойство системы – показатель качества.

**Показатель качества системы** – это ее свойство, значение которого повышается при увеличении положительных и уменьшении отрицательных показателей [7].

Например, для самолета и вертолета это сравнение может выглядеть следующим образом: если у самолета увеличивать скорость полета за счет новых конструктивных решений, то это приведет к увеличению длины пробега при посадке и взлете; если пытаться увеличивать скорость полета вертолета, то это никак не скажется на длине его пробега при посадке или взлете. В то же время повышать скорость вертолета значительно нельзя из-за наличия несущих лопастей. Поэтому понятно, почему соперничество двух близких систем привело к появлению третьей системы – самолета с изменяемым направлением тяги, что обеспечило ему вертикальный взлет, посадку и полет с максимально возможной скоростью.

А в настоящее время ведутся работы по созданию скоростного вертолета. В США фирмы *Bell* и *Boeing*, создают конвертоплан, у которого предусмотрен после взлета наклон несущих лопастей в направлении полета, а фирма *Sikorsky* уже испытывает свой скоростной (скорость 450 км/ч) вертолет. В России (фирма «КБ Камов» и завод «Миля») разрабатывают два варианта скоростных вертолетов. Ожидается, что скорость полета вертолета увеличится с 300 до 550 км/ч.

Один из первых вертолетов (геликоптер) разработан в СССР (ЦАГИ) в 1926 г. Конструктор Алексей Михайлович Черемухин – выдающийся летчик первой мировой войны (7 наград, 140 боевых вылетов). Разработанный им геликоптер 1-ЭА (экспериментальный аппарат) имел успешные полеты, но после аварии проект закрыли. А. М. Черемухин известен также как автор первой в СССР аэродинамической трубы и методики испытаний геликоптеров на стенде.

Русский инженер Игорь Иванович Сикорский, создавший до революции в России самый мощный самолет своего времени «Илья Муромец», во время работы в США предложил наиболее удачную конструкцию вертолета, и с 1938 г. открыл эру вертолетов. Фирма И. И. Сикорского доминировала в разработке вертолетов более 30 лет.

При разведке месторождений полезных ископаемых с целью их опробования, например, марганца или золотоносных россыпей, могут использоваться различные способы проходки скважин: например, колонковый или ударно-канатный. Первый способ характеризуется высокой производительностью, но низким уровнем качества опробования полезного ископаемого. Второй способ при сравнительно невысокой производительности гарантирует качество. Какой способ выбрать для решения задачи? Основной

показатель в данном случае очевиден – качество опробования, а потому для оценки месторождений подобного типа чаще используют станки ударно-канатного бурения. Стремление получить высокий показатель качества системы при значительной производительности привело к появлению гибридных способов бурения на россыпях – ударно-забивного с использованием мощных пневмоударников и ударно-вращательного с опробованием по шламу.

Приведенные примеры иллюстрируют этапы совершенствования технических систем в ситуации, когда развитие основных показателей привело к обострению противоречий между различными полезными функциями. Разрешение этих противоречий осуществляется путем специализации, т. е. за счет сужения поля функциональности и появления главной полезной функции системы (ГПФ).

«Функциональная ниша» делится при этом на несколько более мелких, каждую из которых занимает специализированный вариант системы. В примере с летательным аппаратом: для самолета ГПФ – скорость, грузоподъемность и дальность, вертолета – возможность приземления на малой площадке и для самолета вертикального взлета и посадки ГПФ – универсальность по скорости и возможности приземления на малой площадке.

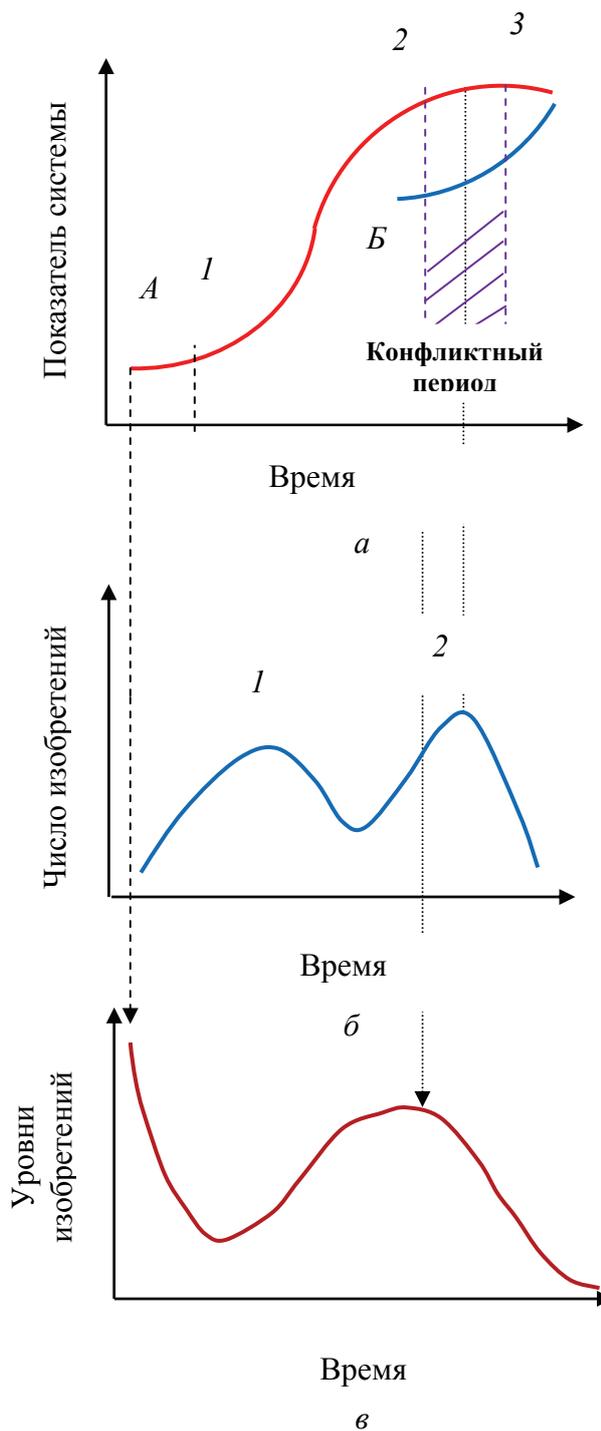


Рис. 1.1. Жизнь ТС: *a* – в виде роста показателя системы; *б* – в виде числа изобретений; *в* – в виде уровней используемых изобретений

Понятие ТС – относительное понятие, так как в данном случае определение технической системы зависит от масштаба рассмотрения. Например, самолет в полете – ТС, так как функционирует совершенно самостоятельно и неделим. Но самолет в аэропорту – это лишь элемент другой технической системы – ТС «Авиация», гораздо более крупной системы, направленной на решение конкретной задачи, – обслуживание пассажиров и доставка грузов.

Технические системы, как и любые биологические или социальные системы, не вечны: они возникают, переживают периоды становления, расцвета, упадка и, наконец, сменяются другими системами. Техническая система может изменяться путем внутреннего изменения своей структуры.

На рис. 1.1, а [1, 2] представлена типичная история жизни технической системы. Точка *A* на графике – рождение технической системы. Возникнув, техническая система далеко не сразу находит применение, она должна обрести вспомогательными изобретениями более низкого уровня, чтобы быть осуществленной. После этого происходит быстрый рост показателя системы. Рост показателей системы связан также с вливанием средств, поскольку на этапе 1–2 техническая система, как правило, становится привлекательной для инвестиций. В связи с вливанием средств работа над технической системой активизируется, увеличивается число исполнителей, занятых ею. Рост показателя системы происходит активно до точки 2, в которой потенциал системы практически исчерпан. Но система продолжает жить по инерции и стремится к развитию (интервал 2–3). В это время, как правило, по инерции в систему вкладываются большие средства, призванные вдохнуть в нее вторую жизнь. В это время происходит зарождение новой технической системы «Б» в недрах старой технической системы «А».

**Пример.** Авиация как система зародилась в начале XX в. Первые самолеты – винтовые движители с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Активно система развивается в Первую мировую войну и достигает пика технического состояния в конце Второй мировой войны: скорость 800 км/ч, высокие маневренность, надежность и огневая мощь, грузоподъемность и т. д. В это время появились первые реактивные двигатели и самолеты, которые изменили ТС «Авиация» через изменение ее внутренней структуры. В конце XX в. уже существуют самолеты, развивающие скорость полета в 10 скоростей звука, а поршневая авиация имеет ограниченное применение.

**Пример.** Смена способов бурения: ударное бурение заменено вращательным, затем появилось ударно-вращательное и вращательно-ударное бурение, позднее бурение ССК, с гидротранспортом керна. Показатель системы, в данном случае скорость бурения, нарастает. Когда наступит предел нарастания скорости бурения механическими способами,

им на смену, может быть, придет другой способ, например, термомеханическое бурение.

Система «Б» близка к точке 3 системы «А». Старая техническая система «А» отстаивает свои позиции, происходит борьба двух систем, конфликт личностей и организаций. В этот момент при развитии технической системы проявляются инерция финансовых интересов и узкопрофессиональных представлений, а также недалекость менеджмента.

В книге Билла Гейтса [6] автор называет нежелание воспринимать объективно необходимость кардинальных изменений в делах термином «нежелание выслушивать плохие новости», что также сказывается на темпах развития технических систем. Там же приведены примеры того, как нежелание выслушивать плохие новости приводило к краху компаний. Например, после Второй мировой войны компания *Douglas Aircraft* далеко опережала компанию *Boeing* со своей серией самолетов *DC*, но она оказалась так занята выполнением бесчисленных заказов на винтовую модель *DC-7*, что не смогла достаточно быстро перейти на более перспективную реактивную тягу. А *Boeing* построила свою *707*-ю модель, не имея ни единого заказчика и опираясь исключительно на предвидение, бросила все силы на продвижение новой модели и выиграла конкурентную борьбу. Сейчас *Douglas* – часть компании *Boeing*, а *Boeing* – мировой лидер авиационного строения.

Большинство компьютерных корпораций, отмечает далее в своей книге Б. Гейтс, названные лучшими в 80-е гг. XX в., пережили с тех пор периоды серьезных неудач. Для *IBM* это был подрыв бизнеса на мини-компьютерах широким распространением ПК в 80–90-е гг. (доля рынка всего за 2 года уменьшилась с 55 % до 15 и далее до 10 %).

Корпорация *Digital Equipment* со своими мини-компьютерами отобрала часть рынка у *IBM* лишь для того, чтобы затем уступить ее производителям еще более компактных машин – персональных ЭВМ, которыми ее менеджеры пренебрегли как простыми игрушками. В 1988 г. эта корпорация потеряла самостоятельность и ее приобрела фирма *Compag*.

Руководство фирмы *Wang* не разглядело вовремя наступления революции ПК, и она потеряла рынок средств обработки текста, уступив его компаниям, которые производили программы для ПК. Подобная недалекость, нежелание слышать плохие вести о продажах и негативные отзывы о собственной продукции привели к банкротству компании.

В приведенных примерах четко отразились два основных момента, связанные с рассматриваемой темой. Первый показывает, что успех развития корпораций напрямую увязан с успешной технической политикой, со своевременным переходом на новые технологии и продукцию, а второй отмечает возрастающий темп обновления техники и технологий в современном мире.

Научно-технический прогресс через развитие технических систем можно представить в виде череды графиков, показанных на рис. 1.1, а.

В этом случае получим следующую графическую форму (рис. 1.2), которую можно назвать «лесенкой прогресса ТС». На графике рис. 1.2 показано четыре периода развития системы: А, Б, В, Г. Учитывая, что эволюция любых систем в графическом отображении может соответствовать форме спирали, предполагаем, что выделенная «лесенка» – восходящая линия этой спирали, а период развития одной ТС – виток этой спирали. При этом рост показателя ТС обеспечивается ступенчато (увеличение графика справа), а в основе каждого рывка показателя вверх лежит та или иная новация, изобретение, которые, как ступени лестницы, позволяют ТС достичь новых высот.

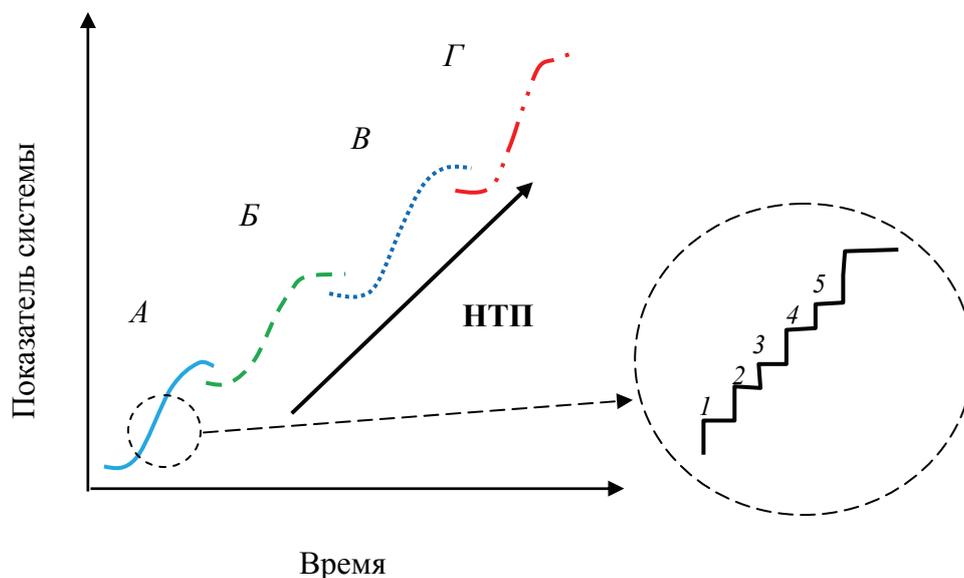


Рис. 1.2. «Лесенка прогресса» и развития технических систем

Как отмечает в своих воспоминаниях величайший из изобретателей XX в. Н. Тесла,

*«Прогресс человечества неотъемлемо связан с изобретением. Это важнейший продукт его творческой мысли. Его конечной целью является полное покорение материального мира разумом, использование сил природы на благо человека. Это сложная задача изобретателя, которого часто не понимают и недооценивают. Но все эти неприятности он с лихвой компенсирует удовольствием от осознания своей власти и принадлежности к тому привилегированному слою, без которого человечество давно бы уже пало в бесплодной борьбе с безжалостной стихией...».*

Никола Тесла (1856–1943 гг.) – американский изобретатель сербского происхождения, создавший основы современной электротехники и предложивший ряд идей, опередивших время на десятилетия. Тесла – единица измерения индуктивности в честь великого изобретателя и ученого.

Развитие технической системы иллюстрируется количеством изобретений, выполненных для ее развития. За период существования системы, как правило, отмечается два ярко выраженных пика (рис. 1.1, б) [2]. Первый пик связан с массовым переходом на новую систему (интервал 1–2 на рис. 1.1, а), второй с попытками реанимировать отработанную техническую систему (интервал 2–3).

Здесь важно при анализе не ошибиться, не спутать пик 1 и 2, а поэтому необходимо оценивать важность изобретения, изучая и сопоставляя его технические характеристики. В зависимости от этапа развития системы имеет место определенная закономерность в распределении изобретений по уровню. На рис. 1.1, в представлено подобное распределение.

Рождение технической системы – это наиболее высокие уровни изобретательской задачи. После появления системы появляются крупные узловые технические решения, способные заставить систему работать достаточно эффективно и на таком уровне, чтобы к системе обратились взоры лидеров промышленного производства. При массовом использовании системы наблюдается второй пик уровня изобретений, а затем уже следует необратимое снижение уровня изобретений. При этом важно иметь в виду, что изобретения высшего уровня очень редки, в основном создаются изобретения первого и второго уровня. Например, по 14 классам изобретений за 1965–1969 гг. выборка, по данным из работы [2], показала: изобретений первого, наиболее низкого уровня, – 32 %, второго – 45 %, третьего – 19 %, четвертого 3,5 и пятого, наивысшего уровня, всего 0,3 %. Некрупные изобретения нужны на начальном этапе становления технической системы (до точки 1 на рис. 1.1). Нужны они на этапе зрелости системы, но основная масса мелких изобретений относится к старым техническим системам (интервал 2–3 на рис. 1.1, а). Массовая инъекция таких изобретений призвана искусственно продлить рост показателя и жизнь устаревшей системы.

В идеале технические системы могли бы быстрее сменять одна другую. Для этого нужно, чтобы при достижении системой «А» точки 2 осуществлялся переход на систему «Б» (см. рис. 1.1).

**Пример.** Поршневая авиация сменилась реактивной авиацией практически без задержек. Причина – война, которая требовала интенсивного развития боевой авиации.

В подавляющем большинстве случаев жизнь систем стремятся продлить и после прохождения точки 2 (график на рис. 1.1, а). Это выгодно тем, кто вкладывает средства в эти системы и рассчитывает на долгосрочные прибыли. Также следует учитывать консервативность мышления и склонность к развитию уже изведенных направлений в технике, а не к переходу на другие новационные разработки.

**Пример.** Себестоимость перевозки нефти на танкерах водоизмещением в 540 тыс. т на 56 % ниже, чем на танкерах водоизмещением

80 тыс. т. Поэтому инженерные силы решают задачу разработки супертанкеров и приспособлений для их эксплуатации и не решают задачи поиска новых путей, новых систем транспортировки углеводородного сырья, альтернативных источников энергии. От этого происходит загрязнение океана, тратятся ресурсы горючего. Здесь пример и консерватизма, и стремления к получению гарантированной прибыли. Необходимо отметить также проблемы с финансированием новых проектов.

## **1.2. Рационализация производства и изобретательская деятельность**

**Рационализация производства**, а именно улучшение продукции, технологии или организации производства, дополняет изобретательство. Это малые штрихи доводки производственных линий, улучшения качества продукции, выполняемые уже непосредственно в процессе производства и выпуска продукции самими участниками производственного процесса.

**Рационализаторским может быть признано** техническое, организационное либо управленческое предложение, являющееся новым и полезным для данного предприятия.

Таким образом, определение содержит следующие признаки охраноспособного рационализаторского предложения: это должно быть техническое решение или предложение по организации и управлению производственной деятельностью, обладающее локальной новизной и полезностью.

Здесь следует отметить, что в СССР в соответствии с законом об изобретениях и рационализаторских предложениях рационализаторскими не признавались решения, связанные с улучшением управления и организации работ, что нельзя считать верным, поскольку высокий уровень организации работ является, безусловно, важнейшим элементом эффективного производства. В настоящее время указанное ограничение отсутствует, т. е. любые решения, направленные на улучшение организации и управления работами, могут быть признаны рационализаторскими.

**Новым** рационализаторское предложение называется в том случае, если оно на дату регистрации не известно той организации, в которой оно подано. Следовательно, новизна рацпредложения имеет относительный характер (называется так же локальной, местной, ограниченной). Если же предложение подаётся в министерство (ведомство) в качестве отраслевого, то исходят уже из достигнутого уровня техники всего министерства (отрасли) в целом.

**Полезным** предложение будет признано, если его использование позволяет получить положительный эффект в условиях, которые существуют на предприятии или должны быть созданы в соответствии с утверждённым

планом. Положительный эффект может быть экономическим, техническим (совершенствуются средства производства без получения экономии) или иным, например, связанным с улучшением условий труда и его безопасности.

Слово «изобретение» существует с давних времён. Изобретение – это, во-первых, процесс создания чего-то нового, непривычного, требующего известной раскованности мысли и сообразительности, во-вторых, реальный результат указанного процесса.

В соответствии с новым российским патентным законодательством изобретение определяется следующим образом.

«В качестве *изобретения* охраняется техническое решение в любой области, относящейся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных сред). Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо».

Согласно данному определению для признания решения изобретением необходимо, чтобы оно отвечало следующим признакам (критериям):

- являлось техническим решением задачи;
- отличалось мировой новизной;
- имело существенные отличия от сходных решений (т. е. соответствовало определенному изобретательскому уровню);
- было промышленно применимо.

Рассмотрим эти критерии подробнее.

Для решения технических задач в основном используются известные технические средства и знания, однако в ряде случаев они вызывают противоречивые требования и оказываются непригодными, так как содержат технические противоречия (ТП), препятствующие достижению лучшего или идеального результата. Задача, содержащая ТП, может быть решена путем поиска компромисса между противоречивыми характеристиками системы либо определением путей устранения возникающих противоречий. Первый путь типичен для конструкторского решения задачи, второй необходим для изобретательских решений.

Таким образом, изобретательская задача – это такая техническая задача, которая содержит техническое противоречие, неразрешимое известными техническими средствами и знаниями, причём условия задачи исключают компромиссное решение. Если техническое противоречие преодолено, это означает, что, как правило, решена изобретательская задача. С научной точки зрения преодоление технического противоречия – обязательный признак изобретения. Однако с юридических позиций изобретениями признаются многие конструкторские и даже просто технические решения.

**Например**, для изготовления обшивки самолета удобно использовать тонкие листы дюралюминия, но тонкие листы не дают достаточной прочности. Как быть?

**О т в е т:** обшивку крыльев и фюзеляжа следует выполнить из гофрированных листов тонкой жести, что значительно повысит несущую способность конструкции, а вес возрастет незначительно. Техническое противоречие вида – покрытие должно быть толстым, чтобы быть прочным, но тонким, чтобы быть легким, устранено изменением формы поперечного сечения листа, так как лист остался тонким и одновременно, как ни странно, «толстым» (толщина гофрированного листа существенно больше толщины полотна, из которой сделан такой лист).

Термин **«техническое решение задачи»** употребляется применительно к практическим задачам, под которыми понимаются задачи, обусловленные общественной потребностью в одной или нескольких сферах практической деятельности. Решение считается техническим, если оно вносит изменения в результат производства, улучшает качество производимых объектов или веществ, способы измерений, аналитических определений. Техническими являются решения, сущность которых относится к области механики, физики, химии и микробиологии и др. При этом объектами изобретательской деятельности в общем случае могут быть не только материальное производство (техника, технология), но и многие другие сферы человеческой деятельности. В геологии это могут быть способы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, способы определения свойств и возраста горных пород, синтеза новых материалов, т. е. элементов технологии исследовательской деятельности.

Часто термин «техническое решение задачи» употребляется в широком смысле, как практическое средство удовлетворения определённых потребностей. Так, определение способа лечения болезней не относится к техническим в обычном понимании, но поскольку терапевтические способы лечения предполагают применение определённых технических средств в строго определённых дозах, с соблюдением определённого порядка, т. е. требуют выполнения рекомендованных приёмов, режимов и т. д., иначе говоря, предполагается определённая техника лечения, то в этом смысле и способы лечения болезней рассматриваются как технические решения.

Однако нельзя требовать, чтобы техническое решение задачи сопровождалось теоретическим обоснованием. При решении задачи изобретатель постигает лишь первичную связь между предложенным средством и вызываемым им эффектом, но теоретическая сторона этого процесса очень часто остаётся неизвестной. На этот вопрос, зачастую очень сложный, должна дать ответ наука. В ряде случаев он решается путём открытия. Тем не менее, постановка изобретательской задачи без раскрытия способа её реализации не является техническим решением. Не могут быть изобре-

нием и чисто теоретические соображения автора, если не предложено конкретного пути их реализации или если средства не работоспособны.

Таким образом, первые две формы научно-технического творчества можно представить в виде следующих упрощенных формул:

$$\begin{aligned} \text{Рацпредложение} &= \text{новизна для предприятия} + \text{полезность}; \\ \text{Изобретение} &= \text{новизна мировая} + \text{полезность}. \end{aligned}$$

Но двух названных признаков для признания технического решения изобретением недостаточно, поскольку существует третий критерий охраноспособного изобретения – **существенные отличия или определенный изобретательский уровень**. Техническое решение признаётся обладающим существенными отличиями, если по сравнению с решениями, известными в науке и технике на дату приоритета заявки, оно характеризуется новой совокупностью существенных признаков. Существенным признаётся такой новый признак технического решения, который, не являясь очевидным, во всей совокупности признаков обеспечивает появление нового технического свойства и вызванного им положительного эффекта, что и является целью изобретения.

Четвёртый критерий охраноспособного изобретения – его **промышленная применимость**. Это один из основных критериев, поскольку без промышленной применимости не может быть массового использования.

Примером изобретения может быть следующая заявка. Бумага и картон веками резали ножницами, ножами и резаками. Недавно поступило предложение резать с помощью тончайшей струи воды под высоким давлением. Эксперимент сразу погасил саркастические улыбки скептиков. Скорость резания газетной бумаги возросла до 1 500 м/мин при не очень большом расходе воды – 100 л/ч. К тому же водяной резак совершенно не загрязняет атмосферу вредной бумажной пылью, вода её полностью поглощает (социальный эффект).

В качестве другого примера приведём формулу изобретения (а. с. № 595478): «Опора бурового шарошечного долота, включающая подшипники, посредством которых шарошка установлена на цапфе (при этом периферийный подшипник – роликовый), отличающаяся тем, что с целью повышения её износостойкости размеры периферийного роликового подшипника выполнены в соответствии с соотношением

$$\frac{DL}{d^2} = \frac{(0,042 - 0,06)}{z^2},$$

где  $D$  – диаметр долота, мм;  $d$  – диаметр ролика периферийного подшипника, мм;  $L$  – длина ролика периферийного подшипника, мм;  $z$  – число роликов в периферийном подшипнике».

В данном примере новизна опоры бурового шарошечного долота заключается в том, что размеры периферийного роликового подшипника выполнены в неизвестном до сих пор соотношении, обеспечивающем такой новый технический эффект, как более рациональное распределение усилий в подшипнике и положительный эффект от повышения износостойкости опоры долота, т. е. в повышении ресурса бурового инструмента.

### 1.3. Открытия

Высшая, с точки зрения познания, ступень творчества – это открытие. По мере развития науки и техники человечество всё глубже познаёт законы окружающего материального мира. Каждая вскрытая закономерность делает человека более сведущим, позволяет создавать новые устройства, производственные процессы, создавать более эффективные средства изучения материального мира и контроля производственных процессов.

Поскольку открытия российским законодательством никак не отмечены, то сведения о них будут изложены в соответствии с советским законодательством.

**Открытием** признаётся установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих **коренные изменения** в уровень познания.

В определении использован ряд понятий диалектики:

- **явление** – это форма проявления сущности объекта материального мира (природы);
- **свойство** – это качественная сторона объекта материального мира;
- **закономерность** – существенная устойчивая связь между явлениями или свойствами материального мира.

Открытием признаётся не всякое решение научной задачи, а такое, которое вносит коренные изменения в уровень познания, имеет большое значение для дальнейшего развития науки, техники и производства. Из определения вытекает, что открытие представляет собой совершенно новое научное достижение мирового масштаба.

Многие открытия содержат теоретическое обоснование закономерности или явления. Однако к обязательному признаку открытия их теоретические обоснования не относятся. Они должны быть признаны открытиями, хотя и не могут быть в данный момент теоретически объяснены. Считается достижением, если обнаруженная закономерность, явление или свойство **экспериментально подтверждены**. Установление закономерностей между ранее обнаруженными явлениями, свойствами и их научное объяснение могут составить новое открытие.

Если расположить перечисленные основные формы научно-технического творчества в порядке их значимости и первоосновы для других форм творчества, то применительно к современному уровню стремительного развития науки и техники в подавляющем большинстве случаев получим такую последовательность: открытия, изобретения, рационализаторские предложения. Хотя не так уж и редки отступления от этой схемы, когда изобретение (или совокупность изобретений) может натолкнуть на открытие, а рационализаторские предложения могут повлечь за собой изобретение. Тем не менее, в современном мире первоосновой научно-технического творчества всё же являются открытия.

Именно благодаря открытиям человечество достигло современного технического и технологического развития. Ещё в древности была высказана мысль, что по мере того, как мы всё больше узнаём о мире, область неведомого для человека расширяется. На первый взгляд, это кажется парадоксальным. Связано это с тем, что процесс познания природы довольно трудный: в большинстве случаев не строго последовательный, далеко не всегда аналитический, а успех в исследованиях определяется уровнем знания, уровнем экспериментальных методов и экспериментальной техники, которые в свою очередь определяются запасом открытий. Своеобразный замкнутый круг. Поэтому наши знания во многом относительны, носят частный характер и по мере развития науки наши знания постоянно приближаются к новому уровню, но вряд ли когда достигнут его абсолютного значения. Поскольку запас знаний постоянно возрастает, то в силу отмеченных обстоятельств исследователи замечают неувязки как между отдельными положениями науки, так между ними и наблюдениями. Это во многом рождает «плановую» (поисковую) тематику для дальнейших исследований. Далеко не всегда открытия делаются только в результате поисковых экспериментов. Часто открытия возникают во время экспериментов, в которых по бытующим в науке представлениям ждут одного, а получают совсем другое. Уже из этого следует, что по мере развития науки темпы познания природы постоянно должны множиться. Поэтому нет конца прозрениям и догадкам человеческого ума, нет конца открытиям.

Открытия появляются значительно реже, чем изобретения. Это вполне естественно, так как изобретения делаются по большей мере ради материального производства и других потребностей человечества, и лишь малая часть – для научных целей. У нас в стране с 1959 г. к настоящему времени зарегистрировано около 400 открытий, т. е. несоизмеримо меньше, чем изобретений (свыше 2 миллионов). Всего к настоящему времени в науке известно около 5–6 тысяч научных эффектов, на которых базируются знания о природе. Только малая часть из них изучается в вузах (примерно, 300–500, в зависимости от профиля будущей специальности). Поэтому возникает большая необходимость в справочниках по физическим и химическим эффектам, в особенности открытым в последнее время.

В данном учебном пособии приведены многочисленные примеры различных изобретений и описана своеобразная «технология» их получения. Это сделано для того, чтобы не только понять, но и прочувствовать, насколько эта своеобразная «технология» отличается от многообразных и неповторимых путей, по которым ученые приходят к открытиям. А поскольку методик получения открытий, в отличие от «технологий» получения изобретений, не существует, приведём несколько примеров открытий, сделанных в нашей стране за последние десятилетия и имеющих большое значение для работы специалистов в области бурения, разведки и эксплуатации месторождений.

**Пример 1.** «Эффект безызносности», установленный Д. Гаркуновым и И. Крагельским.

Диплом на открытие они получили в 1964 г. за № 41. Это открытие в промышленности долгое время было незамеченным или ему не придавали должного значения. Авторами было открыто не известное ранее явление: в парах трения сталь-медь, сталь-бронза или сталь-латунь из-за разрушения атомных связей выделяется медь. При этом медь уносится из контакта трения, и переносится на поверхность стали в виде тончайшего слоя и делает её очень гладкой. Контакт деталей происходит через этот тонкий слой размягчённого металла, обладающего повышенной пластичностью. Применение восстановительных глицериновых добавок к смазке исключает окисление этой плёнки и делает её устойчивой.

Таких смазок, содержащих медь, сейчас разработано много. Этим свойством обладают не только медь и медистые сплавы, но и благородные металлы (золото, серебро, платина). Однако из-за их дороговизны они не подходят для этой цели. Износ трущихся поверхностей значительно замедляется. Обоснование этому явлению было найдено значительно позже самого открытия. В марте 1987 г. было принято постановление о «Мерах по широкому использованию в народном хозяйстве эффекта «безызносности». Начиналось постановление словами: «Открытый советскими учёными «эффект безызносности» позволяет создать принципиально новые смазочные материалы, многократно увеличивающие долговечность узлов трения машин и механизмов». И действительно, эффект «безызносности» гарантирует увеличение срока жизни машины минимум в 2, максимум – в 10 и более раз. Это даёт колоссальную экономию по стране на одном только снижении объёма ремонтных работ.

**Пример 2.** Принцип (эффект), на котором работает лазер.

**Лазер** (англ. *laser*, составленное из первых букв фразы *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) – усиление света с помощью индуцированного излучения) – прибор, в котором осуществляется генерация монохроматических электромагнитных волн оптического диапазона вследствие индуцированного излучения (излучение электромагнитных волн частицами вещества – атомами, молекулами и др. под действием внешнего вынуждающего электромагнитного излучения).

С помощью лазера можно измерять колоссальные расстояния и передавать на эти расстояния изображения, разрушать самые твёрдые породы при бурении скважин, сваривать и резать металл, делать ювелирные операции на глазах и т. д. и т. п. История открытия лазера такова. Московский физик В. А. Фабрикант занимался изучением свойств газового разряда. Он установил, что можно так «возмутить» молекулы газа, что их высшие энергетические уровни будут «населены» электронами больше, чем низшие. Этот излишек энергии обеспечит большую интенсивность выходящего из такой среды излучения по сравнению с входящим. Чтобы усилить электромагнитное излучение, необходимо многократно пропустить его через среду, специально приведённую в неустойчивое состояние.

Ученые А. М. Прохоров и М. Г. Басов пришли к идее молекулярного генератора (так они называли будущий лазер), занимаясь радиоспектроскопией. Пропуская волны через газ, учёные обнаружили, что для получения радиоимпульса от молекул их не обязательно заряжать энергией той же частоты, сама среда преобразует входящее излучение и усиливает его. На этом принципе они создали мощный генератор электромагнитных волн. Аналогичного результата добился и американский исследователь Чарлз Таунс. Сейчас мир принял новый термин – «лазер» (как указано выше, от начальных букв английского словосочетания «усилитель света путём вынужденного испускания излучения»). Между тем, первооткрыватели с советской стороны дали своему детищу более простое и точное название – квантовый усилитель, но к термину «лазер» уже все привыкли.

С помощью квантового генератора открыт светогидравлический эффект (явление возникновения ударного импульса в жидкой среде при проникновении в него лазерного луча). Диплом № 65 на это открытие был выдан в феврале 1963 г. Г. А. Аскарьяну, Г. П. Шипуло и А. М. Прохорову. Авторы сфокусировали луч в жидкости и получили своеобразный взрыв энергии с выбросом её на значительные расстояния и значительной деформацией погруженных в такую «квантовую ванну» тел. Давление в ударной волне достигало миллиона атмосфер.

### **Пример 3.** Принцип голографии.

**Голография** (от гр. *holos* – весь, полный и ... графия) – область науки и техники, занимающаяся регистрацией и последующим восстановлением фронта волны, т. е. какого-либо возмущения среды или поля. Используется для получения объёмных изображений (голограмм), хранения информации, контроля изделий и др.

Еще в 1948 г. английский физик венгерского происхождения Денис Габбор, производя опыты по выяснению дефекта электронного микроскопа, попробовал зафиксировать картину интерферирующих световых волн, направив на неё волну той же самой длины, что и у волны, вызвавшей ин-

терференцию. Вдруг в пучках света появилось размытое изображение геометрической фигуры, возникшей без всяких линз, что считалось совершенно невозможным. За изучение этого явления спустя 23 года он стал лауреатом Нобелевской премии. К этому времени тем же способом у нас в стране удалось добиться получения более совершенных, чем у Габора, изображений. Их стали называть «голограммами». Преодолев несовершенства габоровской методики, советский физик Ю. Н. Денисюк, создал цветные и объёмные голограммы, впервые применив для фиксации волнового поля, рассеянного предметом, толстослойную эмульсию. Таким образом, он заложил основы трёхмерной голографии. Его открытие, заявленное в 1962 г., зарегистрировано лишь в 1970-м и в этом же году Денисюк был удостоен Ленинской премии.

Ю. Н. Денисюк утверждает, что наш мозг воссоздаёт окружающий мир именно как голограмму, а способность фиксировать световые волны присуща материи, и её корни уходят далеко в глубь мироздания.

Применения голографии могут быть самыми разнообразными. Например, с её помощью на лобовом стекле пилота или водителя автомобиля может быть записана голограмма, проецирующая в каком-то узком участке спектра (допустим, красном) показания приборов с приборного щитка. В остальной спектральной полосе она прозрачна. В итоге водитель (или пилот) на фоне местности может следить за показаниями приборов.

Уже вполне очевидно, что на основе голографии можно создать память колоссальной ёмкости и надёжности, поскольку доказано, что голография способна восстанавливать утраченные фрагменты, в том числе и по ассоциации. Экспериментально доказано, что с помощью голографии свет можно поворачивать вспять! Как знать, возможно, в будущем удастся получать картины далёкого прошлого по породам или массивам самых крепких пород и т. п.

**Пример 4.** Открытие № 290 от 7 авг. 1984 г.

Авторы открытия Б. В. Дерягин, Н. А. Кротова и В. В. Капасёва установили, что только что образовавшиеся поверхности при возникновении трещины обладают рядом специфических свойств, но эти свойства теряются при контакте поверхностей с окружающей средой. Дело в том, что при образовании трещины возникают свободные электроны, которые переходят на ту поверхность трещины, к которой их «тянет» сильнее. Поэтому на границе накапливается избыточный положительный заряд и возникает рентгеновское излучение. Излучение возникает при ударе электронов о борт трещины. Поэтому, чтобы нарушить контакт, требуется затратить работу на преодоление не только сил молекулярного взаимодействия, но и электрического притяжения разноимённых «обкладок» двойного слоя. На этом принципе легко создать индикатор-предвестник разрушения, который предупредит о начинающемся разрушении задолго до того, как трещина станет заметной.

Другой аспект открытия – геофизический. Его можно использовать для предупреждения землетрясений и таких грозных последствий, как цунами. Ведь рентгеновское излучение можно наблюдать во время образования разломов земной коры перед землетрясением.

В промышленности открытое явление используют для высокоточной полировки материалов. По обрабатываемой поверхности в вакуумной камере движется ворсистый ролик. При его вращении непрерывно вступают в контакт всё новые участки поверхности, испуская при этом электроны. Их поток концентрируется на выступах обрабатываемой детали и «срезает» их, доводя поверхность до гладкости 14-го класса.

**Пример 5.** Искусственное получение алмазов.

Природные запасы алмазов ограничены, да и их разведка и добыча – дело далеко не лёгкое и крайне дорогостоящее. Поэтому огромное значение имело решение проблемы получения искусственных алмазов из графита. Теоретические условия образования алмазов определил в 1939 г. профессор О. И. Лейпунский. Он вычислил температуру и давление (от 1 500 до 1 700 К и давление около 50 тыс. атм), а также установил характер среды, при которых графит может превратиться в алмаз. Понятно, что создание таких условий оказалось очень сложной задачей, решению которой к тому же значительно помешала вторая мировая война. Поэтому приоритет открытия процесса превращения графита в алмаз был защищён дипломом только спустя 30 лет. Создать искусственные алмазы удалось коллективу сотрудников Института физики высоких давлений АН СССР под руководством Л. Ф. Верещагина с помощью могучего пресса (высотой 28 м и массой 5 тыс. т), изготовленного специально для этого института.

Искусственные алмазы сейчас получают и по-другому. Для этого в специальный реактор помещают маленький кристаллик природного алмаза, выполняющего роль «ядра» кристаллизации, которое часто называют «затравкой». В газовой атмосфере при высокой температуре затравка начинает расти за счёт атомов углерода, как бы надстраивая кристаллическую решетку природного кристалла. В результате у первоначального кристалла появляются «усы», которые ветвятся, становясь похожими на деревья. Для поддержания этого процесса нужно с величайшей точностью поддерживать режим «выращивания», иначе кристаллическое образование покроется плёнкой ненужного графита, и процесс прекратится. Очень важно, что нитевидные кристаллы обладают особенно высокой прочностью.

**Пример 6.** Открытие № 143, зарегистрированное в 1974 г., уточняющее механизм происхождения графита и алмазов.

Считалось, что углерод из 100-процентного графита испаряется в 10–25 раз быстрее, чем из расплавленного металла, в котором растворено не более 10 % углерода. На самом деле оказалось, что скорость превращения углерода в газ, контактирующий с жидким металлом, в несколько

десятков раз выше, чем при отсутствии расплава. Объяснение найдено в многочисленных экспериментах. Жидкая металлическая среда на поверхности графита или угля агрессивна: она погружается в графит и как бы качает углерод в поверхностный слой, откуда он испаряется, конденсируясь потом в виде кристаллов. Правда, для этого нужна определённая температура расплава и атмосферы. Отсюда следует, что алмазы надо искать и там, где расплав глубинной магмы подходящего состава контактировал с каменным углем. В таких местах можно ожидать, что имели место процесс испарения углерода и кристаллизация алмазов.

Открытия случаются и в геологии. Например, научным открытием стал факт обнаружения в 1977 г. геологом В. П. Роговой в Восточной Сибири нового минерала чароит, который добывается на единственном в мире месторождении.

#### **1.4. Тема изобретения**

Часто приходится слышать от студентов, что всё стоящее уже изобретено, а заниматься изобретательством должны только особо одарённые люди. И то, и другое неверно.

Слово *«инженер»* в переводе на русский язык как раз и означает «изобретатель», поэтому любой инженер, если он отвечает своему званию, должен быть изобретателем. Особенно это относится к инженерам геологического профиля, ибо геологические условия чрезвычайно разнообразны, а объекты работ могут быть значительно удалены не только от крупных городов, но и от обжитых районов. Поэтому инженеру-буровику или геологу постоянно приходится самому решать не только «местные», но и изобретательские задачи.

Что касается тем изобретательской работы, то их всегда больше, чем человечество (и тем более один человек) способно решить на данный момент. Для формулировки темы нужно быть не просто пассивным инженерным работником, а заинтересованным производителем. Недаром А. Эйнштейн отмечал, что «изобрести – это значит увеличить следующую дробь:

*произведённые товары / затраченный труд.*

Иначе говоря, каждое настоящее изобретение должно удешевлять производство товаров, снижать их себестоимость. Это самое основное. Если с этих позиций критически анализировать все производственные процессы и технику, учитывая закономерности развития науки и техники в своей отрасли, а также экономические и другие задачи страны на данный

момент, то изобретательские задачи будут возникать в значительно большем количестве, чем один человек способен решить. Совершенствовать можно буквально всё, даже такой древний инструмент, как молоток.

История молотка берет своё начало, по крайней мере, миллион лет назад, когда наш древний предок, расщепив конец палки, укрепил в неё камень. За истекший период появилась добрая сотня вариантов молотка: кузнечный, слесарный, кувалда, киянка, сапожный, обойный, председательский, для настройки роялей, для ремонта часов, для правки автомобильных кузовов (только таких разновидностей молотков более десятка) и т. д., и т. п. Казалось бы, что здесь уже всё изобретено и отшлифовано временем.

Однако жизнь не остановилась, и требуются всё новые и новые варианты молотка, а наука и техника создают базу для совершенствования. Действительно, в последние десятилетия появился молоток с ультразвуковым вибратором, облегчающий труд и ускоряющий технологические процессы; молоток для работы в космосе. Там потребовался молоток без отдачи, так как в условиях невесомости отдача может вызвать опасное движение космонавта. После удара такой молоток словно прилипает к обрабатываемому предмету. Снова встроенный магнит? Нет, использован другой, более простой физический эффект: дробь, засыпанная в пустотелую ударную часть молотка, благодаря трению между шариками гасит отдачу.

Не меньшее удивление может вызвать молоток с «памятью», сделанный из нитинола (55 % никеля и 45 % титана). Пластинка из нитинола «запоминает» приданную ей форму и неизменно возвращается к ней сколько угодно раз. Такой молоток, по мнению специалистов, может заменить пневматический молоток, так как последний часто выходит из строя. S-образная пластинка нитинола в молотке устраняет потребность в сжатом воздухе, а молоток становится надёжнее и проще. Касаясь электрических контактов, пластинка нагревается и, распрямляясь, толкает ударный боек молотка. При этом она разрывает электрический контакт, остывает, касаясь теплопроводящих колодок, и приобретает («вспоминает») заданную ей S-образную форму, и цикл повторяется. Пластинка размером 10×100 мм при нагревании разгибается с силой 600–700 даН.

Не менее поучительна история гвоздя, утюга и прочих обыденных вещей. Что же тогда говорить о более сложных творениях.

Вернёмся к вопросу о выборе творческой задачи, её нужно проверить по двум критериям. Во-первых, *задуманное должно приносить пользу, давать экономический и(или) социальный эффект*. Социальный эффект – это улучшение условий труда и быта, улучшение медицинской диагностики, повышение чистоты атмосферного воздуха, воды в реках и водоёмах и т. п., т. е. это то, что не даёт прямого экономического эффекта, но очень полезно для человека. Во-вторых, *избираемую задачу следует проверить,*

*не противоречит ли предполагаемое решение законам природы* (физики, химии и других наук), т. е. решается ли она принципиально. Классический пример принципиально нерешаемых задач – древняя задача создания вечного двигателя, получения золота химическим путём из других веществ и т. п. Несмотря на то, что Французская академия наук ещё в 1775 г. постановила не принимать к рассмотрению проекты на вечный двигатель, они продолжают поступать до сих пор.

На фоне гигантского потока полезных изобретений порой встречаются бесполезные и даже курьёзные, на которые не стоило бы тратить силы. Например, электровилка для быстрого навёртывания спагетти. Вряд ли её будет применять истинный любитель этого блюда. К этому же классу можно отнести тарелку для чтения за едой; зонтик с перископом; очки со стеклоочистителями и т. п., однако такие заявки до сих пор поступают.

## **1.5. Формулировка изобретательской задачи**

После выбора творческой задачи нужно как можно нагляднее её представить и сформулировать. Среди начинающих часто встречаются люди, считающие это излишним и преждевременным. Полагают, что когда всё получится, тогда можно и изложить, а заранее нет смысла тратить время и бумагу. Крайне ошибочное мнение.

Немало задач и способов решения заканчивали свой путь уже на этапе чёткого их формулирования на бумаге, при составлении эскизов и функциональных схем. Это оказывалось не лишней тратой времени и сил, а как раз наоборот – экономным их расходом, так как отрицательная оценка идеи это тоже полезный результат, позволяющий своевременно переключиться на решение более плодотворных задач. Недаром говорится, что глупость, написанная на бумаге, становится более очевидной. К сожалению, заранее предвидеть, что является глупостью, в сложных случаях удаётся далеко не всегда, для её распознавания часто приходится основательно потрудиться.

Начинать этот этап нужно с уяснения и формулировки **цели**, ради которой решается задача. Цель более широкое понятие, чем поставленная техническая задача. Ведь цель в большинстве случаев может быть достигнута различными путями, решением различных технических задач.

Разработка шарошечного долота была результатом желания увеличить его ресурс и повысить скорость бурения. Препятствием на пути к цели был перегрев и износ лезвий долота. Цель могла быть достигнута различными путями: более интенсивным охлаждением резцов, применением для них более термостойких материалов, созданием условий, при которых одни резцы работают, а другие охлаждаются, после чего меняются местами.

Последний вариант и был принят к реализации, так как возможности других путей уже были давно исчерпаны и не давали существенного увеличения ресурса долота и значительного увеличения скорости бурения. Задача могла быть сформулирована так: увеличить скорость бурения и ресурс долота за счёт нового режима работы резцов, при котором одни резцы разрушают забой, другие в это время охлаждаются.

Такая формулировка является существенной подсказкой к конструктивному решению поставленной задачи, так как в условиях забоя трудно создать схему смены резцов, не разместив их на вращающейся детали (конусе, диске или шаре). Все эти возможности, как известно, к настоящему времени уже реализованы.

## 1.6. Основная черта изобретения

Изобретательские задачи часто путают с задачами техническими, инженерными и конструкторскими. Построить дом, создать буровой станок или мачту, имея готовые чертежи и расчеты, – задача техническая. Рассчитать бурильную колонну или мост, пользуясь готовыми формулами, – задача инженерная. Спроектировать буровой станок или буровой насос компактный, легкий и дешевый, отвечающий всем современным требованиям к этому оборудованию, найдя *компромисс* между высокой производительностью, необходимой мощностью, с одной стороны, и легкостью и дешевизной, с другой стороны, – задача конструкторская. При решении таких задач противоречия просто уравниваются: за счёт улучшения одного из параметров несколько ухудшается другой.

*Задача становится изобретательской лишь в случае, когда в результате её решения полностью преодолевается противоречие, причём нетрадиционным путём, и при этом ничего не ухудшается.*

Искусство конструктора во многом зависит от умения определить, в чем надо выиграть и чем можно поступиться. Изобретательское творчество заключается в поиске такого пути решения, при котором уступки вообще не требовалось бы (или она непропорционально мала по сравнению с получаемым результатом).

Необходимость в изобретении возникает в случаях, когда нужно выиграть и ни в чем не проиграть. Например, создать непрерывный подъем керн с забоя, не увеличивая диаметр скважины, не усложняя наземное оборудование и не снижая представительность бурового керн. Решить эту задачу известными приемами (до появления идеи гидротранспорта) было совершенно невозможно.

*Таким образом, обычная задача переходит в изобретательскую в случаях, когда необходимым условием ее решения является устранение*

**технического противоречия.** Нетрудно создать механизм или машину, игнорируя технические противоречия, но тогда машина окажется неработоспособной, ненадежной или громоздкой, не удовлетворяющей условиям ее эксплуатации и т. п.

При возникновении качественно новой потребности общества возникает задача на построение новой технической системы. Как правило, такая задача проявляется неявно для общества, она зреет в умах немногих, способных на этом этапе ощутить эту потребность. Здесь уместно привести пример с зарождением авиации или информатики. Полет – прежде всего, давняя мечта человека, но появление первых летательных аппаратов связано с решением насущной потребности быстрого перемещения на значительные расстояния с различными практическими целями (первый контролируемый полет на машине тяжелее воздуха был совершен Райтом 17 декабря 1903 г., летательный аппарат продержался в воздухе всего 12 секунд).

Потребность в анализе и обработке огромного объема данных требовала создания системы, способной вести эту работу непрерывно без непосредственного участия человека. Такая система зарождалась в виде различных счетных машин, мемекса В. Буша и сегодня являет собой развитую и чрезвычайно активно развивающуюся систему информационных технологий.

**Мемекс Буша** – описание механического мультимедийного компьютера, подключенного к информационной сети В. Буша (директор управления научно-исследовательских работ США, 1945 г.) – прообраз современных ПК и Internet [6].

Появление качественно новой общественной потребности, удовлетворить которую необходимо с помощью техники, порождает новый функциональный класс технических систем. Число таких классов сравнительно невелико, рождаются они не так часто. Гораздо более частый случай – количественный рост общественных потребностей. При этом сначала возникает количественная диспропорция между потребностью и возможностью ее удовлетворения. Она сначала устраняется за счет соответствующего количественного изменения параметров известной технической системы, не меняя ее качественно. Однако с некоторого момента устранять потребность за счет такого изменения параметров технической системы становится невозможно или очень дорого, а поэтому требуется качественно менять техническую систему.

Например, десятая часть всей производимой в мире электроэнергии пропадает зря. Миллиарды долларов тратятся ежегодно на бесполезный нагрев медных и алюминиевых проводов. Между тем уже почти 100 лет хорошо известно, как можно избежать этих потерь. Достаточно использовать сверхпроводники, обладающие при сверхнизких температурах нулевым сопротивлением. Многие тысячи инженеров-электриков и ученых ведущих институтов и корпораций разработали тысячи технических решений, которые

позволили снизить потери электроэнергии при ее транспортировке. Новая эпоха современных технологий испытывает все более возрастающий дефицит энергоносителей, потому эта проблема требует новых решений.

**Явление сверхпроводимости** открыто в 1911 г. Г. Камерлинг-Оннесом (Нидерланды), основателем и директором Низкотемпературной лаборатории Лейденского университета, после того как им был сжижен гелий и тем самым стала доступной область температур вблизи абсолютного нуля. Ртуть, помещенная в гелий при температуре 4 К ( $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), резко снижала электрическое сопротивление почти до 0. В 1913 г. открытие отмечено Нобелевской премией.

Теория сверхпроводимости разработана в конце пятидесятих годов американскими и советскими учеными.

Работы в направлении использования явления сверхпроводимости проводятся в ряде ведущих стран мира. В 1986 г. в США был создан керамический материал, который позволил создать нужный для решения глобальной научно-технической и социальной проблемы проводник, охлаждаемый жидким азотом до температуры  $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В США готовятся впервые в промышленном масштабе запустить сверхпроводимый кабель для электроснабжения района Детройта: 1 800 фунтов (1 фунт = 0,45 кг) медного кабеля заменят 250 фунтами сверхпроводимого кабеля, способного нести в несколько раз большие токи. Используемый проводник пока дорог – 200 долларов за метр, так как выполнен из серебра – полая лента сечением  $0,3\times 4\text{ мм}$ , заполненная керамическим порошком. Однако планируется снизить стоимость проводника в 4 раза после широкого промышленного освоения новой технологии и еще в 2 раза после замены серебра другим материалом. Тогда стоимость нового проводника сравняется со стоимостью современного медного провода и будет устранено имеющееся противоречие, связанное с невозможностью использования явления сверхпроводимости. Значимость этого события специалистами оценивается не менее чем влияние на развитие общества электротехнического скачка конца XIX – начала XX в. (журнал «Эксперт», № 47, 17.12.2001 г.).

**Нефтеотдача** – мера полноты извлечения нефти из пласта – отношение количества извлеченной нефти к первоначально содержащейся в пласте, выраженное в долях единицы или в процентах, называют коэффициентом нефтеотдачи.

Единство улучшения и ухудшения сторон технической системы, единство положительных и нежелательных эффектов, обусловленное состоянием некоторой части системы, называется **техническим противоречием** (ТП). Для случая с системами повышения нефтегазоотдачи продуктивных пластов техническое противоречие определяется соотношением между затратами на повышение отдачи месторождения и положительным эффектом от повышенного дебита скважин.

Вспомним, что первая вертикально-горизонтальная скважина пробурена в СССР в 1953 г. в Башкирии (скважина 66/45). В 1968 г. на Марковском месторождении (Иркутская область) пробурена скважина с рекордной для того времени протяженностью горизонтального ствола 632 м. В 1969 г. появилась монография А. М. Григоряна – одного из первых специалистов, активно развивавших в то время это новое и прогрессивное направление – «Вскрытие пластов многозабойными и горизонтальными скважинами» (М.: Недра).

В работе А. М. Григоряна (см. журнал «Нефтяное хозяйство», ноябрь 1998 г.) приведены данные о возможностях бурения вертикально-горизонтальных разветвленных скважин. Например, в определенных геологических условиях скважины с разветвленной «корневой» системой позволяют:

- получать начальные дебиты в 20 раз выше, чем дебиты обычных скважин при повышении стоимости бурения только в 2–3 раза;
- обеспечить накопленную добычу за 10–15 лет эксплуатации в 10 раз выше при себестоимости добытой нефти в 3–5 раз ниже, чем по обычным соседним скважинам;
- на 20–30 % увеличить общую нефтеотдачу из продуктивных пластов;
- повысить эффективность разработки высоковязких нефтей, процессов заводнения, прогрева пластов и др.;
- разредить сетки разработки месторождений скважинами.

**Дебит** (фр. *debit* – сбыт, расход) – количество воды, газа, нефти, даваемое источником (колодезем, скважиной) в единицу времени (см. «Современный словарь иностранных слов». – СПб.: Дуэт, 1994).

В годы, когда новая технология освоения нефтяных и газовых месторождений заявляла о себе, техническое противоречие системы не достигло критического уровня, новая технология не получила активного развития в СССР, но была подхвачена за рубежом, прежде всего в США и вернулась к нам через 20 лет в виде патентованных средств и технологий. Всё дело в том, насколько чутко способно реагировать общество на имеющееся противоречие, насколько это противоречие остро в рамках того или иного государственного сообщества, правовых и социальных условий функционирования экономики.

Сам А. М. Григорян, чьи разработки оказались в свое время не востребованы в СССР, уже многие годы работает в США, имеет фирму по обеспечению проводки горизонтальных скважин («*Grigoryan Branched-Horizontal Wells Co*»), является признанным специалистом и преуспевающим предпринимателем.

Если государство или экономические структуры его составляющие, действуя в рамках того или иного экономического строя, способны реали-

зывать на деле только затратную экономическую политику, не способную чутко реагировать на тенденции в науке и технике, то они не будут способны к гармоничному и эффективному развитию своих технических и технологических мощностей, иначе говоря, своих технических систем. Они будут вынуждены пользоваться известными системами, платя за них цену, равную цене их некомпетентности.

Каждая техническая система характеризуется присущими ей техническими противоречиями, которые рождаются вместе с созданием системы и изменяются или исчезают при качественном изменении этой системы. Причем главные противоречия, связанные с принципом действия системы, определяют те проблемы, которые постоянно приходится решать в процессе совершенствования технической системы.

Например, самолетный принцип действия приводит к необходимости разбега при взлете и пробега при посадке, что порождает техническое противоречие между летными и взлетно-посадочными качествами самолета, необходимость разрешения которого привела к большому числу изобретений: от тормозных парашютов и средств механизации крыла, изменения его геометрии, до создания аппаратов с вертикальным взлетом и посадкой.

Именно техническое противоречие является источником развития технической системы. Пока положительный эффект превышает нежелательный, техническое противоречие мало заметно. Когда же ухудшение начинает приближаться к границам допустимого, техническое противоречие начинает обостряться. Разрешение технического противоречия связано с появлением новых технических решений – изобретений, способных настолько изменить систему, что нежелательные издержки или снижаются до допустимых норм или исчезают вовсе. Именно поэтому понятие «техническое противоречие» очень важно для направленного поиска новых технических решений.

При решении технических задач первого уровня с противоречиями не сталкиваются. Строго говоря, это задачи конструкторские, а не изобретательские. Юридическое понимание термина «изобретение» в данном случае не совпадает с пониманием техническим, творческим. Таким образом, подлинные изобретения – это изобретения, создание которых обязательно связано с преодолением противоречий. В самом факте возникновения изобретательской задачи уже присутствует противоречие: нужно что-то сделать, а как сделать – не известно.

Техническое противоречие часто состоит в том, что если известными способами улучшить одну часть (или один параметр) технической системы, недопустимо ухудшается другая часть (или другой параметр). Технические противоречия часто указаны в условиях задачи, но столь же часто исходная формулировка ТП требует серьезной корректировки по мере проработки задачи. Зато правильно сформулированное ТП обладает определенной

познавательной ценностью. Хотя ТП и не дает указаний к конкретному решению задачи, но оно позволяет сразу отбросить множество «пустых» вариантов: заведомо не годятся все варианты, в которых выигрыш в одном сопровождается проигрышем в другом.

Каждое ТП обусловлено конкретными физическими причинами. Например, при разрушении горных пород алмазным породоразрушающим инструментом под матрицу требуется подавать охлаждающую и очищающую забой жидкость. Если сделать в матрице отверстия (или поры) для подачи жидкости, то такая поверхность работает хуже сплошной. ТП налицо: охлаждающая способность «дырчатой» матрицы вступает в конфликт с ее способностью разрушать забой. Отверстия хорошо пропускают жидкость, но не могут разрушить забой, а алмаз наоборот хорошо режет забой, но не может пропускать жидкость. Получается, что матрица должна быть с отверстиями, чтобы пропускать жидкость, и твердой до уровня алмаза, чтобы резать забой. Это физическое противоречие (ФП): к одной и той же части системы предъявляются взаимоисключающие требования.

В физических противоречиях столкновение конфликтующих требований предельно обострено, поэтому на первый взгляд ФП кажутся абсурдными, заведомо неразрешимыми. Как сделать, чтобы алмазная матрица была сплошным отверстием и в то же время сплошным твердым телом? В доведении ФП до крайности и состоит его познавательная ценность. Поскольку одна и та же часть вещества не может быть в двух разных состояниях, остается развести, разъединить противоречивые свойства простым физическим преобразованием. Эти свойства и разъединили в пространстве: объект сделали из двух частей, обладающих разными свойствами (торец коронки состоит из отдельных блоков матрицы, разделенных промывочными каналами). Можно разделить противоречивые свойства во времени: пусть объект обладает то одним свойством, то другим (так поступили в шарошечных долотах). Можно прибегнуть и к сосуществованию противоположных свойств. Например, инструмент может быть сделан из льда с вмороженными в него частицами абразива. Лёд при работе инструмента плавится, обеспечивая требуемое сочетание свойств: обрабатываемая поверхность остается твердой и в то же время сквозь нее везде как бы проходит холодная вода. Разумеется, такой инструмент для скважины не годится, но им, например, можно полировать стекло и т. п.

Итак, иногда техническое противоречие, содержащееся в задаче, видно отчетливо; иногда оно как бы растворено в условиях задачи. Тем не менее, изобретатель всегда должен помнить о техническом противоречии, которое ему предстоит установить и преодолеть.

Известный советский изобретатель Б. Блинов, подводя итоги своей тридцатилетней изобретательской работы, писал: «На основании опыта го-

ворю: вы не станете изобретателем, если не научитесь отчетливо видеть противоречия в вещах».

Анализ существа технического противоречия, переход на уровень внутреннего функционирования технической системы приведет к выявлению противоречия иного плана, противоречия, которое несет в себе физическую сущность явления, положенного в основу функционирования системы. Рассмотрим продолжение примера с авиацией: взлетная полоса будет короткой, если самолет, имея высокую скорость в полете, при посадке и при взлете будет иметь очень небольшую или нулевую скорость. Здесь изложено физическое противоречие первого уровня, поскольку невозможно в явном виде соединить два показателя – высокую скорость полета и низкую скорость при посадке и взлете. В то же время первый уровень противоречия еще не дает ответа, как устранить техническое противоречие и дать развитие системе.

Для случая с повышением дебита и отдачи продуктивных нефтегазовых пластов физическое противоречие первого уровня может звучать так: скважин должно быть мало, может даже одна, но дебит и отдача пласта должны быть максимальны. Второй уровень физического противоречия можно сформулировать так: скважин должно быть мало, может даже одна, но поверхность вскрытия продуктивного пласта должна быть очень большой. То есть на втором этапе анализа выясняется, что же даст повышение дебита и нефтегазоотдачи пласта. Ответ: площадь вскрытия скважиной внутренней структуры пласта. Далее, очевидно, следует поискать решение: как можно добиться повышения площади вскрытия скважиной пласта, здесь простые геометрические построения дают исчерпывающий ответ. В соответствии со схемами на рис. 1.3 поверхность вскрытия пласта вертикальной скважиной равняется  $S$ , а вертикально-горизонтальной  $F + D$ , причем очевидно, что  $F > S$ , а  $F + D \gg S$ .

Суть **физического противоречия** (ФП) состоит в том, что к одному из элементов или параметров системы предъявляются два взаимоисключающие требования.

Параметр элемента системы, который упоминается в этом определении, называется **узловым параметром**, а характеризуемый им элемент – **узловым элементом**.

Например, количество углерода в стали должно быть большим (для повышения прочности) и должно быть маленьким (чтобы не ухудшалась способность противостоять ударным нагрузкам).

О т в е т: науглероженная сталь должна быть только на поверхности детали, а вся деталь может оставаться малоуглеродистой, т. е. в данном случае должна быть сделана цементация, которая мирит между собой прочность и ударную вязкость и, таким образом, устраняет техническое противоречие.

**Д р у г о й п р и м е р.** Покрытие кровли должно быть как можно более тонким (чтобы быть легким и не усложнять и утяжелять стропильную систему) и должно быть прочным, т. е. утолщенным (чтобы выдерживать нагрузку снега и человека).

О т в е т: покрытие в виде волны шифера или гофрированная жесь – тонкие и легкие покрытия, но одновременно прочные и, как ни странно, «толстые».

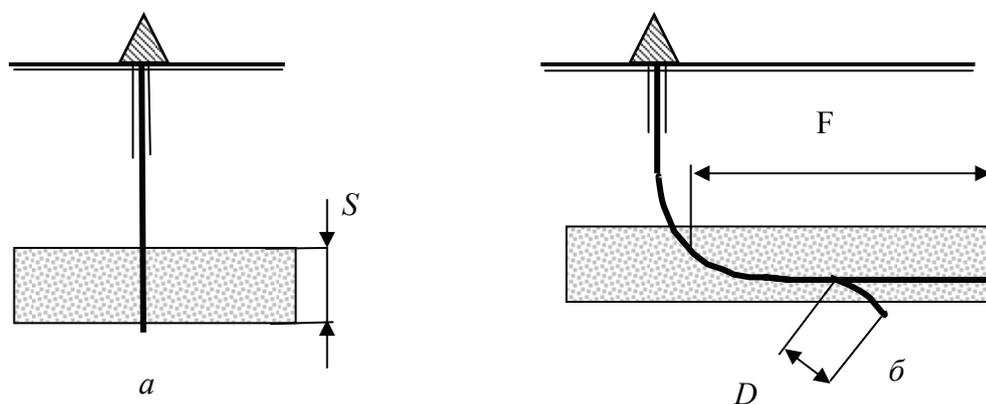


Рис. 1.3. Схемы вскрытия продуктивного пласта: *a* – вертикальной скважиной; *б* – вертикально-горизонтальной с одним дополнительным стволом скважиной

**П р и м е р.** При ударном бурении изнашивание породоразрушающих элементов сопровождается их скалыванием вследствие динамических нагрузок. В данном случае возникает физическое противоречие, которое состоит в том, что очень твердый сплав, отличающийся высокой износостойкостью, приобретает хрупкость, а значит, низкую сопротивляемость скалыванию при ударе.

Компания *Sandvik* (Швеция) разработала твердосплавный материал с двойными свойствами (*Dual Property – DP*) для изготовления твердосплавных вставок долот для ударно-вращательного бурения. За счет варьирования содержания кобальта достигается изменение твердости и прочности материала. При изготовлении породоразрушающих вставок производится изменение характеристик материала послойно по сечению вставок, что позволяет получить на поверхности и в центре вставки максимальную твердость, а в среднем слое пониженную твердость, что в целом приводит к более высокой прочности породоразрушающего элемента. Варьируя составом и размерами слоев, специалисты компании *Sandvik* добиваются высокой сопротивляемости бурового инструмента износу и разрушению при бурении конкретных горных пород (рис. 1.4).

В данном случае имеет место классический пример преодоления противоречия путем соединения противоречивых характеристик материала.

**П р и м е р.** При изготовлении алмазного бурового инструмента необходимо максимально надежное закрепление алмазов в матрице. Первые инструменты изготавливали, чеканя алмазы в отверстия, просверленные на торце металлического корпуса коронки. В настоящее время коронки изготавливают методом прессования и спекания матриц с алмазами в печи. Алмазы оказываются внутри вольфрам-кобальтовых матриц. При подобном изготовлении коронок очень важна хорошая адгезия между алмазом и металлической матрицей. Алмаз, особенно полированный, не имеет хорошей адгезии к металлу. Как быть?

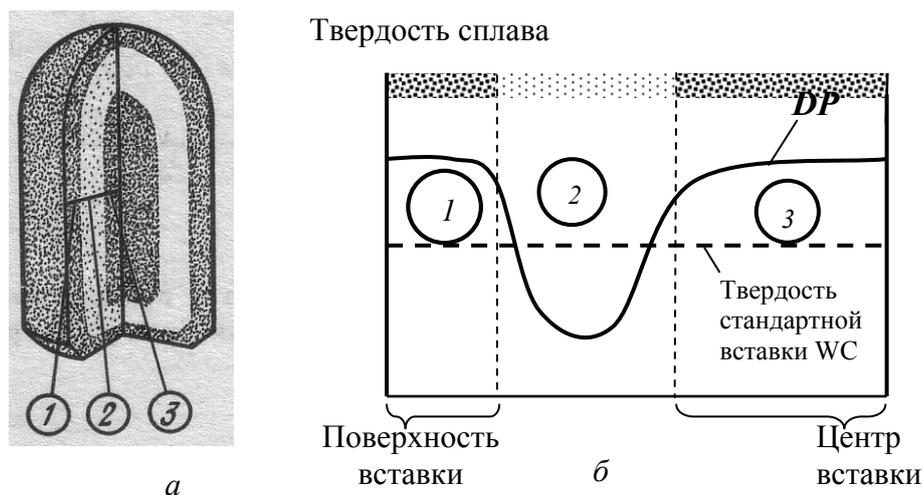


Рис. 1.4. Породоразрушающая вставка *DP* компании *Sandvik*: *a* – общий вид; *б* – характеристика её твердости

**Адгезия** (лат. *adhaesio* – прилипание) – слипание, обусловленное межмолекулярным взаимодействием разнородных твердых или жидких тел (фаз), соприкасающихся своими поверхностями.

**Р е ш е н и е 1.** Алмаз полируют, чтобы повысить его прочность и эксплуатационные характеристики при бурении, но полированный алмаз плохо взаимодействует с металлом. В этом суть физического противоречия. Для устранения противоречия и прочного соединения алмаза с металлической матрицей между ними нужен какой-то промежуточный слой – оболочка вокруг алмаза. Оболочка должна быть прочной, что, видимо, свойственно металлам, но при этом следует использовать металл, имеющий хорошую адгезию как с алмазом, так и с матрицей.

**Р е ш е н и е 2.** Металлическая оболочка вокруг алмаза изготавливается из титана. Для защиты от окисления титановую пленку сверху покрывают никелем. Для более качественного соединения зерна с матрицей покрытие алмаза должно быть пористым для лучшего соединения с матрицей не только за счет адгезии между поверхностью оболочки и матрицей,

но и за счет проникновения металла матрицы внутрь оболочки через поры в ее поверхности (рис. 1.5).

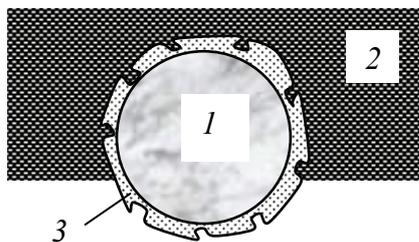


Рис. 1.5. Схема закрепления алмаза: 1 – в матрице; 2 – буровой коронки; 3 – с помощью покрытия алмаза пористым металлом

Одной из крупнейших проблем мировой экономики, техники и промышленности является проблема нефтегазоотдачи пластов. Выше был приведен пример того, как можно эту проблему частично решить за счет геометрии вскрытия пласта (см. рис. 1.3). Другая часть данной проблемы связана с условиями вскрытия продуктивного пласта. К таким условиям можно отнести создаваемые на пласт давления со стороны столба очистного агента (статические) и при спуске-подъеме бурового инструмента (динамические).

Что касается соотношения давления в самом нефтегазоносном пласте и давления столба очистного агента, то здесь очевидно, что оптимальным будет условие вскрытия и испытания пласта при давлении или равном пластовому или меньше. Выражаясь языком специалистов [19], пласт выгоднее всего вскрывать на депрессии в системе скважина-пласт. В данном случае существует физическое противоречие, которое связано с необходимостью защиты от выброса нефти и газа из пласта, если пластовое давление выше статического, но в то же время для эффективного вскрытия нефтегазоносного пласта статическое давление на пласт должно быть минимальным.

**Депрессия** (лат. *depressio* – подавление) – пониженное давление.

Данное противоречие сегодня устранено созданием системы контроля и предотвращения выбросов при бурении на депрессии. Данная система обеспечивает герметизацию скважинного пространства и позволяет вести непрерывный контроль нефтегазовыделений.

Обычно вскрытие продуктивного пласта на депрессии выполняется с помощью традиционных буровых установок, в которых используются бурильные трубы с резьбовыми соединениями, требующими прекращения и возобновления циркуляции бурового раствора или иного агента во время проведения спуско-подъемных операций (СПО): смены долота и наращивания бурильной колонны. Однако выполнение спуско-подъемных операций создает вредные пиковые знакопеременные колебания давления в стволе скважины, что приводит к негативному воздействию на пласт.

Выравнивание динамических давлений, связанных с операцией спуска и подъема бурильных труб из скважины, также до недавнего вре-

мени можно было сформулировать в виде физического противоречия. Оно состоит в том, что для снижения динамического давления на пласт нужно спускать инструмент как можно более плавно, без ускорений и резких торможений, но при этом необходимо спуск-подъем инструмента выполнять как можно быстрее для снижения общих затрат на бурение. Но невозможно выполнять СПО оперативно, если не делать ускорений и торможений при спуске колонны, состоящей из отдельных бурильных труб и «свечей». Поэтому верхнюю толщу горных пород «проходили», не особо заботясь о колебаниях давления, что, впрочем, приводило к некоторому разрушению ствола скважины, а при бурении по нефтегазоносному пласту скорости спуска и подъема колонны строго ограничивали. Данный подход не решал проблемы, поскольку приводил к удлинению сроков бурения скважин и к частичной кольматации продуктивного пласта.

**Кольматация** – (фр. *colmatage*, от итал. *colmata* – наполнение) – заполнение каналов и пор продуктивного пласта шламом и буровым раствором, что препятствует выходу нефти и газа из пласта в скважину).

Данная задача сегодня практически решена применением так называемых колтюбинговых буровых установок (название связано со словосочетанием *coiled tubing* – англ.) с использованием длинномерной (2–3 тыс. м) безмуфтовой стальной гибкой трубы, уложенной на барабане, вместо традиционной составной бурильной колонны. Такие установки обеспечивают высокую скорость подъема и спуска гибких труб путем наматывания или разматывания их с барабана, без какого-либо отрицательного воздействия на пласт, так как процессы спуска и подъема осуществляются непрерывно без торможений, разгонов и без остановки циркуляции очистного агента.

По данным ОАО «Газпром» [19], к примеру, продолжительность работ с использованием колтюбинговой установки РАНТ-10.01 или М-10 в сравнении с традиционной установкой марки А-50 сокращается в три раза. При этом использование колтюбинговых буровых установок гораздо более эффективно при бурении на депрессии с регулированием скважинного давления и при проходке полых наклонных и горизонтальных участков ствола. При использовании колтюбинга существенно улучшаются условия выноса выбуренной породы, появляется возможность контроля за флюидом и положением скважины в пространстве за счет постоянной связи забоя с поверхностью, поскольку неразъемная колонна обеспечивает возможность расположения многожильного кабеля, позволяющего осуществлять оперативное управление всем технологическим процессом и проведение каротажа непосредственно из кабины оператора.

Как следует из приведенных примеров, физическое противоречие всегда связано с техническим противоречием: каждому техническому противоречию соответствует физическое противоречие и наоборот. Поэтому

физическое противоречие – это, по сути, форма выражения проблемы устранения технического противоречия, частный случай антиномий – проблем, известных в философии и формальной логике [8].

**Антиномия** (гр. *antinomia* – противоречие в законе) – противоречие между положениями, каждое из которых признается логически доказуемым (например, прерывность и непрерывность материи).

Главная ценность физического противоречия заключается в том, что в форме физического противоречия легче всего выявлять противоречие при заданных состояниях или свойствах одной из частей технической системы, а также при формировании требований к этой части. Если заданные состояния, свойства или требования несовместимы (противоположны), то в системе есть противоречие. Формулировка физического противоречия, как все формулировки антиномий-проблем, обладает большой эвристической ценностью. Представляя в предельно обостренной форме проблему устранения технического противоречия, физическое противоречие в то же время указывает и условие этого устранения. Правильная формулировка физического противоречия – это уже, по сути, начало решения технической задачи.

Очень часто развитие узла или элемента различных технических систем разрешается на основе одинаковых физических противоречий. В этом случае часто сформулированные технические противоречия будут звучать различно, но их устранение возможно за счет разрешения одного и того же физического противоречия. Примером могут служить устройства и материалы с односторонней проводимостью: ниппель, обратный клапан, диод, ткань-мембрана. Первые два решают проблемы, связанные с управлением направлений воздушных и водных потоков, регулирования перепада давлений в различных системах. Диод обеспечивает заданную направленность электрического импульса. Последний из примеров обеспечивает фильтрацию воздуха от объекта наружу и препятствует проникновению к объекту влаги и воздуха, что используется для защиты утеплителя в строительстве или при создании спортивной одежды.

Подобных примеров можно привести много. Для устранения самых различных технических противоречий могут использоваться различные варианты исполнения демпферов, причем как механического, так и электромеханического, гидравлического и других типов; отражателей световых, акустических и электроимпульсных сигналов.

Все эти системы способны выполнять двойственные функции, например, гашение колебаний и выделение энергии, источником которой являются колебания, что обеспечивает возможность управления тем или иным узлом технической системы.

Приведенные примеры показывают, что анализ противоречий дает возможность уже на начальном этапе анализа условий изобретательской задачи иметь какое-либо решение по принципу аналогии с уже известными техническими решениями. Часто такое решение вполне устраняет техническое противоречие и, таким образом, саму проблему совершенствования технической системы.

## 1.7. Поиск аналогов и прототипов

Будем считать, что задача сформулирована, представлена наглядно, выяснена её полезность и принципиальная решаемость. Остаётся выяснить, не решена ли она другими.

Поиск ответа целесообразно начать с обсуждения задачи с коллегами по работе, ветеранами труда, которые знают историю предприятия, удачные и неудачные технические решения. На большинстве крупных предприятий имеются группы общества рационализаторов и изобретателей. Обсуждение задачи в этих коллективах может многое прояснить. Очень полезно расспросить специалистов и учёных, работающих в областях, близких к решаемой задаче. В таких беседах можно получить необходимые сведения сразу, минуя длительные поиски в литературе. Особенно это ценно сегодня, когда наука и техника развиваются очень быстро, а информации накопилось очень много, из-за чего новизну задачи установить бывает довольно сложно, требуется много времени.

Полагаться только на литературные источники так же вредно, как и избегать их. Подчас одиночкам охватить все мировые достижения по избранному вопросу просто непосильно. Если же тратить на это много времени, то можно стать жертвой «вектора инерции». Этот термин означает следующее: можно так перегрузить себя информацией о чужих работах, что ни сил, ни времени для собственного творчества не останется. Более того, перегрузка чужими идеями убивает в человеке всякое творческое начало, делает его творчески пассивным, своего рода ходячим справочным компьютером. Такой человек иногда остаётся ещё способным критиковать чужие идеи, но не генерировать свои.

Знакомясь с изобретениями, нужно брать на заметку те из них, которые близки к поставленной задаче. Такие сходные изобретения в патентной литературе называют **аналогами**.

**Аналог** (от греч. *analogos* – соответственный) – близкий к запатентованному техническому решению объект равного или близкого назначения.

Из аналогов наиболее близкий к поставленной задаче называется **прототипом**.

**Прототип** (от греч. *prototypon* – первый тип) – это аналог изобретения, наиболее близкий к нему по совокупности признаков.

Для решения задачи и оформления заявки на изобретение обязательно нужно найти прототип, так как он служит трамплином, отталкиваясь от которого стремятся достичь новое техническое решение.

Если обсуждение задачи с компетентными людьми не дало результатов и вопрос о новизне задачи остался нерешенным, следует начать поиск, обратившись к технической литературе и патентным материалам. Это нужно также и для того, чтобы правильно оформить заявку на изобретение. Просмотр патентных карточек в библиотеке может помочь отыскать прототип изобретения. Полезно просматривать реферативные журналы Института научной и технической информации, издаваемые ежемесячно по всем научным и техническим направлениям, а также экспресс-информацию по новым идеям и техническим решениям.

Если просмотр литературы не дал ясного ответа о новизне задачи, то нужно обратиться к главному хранилищу изобретательской мысли в стране. Это патентно-техническая библиотека (ВПТБ). Мировой зафиксированный фонд изобретений составляет 17 миллионов, более 13 миллионов их описаний имеется в ВПТБ.

Необходимо иметь в виду, что какую бы помощь не оказали консультанты, при оформлении заявки всё равно придётся сослаться на литературу, в которой опубликованы аналоги и прототип. Поэтому консультанты могут только сократить (и порою значительно) время на литературный и патентный поиск, но не заменить его полностью.

## 1.8. Уровни изобретательских задач

В теории решения изобретательских задач принято все изобретения по их сложности делить на пять уровней.

**Первый уровень** составляют мелкие усовершенствования уже известных технических систем, не связанные с устранением технических противоречий и лежащие в пределах одной профессии, поэтому под силу каждому специалисту. Объект указан точно, а вариантов изменений мало. Например, по а. с. № 854714 сплавляемые по воде бревна надо покрыть с торцов пенопластом, чтобы они не впитывали воду. Идею изобретения первого уровня можно найти, рассмотрев лишь несколько вариантов. Действительно, чем можно удалить металлическую пыль с абразивных кругов? Механическим путем металлические частицы не возьмешь, но может помочь магнит. Так и поступил автор свидетельства № 662331, предложивший чистить круги сильным магнитным полем. Другой пример: дуга ме-

шает электросварщику наблюдать за процессами, происходящими в зоне сварки. Свет дуги забивает менее яркие детали. Как быть? При такой формулировке задача без труда решается на первом уровне: надо осветить зону сварки лучом, более ярким, чем дуга.

Задачи первого уровня составляют примерно 30 % от всех изобретательских задач.

**Второй уровень** – это изобретения, в которых простое техническое противоречие устраняется известным в данной отрасли техники способом. При этом меняется либо один из элементов системы, либо его часть. В результате возникает мелкое изобретение. Задача второго уровня требует перебора нескольких десятков вариантов, что по силам любому грамотному специалисту.

Усложним задачу, введя дополнительные требования. Дуга мешает электросварщику наблюдать за процессами, происходящими в зоне сварки. Надо улучшить условия наблюдения без существенного усложнения аппаратуры и снижения производительности. В такой редакции задача сложнее. Придется перебрать несколько десятков вариантов. Отпадут, например, все предложения с введением дополнительных светильников: они усложняют оборудование. Не подойдут и предложения с периодическим отключением дуги, так как они снизят производительность. Наиболее простое решение выглядит так: устройство для защиты глаз и лица электросварщика, содержащее корпус и раму со вставленным в нее светофильтром, *отличающееся тем, что* с целью улучшения наблюдения за процессом сварки оно снабжено рефлектором, выполненным в виде прямоугольного сектора сферы по габаритам корпуса и фиксирующим свет от дуги на свариваемые материалы в зону расплавления (а. с. № 252549).

Изобретения первых двух уровней самые многочисленные и составляют в отечественном фонде примерно 77 % патентного фонда.

**Третий уровень** составляют изобретения, в которых противоречие преодолевается путем полного изменения одного из элементов системы способами, известными в пределах *одной науки*, т. е. механическая задача решается методами механики, химическая – химии и т. д. Полностью меняется один элемент системы, другие меняются частично. Такие задачи решаются с привлечением новых веществ или полей, например, теплового, магнитного и других. Цена такого изобретения – сотни вариантов решений и сотни пустых проб.

**Пример.** Замена чернил в авторучках на густую пасту устранила опасность клякс. Шариковая ручка – типичное изобретение третьего уровня.

**Второй пример.** «Винтовая пара, состоящая из винта и гайки, *отличающаяся тем, что* с целью предупреждения износа их поверхности путем устранения между ними во время работы, винт и гайка расположены с зазором, сохраняемым во время работы, в их резьбе уложены обмотки

для создания электромагнитного поля, обеспечивающие поступательное движение гайки относительно винта» (а. с. № 154459). Винтовая пара осталась, но она сильно изменена по сравнению с прототипом.

**Третий пример.** При фотографировании применяется шторка с использованием взрывного затвора. С помощью электроразряда уничтожают шторку, перекрывающую путь световому потоку. Как использовать такое устройство для киносъёмки? Ведь в данном случае требуется непрерывность, нужно снимать кадр за кадром? Каким образом быстро менять уничтоженную шторку? В данном случае можно использовать магнитное или электромагнитное поле, а шторку делать из мелкого магнитного порошка.

**Четвёртый пример.** При сборке тяжелых многоопорных шарошечных долот на беговые дорожки опор с помощью консистентных смазок «наклеивают» ролики и шарики и одевают шарошки. В образовавшееся заранее предусмотренное тороидообразное пространство замкового подшипника, образованное наполовину опорой, наполовину шарошкой, засыпают шарики необходимого размера, в отверстие вставляют заглушку, которую снаружи заваривают. В настоящее время «клеющую» функцию консистентной смазки выполняет магнитное поле.

**Пятый пример.** По трубе движется газ или жидкость. Как, не вскрывая трубу, определить направление потока? Решение нашли в том, что, нагревая трубу в одной точке, замеряют температуру поверхности трубы в других точках, слева и справа от места нагрева. Направление потока будет в сторону точки замера, где температура выше.

**Четвёртый уровень** изобретений – это крупные идеи, на основе которых создаются новые технические системы. В задачах четвёртого уровня возникающие противоречия устраняются средствами, подчас далеко выходящими за пределы науки, к которой относится задача (задача механики решается химическими методами или с применением гидравлики и аэродинамики). В итоге рождается крупное изобретение.

Например, в К. Шиловский в 1914 г. предложил идею гидролокатора. Появилась совершенно новая техническая система. Аналогично обстоит дело с радиолокацией воздушных объектов, ультразвуковым измерением пространственного положения скважин и т. д. Примером изобретения четвёртого уровня может служить новый способ контроля износа двигателя. Раньше контроль вели периодически по пробам масла путём определения в них металлических частиц. Согласно а. с. № 260249 в моторное масло предложено добавлять люминофоры и по изменению свечения (мелкие частицы металла гасят свечение) непрерывно контролировать концентрацию частиц металла. Исходный способ изменён полностью. К этому же классу относится судно на подводных крыльях. Здесь использованы известные законы аэродинамики, что привело к появлению новых разделов

гидродинамики и новых транспортных средств. Подобный пример связан с появлением судна на воздушной подушке, или турбопоезда, Института Лайнга (ФРГ).

В турбопоезде Лайнга используется в качестве средства движения вода. Тоннель турбопоезда заполнен разреженными водяными парами. Водяные пары, имеющие большую плотность, чем разреженный воздух, отдалают звуковой барьер на 30 %. В результате на максимальной скорости (около 800 км/ч) сопротивление движению уменьшается. Опорой поезду служат полые рельсы и направляющие башмаки на водяной смазке. Трение настолько мало, что 300-тонный поезд с выключенным на скорости 100 км/ч двигателем проходит по инерции 1 200 км. Двигателем служит турбина, лопатки которой расположены на поезде, а направляющие сопла, подающие воду, – на донной стенке тоннеля. Коэффициент полезного действия турбины около 95 %. Торможение и разгон производятся возле станций, с рекуперацией энергии. За 12 км до станции на дне тоннеля начинается тормозной желоб с водой. Трубка, спущенная с поезда в желоб, тормозит поезд, забирает воду и подаёт её в бак, сжимая находящийся в нём газ. Газ нагревается и передаёт тепло в тепловой аккумулятор. При разгоне энергия передаётся в обратном порядке воде, создавая тягу. Энергетически такой поезд очень выгоден: затраты энергии на 1 000 км меньше, чем у самолёта, в 24,6 раза, чем у поезда на магнитной подушке, – в 14,8 раза, чем у обычного поезда, – в 1,7 раза. (см. Патурн, Ф. Р. Зодчие XXI века. М.: Прогресс, 1979).

В этих случаях синтезируется новая техническая система. Поскольку эта система не содержит технических противоречий, то создаётся впечатление, что изобретение сделано без преодоления противоречия. На самом деле ТП имеется всегда, но оно относится к прототипу – старой технической системе. В задачах четвёртого уровня противоречия устраняются средствами, подчас далеко выходящими за пределы науки, к которой относится задача (например, механическая задача решается химическим путём).

Цена решения задачи четвёртого уровня – тысячи и десятки тысяч вариантов.

**Пятый уровень** – это изобретения, следующие непосредственно за новыми открытиями. Поэтому они, как правило, пионерские. В результате их возникновения создаются новые отрасли в науке и технике.

К этому уровню технических задач можно отнести создание самолёта, радио и радиотехники, телевидения, атомного реактора, автомобиля, киносъёмки, полупроводниковых приборов (транзистора, диода и т. д.), ЭВМ, лазера и квантовой электроники, голографии, теории сверхпроводимости и т. д.

Или такой пример. «Применение монокристаллов сплавов медь-алюминий-никель и медь-алюминий-марганец в качестве твердого рабочего тела для преобразования тепловой энергии в механическую путем изменения его упругих свойств при колебании температуры» (а. с. № 412397). В принципе известно, что твердые тела меняют свои свойства при измене-

нии температуры. Но веществ, которые сильно меняют свойства при небольших перепадах температуры, известно мало. Обнаружение или получение таких веществ – это уже нечто граничащее с открытием. Новые вещества-преобразователи можно использовать при решении самых различных изобретательских задач (создание тепловых двигателей, различных измерительных приборов и т. д.).

**Квантовая электроника** – область физики, изучающая проблемы генерации, усиления и преобразования частоты электромагнитных волн радио- и оптических диапазонов на основе использования явления индуцированного излучения.

Условия задачи пятого уровня обычно не содержат прямых указаний на противоречие. Поскольку системы-прототипа нет, то нет присущих этой системе противоречий, они возникают в процессе синтеза принципиально новой системы. Так, при создании самолёта пришлось преодолевать множество противоречий: большая площадь крыльев – большой вес самолёта, меньшая жесткость конструкции и т. д. Потребовалось создание принципиально новых материалов.

Совершенно аналогичное явление можно наблюдать на современном примере. Нужно предложить подземоход, способный передвигаться в земной коре со скоростью 10 км/ч при запасе хода в несколько десятков км. Здесь средства решения лежат за пределами современной науки. Решение задачи, возможно, создаст новую техническую систему – глубинный транспорт. Условия задачи пятого уровня обычно не содержат указаний на какие-то противоречия, поскольку системы-прототипа нет. Противоречия возникнут в процессе создания новой системы. Предположим, решено обеспечить продвижение подземохода путём расплавления пород. Сразу образуется клубок проблем и противоречий, связанных с получением и расходом энергии, удалением породы, защитой самой техники и т. д.

Прошедшее столетие демонстрирует резко возросший темп освоения новых технических новинок и технологий. На рис. 1.6 приведены графики из книги Б. Гейтса и журнала «*Forbes*» [6], где показано, насколько стремительно входят в жизнь персональные компьютеры и *Internet* в сравнении с технологиями начала и середины XX века.

Из приведенных графиков следует, что внедрение компьютеров и компьютерных технологий идет быстрее, чем распространялись по миру электричество, автомобили, телевидение и радио. Очевидно, в приведенных графиках отразилась определенная закономерность, которая, прежде всего, указывает на ускорение темпа индустриального и технологического развития современного общества.

На рис. 1.7 дано изменение эффективности изобретений по уровням. Внедрение изобретений требует затрат и поэтому, как правило, в начальный период изобретение убыточно. Особенно больших затрат требуют

изобретения самого высокого уровня. Мелкие изобретения дают прибыль практически сразу. При этом общий уровень прибыли при условии внедрения изобретений сопоставим с масштабом изобретения. В ряде случаев нужно учитывать возможный тираж изделий (продукции), выполненных с использованием изобретения.

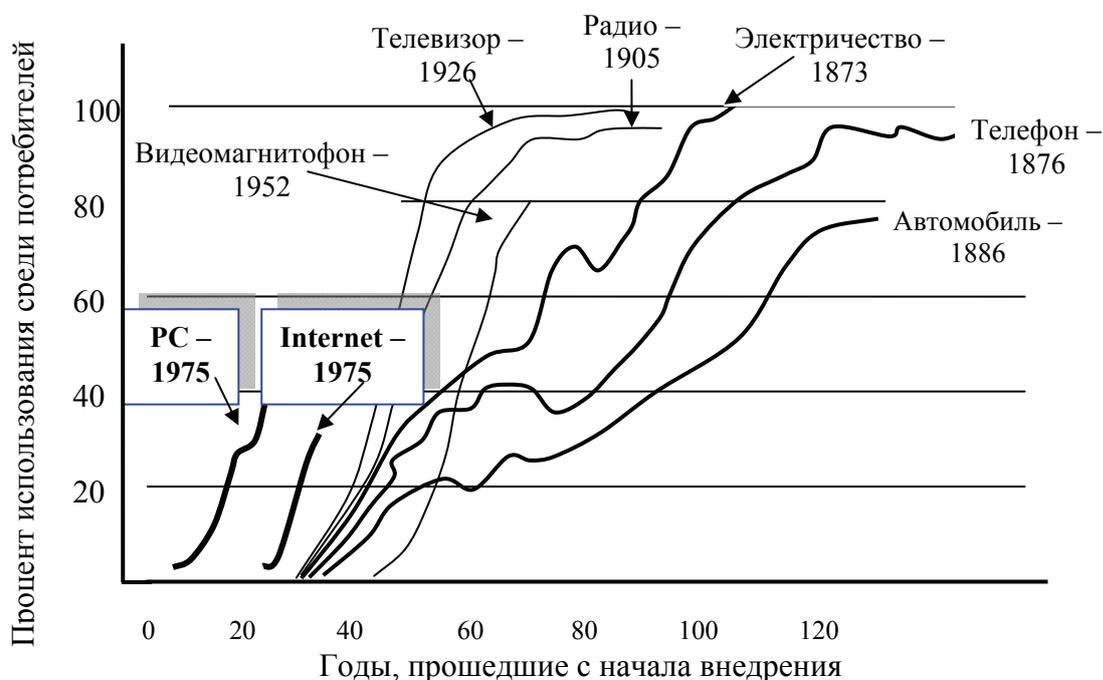


Рис. 1.6. Темпы освоения новых технологий и объектов техники

**Пример.** Крупные изобретения – лазер, телевизор, компьютер. Это пример рождения новых технических систем, потребность в которых максимальна, а соответственно прибыль, – колоссальна.

Мелкое изобретение также способно дать существенную прибыль, но только за счет тиража. Например, сотрудники Института сварки им. Е. О. Патона заменили пайку одного конца лампы сваркой. Экономия – 1 мг припоя на одну лампу, но поскольку лампы имеют огромный тираж, экономия составила около 1 млн дол. Затрат на его внедрение было сделано значительно меньше.

В соответствии с графиками на рис. 1.7 можно предложить универсальный критерий оценки эффективности изобретений различного уровня [20] – **удельную эффективность изобретения**

$$U_{и} = \mathcal{E} / T,$$

где  $\mathcal{E}$  – эффект от использования изобретения за определенный промежуток времени  $T$ , начиная от даты регистрации изобретения.

Приведенная формула не учитывает аспекты, связанные с проблемами организации и внедрения изобретений, а потому имеет сугубо теоретический характер.

Итак, в задачах первого уровня объект (устройство или способ) не меняется. На втором уровне объект меняется, но не сильно. На третьем уровне – меняется сильно, на четвертом меняется полностью, а на пятом меняется вся техническая система, в которую входит объект.

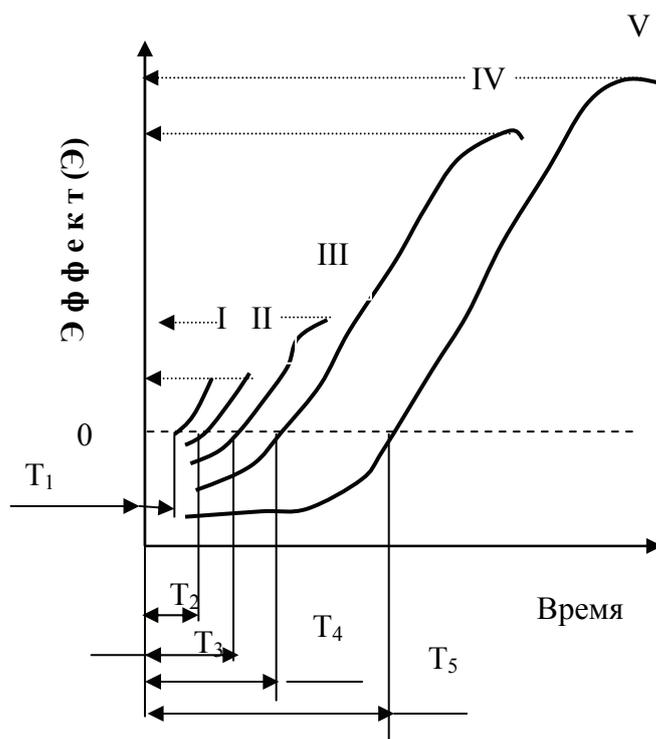


Рис.1.7. Эффективность изобретений различного уровня в зависимости от времени использования

Решение задачи первого уровня требует перебора нескольких очевидных вариантов. Это доступно каждому инженеру, и подобные задачи повсеместно решаются без затруднений, хотя и не всегда оформляются в виде заявок на изобретения. На втором уровне число вариантов измеряется уже десятками. Перебрать 50...70 вариантов в принципе способен каждый инженер, но требуется настойчивость и терпение, уверенность в решаемости задачи. Правильное решение задач третьего уровня прячется среди сотен неправильных. На четвертом уровне нужно сделать тысячи и десятки тысяч проб и ошибок, чтобы отыскать решение. Наконец, на пятом уровне число проб и ошибок возрастает до сотен тысяч и миллионов.

Между задачами низших и высших уровней существует и качественная разница. Задачи первого уровня и средства их решения находятся в пределах одной узкой специальности. Задачи второго уровня и средства

их решения относятся к одной отрасли техники. Решение задач третьего уровня приходится искать в других отраслях, а четвертого уровня – не в технике, а в науке, обычно среди мало применяемых физических и химических эффектов и явлений. На высших подуровнях задач пятого уровня средства решения могут вообще оказаться за пределами современной науки, поэтому нужно сначала сделать открытие, а потом, опираясь на новые научные данные, решать изобретательскую задачу.

Научно-техническая революция требует, чтобы задачи высших уровней решались во все более короткие сроки. Увеличением числа работников задача не всегда решается, да и люди отвлекаются от других дел. Поэтому нужен способ перевода изобретательских задач с высших уровней на более низкие. Вся проблема в том, чтобы уметь быстро сужать поисковое поле, превращая «трудную» задачу в «легкую», задачу пятого или четвертого уровня в задачу второго или первого уровня.

## **1.9. Методы решения изобретательских задач, предшествовавшие АРИЗ и ТРИЗ**

Методы поиска решений технических задач, предшествовавшие АРИЗ и ТРИЗ, были малоэффективны и со временем это становилось всё более очевидным, их уровень не соответствовал уровню и темпам развития техники. Рассмотрим каждый из этих методов в отдельности.

### **1.9.1. Метод проб и ошибок**

Обычно изобретательские задачи в первую очередь пытаются решить методом проб и ошибок, который любой человек осваивает с раннего детства через удачу и неудачу своего опыта. Этот метод применялся с самого начала возникновения технического творчества. История человечества – это история учёбы на собственных и чужих ошибках. Плата за промахи порою была очень высокой: получилась лодка лёгкой и быстрой, но неустойчивой – и испытатель утонул в бурном потоке или ледяной воде, не пробило новое копьё шкуру медведя – надейся на быстрые ноги и смекалку. Поэтому эволюция техники шла медленно, а достижения часто оплачивались многими жертвами.

Правил выдвижения идей у этого метода нет. Нет и определённых правил оценки идей: пригодна или не пригодна идея – об этом судят совершенно субъективно. Во многих случаях нет и субъективных критериев: приходится ставить эксперименты, на опыте определяя достоинства и недостатки того или иного варианта. Ранее вели перебор вариантов буквально наугад. По мере совершенствования технических знаний формировались

представления о приемлемых и неприемлемых принципах. Сообразно этому некоторые варианты отбрасывали сразу, поскольку они казались в соответствии и имеющимся опытом нецелесообразными. *Увеличение степени «фильтрации» идей* – главная тенденция развития метода проб и ошибок. На выработку поисковой концепции сильное влияние оказывает специальность инженера, его личный опыт решения творческих задач.

Другая тенденция развития метода проб и ошибок – *замена вещественных экспериментов мысленными*. Объём знаний современного инженера настолько велик, что результаты многих проб могут быть предсказаны заранее. При этом инженер может опираться не только на свой опыт, но и на научно-техническую литературу, может консультироваться с другими специалистами. Благодаря этому удаётся оценить большое количество вариантов решения задачи, не прибегая к опытам. Основное преимущество мысленных экспериментов – большая скорость, но они не сопровождаются побочными открытиями, обнаружением всевозможных непредвиденных явлений и эффектов.

Всё же со временем стали складываться определённые приёмы решения изобретательских задач: знакомство с опытом предшественников (позволяет наметить направление поиска решения); копирование природных прототипов, увеличение размеров и числа одновременно действующих объектов, объединение разнородных объектов в одну систему и т. п. Однако по мере развития техники задачи становились всё сложнее, а количество их возрастало, и этих приёмов постоянно оказывалось мало.

В конце XIX в. применение метода проб и ошибок развивал Томас Эдисон. В его мастерской работало до тысячи человек, поэтому можно было разделить начальную техническую проблему, которая решалась на научном или изобретательском уровне, на несколько задач и по одной такой задаче дать отдельному маленькому коллективу или с помощью нескольких малых коллективов проверять разные варианты решения одной и той же задачи. Достаточно вспомнить, что для создания щелочного аккумулятора Т. Эдисону пришлось поставить порядка 50 000 опытов! Это только вещественных опытов, а мысленных экспериментов и всевозможных «а если сделать так?» наверняка было значительно больше.

**Томас Эдисон** – крупнейший изобретатель и одновременно предприниматель. Жил в США (11.02.1847 г. – 18.10.1931 г.), является автором более 1 000 изобретений, среди которых биржевой телеграф (1869 г.), угольная телефонная мембрана (1870 г.), пишущая машинка (1872 г.), фонограф (1877 г.), лампа накаливания (1880 г.), электросчетчик (1881 г.), кинетоскоп (1891 г.), кинокамера (1895 г.), щелочной аккумулятор (1900 г.). Т. Эдисон являет собой пример предприимчивого изобретателя, лозунг которого «Не стоит изобретать то, что нельзя применить на практике». Один из основоположников крупнейшей компании «*General Electric*».

В наше время, время быстроразвивающейся сложной техники, авторы неудачных проб не расплачиваются жизнями, но подобно Эдисону тратят большие государственные средства, средства фирм и обществ или расплачиваются своим временем, а подчас и здоровьем.

Работать методом проб и ошибок в XXI в. – это анахронизм, но метод очень живуч и существует потому, что о других многие не знают или не хотят тратить время на изучение. Учиться же методу проб и ошибок не нужно. К чему приводят неудачные пробы можно показать и на современных примерах.

В первую мировую войну стратеги Антанты решили внедрить абсолютную защиту своих морских коммуникаций от немецких подводных лодок. Была изобретена система минирования вод Балтийского и Северного морей. Изготовили несколько сотен тысяч безотказных мин, израсходовали на них многие миллионы рублей. Однако на этих минах, по одним данным, подорвалась только одна немецкая подлодка, по другим – вообще ни одной. Лодки свободно плавали, где хотели. Ошибочной оказалась система минирования. За неудачную пробу (плохую систему) расплачивались русские, английские, французские корабли, которые страдали от немецких подводных лодок.

Другой пример. Фармацевтические фирмы ФРГ и США не один раз на рынки выбрасывали неудачные новые лекарства и успокоительные препараты. Плата за неудачу – тысячи пострадавших граждан и их новорожденных больных детей.

Примеры можно бы приводить ещё и еще, но при чём тут метод проб и ошибок? Дело в том, что при современных высоких темпах технического прогресса метод проб и ошибок не справляется с генерацией нужного количества первоклассных идей. Он пригоден лишь для решения задач первого уровня и частично второго. Современные изобретатели, пользующиеся методом проб и ошибок, похожи на шофёра, отлично знающего теорию и материальную часть, но не желающего изучать правила дорожного движения. Современных студентов инженерных профилей обучают разнообразным наукам, кроме науки о развитии техники и самой науки, о методах творчества. Поэтому на некоторых кафедрах бурения был введён данный курс, хотя бы частично восполняющий пробел.

Существуют две принципиально отличные возможности перехода к новой технологии решения изобретательских задач:

- интенсифицировать метод проб и ошибок, используя различные приёмы для более активного генерирования вариантов;
- выявить законы развития технических систем и применить для выявления и решения изобретательских задач.

Первый путь сохраняет и углубляет метод проб и ошибок. По такому пути впервые пошёл Т. Эдисон. Второй путь предполагает замену перебо-

ра вариантов точными операциями, основанными на знании законов развития технических систем. К методам перебора вариантов относятся морфологический анализ, «мозговой штурм», синектика и десятки других методов.

### **1.9.2. Мозговой штурм**

Метод «мозговой штурм» был предложен в 1939 г. А. Осборном (США). Он заметил, что одни люди больше склонны к созданию идей, другие – к их критическому анализу. При совместной работе над задачей они мешают друг другу. Поэтому Осборн предложил разделить этапы генерации и анализа идей.

Основная идея метода сводится к обеспечению выхода любых идей из подсознания без осознанной их оценки. Для штурма проблемы организуется небольшая группа людей-генераторов идей (5–7 человек), которые работают 20–30 мин. В группе должны быть специалисты разных областей (например, инженеры, биологи, математики, психологи и т. д.), в зависимости от решаемой задачи. Не допускается включение в группу лиц, находящихся в отношении начальник-подчинённый. Мозговым штурмом руководит наиболее эрудированный специалист в области решаемой проблемы. В его задачу входит организация непринуждённой обстановки, пресечение любого вида критики, даже в виде жестов или скептических хмыканий и улыбок, поддержка наиболее оригинальных идей. После записи на магнитофон или в протокол процесса обсуждения проблемы специальная группа экспертов из «критиков» отбирает наиболее интересные для внедрения или дальнейшего развития.

Типичным мозговым штурмом являются заседания телевизионного «Клуба знатоков» в передаче «Что, где, когда?».

Многочисленные эксперименты показали, что метод даёт хорошие результаты только при решении организационных проблем и несложных технических задач, в то же время непригоден для решения серьёзных изобретательских задач, содержащих технические противоречия. Одна-две сотни идей – это максимум, который можно получить при мозговом штурме. Встречаются задачи, требующие перебора тысяч вариантов. Иногда для решения задачи требуются знания эффекта, о котором из группы никто не знает. В подобных случаях метод не работает.

Мозговой штурм хорошо работает при решении разного рода организационных задач, например, рекламных, однако для современных изобретательских задач он малопригоден.

### **1.9.3. Синектика**

Синектика является научной попыткой усовершенствовать мозговой штурм. Этот метод предложен в середине 50-х гг. XX в. американским исследователем У. Гордоном, который в 1960 г. создал в США фирму

«Синектикс». В сущности, это тот же мозговой штурм, но который ведёт профессиональная или полупрофессиональная группа. При синектическом штурме допустимы элементы критики и, главное, предусмотрено обязательное использование четырех типов аналогий.

**Прямая аналогия** используется для решения задач, похожих на данную. Её часто ищут в биологических системах. Например, в системе локации дельфина, в устройстве его плавников и кожи и т. д.

**Личная аналогия (эмпатия)**. Решающий задачу должен отождествить себя с объектом, который нужно улучшить. Например, нужно представить себя подводным крылом «Метеора» или «Ракеты», зубом шарошечного долота или керном в колонковой трубе. Подводное крыло разрушается от кавитации пузырьков газа, зуб шарошки разрушает забой, а керн от массы факторов разрушается или приобретает винтообразную насечку. Как себя вести, чтобы защититься от кавитации или от разрушения керна? Нужно сильно вжиться в образ совершенствуемого объекта, чтобы получить новую идею. При применении метода эмпатии существует опасность, когда для решения задачи объект нужно разделить, а это психологически очень трудно. Затруднение устраняется в методе моделирования путем манипулирования маленькими человечками. Этот способ решения рассматривается и в ТРИЗ.

**Символическая аналогия**. Делается попытка передать сущность объекта или процесса в метафоре, образе, сравнении. Например, символическая аналогия для стекла – это невидимая стена. Этот метод позволяет представить образ объекта целиком, схватить его суть в двух словах.

**Фантастическая аналогия**. Объект, процесс, ситуацию представляют таким образом, какими хотели бы их видеть, не учитывая реальных ограничений. Например, зонтик, появляющийся только во время дождя, рюкзак без веса и собственного объёма. Чем не фантастические вещи? Причём изложение задачи часто ведут в терминах и понятиях сказок, мифов и легенд.

На заседании сенекторов задача сначала решается так, как она дана заказчиком, затем она проходит очищение от тривиальных и очевидных решений. Далее следует этап превращения необычного (специальные термины, сложные технологии) в более обычное, путём использования аналогий. При этом допускается игнорирование физических законов и принципов. Например, допускается, что сигналы и вещества могут передаваться со скоростью большей скорости света, тела могут быть невесомы и обладать бесконечно великой теплопроводностью и др. Но самое главное, что участники заседания пытаются понять проблему более глубоко, вплоть до неявного выявления противоречия, не позволяющего решить задачу известными методами.

Синектика считается самым сильным методом решения задач, сохраняющим принцип перебора вариантов. Фирма «Синектикс» сотрудничает с крупнейшими фирмами, корпорациями и учебными заведениями, обучая синектическому штурму инженеров и студентов.

Главное достоинство метода – простота и доступность, а применять его можно для решения любых задач – научных, технических, организационных и др. Обучение методу длится всего несколько недель. Штурм (простой или синектический) даёт на порядок больше идей, чем обычный метод проб и ошибок, однако и этого мало, когда для решения задачи требуются десятки и сотни тысяч проб.

Все же главный недостаток синектики состоит в том, что в ней никак не используются знания закономерностей развития техники. Участия в заседаниях часто приводят к переутомлению нервной системы синекторов, из-за чего их группы быстро распадаются, несмотря на большие затраты на обучение.

#### **1.9.4. Морфологический ящик**

В 1942 г. швейцарский астрофизик Ф. Цвикки, применил морфологический подход к решению задачи поиска новых реактивных двигателей. Этот момент и принято считать началом использования морфологического анализа систем в технике. Метод морфологического ящика исключает случайности при поиске новых идей.

В самом простом случае морфоанализа составляется морфологическая карта (таблица). Для её создания необходимо выявить *морфологические признаки*. Например, необходимо разработать способ запуска автомобильного двигателя в зимних условиях. За морфологические признаки в этом случае можно принять источники энергии для подогрева, способы передачи энергии от источника к двигателю, способы управления этой энергией и т. д. *Элементами* для первого признака могут быть: аккумулятор, химический генератор тепла, бензогорелка, работающий двигатель другой машины, горячая вода, пар и т. д. Для других перечисленных признаков – свой набор. Далее следует этап комбинирования принятых элементов. Процедуру сочетания элементов можно представить в виде таблицы (морфологической карты). Чаще всего приходится составлять многомерные таблицы с десятками морфологических признаков и десятками вариантов по каждому признаку, из-за чего получают очень большое число всевозможных комбинаций. Так, Ф. Цвикки в 1951 г. составил ящик, в котором содержалось 36 864 типа реактивных двигателей.

Большая часть сочетаний в морфологических ящиках оказывается реально невыполнимой, но в поле зрения могут попасть и неожиданные сочетания, которые при обычном переборе вариантов едва ли пришли бы

на ум, а, кроме того, морфокарта не даёт возможности пропустить ни одного сочетания, в том числе полезного для решения задачи.

Морфоанализ самый сильный из неалгоритмических методов, его эффективность объясняется снижением случайности, устранением в сложных случаях бесконтрольного перебора вариантов. Однако этот метод имеет принципиальный недостаток – в нем нет правила отбора наиболее предпочтительных сочетаний морфологических признаков. Налицо противоречие: чтобы не пропустить интересного сочетания признаков, нужно брать как можно больше морфопризнаков и вариантов, а чем больше «ящик», тем сложнее его анализировать. Так, если имеется 20 признаков и 10 вариантов по каждому признаку, то ящик будет содержать  $10^{20}$  возможных реализаций технических систем! Перебрать и проанализировать все сочетания не может никакая ЭВМ. Принцип перебора вариантов решения задачи – заведомо порочный принцип. Нужен такой принцип продвижения вперед, при котором изобретатель целенаправленно двигался бы к намеченной цели, не отвлекаясь на бесплодные варианты.

Известны варианты сочетания рассмотренных приёмов.

Все перечисленные методы активизации поиска решений, даже в улучшенном виде, сохраняют старую тактику перебора вариантов. Эти методы не развиваются, а попытки их комбинирования не привели к новому результату. Поэтому эти методы в СССР не нашли широкого применения, и были созданы свои подходы, основанные на законах развития технических систем.

### АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ И ЕГО ЭЛЕМЕНТЫ

Недостатки рассмотренных выше методов обусловили необходимость создания алгоритма решения изобретательских задач, который развился в 1985–1990-е гг.

#### 2.1. Понятие о законах развития технических систем

Итак, нужны приемы, позволяющие выявлять и устранять физические противоречия, содержащиеся в изобретательских задачах. Эти приемы позволяют резко сократить поисковое поле и без «поштучной» проверки отбросить множество бесперспективных вариантов.

Физические противоречия (ФП) присущи только изобретательским задачам высших уровней, поэтому приемы устранения ФП нужно искать в решениях этих задач. Изобретений 5-го уровня – доли процента, четвертого – 3–4 %. Если еще проанализировать наиболее интересные изобретения 3-го уровня, то всего придется изучить примерно 10 % изобретений. Если анализ проводить по патентам и авторским свидетельствам за 5 последних лет, то искомые изобретения придется выбирать из 1,5 млн описаний, а анализу подвергнуть примерно 150 тыс. описаний. Это в идеальном случае, а для составления списка наиболее сильных приемов достаточен массив в 20–30 тыс. патентных описаний.

Хороший список приемов устранения ФП – залог успеха. Но нужно уметь выявлять противоречия, знать, когда каким приемом устранения противоречий пользоваться, нужно располагать критериями для оценки полученных результатов. Для этого необходимо знать **законы развития технических систем**.

Развитие технических систем, как и любых других, подчиняется общим законам диалектики. Чтобы конкретизировать эти законы применительно к техническим системам, опять-таки нужно исследовать патентный фонд, но уже на значительную глубину, анализировать патентные и историко-технические материалы, отражающие развитие какой-то одной системы (или нескольких систем) за 100–150 лет. Знание законов развития технических систем поможет отобрать самые эффективные приемы устранения противоречий и построить программу решения изобретательских задач.

Чтобы понять, что такое объективные законы развития систем, рассмотрим 2 примера.

**Пример 1.** Киносъемочный комплекс – типичная техническая система, включающая ряд элементов: киноаппарат, осветительные приборы, звукозаписывающая аппаратура и т. д. Аппарат ведет съемку с частотой 24 кадра в секунду, причем при съемке каждого кадра затвор открыт доли секунды. Светильники работают постоянно и обладают большой тепловой инерцией. Таким образом, с пользой используется небольшая часть энергии светильников. Основная же часть их энергии производит вредную работу: нагревает воздух, утомляет артистов.

**Пример 2.** При ударно-вращательном или вибровращательном бурении с ударником (вибратором) на поверхности частота вибраций или ударов почти всегда остается постоянной и зависящей от конструкции вибратора или ударника. Собственная частота бурильной колонны меняется с глубиной скважины, с глубиной же растет способность бурильной колонны демпфировать (гасить) ударные импульсы. Поэтому глубина виброударного и ударно-вращательного бурения с генератором импульсов на поверхности ограничивается глубиной 25–30 м (реже 50 м).

Общее в этих системах состоит в том, что основные элементы этих систем функционируют каждый в своем ритме. В живой природе таких организмов нет, так как эволюция безжалостно их бракует. В технике же такие системы создают довольно часто, а потом долго мучаются из-за присущих им недостатков.

Один из объективных законов развития технических систем состоит в том, что *системы с несогласованной ритмикой вытесняются более совершенными системами с согласованной ритмикой*. Так, в первом примере нужны безынерционные светильники, работающие синхронно и синфазно с вращением абтюлятора киносъемочного аппарата. Во втором примере – наземные генераторы импульсов с регулируемой частотой и энергией ударов. Тогда при киносъемке уменьшится расход энергии, улучшатся условия работы артистов, а при бурении – повысится механическая скорость и глубина бурения.

Согласование ритмики частей системы – один из законов, определяющих развитие технических систем. Используя «свод» таких законов, можно построить программу решения изобретательских задач. Такая программа даст возможность, не блуждая по поисковому полю выйти в район решений, т. е. сократить число вариантов, скажем, до десяти.

Далее, казалось бы, совсем просто: надо рассмотреть десяток вариантов и выбрать нужный. Однако десять вариантов, полученных при трансформации задачи на первый уровень, могут качественно отличаться от десяти вариантов, необходимых для решения задачи, которая первоначально была задачей первого уровня. У «естественной» задачи первого

уровня все варианты решения понятны изобретателю, так как обычно относятся к его специальности и не отпугивают своей сложностью. Трансформированная задача первого уровня, полученная, скажем, из задачи 4-го уровня, может иметь необычные решения или выходящие за пределы знаний изобретателя. Предположим, анализ отсекает все бесперспективные варианты, оставив только одну возможность: «Задачу удастся решить, если вращающаяся в сосуде жидкость может прижиматься не к наружным стенкам сосуда, а к его оси». Известно, что на вращающуюся жидкость действуют центробежные силы, направленные к стенкам сосуда. Скорее всего, изобретатель отбросит полученный вариант как противоречащий физике. Между тем существуют жидкости, в которых при вращении возникают центостремительные силы! Это явление называется *эффектом Вайсенберга*. Оно выходит за пределы вузовской физики для инженеров, поэтому о нем знают немногие инженеры.

Для уверенного решения задач нужна информация обо всей физике и химии, так как решение трудных задач часто связано с использованием малоизвестных физических и химических эффектов или малоизвестных нюансов обычных эффектов. Чтобы не приходилось перебирать эффекты подряд, нужны таблицы, связывающие типы изобретательских задач (или типы противоречий) с соответствующими физическими эффектами. В таком же виде должны быть представлены и чисто изобретательские приемы. Кроме того, нужны приемы по управлению психической стороной творчества изобретателя, чтобы он не боялся отбрасывать варианты, кажущиеся привлекательными (но в сущности бесплодные) и не боялся идти к идеям, кажущимся неестественными. Программа, удовлетворяющая всем этим требованиям, получила название АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач).

## 2.2. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)

Слово «алгоритм» означает любую достаточно четкую программу действий. В этом смысле АРИЗ назван алгоритмом, и с каждой новой модификацией в АРИЗ усиливаются главные признаки алгоритма: детерминизм, массовость, результативность.

**Детерминизм** (лат. *determinare* – определять) – философская концепция, признающая объективную закономерность и причинную обусловленность всех явлений природы и общества.

Внешне АРИЗ представляет собой программу последовательной обработки изобретательских задач. Законы развития технических систем заложены в самой структуре программы и выступают в виде конкретных

операторов. С помощью этих операторов изобретатель шаг за шагом (без пустых проб) выявляет ФП и определяет ту часть технической системы, к которой противоречие «привязано». Затем используются операторы, изменяющие выделенную часть системы и устраняющие ФП. Тем самым трудная задача превращается в легкую (первого уровня).

АРИЗ имеет специальные средства преодоления психологической инерции, так как психологическая инерция поразительно сильна, особенно у нетренированных людей. Чтобы ее преодолеть, нужны конкретные операторы преобразования задачи. Например, условия задачи должны быть освобождены от специальной терминологии, потому что термины навязывают изобретателю старые трудноизменяемые представления об объекте.

АРИЗ содержит таблицу типовых приемов устранения противоречий, которая составлена на основе более чем 40 тыс. изобретений. В АРИЗ имеется таблица физических приемов и эффектов, разработан «Указатель применения физических эффектов и явлений».

В сущности, АРИЗ организует мышление изобретателя так, как будто в распоряжении одного человека имеется опыт всех (или очень многих) изобретателей.

Информационный аппарат АРИЗ регулярно пополняется и совершенствуется. АРИЗ быстро развивается, его модификации имеют индексы с обозначением года публикации, а не очередного номера. Последовательно были разработаны и опубликованы модификации АРИЗ в 1959, 1961, 1964, 1965, 1968, 1971, 1977, 1982, 1985 гг.

При составлении АРИЗ используются две основные идеи: *об идеальной машине и техническом противоречии*.

Эти положения существенно помогают упорядочить процесс решения изобретательских задач. Представление об идеальной машине помогает определить направление поисков, а техническое противоречие, присущее данной задаче, указывает на препятствие, которое предстоит преодолеть. Однако противоречие подчас бывает довольно хитро сплетено с условиями задачи. Выделению ТП и продвижению к решению способствует АРИЗ.

**Идея об идеальной машине, формулируемая при решении изобретательских задач как идеальный конечный результат (ИКР), обладает колоссальной конструктивной энергией и разгоняет воображение изобретателя. Положение об идеальной машине, которое следует использовать при анализе, звучит так: «Идеальной будет такая машина (или любая система), которой НЕТ!, но функция её выполняется». А вот теперь, используя это положение, попробуйте пофантазировать на тему – объекта (например, обычной стиральной машины нет, а функция по стирке (очистке?) белья и одежды выполняется или одежды, в обычном понимании, – вовсе нет?).**

Далее рассмотрим отдельные компоненты АРИЗ и на примерах покажем, как они работают. Отметим лишь, что АРИЗ обладает гибкостью: одна и та же задача может быть решена разными путями (в зависимости от того, кто и как ее решает). АРИЗ стимулирует максимальное использование особенно сильных качеств каждого изобретателя. Поэтому путь от задачи до решения может быть пройден по-разному. Изобретатель действует в зависимости от знаний, опыта, способностей. Алгоритм избавляет лишь от заведомо неверных шагов. Более того, используя АРИЗ, разные изобретатели могут прийти к разным решениям одной и той же задачи. АРИЗ построен так, чтобы выводить изобретателя *на наиболее сильные, т. е. эффективные решения* данной задачи. В то же время не следует думать, что АРИЗ дает самые лучшие решения без всякой тренировки.

Чтобы облегчить освоение алгоритма, рассмотрим сначала АРИЗ-61 как самый начальный и наиболее простой, а затем один из более совершенных вариантов. Это позволит также проследить и развитие алгоритма.

## 2.3. Модификации АРИЗ

### 2.3.1. АРИЗ-61

АРИЗ –61 делит творческий процесс на 3 стадии:

- аналитическую;
- оперативную (устранение ТП);
- синтетическую (внесение дополнительных изменений).

Каждая стадия делится на ряд последовательно осуществляемых шагов. В итоге АРИЗ-61 выглядит следующим образом.

#### **1. Аналитическая стадия**

- 1.1. Поставить задачу.
- 1.2. Представить себе идеальный конечный результат (ИКР)
- 1.3. Определить, что мешает достижению этого результата (т. е. найти ТП).
- 1.4. Определить, почему мешает (найти причину ТП).
- 1.5. Определить, при каких условиях не мешало бы (т. е. найти условия, при которых ТП снимается).

#### **2. Оперативная стадия**

- 2.1. Проверка возможности изменений в самом объекте (т. е. в данной машине или технологическом процессе).
  - 2.1.1. Изменение размеров.
  - 2.1.2. Изменение формы.
  - 2.1.3. Изменение материала.
  - 2.1.4. Изменение температуры.
  - 2.1.5. Изменение давления.

- 2.1.6. Изменение скорости.
- 2.1.7. Изменение окраски.
- 2.1.8. Изменение взаимного расположения частей.
- 2.1.9. Изменение режима работы частей с целью максимальной их нагрузки.
- 2.2. Проверка возможности разделения объекта на независимые части.
  - 2.2.1. Выделение «слабой» части.
  - 2.2.2. Выделение «необходимой и достаточной» части.
  - 2.2.3. Разделение объекта на одинаковые части.
- 2.3. Проверка возможности изменений во внешней (для данного объекта) среде.
  - 2.3.1. Изменение параметров среды.
  - 2.3.2. Замена среды.
  - 2.3.3. Разделение среды на несколько частичных сред.
  - 2.3.4. Использование свойств внешней среды для выполнения полезных функций.
- 2.4. Проверка возможности изменений в соседних объектах.
  - 2.4.1. Установление взаимосвязи между независимыми объектами, участвующими в выполнении данной работы.
  - 2.4.2. Устранение одного объекта за счет передачи его функций другому объекту.
  - 2.4.3. Увеличение числа объектов, одновременно действующих на ограниченной площади, за счет использования свободной обратной стороны этой площади.
- 2.5. Исследование прообразов из других отраслей техники (поставить вопрос: как данное противоречие устраняется в других отраслях техники?).
- 2.6. Возвращение (в случае непригодности всех рассмотренных приемов) к исходной задаче и расширение её условий, т. е. переход к другой, более общей задаче.

### **3. Синтетическая стадия**

- 3.1. Внесение изменений в форму данного объекта (новой сущности машины должна соответствовать новая форма).
- 3.2. Внесение изменений в другие объекты, связанные с данным.
- 3.3. Внесение изменений в методы использования объекта.
- 3.4. Проверка применимости найденного принципа изобретения к решению других технических задач.

### **Пример применения АРИЗ-61.**

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

Проследим ход решения этой задачи с помощью АРИЗ-61.

**П о с т а н о в к а   з а д а ч и.** Подземные пожары сопровождаются выделением ядовитого газа – окиси углерода, поэтому горноспасатели вынуждены применять кислородные аппараты. Работают эти аппараты по замкнутой схеме: кислород, хранящийся под давлением, постепенно подается в дыхательный мешок, а оттуда – в маску; выдыхаемые газы (они содержат много неиспользованного кислорода) очищаются в специальном патроне и снова идут в дыхательный мешок.

Такая система значительно экономичнее открытой (принятой, например, в аквалангах), при которой выдох производится наружу. Все же эта система далеко несовершенна. Кислородный аппарат довольно тяжел – он весит свыше 12 даН, а главное – он не защищает от высокой температуры. Между тем воздух в горящих горных выработках быстро нагревается до 100 °С и выше.

При тяжелой физической работе организм человека выделяет тепла около 400 ккал/ч. Отвести это тепло некуда – температура окружающей среды выше температуры тела. Не помогают и интенсивные выделения пота: при подземных пожарах влажность воздуха такова, что пот не испаряется, а стекает по телу. Кроме того, извне идет мощный поток тепла – при температуре 100 °С более 300 ккал/ч. Таким образом, за 2 ч работы нужно отвести примерно 1 400 ккал!

Главная трудность создания холодильного костюма заключается в том, что он должен мало весить, так как на горноспасателя по нормам можно нагрузить не более 28 даН, иначе он не сможет работать. Из этих 28 даН на долю кислородного аппарата приходится 12 даН, на долю инструмента – 7 даН. Остается всего 9 даН. 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 укладывается в жесткие весовые рамки. Возьмем, например, лед. Это очень мощное холодильное вещество. Чтобы расплавить 1 кг льда, нужно затратить 80 ккал. Для нагревания образовавшейся воды до 35 °С – еще 35 ккал. Таким образом, 1 кг льда дает возможность отвести от человека 115 ккал. Всего же необходимо отвести 1400 ккал, значит, потребуется 12 даН льда. Если учесть вес костюма и холодильного устройства (ведь холод надо распределять и регулировать!), получается, что нужен запас льда весом не менее 15–20 даН.

Решение приведено в табл. 2.1.

**Общий итог.** Комплексный холодильный аппарат на жидком кислороде, некруговая схема питания кислородом, повышенная начальная нагрузка для увеличения холодильной мощности или длительности работы.

## Решение задачи

Номер операции	Логическая операция	Ход размышлений при решении задачи
1. Аналитическая стадия		
11	Представить задачу в общем виде	Создать холодильный аппарат
12	Представить ИКР	Максимальная холодильная мощность
13	Что этому мешает?	Большой вес необходимого (запасаемого) холодильного вещества
14	Почему мешает?	Потому что вес аппарата ограничен. Из 28 даН допустимой для горноспасателя нагрузки на долю холодильного аппарата приходится только 9 даН
15	При каких условиях не будет мешать?	Если на долю холодильного аппарата будет приходится не 9 даН, а порядка 15...20 даН
<b>Вывод: Надо снизить вес кислородного аппарата и инструмента</b>		
2. Оперативная стадия		
21	Проверить изменения в самом объекте, в частности возможность его разделения	«Самим объектом» теперь является кислородный аппарат и инструмент, вес которого нужно уменьшить. Путь этот чрезвычайно затруднителен, ибо инструмент и кислородный аппарат совершенствовались годами. Добиться успеха здесь почти невозможно
22	Проверить возможность изменения в фазе	Внешняя среда – шахтный воздух. Если бы воздух был чист, можно было бы отказаться от кислородного аппарата, но воздух во время пожара не очистишь
23	Проверить возможность изменения в соседних объектах	Соседними объектами для кислородного аппарата и инструмента является холодильный аппарат. Заставить его одновременно давать кислород? Для этого холодильным веществом должен быть жидкий кислород. Кажется это возможно! Правда, жидкий кислород менее мощное холодильное вещество, чем, например, жидкий аммиак, но зато его можно взять до 15 даН
<b>Итог.</b> Намечается идея: вместо двух аппаратов – кислородного и холодильного – иметь один, работающий на жидком кислороде. Испарение и нагревание кислорода обеспечит охлаждение горноспасателя; нагретый до нормальной температуры кислород пойдет на дыхание. Весить такой прибор может $12 + 9 = 21$ даН		
3. Синтетическая стадия		
31	Придание новой формы	Новой сущностью аппарата является работа на сжиженном кислороде. Кислорода много. Раньше в кислородном аппарате его было мало, и для экономии применялся круговой цикл – выдыхаемый кислород поступал 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

Номер операции	Логическая операция	Ход размышлений при решении задачи
32	Изменения в других объектах	Единственный «другой объект» – инструмент. Дать инструменту дополнительную нагрузку? Вряд ли это возможно
33	Изменения в методе использования	Кислород быстро испаряется... Значит, вес аппарата будет быстро уменьшаться: из 21 даН на кислород приходится 15 даН. К концу работы аппарат будет весить 6 даН, а утомляемость зависит от среднего веса. Значит, сначала аппарат можно перегрузить, брать кислорода больше, удлинить срок работы
34	Применимость найденного принципа к решению других задач	Где можно применить совмещение двух аппаратов? Например, в сварочной технике, где применяют переносные бензобачки и кислородные аппараты

По этой схеме Г. С. Альтшуллер и Р. Шапиро совместно разработали два варианта комплексного холодильного дыхательного аппарата. На конкурсе они получили первую и вторую премию. Основные идеи этого изобретения легли в основу современных газотеплозащитных костюмов, впервые в мире разработанных в СССР.

«Аппарат для индивидуальной газотепловой защиты, – отмечено в авторском свидетельстве № 111144, – состоящий из герметизированного комбинезона, шлема, соединительного кольца, дыхательного мешка, маски и размещенного в подкостюмном пространстве резервуара жидкого кислорода, отличающийся тем, что для устранения необходимости в специальных респираторах отработанный в холодильной системе газ используется для дыхания».

Жидкий кислород размещен в ранцевом резервуаре. Испаряясь, кислород поступает в инжектор, расположенный по оси сквозного канала в резервуаре. Вытекая из инжектора, кислород смешивается с теплым воздухом подкостюмного пространства и охлаждает его. В резервуар может быть залито 15–16 даН жидкого кислорода; это обеспечивает 2 000–2 200 ккал теплоотвода. Начальный вес скафандра при этом составляет 20–22 даН. Если же повесить его до 30–35 даН, запас кислорода можно увеличить в полтора раза. В таком случае в скафандре не страшно войти в раскаленную печь.

### 2.3.2. АРИЗ-77 и АРИЗ-85

АРИЗ-77 отличается от АРИЗ-61 прежде всего наличием двух дополнительных стадий «обрабатывающих» задачу до анализа. Называются они

«Выбор задачи» и «Построение модели задачи». Эти стадии не только облегчают анализ, но и позволяют получить на выходе аналитической стадии более точные результаты. Новый алгоритм намного детальнее. Трудные шаги разделены в нем на «подшаги», чтобы повысить надежность решения.

Существенно изменена и оперативная стадия. Вместо отдельных приемов изобретателю предлагается система типовых приемов и таблица, показывающая, какие приемы наиболее перспективны для устранения данного противоречия.

Вместо синтетической стадии предлагаются три части (предварительная оценка полученного решения, развитие полученного ответа и анализ хода решения), каждая из которых содержит несколько шагов.

АРИЗ-85 – это последняя версия алгоритма, поэтому остановимся на ней несколько детальнее.

АРИЗ-85 имеет следующую структуру:

1. Анализ задачи (6 шагов).
2. Анализ модели задачи (3 шага).
3. Определение идеального конструкторского решения (ИКР) и физического противоречия (ФП), 5 шагов.
4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПр), 7 шагов.
5. Применение информационного фонда (4 шага).
6. Изменение и (или) замена задачи (4 шага).
7. Анализ способа устранения ФП (4 шага).
8. Применение полученного ответа (3 шага).
9. Анализ хода решения (2 шага).

Из приведенного видно, что совершенствование АРИЗ шло по тому же пути: детализация ранее известных стадий и введение новых. Причем в АРИЗ-85 приводится много новых правил, примечаний, примеров, пояснений, предупреждений о возможных ошибках и трудных этапах, т. е. степень детализации алгоритма становится намного выше. Кроме того, введено много новых понятий и приемов, ранее не применявшихся, предлагается даже контроль способа устранения физического противоречия.

Анализируя ход развития АРИЗ, можно отметить, что совершенствование шло в основном по следующим направлениям:

- полнее учитывались психологические факторы, что делало алгоритм более гибким;
- совершенствовалась система поисков на всех стадиях творческого процесса, что делало алгоритм точнее;
- алгоритм снабжали все большим количеством дополнительных сведений (примечаниями, правилами, пояснениями, примерами, предупреждениями и т. п.), благодаря чему он становился более информативным и доступным для начинающих.

Таким образом, АРИЗ-85 является самым детальным, информативным и точным.

### 2.3.3. АРИЗ-2009

В предлагаемой версии – пять стадий (версия Ю. В. Горина):

- *аналитическая;*
- *стадия моделирования;*
- *оперативная;*
- *синтетическая;*
- *дидактическая.*

#### 1. Аналитическая стадия

1.1. Суть проблемной ситуации.

Сформулируйте, что вам надо. Что есть в наличии. (Анализ ВПП).

В чем несоответствие между «надо» и «есть»?

1.2. Свертка ситуации.

Разделите суть проблемы на две: социально-административную и техническую.

1.3. Сформулируйте суть технической проблемы.

1.4. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-1).

Мысленно представьте и запишите вашу версию идеального решения проблемы.

1.5. Преобразуйте вашу техническую проблему в конкретные технические задачи. Лучше, если это будет одна-две задачи, но возможно и больше. Выберите из них наиболее «симпатичную» для вас. Назовите объект выбранной задачи.

1.6. Цель решения.

Определите четко конечную цель решения выбранной вами задачи. Представьте, какие характеристики объекта изменять нельзя.

1.7. Оператор «Уровень».

Отвлечитесь от поиска решения и пофантазируйте на тему: Допустим, задача принципиально неразрешима.

А) Как выглядит ваша неразрешимая задача «сверху», с уровня надсистемы, в которую входит объект задачи? (принцип «орла» – взлететь).

Б) Как выглядит та же задача «изнутри», с уровня подсистемы, прежде всего тех веществ и физических полей, из которых состоит объект? (уйти вглубь – принцип «крота»).

В) На трёх уровнях (надсистема, система, подсистемы) переформулировать задачу, заменив требуемое действие (или свойство) обратным.

Это поможет вам уйти от стереотипов.

1.8. Оценка количественных показателей.

Утройте требуемые характеристики, сократите сроки вдвое. Переориентируйте себя «на максимум» (принцип «максимализма»).

1.9. Оператор РВС (размер, время, скорость).

Снова пофантазируем:

а) мысленно меняем размеры объекта от заданной величины до 0. Как теперь решается задача?

б) мысленно меняем размеры объекта от заданной величины до  $\infty$ .

Как теперь решается задача?

в) мысленно меняем время процесса (или скорость движения объекта) от заданной величины до 0. Как теперь решается задача?

г) мысленно меняем время процесса (или скорость движения объекта) от заданной величины до да. Как теперь решается задача?

д) мысленно меняем стоимость (допустимые затраты) объекта или процесса от заданной величины до 0. Как теперь решается задача?

е) мысленно меняем стоимость (допустимые затраты) объекта или процесса от заданной величины до  $\infty$ . Как теперь решается задача?

1.10. Уточнить особенности и масштабы внедрения решения, если оно будет получено.

1.11. Проверить, решается ли задача прямым применением стандартов на решение изобретательских задач. Если ответ получен, перейти к пункту 4.1. Если ответа нет, двигайтесь далее по алгоритму.

1.12. Уточнить задачу, используя патентную информацию.

а) Каковы (по патентным данным) ответы на задачи, близкие к данной?

б) Каковы ответы на задачи, похожие на данную, но относящиеся к ведущей отрасли техники?

в) Каковы ответы на задачи, обратные данной?

В качестве примера рассмотрим следующие проблемы.

**Проблема 1.** Надо отшлифовать большую партию изделий сложной формы с впадинами и выпуклостями. Речь идет о турбинных лопатках. Поскольку не все знают, что это такое, лопатки можно мысленно заменить ложками. Заменять шлифование другим видом обработки невыгодно, сложно. В общем, нельзя. Шлифуют обычно шлифовальными кругами разного размера. Но шлифовальный круг плохо обрабатывает выпукловогнутые изделия переменной кривизны. Как быть?

**Проблема 2.** Антенны астрономических радиотелескопов обычно располагаются в среднегорье, где часто бывают грозы. Удар молнии в антенну абсолютно недопустим, так как присоединенная к ней аппаратура дорога и уникальна. Размеры антенн до 100 метров в диаметре, высота чуть поменьше. Установить молниеотводы на самой антенне в данном случае невозможно, возможен прорыв тока молнии в дорогую аппаратуру.

Совершенно не исключено, что при обдумывании самой проблемы и приведенных задач у вас возникнут прекрасные идеи. Запишите их и продолжите решение по АРИЗ. Найденные идеи используйте при повторном

проходе как исходные в синтетической стадии. Инженеру надо работать не вообще над проблемой, а над конкретными техническими задачами. Наука повелевает работать не с объектами, а с их моделями.

## **2. Стадия моделирования**

2.1. Построение модели задачи. Формулирование технического противоречия (ТП).

Записать условия задачи, как можно меньше используя специальные термины («технический жаргон»). Уточните содержание технического противоречия.

**З а д а ч а 1.** ТП. Шлифовальный круг плохо обрабатывает изделия сложной формы с впадинами и выпуклостями, например, ложки. Заменять шлифование другим видом обработки нельзя. Применение притирающихся ледяных шлифовальных кругов в данном случае слишком дорого. Не годятся и эластичные надувные круги с абразивной поверхностью – они быстро изнашиваются. Что будем делать?

**З а д а ч а 2.** ТП. Антенна радиотелескопа расположена в местности, где часто бывают грозы. Для защиты от молний вокруг антенны необходимо поставить молниеотводы (металлические стержни). Но молниеотводы создают своего рода «радиотень», они задерживают радиоволны, идущие от галактических объектов. Установить молниеотводы на антенне невозможно. Предотвращать грозы воздействием на атмосферу – очень громоздко и дорого. Как быть?

2.2. Детализация структуры модели.

Выделить и записать конфликтующую пару элементов.

**Правило 1.** В конфликтующую пару элементов обязательно должно входить изделие. Изделие – это то, что нам нужно, или же природный элемент.

**Правило 2.** Вторым элементом пары должен быть элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (инструмент или второе изделие).

**Правило 3.** Если один из элементов (инструмент) по условиям задачи может иметь два состояния, надо взять то состояние, которое обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции всей технической системы, указанной в задаче).

**Правило 4.** Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.

**З а д а ч а 1**

Изделие – ложка. Инструмент, непосредственно взаимодействующий с изделием, – шлифовальный круг. Конфликтующая пара очевидна: ложка и круг.

**З а д а ч а 2**

В задаче два «природных изделия» – молния и радиоволны и один «инструмент» – молниеотвод. Конфликт в данном случае не внутри пар

«молниеотвод – молния» и «молниеотвод – радиоволны», а между этими парами. Чтобы перевести эту задачу в каноническую форму с одной конфликтующей парой, нужно заранее придать инструменту свойство, необходимое для выполнения основной функции, т. е. надо принять, что молниеотвода нет, и радиоволны свободно проходят к антенне. Итак, конфликтующая пара: отсутствующий молниеотвод и молния. Радиоволны не входят в конфликтующую пару: отсутствующий молниеотвод их не задерживает.

2.3. Детализация рабочих процессов в модели.

Записать два взаимодействия (действия, свойства) элементов конфликтующей пары: имеющегося и того, которое нужно ввести (или полезное, или вредное).

**Задача 1**

1. Круг обладает способностью шлифовать,  
2. Круг не обладает способностью приспособливаться к криволинейным поверхностям.

**Задача 2**

1. Отсутствующий молниеотвод хорошо пропускает радиоволны.  
2. Отсутствующий молниеотвод не ловит молнию.

2.4. Обобщенный образ модели.

Записать стандартную формулировку модели задачи, указав конфликтующую пару и нежелательное взаимодействие.

**Задача 1**

Даны круг и изделие. Круг обладает способностью шлифовать, но не может приспособливаться к криволинейной поверхности изделия.

**Задача 2**

Даны отсутствующий молниеотвод и молния. Такой «молниеотвод» хорошо пропускает радиоволны, но не ловит молнию.

### **3. Оперативная стадия**

3.1. Выбор изменяемого элемента.

Выбрать из элементов, входящих в модель задачи, тот, который можно легко изменять, удалить, заменить и т. д.

**Правило 5.** Технические объекты легче менять, чем природные.

**Правило 6.** Инструменты легче менять, чем изделия.

**Правило 7.** Если в системе нет легкоизменяемых элементов, следует указать «внешнюю среду».

**Задача 1**

Изделие трудно поддается изменению (ложка должна иметь определённую форму). Тем более – турбинная лопатка. Круг можно менять (сохраняя его основную функцию – способность шлифовать – таковы условия задачи).

**Задача 2**

Молния – природный объект. Поэтому изменяемым элементом следует считать отсутствующий молниеотвод.

### 3.2. Построение ИКР -2.

Записать стандартную формулировку идеального конечного результата.

Элемент (указать элемент, выбранный на 3.1) сам (сама, само) устраняет (указать вредное воздействие), сохраняя способность выполнять (указать полезное воздействие).

**Правило 8.** В формулировке ИКР всегда должно быть слово «сам» («сама», «само»).

#### Задача 1

Круг сам приспособляется к криволинейной поверхности изделия, сохраняя способность шлифовать.

#### Задача 2

Отсутствующий молниеотвод самообеспечивает «поимку» молнии, сохраняя способность хорошо пропускать радиоволны.

### 3.3. Сравнение выбранного элемента с ИКР-2.

Выделить ту зону элемента (указанного в 3.2), которая непосредственно не справляется с требуемым по ИКР комплексом двух взаимодействий. Что в этой зоне – вещества, поля? Какие? Показать эту зону на схематическом рисунке, обозначив её цветом, штриховкой и т. п.

#### Задача 1

Наружный слой круга (внешнее кольцо, обод). Вещество (абразив, твёрдое тело).

#### Задача 2

Та часть пространства, которую занимал молниеотвод. Вещество (столб воздуха), свободно пронизываемое радиоволнами.

3.4. Перевод технического противоречия (ТП) в физическое противоречие (ФП – противоречие в физических свойствах).

Сформулировать противоречивые физические требования, предъявляемые к выделенной зоне и (или) к её состоянию. Эти требования определяются конфликтующими взаимодействиями (действиями, свойствами).

а) Для обеспечения (указать полезное взаимодействие или то взаимодействие, которое надо сохранить) необходимо (указать физическое состояние: быть нагретой, подвижной, заряженной и т. д.);

б) Для предотвращения (указать вредное взаимодействие или взаимодействие, которое надо ввести) необходимо (указать физическое состояние: быть холодной, неподвижной, незаряженной и т. д.).

**Правило 9.** Физические состояния, указанные в пунктах «а» и «б», должны быть взаимно противоположные. Фактически они отражают требования двух различных функций, которые должна выполнить «выделенная» зона.

#### Задача 1

а) Чтобы шлифовать, наружный слой круга должен быть твёрдым (или: должен быть жёстко связан с центральной частью круга для передачи усилий).

б) Чтобы приспособливаться к криволинейным поверхностям изделия, наружный слой круга не должен быть твёрдым (или: не должен быть жёстко связан с центральной частью круга).

#### З а д а ч а 2

а) Чтобы пропускать радиоволны, выделенный столб воздуха должен быть непроводником. Физически это означает, что он должен быть диэлектриком, т. е. не иметь свободных зарядов в своей структуре,

б) Чтобы ловить молнию, столб должен быть проводником (точнее: должен иметь свободные заряды).

#### 4. Синтетическая стадия

4.1. Осознание физического противоречия («противоречия в свойствах»).

Записать стандартные формулировки физического противоречия.

а) Полная формулировка (указать выделенную зону элемента) должна указать состояние, отмеченное в 3.4, а, чтобы выполнить (указать) полезное взаимодействие, и должна указать состояние, отмеченное в 3.4, б, чтобы предотвращать (указать) вредное воздействие.

б) Краткая формулировка (указать выделенную зону элемента) должна быть и не должна быть.

#### З а д а ч а 1

а) Наружный слой круга должен быть твёрдым, чтобы шлифовать изделие, и не должен быть твёрдым, чтобы приспособливаться к криволинейным поверхностям изделия.

б) Наружный слой круга должен быть и не должен быть.

#### З а д а ч а 2

а) Столб воздуха должен иметь свободные заряды, чтобы «ловить» молнию, и должен не иметь свободных зарядов, чтобы не задерживать радиоволны.

б) Столб воздуха со свободными зарядами должен быть и не должен быть.

#### 4.2. Преодоление физического противоречия.

Рассмотреть простейшие преобразования выделенной зоны элемента:

а) Разделение противоречивых свойств во времени. Наряду с прямым разнесением во времени эта операция может быть реализована путём использования переходных состояний, при которых сосуществуют или попеременно появляются противоположные свойства.

б) Разделение противоречивых свойств в пространстве. Наряду с дроблением объекта на участки, обладающие разными свойствами, разделение противоречивых свойств в пространстве может быть реализовано перестройкой пространственной структуры: частицы выделенной зоны элемента наделяются имеющимся свойством, а вся выделенная зона в целом наделяется требуемым (конфликтующим) свойством.

в) Разделение противоречивых свойств в отношениях.

*Одни и те же объекты могут обладать прямо противоположными свойствами по отношению к воздействиям, не отличающимися по физической сути, но имеющими разные количественные характеристики.*

Наглядный пример: вода очень мягка при полоскании, но очень тверда при падении на неё плашмя с большой высоты. Такое поведение характерно для многих объектов. Стекло прозрачно для видимого света и непрозрачно для ультрафиолета. То же стекло нерастворимо в серной кислоте, но не терпит фтористоводородной кислоты.

Такая анизотропия («избирательность») очень характерна для многих свойств неживой материи, для биологических структур это просто способ существования.

З а д а ч а 1

Ответ связан с одним из вариантов разделения в пространстве. Частицы абразива остаются твердыми, но снабжаются свойством перемещаться относительно друг друга («вязкая система»).

З а д а ч а 2

Задача решается разделением во времени. Свободные заряды сами появляются в столбе воздуха на начальных этапах возникновения молнии. Молниеотвод на короткое время становится проводником, а затем свободные заряды сами исчезают. То есть столб воздуха сам должен становиться проводящим при появлении молнии, а потом возвращаться в непроводящее состояние.

4.3. Выбор путей ликвидации физического противоречия (ФП).

Использовать таблицу применения физических эффектов и явлений.

З а д а ч а 1

По таблице подходит: замена «вещественных» связей «полевыми» путём использования электромагнитных полей.

З а д а ч а 2

По таблице подходит: ионизация под действием сильного электромагнитного поля. Сильное поле пусть принесет с собой молния. Рекомбинация (взаимная нейтрализация) после исчезновения этого поля. Радиоволны – это очень слабое поле. Другие эффекты относятся к жидкостям и твёрдым телам, требуют внедрения добавок или не обеспечивают самоуправления.

При наличии и умении пользоваться очень полезно поработать с таблицами по химическим, биологическим, геометрическим эффектам.

4.4. Использовать таблицу основных приемов устранения технических противоречий.

Если до этого получен физический ответ, использовать таблицу для его проверки.

### Задача 1

По условиям задачи надо улучшить способность круга «притираться» к изделиям разной формы. Это – адаптация.

Известный путь – использовать набор разных кругов. Проигрыш – потери времени на смену и подбор кругов, снижение производительности.

Повторяющиеся и потому более вероятные приёмы: изменение агрегатного состояния (наружная часть круга «псевдожидкая», из подвижных частиц); прямое указание на переход к феполю, что и выполнено выше.

### Задача 2

По условиям задачи надо ликвидировать действие молнии – вредного внешнего фактора. Известный путь – установить обычный металлический молниеотвод. Проигрыш – появление радиотени, т. е. возникновение вредного фактора, создаваемого самим молниеотводом.

4.5. Перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать схему устройства, осуществляющего этот способ.

### Задача 1

Если просто разделить круг, наружная часть улетит под действием центробежной силы. Центральная часть круга должна крепко держать наружную часть и в то же время должна давать ей возможность свободно изменяться...

Для этого нужно построить веполь, т. е. использовать магнитное поле и ферромагнитный порошок. Это даёт возможность сделать наружную часть круга подвижной, меняющейся и обеспечивает требуемую связь между частями круга. Центральная часть круга выполнена из магнитов. Наружный слой – из ферромагнитных частиц или абразивных частиц, спечённых с ферромагнитными. Такой наружный слой будет принимать форму изделия. В то же время его частицы сохраняют твёрдость, необходимую для шлифовки.

Можно сделать другое решение задачи, используя иные принципы преобразования и преодоления ФП. 1. Упругая «грелка», заполненная жидкостью (воздухом), с ферромагнитными элементами, – упругость жидкости (воздуха) будет регулироваться электромагнитным полем. На поверхности грелки абразив.

Упругость «грелки» можно регулировать давлением жидкости (воздуха) внутри неё.

Закрепить «грелку» на столе можно за счет магнитных сил!

### Задача 2

Чтобы ионизовать воздух нарастающим полем молнии, нужно уменьшить давление газа. Потребуется оболочка, чтобы держать этот столб воздуха при пониженном давлении. Внутри оболочки под действием нарастающего электрического поля молнии вспыхнет тлеющий разряд, появится проводящий столб, который и притянет молнию к себе, обеспе-

чив кратчайший путь току молнии в землю. Оболочка должна быть из диэлектрика, иначе она сама даст радиотень.

А. с. № 177497: «Молниеотвод, отличающийся тем, что с целью придания ему свойства радиопрозрачности, он выполнен в виде изготовленной из диэлектрического материала герметически закрытой трубы, давление воздуха в которой выбрано из условия наименьших газоразрядных градиентов, вызываемых электрическим полем развивающейся молнии».

**Примечание:** вместо воздуха можно взять и другие газы, светящиеся разными цветами. Это будет красиво, если труба будет прозрачной.

### **5. Дидактическая стадия**

5.1. Предварительная оценка полученного решения.

Ответьте на «Контрольные вопросы»:

1. Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР («Элемент сам..»)?

2. Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?

3. Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?

4. Годится ли решение, найденное для «одноциклового» модели задачи, в реальных условиях со многими «циклами»?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к п. 2.1.

5.2. Проверка новизны.

Самому или с помощью грамотного патентоведа проверить по патентным данным формальную новизну полученного решения.

5.3. Оценка путей реализации.

Какие подзадачи могут возникнуть при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчётные, организационные. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит изменённая система и может ли изменённая система применяться по-новому.

5.4. Эвристическая ценность вашего решения.

Использовать полученный ответ для решения других технических задач.

а) Рассмотреть возможность использования идеи, обратной полученной.

б) Построить таблицу «расположение частей – агрегатное состояние изделия» или таблицу «использованные поля – агрегатное состояние изделия» и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц.

5.5. Самопроверка.

Сравнить реальный ход решения с теоретическим (по АРИЗ), а полученный ответ с табличными данными (таблицы основных приёмов, вепольных преобразований).

## 2.4. Основные приемы устранения технических противоречий

Попытки составить списки приемов предпринимались давно, но отбор производился субъективно. Приемы, используемые в АРИЗ, – это операторы преобразования технической системы (устройства) или исходного технического процесса (способа). Причем не любых преобразований, а только достаточно сильных. Для преодоления того или иного типа противоречия определялась авангардная отрасль техники, в которой данный тип противоречий устраняется наиболее сильными и перспективными приемами. Так, для противоречий типа «вес – продолжительность действия», «вес – скорость», «вес – прочность», «вес – надежность» и т. п. наиболее подходящие приемы извлекались из изобретений авиационной техники. Противоречия, связанные с необходимостью повысить точность, эффективнее всего устраняются приемами, присущими изобретениям в области оборудования для физических экспериментов.

Знакомясь с приемами, необходимо обратить внимание на то, что многие из них включают подприемы, которые нередко образуют цепь, где каждый следующий подприем развивает предыдущий. Каждый изобретатель должен знать типовые приемы и умело ими пользоваться.

Перечень приемов – это своего рода настольный справочник, но особого рода: изобретатель должен рассматривать его как основу, которую необходимо самостоятельно пополнять по новым техническим и патентным публикациям.

### **1. Принцип дробления**

- а) Разделить объект на независимые части.
- б) Выполнить объект разборным.
- в) Увеличить степень дробления (измельчения) объекта.

**Примеры.** 1. Пневматическая автомобильная шина из 12 независимых секций (повышается надежность, живучесть, особенно в военных действиях). 2. Судно делится на однотипные секции (повышается живучесть, корабль можно делать длиннее или короче).

### **2. Принцип вынесения**

Отделить от объекта «мешающую» часть («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

Здесь объект делится на разные части. Так, раньше горноспасатель носил на спине ранец с холодильным устройством, теперь оно помещено в отдельном контейнере. Или, например, птиц отпугивают от летящего самолета криком хищных птиц, записанным на магнитофонную ленту. Крик отделили от птиц.

### **3. Принцип местного качества**

а) Перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной.

б) Разные части объекта должны иметь разные функции.

в) Каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе.

**П р и м е р.** Для борьбы с пылью в горных выработках на инструменты подают воду в виде конуса мелких капель. Чем мельче капли, тем лучше борьба с пылью, но мелкие капли легко образуют туман, это затрудняет работу.

Решение: вокруг конуса мелких капель создается слой из крупных капель.

#### **4. Принцип асимметрии**

а) Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной.

б) Если объект уже асимметричный, увеличить степень асимметрии.

**П р и м е р.** Противоударная автомобильная шина имеет одну боковину повышенной прочности – для лучшего сопротивления ударам о бордюрный камень тротуара.

#### **5. Принцип объединения**

а) Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.

б) Объединить во времени однородные или смежные операции.

**П р и м е р.** Сдвоенный микроскоп – тандем. Работу с манипулятором ведет один человек, а наблюдением и записью целиком занят второй, более квалифицированный работник.

#### **6. Принцип универсальности**

Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

**П р и м е р ы.** 1. Полость одной трубчатой ноги буровой мачты используется как ресивер, а второй – как бак для горючего. 2. Две продолговатых емкости в компрессоре служат ресивером и рамой для размещения компрессора и двигателя.

#### **7. Принцип матрешки**

а) Один объект размещен внутри другого объекта, который в свою очередь находится внутри третьего и т. д.

б) Один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

**П р и м е р.** Авторское свидетельство № 110596. «Способ хранения и транспортировки разнородных по вязкости нефтепродуктов в корпусе плавучей емкости, отличающийся тем, что хранение их с целью уменьшения потерь тепла, высоковязких нефтепродуктов производится в отсеках емкости, расположенных внутри отсеков, заполненных невязкими сортами нефтепродуктов».

#### **8. Принцип антивеса**

а) Компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой.

б) Компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро- или гидродинамических и других сил).

**Примеры.** 1. Иногда возникает слишком большое усилие на упорный подшипник. Тогда над подшипником ставят мощный электромагнит, «снимающий» чрезмерно высокое усилие. 2. Для повышения тяги шахтового электровоза его вес нужно увеличивать, а для снижения мертвого веса его нужно облегчать. Преодоление ТП: у ведущих колес монтируется мощный электромагнит, колеса сильнее прижимаются к рельсам, а электровоз можно сделать легче.

### ***9. Принцип предварительного антидействия***

Если по условиям задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить антидействие.

**Примеры.** 1. Предварительно напряженный железобетон, при создании которого арматуру заранее растягивают. 2. Вал упрочняется без увеличения диаметра, если его сделать из концентрично сваренных труб, предварительно закрученных в разных направлениях на расчетные углы.

### ***10. Принцип предварительного действия***

а) Заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично);

б) Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного времени.

**Пример.** Окраска древесины до того, как дерево срубили: красители подливают под дерево и они разносятся соками по всему стволу дерева.

### ***11. Принцип «заранее подложенной подушки»***

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

**Примеры.** 1. Жесткий металлический диск, заранее расположенный внутри автомобильной шины и позволяющий продолжать движение на спущенной шине без повреждения покрышки. 2. В лавиноопасных местах Швейцарии лыжники и жители носят магнитик малых размеров. При несчастных случаях он помогает найти пострадавшего с помощью магнитоискателя даже под трехметровым слоем снега.

### ***12. Принцип эквипотенциальности***

Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.

**Пример.** Предложено устройство, исключаящее необходимость поднимать и опускать тяжелые пресс-формы. Устройство выполнено в виде прикрепленной к столу пресса приставки с рольгангом (а. с. № 264679).

### ***13. Принцип «наоборот»***

а) Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие.

б) Сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную – движущейся.

в) Перевернуть объект «вверх ногами», вывернуть его.

**Пример.** Предложен способ (а. с. № 184649) «вибрационной очистки металлоизделий в абразивной среде, отличающийся тем, что с целью упрощения процесса очистки вибрация сообщается обрабатываемой детали».

#### **14. Принцип сфероидальности**

а) Перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям.

б) Использовать ролики, шарики, спирали.

в) Перейти от прямолинейного движения к вращательному, используя центробежную силу.

**Примеры.** 1. Устройство для вваривания труб в трубную решетку имеет электроды в виде катящихся шариков. 2. Породоразрушающие органы, выполненные в виде свободно вращающихся клиновидных роликов на оси (дисковые долота).

#### **15. Принцип динамичности**

а) Характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы.

б) Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.

**Примеры.** 1. Инклинометр «Зенит 4», состоящий из двух шарнирно соединенных половин. 2. Автомобиль с шарнирно соединенными секциями рамы (а. с. № 174748), которые могут поворачиваться друг относительно друга при помощи гидроцилиндров. Такой автомобиль обладает повышенной проходимостью.

#### **16. Принцип частичного или избыточного действия**

Если трудно получить 100 % требуемого эффекта, надо получить «чуть меньше» или «чуть больше» – задача при этом может существенно упроститься.

**Пример.** Чтобы получить требуемое усилие подачи долота на забой, на устье создают большее усилие с учетом потерь на трение труб о стенки скважины.

#### **17. Принцип перехода в другое измерение**

а) Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (т. е. на плоскости). Соответственно, задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, устраняются при переходе к пространственному перемещению.

б) Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.

в) Наклонить объект или положить его «набок».

г) Использовать обратную сторону данной площади.

д) Использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь или на обратную сторону имеющейся площади.

**П р и м е р ы.** 1. Многоярусное размещение подшипников на опоре шарошки долота. 2. Многоярусное расположение отдельных блоков в сложной электронной аппаратуре.

**18. Использование механических колебаний**

- а) Привести объект в колебательное движение.
- б) Если такое движение уже совершается – увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой).
- в) Использовать резонансную частоту.
- г) Применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы.
- д) Использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

**П р и м е р.** «Способ безопилочного резания древесины, отличающийся тем, что с целью снижения усилия внедрения инструмента в древесину резание осуществляется инструментом, частота пульсаций которого близка к собственной частоте колебаний перерезаемой древесины» (а. с. № 307986).

**19. Принцип периодического действия**

- а) Перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному).
- б) Если действие уже осуществляется периодически – изменить периодичность.
- в) Использовать паузы между импульсами для осуществления другого действия.

**П р и м е р.** А. с. № 302622. Способ контроля исправности термопары путем подогрева ее и проверки наличия в цепи ЭДС, для чего с целью уменьшения времени контроля нагревают термопару периодическими импульсами тока, а в промежутках между импульсами проверяют наличие термо-ЭДС.

**20. Принцип непрерывности полезного действия**

- а) Вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой).
- б) Устранить холостые и промежуточные ходы.

**П р и м е р.** А. с. № 126440. Способ кустового бурения скважин, при котором совмещается подъем и спуск бурильных труб (при двух скважинах) или спуско-подъемные операции с бурением (при трех скважинах).

**21. Принцип проскока**

Вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.

**П р и м е р.** Патент ФРГ №113821. Устройство для разрезания тонкостенных пластмассовых труб большого диаметра. Особенность устройства – нож рассекает трубу так быстро, что она не успевает деформироваться.

**22. Принцип «обратить вред в пользу»**

- а) Использовать вредные факторы (в частности, вредные воздействия среды) для получения положительного эффекта.

б) Устранить вредный фактор за счет сложения с другими вредными факторами.

в) Усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

**Пример.** Б. Р. Лазаренко и И. Н. Лазаренко работали над проблемой борьбы с электроэрозией металла. Электрический ток «разъедал» любой металл в контактах реле, в том числе в различных средах. Тогда они решили, что это явление можно использовать с пользой и в 1943 г. получили авторское свидетельство на электроискровой способ обработки металлов.

### **23. Принцип обратной связи**

а) Ввести обратную связь.

б) Если обратная связь есть – изменить ее.

**Пример.** Данные датчика положения бурильной колонны используют для прекращения подъема колонны с целью предотвращения затаскивания элеватора в кронблок.

### **24. Принцип «посредника»**

а) Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие.

б) На время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.

**Пример.** А. с. № 178005. Летучий ингибитор атмосферной коррозии наносят на внутренние поверхности сложных деталей посредством продувания нагретого воздуха, насыщенного парами ингибитора.

### **25. Принцип самообслуживания**

а) Объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции.

б) Использовать отходы (энергии, вещества).

**Пример.** В электросварочном пистолете сварочную проволоку обычно подает специальное устройство. Предложено использовать для подачи соленоид, работающий от сварочного тока.

### **26. Принцип копирования.**

а) Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии.

б) Заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями). Использовать при этом изменения масштаба (увеличить или уменьшить копии).

в) Если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым.

**Пример.** Канадская фирма «Крютер Палп» пользуется фотоустановкой для обмера бревен, перевозимых на железнодорожных платформах. Фотообмер в 50–60 раз быстрее ручного, а отклонение результатов от ручного способа не превышает 1–2 %.

### **27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности**

Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).

**Пример.** Правила асептики требуют, чтобы шприц с иглой кипятился не менее 45 минут. Бывает необходимо, и довольно часто, ввести лекарство как можно быстрее, например, в боевых условиях. В СССР создан шприц-тюбик одноразового использования.

### **28. Замена механической схемы**

а) Заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой».

б) Использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом.

в) Перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных – к меняющимся во времени, от неструктурных – к имеющим определенную структуру.

г) Использовать поле в сочетании с ферромагнитными частицами.

**Примеры.** 1. А. с. № 163559. «Способ контроля породоразрушающего инструмента, например, буровых долот, *отличающийся тем*, что с целью упрощения контроля в качестве сигнализации износа монтируемые в теле долота ампулами с резко пахнущими веществами, например с этилмеркаптаном». 2. Исследование желудка человека с помощью бария.

### **29. Использование пневмо- и гидроконструкций**

Вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполненные, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные.

**Примеры.** 1. А. с. № 264675. «Опора для сферического резервуара, включающая основание, *отличающаяся тем*, что с целью снижения напряжений в оболочке резервуара основание опоры выполнено в виде заполненного жидкостью сосуда с вогнутой крышкой из эластичного материала, принимающей форму опираемой на нее оболочки резервуара». 2. По а. с. № 409875 чтобы прижать хрупкое изделие в устройстве для распиловки, используется «воздушный надувной мешок». Таких изобретений множество. Отсюда можно вывести правило: если надо на время аккуратно прижать один предмет к другому, используйте «воздушный мешок».

### **30. Использование гибких оболочек и тонких пленок**

а) Вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки.

б) Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

**Пример.** «Способ формирования газобетонных изделий путем заливки сырьевой массы в форму и последующей выдержки, *отличающийся*

*тем, что с целью повышения вспучивания на залитую в форму сырьевую массу укладывают газонепроницаемую пленку» (а. с. № 339406).*

### **31. Применение пористых материалов**

а) Выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и т. д.).

б) Если объект уже выполнен пористым, предварительно заполнить поры каким-то веществом.

**Пример.** А. с. № 187135. «Система испарительного охлаждения электрических машин, *отличающаяся тем, что с целью исключения необходимости подвода охлаждающего агента к машине активные части и отдельные конструктивные элементы ее выполнены из пористых материалов, например, пористых порошковых сталей, пропитанных жидким охлаждающим агентом, который при работе машины испаряется и, таким образом, обеспечивает кратковременное, интенсивное и равномерное ее охлаждение».*

### **32. Принцип изменения окраски**

а) Изменить окраску объекта или окружающей среды.

б) Изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.

в) Для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки.

г) Если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.

**Пример.** Патент США № 3425412: прозрачная повязка, позволяющая наблюдать рану, не снимая повязки.

### **33. Принцип однородности**

Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из такого же материала (или близкого ему по свойствам).

**Пример.** А. с. № 259298. «Способ сварки металлов, при котором свариваемые кромки устанавливают с зазором и подают в него присадочный материал с последующим нагревом свариваемых кромок, *отличающийся тем, что с целью улучшения сварки в качестве присадочного материала используют летучие соединения тех же металлов, что и свариваемые».*

### **34. Принцип отброса и регенерации частей**

а) Выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена и т.п.) или видоизменена непосредственно в ходе работы.

б) Расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

**Примеры.** 1. Чтобы при резком старте ракеты не пострадали чувствительные приборы, их погружают в пенопласт, который, выполнив роль амортизатора, быстро испаряется в космосе (патент США № 3160950). 2. А. с. № 182492. «Способ компенсации износа электрода при электроэрозионной обработке токопроводящих материалов, *отличающийся тем, что*

с целью увеличения срока службы электрода на его рабочую поверхность в процессе обработки непрерывно напыляют слой металла».

### **35. Изменение агрегатного состояния объекта**

а) Изменить агрегатное состояние объекта (включая псевдосостояния и т. п.).

б) Изменить концентрацию или консистенцию.

в) Изменить степень гибкости.

г) Изменить температуру.

**Пример.** Патент ФРГ № 1291210: участок торможения для посадочной полосы (самолёта) выполнен в виде «ванны», заполненной вязкой жидкостью, на которой расположен толстый слой эластичного материала.

### **36. Применение фазовых переходов**

Использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение тепла и т. д.

**Пример.** А. с. №190855. «Способ изготовления ребристых труб, заключающийся в раздаче заглушенных труб водой, подаваемой под давлением, отличающийся тем, что с целью удешевления и ускорения процесса изготовления поданную под давлением воду замораживают».

### **37. Применение теплового расширения**

а) Использовать тепловые расширения (или сжатие) материалов.

б) Использовать несколько материалов с разными коэффициентами теплового расширения.

**Примеры.** 1. Крышка парника открывается и закрывается с помощью биметаллических пластинок, которые деформируются в зависимости от температуры наружного воздуха. 2. Эта же задача решается по-другому: крышка делается из шарнирно закреплённых пустотелых труб, заполненных легко расширяющейся жидкостью. При изменении температуры меняется центр тяжести трубной конструкции, из-за чего крышка сама поднимается или опускается.

### **38. Применение сильных окислителей**

а) Заменить обычный воздух обогащенным.

б) Заменить обогащенный воздух кислородом.

в) Воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями.

г) Использовать озонированный кислород.

д) Заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

Основная цель этой цепи приемов – повысить интенсивность процессов.

**Пример.** Плазменно-дуговая резка нержавеющей сталей, при которой в качестве режущего газа берут чистый кислород.

### **39. Применение инертной среды**

а) Заменить обычную среду инертной.

б) Вести процесс в вакууме.

Этот прием можно считать антиподом предыдущего.

**Примеры.** 1. А. с. № 270171. «Способ предотвращения загорания хлопка в хранилище, отличающийся тем, что с целью повышения надежности хранения хлопок подвергают обработке инертным газом в процессе его транспортировки к месту хранения». 2. Нить электролампочки помещают в колбу с инертным газом.

#### **40. Применение композиционных материалов**

Перейти от однородных материалов к композиционным.

**Примеры.** 1. А. с. № 147225. Способ записи, при котором используют чернила, содержащие мелкие магнитные частицы. В отличие от обычного гибкий пишущий наконечник управляется магнитными чернилами с помощью магнитного поля. 2. «Среда для охлаждения металла при термической обработке, отличающаяся тем, что с целью обеспечения заданной скорости охлаждения она состоит из взвеси газа в жидкости» (а. с. № 187060).

## **2.5. Использование приемов устранения технических противоречий**

Набор приемов подобно набору инструмента образует систему, ценность которой выше арифметической суммы ценностей, составляющих набор инструментов. Но и сами по себе отдельные приемы дают в некоторых случаях отличные результаты, так как их значение заметно повышает творческий потенциал изобретателя. Поэтому в Болгарии отдельной книгой издан список приемов. Каждый прием проиллюстрирован многими примерами.

Одновременно с выявлением приемов составлялись и постепенно совершенствовались таблицы применения приемов для устранения типовых технических противоречий. В таблицах в одном направлении записаны показатели, которые необходимо изменить (улучшить, увеличить, уменьшить), а в другом – показатели, которые недопустимо ухудшаются, если использовать обычные (уже известные) способы. В клетках таблицы, на пересечении строк и колонок, записаны приемы, которые имеет смысл применять для решения задачи, но прежде чем применять таблицу, необходимо тщательно проанализировать задачу.

Основные приемы и таблицы их применения – это самое простое в АРИЗ. Применение приемов не требует той дисциплины мысли, которая необходима для анализа, не требует знаний физики, химии и т. п. Таблица привлекает автоматизмом ее применения.

Д. М. Хитеева разработала способ оценки эффективности приемов устранения ТП. Оказалось, что самой минимальной эффективностью обла-

дает прием 3, самой высокой – 34. Анализ показал, что слабые приемы стары и направлены на специализацию объектов, сильные приемы значительно новее и направлены на приближение объекта к идеальной машине, идеальному способу или идеальному веществу. В сильных приемах реализованы принципиально новые (обратные) подходы (приемы 13 и 22), используются физические эффекты (прием 28 и 36), изменения более тонкие и «хитроумные» (прием 16), чем в старых и слабых приемах.

Рассмотрим, например, приемы 19 (переход к прерывистому действию) и 20 (переход к непрерывному действию). На первый взгляд, приемы родственные, но по оценке Д. М. Хитеевой прием 20 в полтора раза эффективнее приема 19. Объясняется это тем, что непрерывность действия – это приближение к идеальному решению (способу), а прерывистость – отход от него, и этот отход оправдан лишь в специальных случаях, когда переход к импульсному режиму дает новый эффект, как-то покрывающий потери времени в паузах.

Прием 9 (предварительное антидействие) оказался сильнее «родственного» приема 10 (предварительное действие). Дело в том, что прием 9, в сущности, включает две операции: сделать заранее (прием 10) и сделать наоборот (прием 13). «Сдвоенный» прием, естественно, ведет к более радикальному преобразованию объекта и поэтому сильнее любого из составляющих приемов.

Итак, сильные приемы:

- предлагают коренные изменения объекта;
- направлены на приближение объекта к идеальной машине;
- являются синтезом нескольких действий.

Всем этим требованиям одновременно удовлетворяет подприем 28 г: использование ферромагнитного порошка и магнитного поля (т. е. замена механической системы системой, получившей название **феполь – феррум + + поле**).

Описанные 40 приемов устранения ТП в чистом виде применяются крайне редко. Рассмотрим самый простой пример: корабль разделен на блоки. Здесь применен не только прием дробления, но и прием объединения блоков в единое целое, т. е. применен прямой и обратный прием.

И. М. Фликштейн показала, что все приемы могут образовывать пары «прием – антиприем» (отброс и регенерация частей и т. д.). Физические противоречия обычно отражают двойственные требования: объект должен обладать свойством и антисвойством: например, быть проводником и диэлектриком. Двойственному ФП должен соответствовать и двойственный прием устранения ФП. По своей структуре двойственные приемы лучше приспособлены к устранению противоречий, чем одиночные.

Может возникнуть вопрос: как же быть с таблицей применения приемов? Ведь таблица подсказывает только одиночные приемы. Даже

в таком виде таблица дает ценные подсказки. Пусть таблица подсказала, что нужно использовать прием 1 (дробление). Сразу можно внести поправку: сначала дробление, потом объединение раздробленных частей, плюс что-то еще, чтобы собрать эти части в единое целое.

В изобретательстве имеет особое значение такое сочетание приемов, которое приводит к **веполю** (от слов «веществ» и «поле»). Два вещества и поле могут быть самыми разными, но они необходимы и достаточны для образования минимальной технической системы, получившей название **веполь**.

Вводя понятие «веполь», используем три термина: вещество, поле, взаимодействие (воздействие, действие, связь). Под термином «веществ» понимаются любые объекты независимо от степени их сложности. Лёд и ледокол, винт и гайка, трос и груз – всё это вещества. Взаимодействие – всеобщая форма связи тел или явлений, осуществляющаяся в их взаимном изменении.

Сложнее обстоит дело с определением понятия «поле». В физике полем называют форму материи, осуществляющую взаимодействие между частицами вещества. Различают четыре вида полей: электромагнитное, гравитационное, поле сильных и слабых взаимодействий. В технике термин «поле» используют шире: это пространство, в каждой точке которого поставлена в соответствие некоторая векторная или скалярная величина. Подобные поля часто связаны с веществами – носителями векторных или скалярных величин. Например, поле температур (тепловое поле), поле центробежных сил. В данном случае термин «поле» будет применяться очень широко: наряду с «законными» физическими полями рассматриваются и все возможные иные «технические» поля – тепловое, механических напряжений, акустическое и т. д.

**Примеры веполей.** 1. Магнитное поле и железо, т. е. вариант веполя, уже упомянутый феполь. Вводя железо, обладающее свойством намагничивания, в любое другое вещество, получаем феполь, т. е. ранее инертную к магнитному полю систему, в систему, управляемую магнитным полем.

2. Воздушный поток воздействует на легкий материал, поднимая его.

3. Поле гравитации и тело, обладающее реальным весом, стремится к центру Земли.

4. Центробежная сила и вещество (тело), обладающее реальной массой, получает центростремительное ускорение.

5. Поле температуры (нагрев или охлаждение), преобразующее вещество – лед в воду, воду в лед, нагрев металла – увеличение размеров тела из металла, охлаждение – уменьшение размеров тела из металла и др.

6. Поле механических или температурных напряжений в твердом теле.

Переход вещества к веполю всегда включает совокупность использования группы приемов такого перехода.

Есть еще одна важная группа приемов: сочетания, в которые входят принцип предварительного действия (прием 10) и принцип частичного исполнения (прием 16). Когда кору дерева обработали магнитным составом, чтобы потом легко было отделить кору от древесины, – использовали приемы 10 и 16, но в сочетании с приемом 28 г. Коре заранее придали отзывчивость на последующие с ней операции. Использование сочетания приемов 10 и 16 получило название *принципа отзывчивости*.

Итак, приемы и их сочетания образуют многоэтажную систему. На первом этаже – элементарные приемы (дробление, объединение, принцип местного качества, принцип асимметрии и т. д.). Нарращивать список элементарных приемов малоперспективно, так как порознь эти приемы слабы. Второй этаж – более сильные парные приемы (пары типа «прием – анти-прием»). Третий этаж – сочетание элементарных и парных приемов с другими приемами, т. е. сложные приемы, в том числе сочетания типа «отзывчивость-управляемость», веполь, феполь.

Приемы первого этажа никак не ориентированы в направлении технического прогресса. Прогрессивно ли, например, увеличивать асимметрию? Может быть, прогрессивнее поступать, наоборот – увеличивать симметрию (принцип сфероидеальности)? Иногда лучше одно, иногда – другое; ничего более определенного сказать нельзя. На третьем этаже появляется четкая направленность: чем сложнее комплекс приемов, тем объективнее он направлен по линии развития технических систем. Увеличение степени отзывчивости, переход от невепольных систем к вепольным, превращение вепольных систем в фепольные – это тенденции развития технических систем, причем главные.

## **2.6. Микро- и макроуровни в решении изобретательских задач**

Для начала сравним два изобретения.

А. с. № 152842: «Термобур для бурения скважин, *отличающийся тем*, что с целью производства бурения наклонных участков скважины без прекращения процесса бурения реактивная головка присоединяется к конусу шарнирно».

А. с. № 247159: «Способ направленного бурения скважин с применением искусственных отклонителей, *отличающийся тем*, что с целью регулирования угла набора кривизны ствола используют полиметаллический отклонитель и изменяют его температуру».

Оба изобретения относятся к одной и той же технической системе, цель их – получение одинакового эффекта: жесткой конструкции надо придать гибкость, способность управляемо менять кривизну скважины.

В первом случае использован прием 15 (принцип динамичности): жесткая конструкция разделена на две части, соединенные шарнирно, во втором – прием 37 (тепловое расширение). Та же динамизация, но вместо грубых «железок» (шарниров) подвижность обеспечена растяжением-сжатием кристаллической решетки металлов (типичный переход к веполю: вместо одного вещества взяты два – с разными коэффициентами теплового расширения, а управление осуществляется с помощью теплового поля). Как видим, один и тот же прием применен на микро – и макроуровне.

В принципе каждый прием можно применить на микро – и макроуровне. В одном случае будут использоваться конструкции, в другом – молекулы, атомы, ионы, элементарные частицы. У каждого изобретения есть прототип («то, что было раньше»), поэтому теоретически мыслимы четыре вида переходов:

- 1) От макрообъекта к микрообъекту (условно обозначим этот переход  $M \dashrightarrow m$ );
- 2) От макрообъекта к микрообъекту ( $M \dashrightarrow m$ );
- 3) От микрообъекта к микрообъекту ( $m \dashrightarrow m$ );
- 4) От микрообъекта к макрообъекту ( $m \dashrightarrow M$ ).

Изобретений типа 4 нет, так как отмеченный переход противоречит тенденциям развития техники, требуя «огрубления» технических систем.

Переход  $M \dashrightarrow M$  редко дает изобретение высшего уровня; переход  $M \dashrightarrow m$ , как правило, ведет к изобретениям четвертого и пятого уровня; переход  $m \dashrightarrow m$  обычно дает изобретения не выше третьего уровня, если изменения проходят в пределах одного подуровня (молекула остается все время молекулой), и выше третьего уровня, если происходит смена подуровней (молекула постоянно или на время заменяется меньшими «единицами» или полем).

Исторически технические системы развиваются в три этапа. Сначала «новорожденная» техническая система впитывает изобретения типа  $M \dashrightarrow M$ . Развитие идет медленно, без особых потрясений. Затем происходит техническая революция: переход типа  $M \dashrightarrow m$ . Это порой воспринимается как появление новой технической системы; на самом деле система с макроуровня переходит на микроуровень. Далее, по-видимому, неизбежна новая техническая революция: переход к использованию только полей.

Таким образом, развитие технических систем идет по пути перехода от макроуровней к микроуровням; а приемы, с помощью которых преодолеваются ФП, от простых комбинационных переходят в приемы почти всегда содержащие физические (химические) эффекты и явления. На микроуровне мир приемов переходит в мир физики и химии. Отсюда и необходимость обеспечить изобретателя информацией о физических и химических приемах, т. е. об изобретательских возможностях физических и химических эффектов и явлений. Такая информация дается специальными таблицами эффектов.

Рассмотрим такой пример. Дана стальная пружина, материал заменить нельзя. Нужен способ, позволяющий существенно повысить жесткость пружины, ничего к ней не прикрепляя (не приставляя к ней никаких дополнительных пружин и т. п.). Способ должен быть предельно простым.

Для решения этой задачи нужно использовать материал пружины, который обладает ферромагнитными свойствами. Витки пружины нужно намагнитить так, чтобы одноименные полюсы находились рядом, и при сжатии пружины создавалась дополнительная отталкивающая сила. Отсюда можно вывести такое правило: «Если имеешь дело с железом, то нужно помнить, что каждый атом железа имеет магнитные свойства, очень легко поддается управлению (обнаружению, измерению, изменению). В XXI в. неэффективно пользоваться сталью только как массой некоего инертного вещества, в игру нужно вовлекать тонкие ферромагнитные свойства стали и железа». Здесь налицо типичный переход М --- м, который практически всегда увеличивает надежность и долговечность машины.

При использовании железа и стали можно вовлечь в игру и другие физические эффекты: переход через точку Кюри, эффект Гопкинса, эффект Баркгаузена. Все эти эффекты связаны с влиянием температуры на магнитные свойства железа. При переходе через точку Кюри железо может приобретать или терять магнитные свойства. Если повышать температуру ферромагнитного вещества, то перед переходом через точку Кюри магнитные свойства веществ усиливаются. Это эффект Гопкинса. Упомянутый переход через точку Кюри совершается не «как попало», а скачками. Каждый скачок соответствует изменению намагниченности в очень малом объеме материала ( $10^{-6} \dots 10^{-9}$  см). Это уже эффект Баркгаузена. Его изобретательское применение можно проиллюстрировать на примере а. с. № 504944, по которому усилия на магнитный материал измеряют, подсчитывая «число скачкообразных изменений микроструктуры».

Следовательно, приведенное правило можно дополнить так: «Если имеешь дело со сталью, используй не только ее механические свойства, но и магнитные. Если они уже «задействованы», используй переход через точку Кюри, эффекты Гопкинса и Баркгаузена».

Если идти по пути разработки таких правил, то их получится огромное количество, по количеству эффектов и материалов, а ведь возможны и сочетания различных эффектов! Однако приведенные правила имеют исключительное значение, так как сталь (железо) – самый распространенный технический материал.

Для изобретательской практики нужна таблица применения физических и химических эффектов, отражающая наиболее типичные «ключи» к самым распространенным изобретательским задачам. К таблице должен быть приложен «Указатель эффектов».

## 2.7. Принципы вепольного анализа

### 2.7.1. Веполь – минимальная техническая система

Для начала рассмотрим несколько изобретательских задач.

**Задача 1.** Нужен способ быстро и точно обнаруживать в холодильных агрегатах не плотности, через которые просачивается жидкость (фреон, масло, водоаммиачный раствор).

**Задача 2.** Как определить степень затвердевания полимерного состава при изготовлении изделия из полимера? Непосредственно измерить («пощупать») невозможно.

**Задача 3.** Как контролировать интенсивность движения частиц сыпучего материала при псевдооживлении?

**Задача 4.** Нужно предложить легкоизвлекаемый клин.

Задачи относятся к различным отраслям техники и к разным ситуациям, в каждой из которых свои трудности. В задаче 1 требуется быстро и точно отыскать маленькие капельки жидкости: здесь «быстро» конфликтует с «точно». В задаче 2 надо ввести датчик в затвердевающую массу и в то же время нельзя этого делать, поскольку датчик не должен там оставаться. В задаче 3 датчик можно поместить в сыпучий материал, но какой именно датчик? При одном и том же давлении сыпучие материалы могут двигаться с разной интенсивностью. Задача 4 сразу наталкивает на мысль о различных механизмах, встроенных в клин. Здесь отчётливо видно техническое противоречие: выигрыш в силе, необходимой для извлечения клина, оплачивается усложнением устройства механизированного клина. Что же общего в этих задачах?

Понятно, что все задачи содержат технические или физические противоречия, но на этом видимое сходство заканчивается, поскольку противоречия в задачах разные. Попытаемся обнаружить нечто общее в решениях этих задач.

**Ответ к задаче 1.** «Способ обнаружения неплотностей в холодильных агрегатах, заполненных фреоном и маслом (преимущественно домашних холодильников), отличающийся тем, что с целью повышения точности определения мест утечки в агрегатах вместе с маслом вводят люминофор, освещают агрегат в затемнённом помещении ультрафиолетовыми лучами и определяют места утечки по сравнению люминофора в просачивающемся через неплотности масле» (а. с. № 277805).

**Ответ к задаче 2.** «Способ определения затвердевания (размягчения) полимерных составов, отличающийся тем, что с целью неразрушаемого контроля состава вводят магнитный порошок и измеряют изменение магнитной проницаемости состава в процессе его затвердевания» (а. с. № 239633).

**Ответ к задаче 3.** Акустический способ индикации псевдоожигения сыпучих материалов, отличающийся тем, что с целью непосредственного контроля начала и интенсивности движения частиц в среде сыпучего материала вводят металлический стержень – звукопровод, являющийся датчиком звуковых колебаний, которые преобразуются в электромагнитные (а. с. № 318404).

**Ответ к задаче 4.** «Устройство для заклинивания, содержащее клин и клиновую прокладку, отличающийся тем, что с целью облегчения извлечения клина клиновое прокладка выполнена из двух частей, одна из которых легкоплавкая» (а. с. № 428119).

Сопоставим условия задач с их решениями.

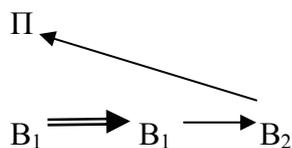
В условии задачи 1 дано вещество (капельки жидкости), а в решение введены второе вещество (люминофор) и поле (ультрафиолетовое излучение). Аналогичная ситуация и в задаче 2: дано вещество (полимер), и в решение введены второе вещество (ферромагнитный порошок) и поле (магнитное). Такая же картина и в двух других задачах: добавлено второе вещество (стержень, прокладка) и поле (акустическое, тепловое).

Получается, что каждый раз, когда дано одно вещество, приходится добавлять второе вещество и поле. Зачем?

Ответить на этот вопрос несложно: чтобы поле через второе вещество воздействовало на первое вещество или, наоборот, чтобы первое вещество через второе давало на выходе поле, несущее информацию.

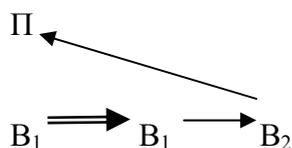
Действительно, не существует же поле, которое могло бы обнаружить маленькие капельки фреона или масла, но есть ультрафиолетовое излучение, которое легко обнаруживает даже ничтожные количества люминофоров, именно для этого введено поле и второе вещество, связывающее поле с исходным веществом.

Обозначим поле буквой П, первое вещество  $V_1$ , второе вещество –  $V_2$ . Связи будем обозначать стрелками. Тогда для задачи 1 можем написать схему решения (двойная стрелка направлена от «дано» к «получено»):



В задаче 2 такая же схема решения, но вещество  $V_2$  само создаёт поле, зависящее от состояния вещества  $V_2$ , которое, в свою очередь, зависит от состояния  $V_1$ .

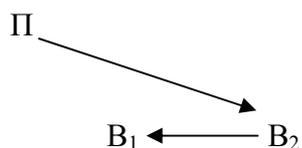
Соответственно схемы решения задач 3 и 4 запишем так:



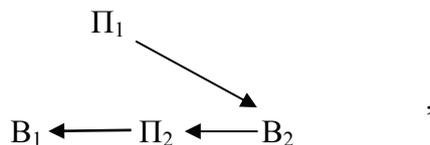
В решениях приведённых задач присутствуют три «действующих лица»: вещество  $V_1$ , которое надо менять, обрабатывать, перемещать, обнаруживать, контролировать и т. д.; вещество  $V_2$  – «инструмент», осуществляющий необходимое действие; поле  $\Pi$ , которое даёт энергию, силу, т. е. обеспечивает действие  $V_2$  на  $V_1$  (или их взаимодействие). Нетрудно заметить, что эти три «действующих лица» необходимы и достаточны для получения требуемого в задаче результата. Само по себе поле или сами по себе вещества никакого действия не производят. Чтобы сделать что-то с веществом  $V_1$ , нужны инструмент (вещество  $V_2$ ) и энергия (поле  $\Pi$ ).

Иными словами: в каждой изобретательской задаче есть объект (в задаче 1 – капельки жидкости, в задаче 2 – полимер и т. д.). Этот объект не может осуществить требуемое действие сам по себе, для этого он должен взаимодействовать с внешней средой или другим объектом. При этом любое изменение сопровождается выделением, поглощением или преобразованием энергии.

В решении задачи 4 тепловое поле действует на  $V_2$ , меняя механическое взаимодействие между  $V_2$  и  $V_1$ :



Может возникнуть вопрос: почему тепловое поле показано в формуле веполья, а механического поля взаимодействия между  $V_1$  и  $V_2$  в формуле нет? Разумеется, можно бы записать и так:



где  $\Pi_1$  – тепловое поле, а  $\Pi_2$  – механическое поле.

В вепольных формулах обычно записывают только поля на входе и выходе, т. е. поля, которыми по условиям данной задачи можно непосредственно управлять – вводить, обнаруживать, изменять, измерять. Взаимодействие между веществами указывают без детализации вида взаимодействия (тепловое, механическое и т. д.).

Принятые обозначения:

- веполь (в общем виде);
- действие или взаимодействие (в общем виде, без конкретизации);
- действие;
- взаимодействие;
- действие (или взаимодействие), которое надо ввести по условиям задачи;

- неудовлетворительное действие (или взаимодействие), которое по условиям задачи должно быть изменено;
- поле на входе: поле действует;
- поле на выходе: «поле хорошо поддается действию (изменению, обнаружению, измерению)»;
- состояние поля на входе;
- состояние того же поля на выходе (меняются параметры, но не природа поля);
- состояние вещества на входе;
- состояние вещества на выходе;
- «переменное» вещество, находящееся то в состоянии  $V_1$ , то в состоянии  $V_{11}$  (например, под действием переменного поля);
- переменное поле.

В вепольных формулах вещества надо записывать в строчку, а поля сверху и снизу; это позволяет нагляднее отразить действие нескольких полей на одно и то же вещество.

### 2.7.2. Построение и преобразование веполей

На первых порах представление технических систем в виде веполей наталкивается на чисто психологические трудности. Нечто подобное наблюдается при освоении ребёнком понятия «треугольник». Треугольник – минимальная геометрическая фигура. Любую более сложную фигуру (квадрат, ромб, четырёхугольник и т. д.) можно свести к сумме треугольников. Именно поэтому изучение свойств треугольника выделено в особую науку – тригонометрию. Веполь – система из трёх элементов  $V_1$ ,  $V_2$  и  $\Pi$  – играет в технике такую же фундаментальную роль, какую треугольник в геометрии. Зная несколько основных правил и имея таблицы тригонометрических функций, можно легко решать задачи, которые без этого потребовали бы кропотливых измерений и вычислений. Точно так же, зная правила построения и преобразования веполей, можно легко решать многие трудные изобретательские задачи.

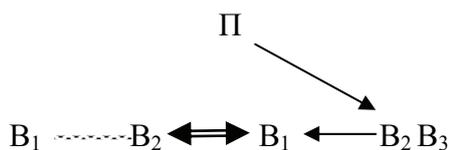
Первое правило, с которым мы познакомились, состоит в том, что невепольные системы (один элемент – вещество или поле) и неполные вепольные системы (два элемента – поле и вещество, два вещества) необходимо – для повышения эффективности и управляемости достраивать до полного веполя (три элемента – два вещества и поле).

В задаче о разделении древесной щепы и коры даны 2 вещества, и, следовательно, для достройки веполя нужно ввести поле. Огромное поисковое пространство резко сужается; нужно рассмотреть всего несколько вариантов. В сущности, если отбросить поля сильных и слабых взаимодействий (в данной задаче они ведут явно к слишком сложным решениям), остаётся два поля: электромагнитное и гравитационное. Учитывая ничтож-

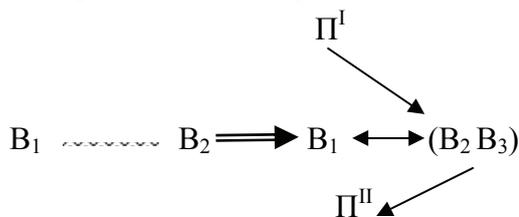
ную разницу в удельных весах коры и щепы, нужно отбросить сразу и гравитационное поле. Остаётся одно поле – электромагнитное. Поскольку магнитное поле не действует на кору и древесину, можно сразу ставить решающий эксперимент: как ведут себя щепки в электрическом поле? Оказывается в электрическом поле частицы коры заряжаются отрицательно, а частицы древесины – положительно. Это позволяет построить сепаратор, обеспечивающий надёжное разделение щепок и коры.

Если бы щепки не электризовались, что тогда? В этом случае правило о постройке веполя сохранило бы силу. Задача состоит в том, чтобы удалить один вид щепок. Следовательно, мы имеем право считать, что дано одно вещество, которое надо перемещать. Достроим веполь: добавим к этому веществу пару «вещество» и поле. Например, для раздробления ствола и ветвей нанесём на кору ферромагнитные частицы, а затем – после дробления – используем для сепарации магнитное поле. Тут уже не требуются эксперименты: магнитное поле заведомо способно перемещать «омагниченную» кору.

Это решение можно изобразить так:



Дана смесь двух веществ, которые сами не могут разделиться. Решение состоит в достройке веполя, причём вместо  $B_2$  следует взять комплекс ( $B_2 B_3$ ). Возможность строить «комплексные» веполи намного расширяет область применения правила о достройке веполя.



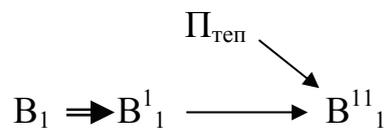
Здесь  $B_1$  – холодильный агрегат;  $B_2$  – холодильная жидкость;  $B_3$  – люминофор;  $\Pi^I$  – поле на входе (невидимое ультрафиолетовое излучение);  $\Pi^{II}$  – поле на выходе (видимое излучение люминофора).

**Правило достройки веполя** непосредственно вытекает из самого определения понятия «веполь»: минимально полная техническая система заведомо эффективнее неполной системы, поэтому в задачах невьепольные и неполные вепольные системы надо достраивать до полных веполей. Существуют и другие правила, относящиеся к построению и преобразованию вепольных систем. Использование этих правил лежит в основе вепольного анализа, составляющего один из важнейших разделов теории решения изобретательских задач.

Рассмотрим две задачи.

**Задача 5.** Для направленного бурения скважин используют отклонитель. Это патрубок, установленный между турбобуром (электробуром) и забойным наконечником. Кривизна обычного отклонителя не поддаётся управлению с поверхности. Приходится часто прерывать бурение, поднимать всю бурильную колонну, чтобы заменить отклонитель или откорректировать его положение. Это довольно неудачная схема действий.

Эта задача решается по правилу достройки веполя: дано одно вещество, надо перейти к веполю. Отклонитель должен состоять из двух взаимосвязанных веществ и менять изгиб под действием поля. Решение заключается в применении биметаллической трубы и теплового поля. Запись выглядит так:



Вещество  $V_1$  здесь разделено на две части, неодинаково воспринимающие тепловое поле.

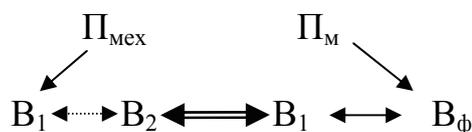
**Задача 6.** Для очистки горячих газов от немагнитной пыли применяют фильтры, представляющие собой пакет, образованный многими слоями металлической ткани. Эти фильтры удовлетворительно задерживают пыль, но именно поэтому их потом трудно чистить. Приходится часто отключать фильтр и подолгу продувать его в обратном направлении, чтобы выбить пыль. Как быть?

Задача была решена так: в качестве фильтра стали использовать ферромагнитный порошок, помещённый между полюсами магнита и образующий пористую структуру. Отключая и включая магнитное поле, можно эффективно управлять фильтром. Поры фильтра могут быть маленькими (когда ловят пыль) и большими (когда идёт очистка фильтра).

В условиях этой задачи уже описана вепольная система: есть  $V_1$  (пыль), есть  $V_2$  (пакет ткани), есть  $\Pi$  (механическое поле сил, создаваемых полем воздуха). Решение состоит в том, что:

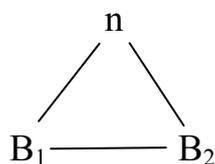
- $V_2$  раздробили в ферромагнитный порошок  $V_\phi$ ;
- действие поля  $\Pi$  направили не на  $V_1$  (изделие), а на  $V_\phi$  (инструмент);
- само поле стало не механическим ( $\Pi_{\text{мех}}$ ), а магнитным ( $\Pi_{\text{м}}$ ).

Это можно записать так:



Сильное решение получено благодаря тому, что реализовано **правило развития вепoley**: с увеличением степени дисперсности  $V_2$  (инструмента) эффективность вепoley повышается; действие поля на  $V_2$  (инструмент) эффективнее действия на  $V_1$  (изделие); электрические (электромагнитные, магнитные) поля в веполях эффективнее неэлектрических (механических, тепловых и др.). Вряд ли стоит доказывать, что чем мельче частицы  $V_2$ , тем более гибким может быть управление инструментом. Очевидно также, что выгоднее менять инструмент (это зависит от нас), а не изделие (зачастую являющееся природным объектом). Порознь целесообразность этих преобразований очевидна, но сила правила заключается в использовании системы преобразований.

В некоторых задачах требуется устранить вредное взаимодействие двух объектов. В таких случаях надо использовать **правило разрушения вепoley**. Запишем формулу вепoley в общем виде:



Разломать этот «треугольник» можно различными путями: удалить один из элементов, «оборвать» связи, заменить поле третьим веществом и т. д. Анализ большого числа задач на разрушение вепoley показал, что самым эффективным решением оказывается введение третьего вещества, являющегося видоизменением одного из двух имеющихся.

**Задача 7.** В светокопировальной машине по стеклу протягивается калька с чертежом. К кальке прилежит светочувствительная бумага. Стекло (сложной формы) сломалось. Изготовление нового стекла требует значительного времени. Поэтому решили поставить оргстекло. Однако оказалось, что калька при движении электризуется и прилипает к стеклу. Как быть?

Инженеры, не знающие правила о разрушении вепoley, обычно начинают перебирать варианты, связанные с удалением электрических зарядов. Но отводить заряды, не загорая свет, и не усложняя аппаратуру, очень сложно. С позиций вепольного анализа задача решается иначе. Между калькой и стеклом нужно ввести третье вещество, являющееся видоизменённой калькой или видоизменённым стеклом. Проще взять кальку – она дешевле. Поскольку эта калька должна находиться между стеклом и калькой с чертежом, нужно, чтобы вводимая калька была прозрачной и не задерживала свет. Значит, надо взять чистую кальку. Задача решена. Если протянуть чистую кальку по стеклу, она прилипнет. Калька с чертежом теперь пойдёт не по стеклу, а по этой прилипшей кальке.

На этом примере хорошо видно, почему в правиле говорится, что введённое третье вещество должно быть видоизменением одного из двух

имеющихся. Если просто ввести какое-то третье вещество, могут возникнуть осложнения: «чужое» вещество будет плохо чувствовать себя в «посторонней» ему технической системе. Нужно чтобы третье вещество было и в то же время не привносило никаких осложнений. Правило разрушения веполя, указывая на необходимость использования одного из имеющихся веществ (видоизменив его), подсказывает, как преодолеть противоречие «третье вещество есть и третьего вещества нет».

Правило достройки веполя тоже включает указание на преодоление противоречия. Поле должно действовать на вещество  $V_1$ , и поле не должно (не умеет) действовать на это вещество. Вводя вещество  $V_2$  и действуя через него на  $V_1$ , мы тем самым преодолеваем противоречие.

Таким образом, вепольный анализ, как и анализ по АРИЗ, построен на решении задач путем выявления и устранения противоречий.

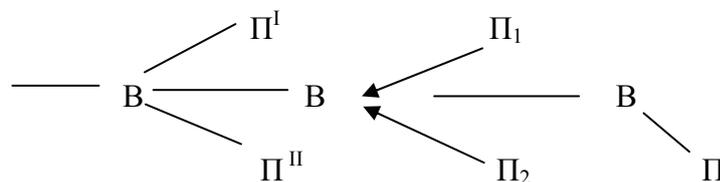
Часто приходится решать задачи, в которых противоречие возникает из-за того, что нужно сохранить имеющийся веполь и в то же время ввести новое взаимодействие. Такова, например, задача 7.

**Задача 8.** Металлический цилиндр обрабатывается изнутри абразивным кругом. В процессе работы круг истирается. Как измерять диаметр круга, не прерывая шлифовки и не выводя круг из цилиндра?

По её условиям уже дан веполь, причём «хороший», нужный: механическое поле  $\Pi_{\text{мех}}$  через  $V_2$  (круг) действует на  $V_1$  (цилиндр). Невыгодно перестраивать этот веполь или ломать его, поскольку условия задачи не содержат никаких претензий к самому процессу шлифовки. Такие задачи решаются по **правилу построения цепных веполей**.

Как видно из формул, суть решения состоит в том, что  $V_2$  (инструмент) разворачивается в веполь, присоединённый к имеющемуся веполью. Иногда  $V_3$  в свою очередь разворачивается в веполь, продолжающий цепь.

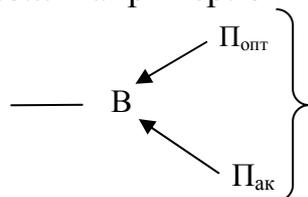
В задачах на измерение и обнаружение веполь должен иметь на выходе поле, которое легко обнаружить и измерить. Поэтому при решении этих задач конечное звено цепи  $V_1$ -  $V_2$ - ... обычно имеет такой вид:



Например, в задаче 1 люминофор преобразует параметры оптического поля (невидимое ультрафиолетовое излучение превращается в излучение видимое):  $\Pi^1 \rightarrow \Pi^{11}$ . Не менее часто встречается излучение, генерируемое самим веществом, входящим в веполь.

Если вещество должно превращать одно поле в другое (или менять параметры поля), можно сразу определить необходимый физический эф-

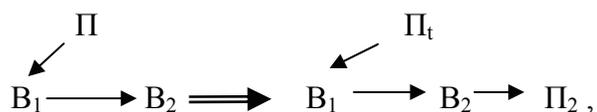
фekt, используя простое правило: *название эффекта образуется соединением названных двух полей*. Например: оптико-акустический эффект.



**Задача 9.** Из-за сдвига горных пород буровую колонну иногда намертво «прихватывают» в скважине. Чтобы ликвидировать прихват, внутрь буровой колонны на глубину прихвата опускают вибратор, но вся сложность в том, как узнать на какой глубине возник прихват?

Зона прихвата невелика – несколько десятков метров, а длина колонны порою километры. Задача не решается непосредственным зондированием; не годится и предложение измерять деформацию колонны при определённом усилии (буровую колонну нельзя рассматривать как жесткий стержень; к тому же колонна испытывает неучитываемое трение о стенки скважины). Какой выход из ситуации?

Вепольная схема решения задачи несложна:



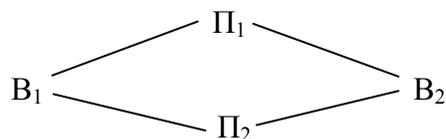
где  $\Pi_1$  – механическое поле на входе;  $\Pi_2$  – поле на выходе;  $V_1$  – горная порода;  $V_2$  – бурильная колонна.

Обычно при решении таких задач целесообразно иметь на выходе легко поддающееся обнаружению и измерению электромагнитное поле. Веществом-преобразователем целесообразно взять стальную трубу, а не горную породу, поскольку мы не знаем, какая именно окажется порода на месте прихвата, свойства же стали всегда известны. Сталь – ферромагнетик; логично, прежде всего, использовать именно магнитные свойства стали: эти свойства уже есть и их не нужно добывать извне. Таким образом, определилось название нужного физического эффекта: механомагнитный (в физике он называется магнитоупругим эффектом); магнитное поле ферромагнетика меняется в зависимости от напряжения, испытываемого ферромагнетиком.

Внутри опускают прибор, ставящий через каждый метр магнитные метки. Затем лебёдкой дёргают колонну вверх. От ударной нагрузки все метки выше места прихвата размагничиваются без изменений. Это легко обнаруживается магнитометром.

Почти все вепольные преобразования связаны с введением вещества и поля. Каждый раз, вводя в систему новые вещества и поля, мы уменьшаем степень идеальности. Возникает противоречие: вещество или поле надо вводить, чтобы получить новое свойство, и в то же время этого не следует

делать, чтобы не усложнять систему. Такие противоречия устраняют свёртыванием системы. Например, в качестве одного вещества можно использовать внешнюю среду. Широкое применение двойных веполей объясняется, в частности, тем, что двойной веполь – свёрнутая структура:  $V_1$  и  $V_2$  образуют два веполя с  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  :



По предложению И. М. Ворткина, степень свёрнутости системы оценивается коэффициентом  $K$ :

$$K = \frac{\text{число веполей в формуле системы}}{\text{число искусственных элементов в веполях}}$$

Для простого веполя  $K = 1/3$ : построение веполя требует трёх элементов. У комплексного веполя  $K$  ниже –  $1/4$ . У двойного выше –  $2/4$ , т. е.  $1/2$ . Чем больше  $K$ , тем выше степень идеальности системы. Повысить  $K$  можно использованием естественных элементов или даровых искусственных элементов, уже имеющих в системе.

Известна, например, система, приподнимающая крышу парника для проветривания. Эта система включает «измерительный веполь» (угол подъёма зависит от температуры) и «меняющий веполь» (механический привод для изменения угла наклона крыши). На два веполя приходится пять элементов (поле в «измерительно» веполе даровое). Коэффициент свёрнутости равен  $2/5$ . По а. с. № 383430 предложено использовать крышку с прогибающимися биметаллическими пластинами. Такие пластины не только выполняют функции «измерительного» веполя, но и сами себя изменяют – поднимают крышку при повышении температуры. На два веполя здесь приходится только два вещества, т. е.  $K = 2/2 = 1$ . В аналогичной крышке, выполненной из металла с эффектом памяти формы, оба веполя заменены одним веществом,  $K = 2$ .

### 2.7.3. Разновидности веполей

Веполи принято называть по действующему в них полю, например, *теполь* (тепловое поле), *феполь* (ферровещество и магнитное поле), *эполь* (электрическое поле). Эти три вида веполей очень распространены в современной технике и будут сохранять первенство ещё длительное время. Тепловые процессы наиболее часто встречаются в природе и технике, магнитное поле действует на расстоянии и легко управляет магнитными материалами, а электрическое поле является универсальным видом энергии

и в наибольшей степени поддается управлению. Веполь с механическим полем не имеет названия, хотя он распространён, пожалуй, не меньше, чем эти три вместе взятые. Дело здесь не в распространённости, а в перспективности их применения для решения изобретательских задач.

Механические системы постепенно уходят в прошлое, механические действия всё чаще вытесняются физическими – технические системы становятся от этого легче, изящнее, эффективнее. Будущее за физическими, химическими и далее – биологическими «машинами». В этом техника в ускоренном темпе повторяет эволюцию материи.

Остановимся подробнее на **феполях**. Очень полезно помнить простое и полезное правило: если в той части технической системы, где возникает конфликт, есть вещество, обладающее магнитными свойствами, то их полезно задействовать на выполнение полезной функции. Если же таких веществ нет и нет запрета на их введение, то их надо ввести. Иначе говоря, изобретательская задача легче решается с помощью феполя. Правила использования феполей такие же, как и с веполями, но имеются и некоторые особенности.

**Задача 10.** В одном из тепличных хозяйств по выращиванию цветов в Армении поставили опыт: на гвоздики подавали через сопла струи воздуха с разных сторон, с разной скоростью и частотой импульсов. Гвоздики росли быстрее, цветки получались крупнее и красивее. Как можно усовершенствовать этот опыт?

В первую очередь система довольно сложная, желательно её упростить. Надо сделать наоборот: не гнать ветер для раскачивания цветков, а раскачивать цветки в неподвижном воздухе с помощью ... магнитного поля. Для этого достаточно наклеить на стебли цветков маленькие кусочки липкой магнитной ленты и включить магнитное поле: постоянное, переменное, импульсное, вращающееся и т. п.

Основные правила вепанализа для феполей те же:

1) **Достройка феполя** – использование магнитных свойств вещества, имеющегося в веполе, или замена его на ферровещество (пока ещё в неизмельчённом виде).

2) **Создание комплексных феполей** – введение ферропорошка или магнитной жидкости внутрь или напыление снаружи того вещества, управляемость которого следует повысить.

Эффективность управления феполем повышается с уменьшением степени дробления феррочастиц (а значит, и их подвижности) в ряду: гранулы – мелкие зёрна – порошок – жидкость. Магнитная жидкость – это взвесь магнитных микрочастиц в керосине, силиконе или воде. Пример: для увеличения в 2 раза пропускной способности трубопровода при закачке вязких жидкостей (например, густого мазута в танкер) внутренняя поверхность труб покрывается слоем магнитной жидкости, которая удерживается наружными магнитами (а. с. № 1124152).

3) **Феполю на внешней среде:** ферровещество вводят во внешнюю среду и меняют её параметры так, чтобы управлять находящейся в ней системой.

Например, чтобы быстро остановить колеблющийся магнитный элемент, его помещают в магнитную жидкость и управляют её кажущейся плотностью (при изменении напряженности магнитного поля жидкость становится то «твёрже», то «мягче», но её истинная плотность не меняется) с помощью магнитного поля (а. с. № 469059).

С помощью изменения кажущейся плотности жидкости можно очень точно разделять предметы по удельному весу и регулировать их плавучесть в широких пределах (скажем, тяжелый – всплывает, лёгкий тонет).

4) **Разрушение феполя:** используют физэффекты, «отключающие» или магнитные свойства вещества (размагничивание при ударе, нагрев выше точки Кюри), или само магнитное поле (экранирование, замыкание магнитных линий шунтом – перемычкой между полюсами).

Как зачистить до металлического блеска внутреннюю поверхность стальной трубы диаметром 100 мм и длиной 50 м? Если бы это была не стальная труба, то достаточно было бы поместить в неё абразивный порошок и прогнать его по трубе вращающимся магнитным полем. Стальная же труба сама является ферромагнетиком и экранирует действие поля на порошок – образуется вредная связь в феполе. Для её разрушения перед электромагнитом устанавливают кольцевой индуктор, который нагревает трубу выше точки Кюри стали, но ниже точки Кюри порошка (а. с. № 312746, 955911).

С помощью постоянных магнитов можно поднимать большие грузы (притягивающая сила современных магнитов в 1 000 раз больше их веса), и, в отличие от электромагнитов, не нужен электрический ток, но как потом «оторвать» магнит от детали? В а. с. № 304811 предложено оригинальное решение: многосекционный магнит разрезан по высоте на две части, верхняя часть может смещаться относительно нижней; если обе части точно совместить, то их общее магнитное поле замкнётся на деталь и будет прочно удерживать её, а если верхнюю часть немного сдвинуть, то магнитное поле замкнётся внутри самих магнитов и «отпустит» деталь.

Феполи легко использовать в задачах на измерение или обнаружение. В качестве примера изложим суть одного из авторских свидетельств – а. с. № 754347. Нефть, поступающая в скважину, несёт частицы песка, постепенно скважина сама закупоривается. Чтобы восстановить пути притока нефти, производят так называемый гидравлический разрыв пласта: под давлением в сотни атмосфер в скважину закачивается жидкость, создавая сеть трещин в пласте. Возникает задача: как с поверхности определить положение трещин после гидравлического разрыва? Предложено красивое решение: в жидкость, используемую при гидроразрыве, добавляют ферромагнитные частицы. Положение трещин можно определить с поверхности с помощью магнитной съёмки.

## 2.8. Глубокий анализ вещественно-полевых ресурсов

*Идеальный конечный результат (ИКР) в полной мере может быть достигим, если используются минимальные ресурсы, а именно имеющиеся в распоряжении вещественно-полевые ресурсы (ВПР).*

ВПР – имеющиеся в наличии вещества и поля, но если рассматривать переход от макро- к микросистемам, то ресурсы растут за счет энергии внутренней структуры материалов – появляются новые электростатические и электромагнитные поля (ядерная реакция, спин-эффекты). Далее переход к биологическим ресурсам ведет к появлению новых ресурсов, в том числе воспроизводства, роста, восстановления утраченных частей и, наконец, интеллектуальных (искусственный интеллект).

ВПР используются неравномерно. Например, сегодня для получения тепловой и электроэнергии используют и дрова, и ядерную энергию. И только сейчас становятся доступными и эффективными альтернативные виды энергии – такие, как тепло Земли, энергия ветра и Солнца.

**Пример.** Страны Западной и Северной Европы существенно продвинулись в направлении получения энергии из естественных возобновляемых источников. Это, прежде всего, энергия Солнца (гелиоэнергия), тепла Земли, непрерывно движущихся воздушных масс. В совокупности с современными технологиями производства, техническими разработками в настоящее время удается 30–40 %, а иногда 50 % энергии для отопления жилых помещений, горячего водоснабжения получать из естественных возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Лидеры по созданию новых источников энергии Германия, Швеция, Финляндия, Дания и др.

Рассмотрим вариант энергообеспечения жилого дома на одну семью.

Условия: дом в средней полосе России или даже в Сибири, например, на берегу водоема (река или озеро). Анализ ВПР показывает – в наличии имеются ВПР: вещества: – воздух, вода, земля; поля: – тепло Солнца, тепло Земли, тепло воды как вариант тепла Земли, ветер, гравитация, магнитное поле Земли.

### **Тепло Солнца**

Этапы развития гелиосистем энергообеспечения:

1. Бак с водой, крашенный черной краской, и кран – летний душ (рис. 2.1, а). Бак черный, потому что черный свет поглощает солнечную энергию более активно. Самые черные тела, например, сажа, поглощают почти 100 % света, тогда как светлые тела, например серебристые, свет по большей части отражают. В данном случае использован определенный **физический эффект**, набор таких эффектов включен в указатель АРИЗ.

2. Для повышения эффективности нагрева в конструкцию бака нужно внести изменения: разделить его на отдельные емкости, соединенные между собой (см. рис. 2.1, б), за счет этого увеличится поверхность нагре-

ваемого бака. Если вместо бака использовать систему отопительных батарей, эффект усилится. Все просто, но в данном случае проявляется один из основных законов развития технических систем (ТС) – **закон дробления рабочих органов ТС**. К этому закону вернемся еще не раз. Уточним: в настоящее время этот закон учитывается в программе развития нанотехнологий, так как создание ТС на микроуровне – это определенный этап совершенствования ТС именно в направлении дробления рабочих органов.

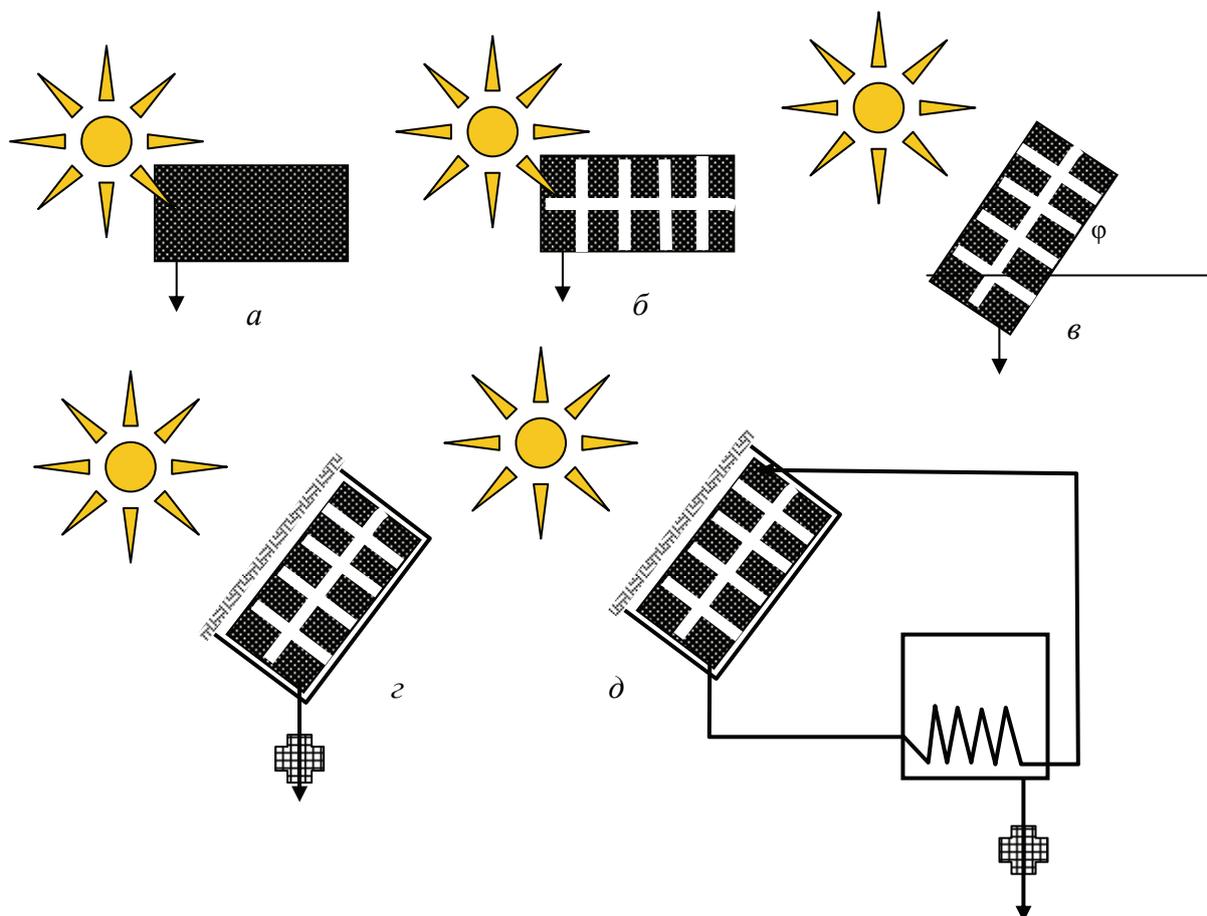


Рис. 2.1. Схемы гелиоустановок

3. Нагрев будет эффективнее, если батарею с водой расположить под таким углом  $\varphi$  (см. рис. 2.1, в), чтобы Солнце в периоды активности в течение дня освещало батарею под прямым углом. Это значит, что в разных широтах на поверхности Земли угол установки батареи будет различен.

Более того, Солнце постоянно перемещается, а значит, будет эффективно, если и положение батареи будет меняться вслед за Солнцем. Таким образом, нужна динамичная система!

4. Для лучшего нагрева воды и сохранения полученной энергии нужно батарею защитить от внешних атмосферных воздействий, прежде всего ветра. Лучше всего поместить батарею под стекло в замкнутый объем, а чтобы стекло не отражало свет, оно должно быть темным (рис. 2.1, з).

Если упоминать вращение гелиоустановки для максимального улавливания светового потока, уместно вспомнить русские сказки, например, с участием Бабы Яги: она и на ступе летает, и в избушке на куриных ножках живёт, которая поворачивается вслед за Солнцем.

Если форма крыши будет такой, чтобы собирать солнечный свет в течение дня, например, в виде купола, то необходимость во вращении избушки отпадет. Таким образом, приходим к идее, что поверхность гелиоустановки должна заменить кровлю дома. И здесь мы сталкиваемся со следующим законом развития ТС. Это **закон повышения функциональных возможностей элементов системы**, т. е., один элемент системы должен выполнять как можно больше функций. В нашем примере роль кровли выполняют наружные стеклянные пластины гелиоустановки. Если это дорого, тогда выполнить автономный элемент, который и вращается вслед за Солнцем или имеет такую форму, что всегда максимально освещен им.

5. Солнце светит и в течение дня, и в течение года неравномерно, его поток не очень ярок в определенных районах Земли. Как «сделать Солнце ярче»? На этот вопрос ответил Архимед. Защищая свой родной город Сиракузы от римлян, Архимед сжег вражеский флот специально изготовленными из щитов воинов медными отражателями-линзами, сфокусировав энергию Солнца на кораблях римлян.

Следовательно, стекло следует заменить линзами.

Линзы имеют свойство фокусировать пучок света в точке. Нагрев в определенной точке будет эффективным, но нагрев большой поверхности тела будет малоэффективным. И здесь нужно вспомнить закон развития ТС о направлении дробления рабочих органов. Нагрев батареи будет эффективным, если точек, в которых будет сфокусирована энергия Солнца, будет максимально много, а значит, перед батареей должно быть множество линз.

С учетом того, что батарея располагается под стеклом, следует оптимизировать форму приемной части гелиоустановки так, чтобы при изменении положения Солнца поверхность батареи освещалась и нагревалась максимально.

**Это можно сформулировать в виде задачи:** чтобы не поворачивать гелиоустановку вслед за Солнцем, необходимо соответствующим образом изменить форму приемной части его энергии и использовать закон дробления рабочих органов.

Данное решение определяется тем, что гелиоустановка будет неподвижной и размещаться на кровле дома, поэтому для лучшего нагрева батареи следует предусмотреть максимально рациональную форму стекол с линзами.

6. Рассмотрим другой пример. Один из просчетов дачников: оставленная на зиму вода в летнем душе (баке). Вода замерзает, бак подвергается

коррозии. Кроме того, вода не идеальный агент по передаче тепла: долго нагревается и имеет низкую температуру нагрева. Видимо, воду нужно заменить на другой, не замерзающий на морозе, легконагреваемый, мало-коррозийный, т. е. более функциональный агент. Для этого **нужно снова дробить систему**, теперь уже на две части, с разделением функций (закон разввия ТС). Одна часть системы получает энергию от Солнца и нагревается, а затем уже нагревает воду, которую мы и будем использовать для своих нужд (рис. 2.1, д).

Специальный раствор под действием концентрированных лучей Солнца может нагреваться до температуры 210 °С.

Следует емкость с водой выполнить в виде термоса для сохранения тепла и оснастить элементом автоматического подогрева от электрического источника, так как зимой и поздней осенью солнечного тепла для нагрева воды может не хватать, и воду можно будет подогревать обычным электрокипятильником с терморегулятором (см. рис. 2.2).

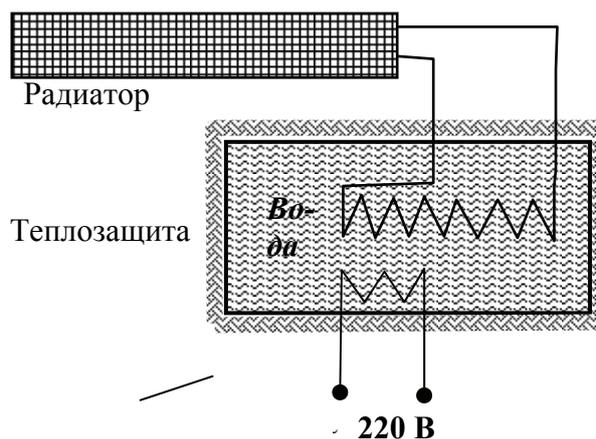


Рис. 2.2. Гелиоустановка

Термоизоляция емкости позволит сохранить тепло нагретой воды ночью и в очень пасмурные дни.

**Задача.** А если представить, что экран гелиоустановки нужно установить, например, в подzemелье. Как нагревать радиатор в отсутствие прямых солнечных лучей? Попробуйте предложить такую систему.

В качестве элементов можно также рассматривать солнечные батареи. В настоящее время подобные устройства широко применяются для получения электроэнергии и устанавливаются, как правило, на крыше зданий. Созданы элементы кровли в виде черепицы, которые, соединяясь, позволяют создавать обширные системы по сбору и аккумулярованию энергии Солнца (сайт *tegola.ru*).

**Пример реализации гелиоустановок.** В г. Улан-Удэ разрабатываются и применяются гелиопанели для облицовки зданий. Кроме того, предлагается гелиоколлекторы встраивать в конструкцию здания на стадии проектирования, тогда существенно сократятся расходы, так как элементы гелиоколлекторов будут выполнять функции элементов конструкции, заменяя элементы кровли, облицовки, утеплителя. На 100 м<sup>2</sup> площади помещения нужно 20 м<sup>2</sup> коллекторов. Это покрывает на 70 % потребность в горячей воде и на 40 % в отоплении. В Бурятии 1 200 кВт солнечной

энергии в год на 1 м<sup>2</sup> гелиоустановки. В Дании, например, 800 кВт, хотя в балансе энергопотребления гелиоустановки уже удовлетворяют 10 % потребности.

### **Тепло Земли**

Тепло Земли может использоваться пассивно за счет размещения помещений (погреб, подвал, цокольный этаж) заглублением в землю.

Другое направление состоит в получении из недр Земли теплоносителя – горячей воды, пара в местах наличия парогидротерм или согретых в недрах Земли теплоносителей, закачанных в скважины холодными с поверхности.

Третье направление состоит в применении тепловых насосов (ТН) – специальных устройств, преобразующих низкопотенциальную тепловую энергию в тепловую энергию более высокого потенциала. Источниками низкопотенциального тепла могут быть: грунт; окружающий воздух; грунтовые, артезианские, термальные воды; воды рек, озер, морей; промышленные стоки; вода технологических циклов.

В качестве теплоносителя используется тосол с водой, который, подогреваясь до температуры 5–10 °С, например, в скважине попадает в ТН, где нагревает колбу с хладагентом (фреон). После этого раствор возвращается в скважину для подогрева. Фреон закипает, забирая тепло от раствора, и переходит в газообразное состояние. Хладагент в газообразном состоянии сжимается компрессором до давления 25 атм, что приводит к повышению его температуры до 50–60 °С. После этого фреон проходит через змеевик и нагревает воду. Отдав тепло, фреон вновь превращается в жидкость и стекает в колбу. Процесс повторяется. Нагретая вода используется для бытовых нужд и обогревает помещение.

Таким образом, в ТН используются следующие физические эффекты:

- при фазовом переходе из жидкого в газообразное состояние хладагент забирает тепло, при переходе из газообразного в жидкое отдает тепло;
- при повышении давления газа его температура увеличивается пропорционально повышению давления.

На рис. 2.3 показана принципиальная схема отопления дома тепловым насосом. Один кВт затраченной электроэнергии позволяет получить 3–5 кВт при отоплении и 7–10 кВт при охлаждении жилого помещения. При сравнении других возможных вариантов отопления более экономичным (примерно в 2–2,5 раза) будет вариант отопления природным газом. Остальные варианты существенно дороже тепловых насосов. Температура нагретой воды в тепловом насосе составляет порядка 50–60 °С. На дом площадью 100 м<sup>2</sup> затраты по оборудованию системы составят 3,5–4 тыс. долларов.

Таким образом, для отопления помещения и получения теплой воды температурой 50 °С можно использовать тепловой насос, который за счет

системы фазовых переходов позволяет существенно сократить затраты энергии (в несколько раз).

Сочетание гелиоустановки и теплового насоса практически решает проблему отопления и обеспечения горячей водой жилого помещения за счет энергии Солнца и Земли.

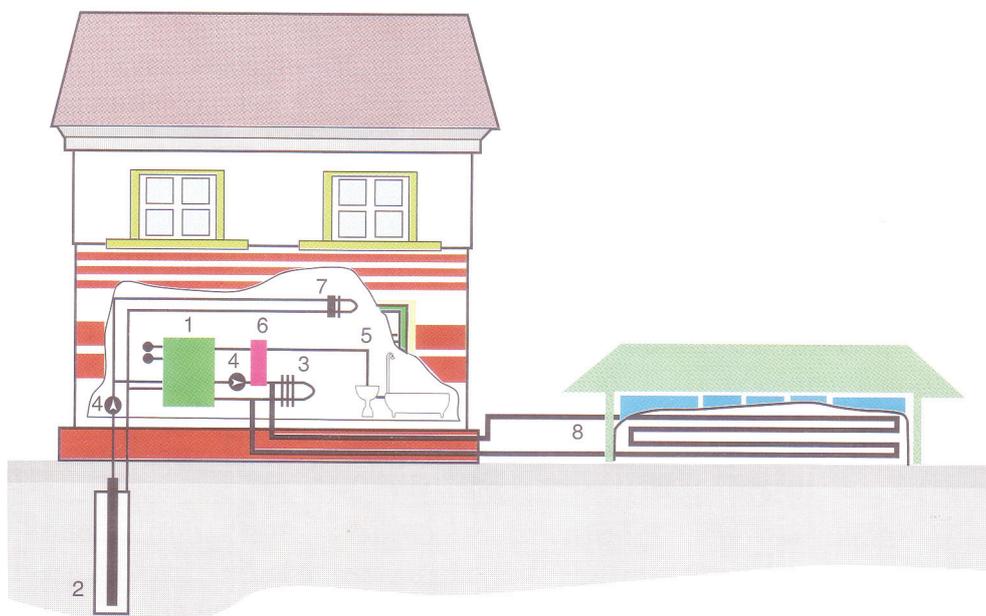


Рис. 2.3. Система отопления и охлаждения дома, а также обеспечения горячей водой за счет тепла Земли посредством теплового насоса: 1 – тепловой насос; 2 – скважина (теплообменник); 3 – система отопления дома; 4 – циркуляционные насосы; 5 – система горячего водоснабжения; 6 – электродоводчик; 7 – система охлаждения; 8 – система обогрева теплицы

Один из вопросов повышения эффективности системы – использование скважины как для работы теплового насоса, так и для водоснабжения, т. е. необходимо сочетать функции двух систем в одном техническом объекте.

**Ветровая энергия.** Энергия ветра в определенных случаях может быть и не востребована или использована только как дополнительный источник, повышающий надежность энергообеспечения. Ветроустановки хорошо себя проявляют только в определенных географических местах – на побережье моря (Дания, Голландия и др.), в степных районах (Монголия и др.).

В Австралии создан проект воздушно-тяговой электростанции (рис. 2.4), которая представляет собой башню высотой 1 км с размещенной внутри башни турбиной. Турбина вращается за счет воздуха, который перемещается по трубе снизу вверх за счет перепада температур у поверхности Земли и на высоте 1 км. Для повышения тяги вокруг башни концентрическими кругами будут созданы сообщающиеся между собой и башней «теплицы», воздух в которых способен нагреваться за счет энергии Солнца

до очень высокой температуры. В результате в соответствии с расчетами можно получить несколько МВт электроэнергии, достаточной для жизнеобеспечения крупного города.

В данном случае используется градиент изменения температуры с высотой и связанные с ним физические процессы, а именно, перемещения воздушных масс из зоны высокой температуры и повышенного давления в зону более низкой температуры и зоны пониженного давления.

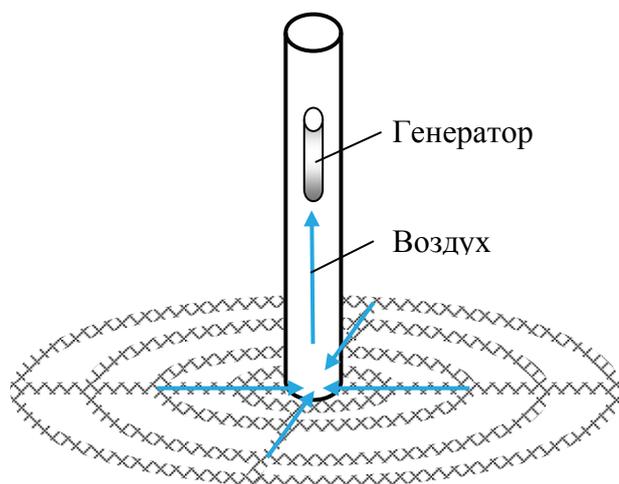


Рис. 2.4. Схема воздушно-тяговой электростанции

Перемещения воздуха, вызванные различием в температуре в разных точках околоземного или подземного пространства – значительный резерв энергетики. Мощные «сквозняки» дуют через горные ущелья, через тоннели, пробитые в толще гор, в лабиринтах городских кварталов. Каждый испытывал на себе достаточно напористый натиск масс воздуха при переходе между зданиями с южной стороны на северную. И вот в Англии запроектирован дом-электростанция, который способен самостоятельно обеспечить себя

электроэнергией посредством встроенных в конструкцию здания турбин, работающих за счет самопроизвольного движения воздуха. Предложено построить многоэтажный дом особой аэродинамической формы для концентрации движущихся потоков воздуха в четырех вертикальных турбинах. Утверждается, что таким образом можно снизить энергопотребление на 15 %.

**Задача.** Используя вариации формы, цвета и конструкции предложить вариант энергодома. Если использовать основные физические эффекты, то следует учесть, что наблюдается перепад температур на северной и южной сторонах дома, а также с высотой; нагреваемая поверхность здания должна быть больше по площади и иметь темный цвет, например, цвет солнечных батарей или гелиоколлекторов; северная сторона здания может иметь меньшую площадь и быть светлой и т. д.

**Пример использования имеющихся ВПР путем перестройки экосистемы.**

Существует проблема предупреждения пожаров в местах залегания торфа или иных склонных к возгоранию спрессованных рыхлых легковозгораемых материалов, например, залежей отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Анализ ВПР показал, что сложившаяся экосистема содержит залежи торфа, слои которых подвержены возгоранию при высыхании и уплотнении, особенно в засушливое лето, и воду, которая находится на глубине и не оказывает увлажняющего влияния на торф. Можно перестроить экосистему используя имеющиеся ВПР, а именно, переместить воду из нижних горизонтов в верхние. Но в данном случае вода плохо поддается управлению, поскольку, смочив торф, она просачивается на нижние горизонты, а торф вновь высыхает. Предложен способ, в котором воду предложено брать через скважины с нижних горизонтов и замораживать в изготовленных каналах, т. е. использовать «даровые» ресурсы: вещество – вода, поле – холод в зимний период. Для защиты льда от быстрого таяния предложено укрывать его торфом, извлеченным при изготовлении каналов. В результате получим следующие преимущества.

- Способ защиты от пожара является экологически полностью безопасным, оперативным и может использоваться на период подготовки к широкомасштабным работам на торфянике (переработка торфа, обводнение торфяника и др.).

- Ледяные массивы обеспечивают снижение вероятности возгорания в торфяниках путем увлажнения торфа, причем, чем выше температура воздуха снаружи и внутри торфяной массы, тем интенсивнее будет смачиваться торф.

- Температура воздуха над торфяником и в самом торфянике снижается за счет охлаждения (на 3–5 °С), что может играть дополнительную роль по снижению вероятности возгорания.

- В случае возгорания торфа ледяные массивы, организованные по определенной замкнутой схеме, препятствуют распространению огня и способствуют его гашению, так как повышение температуры вокруг массивов приводит к обильному таянию льда.

- Ледяные массивы в период работы по тушению возможного очага возгорания могут служить надежными путями для перемещения людей и техники для тушения очага возгорания.

Формула данного технического решения приведена в качестве примера заявки на изобретение – способ в главе 4.

В результате реализации данного изобретения **организуется новая локальная экосистема**, обладающая более высокой степенью защищенности от возможных возгораний торфяника.

**Применение ВПР при решении землянами космических задач.** Здесь приведен пример изобретательности Архимеда, который сжег флот римлян, сфокусировав энергию Солнца с помощью медных боевых щитов. Подобный принцип предложен для защиты земли от астероидов, угрожающих нашей планете из космоса. Для решения проблемы защиты Земли от падения крупных астероидов предложено значительное число проектов,

среди которых и ядерный взрыв на поверхности космического «пришельца» и атака астероида с Земли или космического корабля мощным ракетным ударом. Все эти проекты «силового» типа достаточно опасны для землян, ведь даже разрушенный, астероид будет угрожать планете падающими обломками, разлет которых будет способен покрыть очень значительную часть поверхности Земли. Наряду с этими проектами есть один, в котором достаточно рационально использованы имеющиеся ресурсы космической системы, в которой находится Земля. Суть проекта состоит в том, что вокруг Земли на орбите находятся спутники, оснащенные зеркалами, способными улавливать и фокусировать солнечный свет, направляя его на боковую поверхность приближающегося к Земле астероида (рис. 2.5).

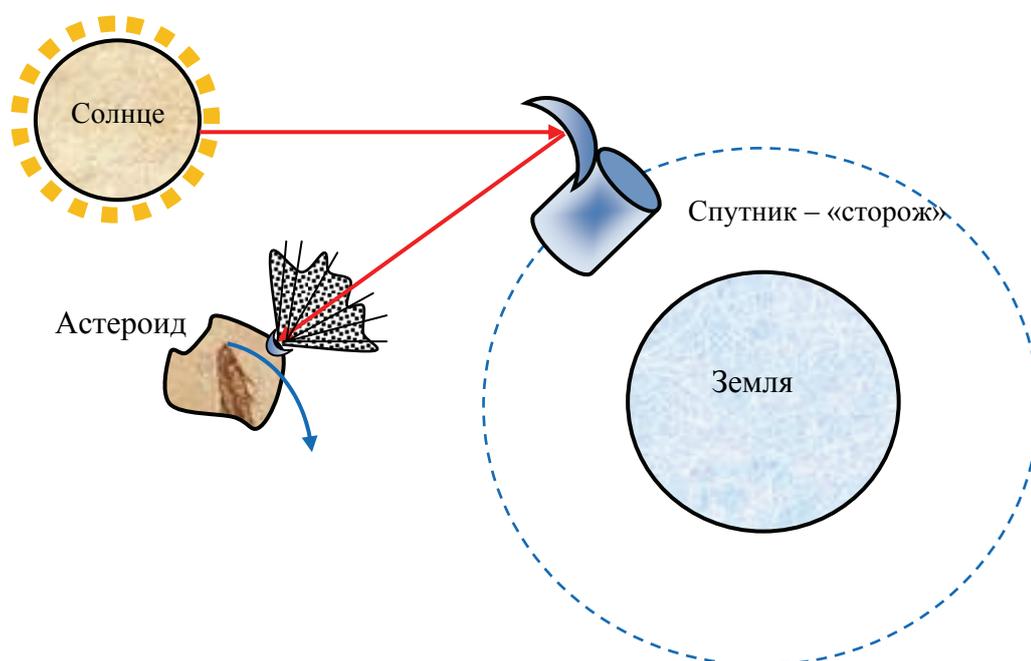


Рис. 2.5. Схема проекта по защите Земли от астероидов, построенная по принципу рационального использования ВПР

В результате активного нагрева происходит испарение и разрушение астероида, а образующиеся при испарении астероида газы «подталкивают» космического пришельца в сторону от направления к Земле. В результате такого бесменного «дежурства» Земля будет надежно защищена от катастроф космического происхождения.

## 2.9. Законы развития технических систем

Законы развития технических систем (ТС) в настоящее время находятся на стадии разработки, проверки, совершенствования и разделяются на несколько групп. Как сами законы, так и их группы неравноценны

по значимости и степени охвата различных особенностей развития ТС, а в группы входят от одного до значительного количества законов. По этой причине большую часть излагаемых законов, скорее, следует воспринимать как гипотезы, хотя законы первой группы практически можно считать окончательно установленными. Все известные в настоящее время законы можно разделить на следующие группы законов:

- а) законы принципиальной жизнеспособности новой ТС;
- б) законы, определяющие общее направление развития систем;
- в) законы эволюционного развития ТС;
- г) законы перехода ТС на качественно иной уровень;
- д) законы стадийности развития ТС;
- е) закон приоритетности развития ТС.

### **2.9.1. Законы принципиальной жизнеспособности новой ТС**

Любая ТС возникает в результате синтеза в единое целое отдельных частей. Не всякое объединение частей даёт жизнеспособную систему. Существуют законы, без выполнения которых невозможно получить такую ТС. Поэтому в первую очередь рассмотрим законы, определяющие условия принципиальной жизнеспособности ТС.

**1. Закон полноты частей ТС.** «Необходимым условием принципиальной жизнеспособности ТС является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы».

Суть этого закона сводится к тому, что если у системы отсутствует какой-либо рабочий узел, который может ещё оказаться неразработанным или неработоспособным, то система не может функционировать. В этом смысле показателен пример, связанный с созданием самолёта: пока не появились надёжные и работоспособные двигатели, самолёт не мог быть по настоящему «летающей системой».

Второй пример связан с космонавтикой. При наличии всех составных и необходимых частей функционирование космической системы было невозможно без специального материала, который бы защитил в слое атмосферы спускаемый аппарат.

Уместен также пример с использованием теории сверхпроводимости: пока не был создан керамический охлаждаемый жидким азотом проводник, практического использования данная теория и технология не имели.

Приведённые примеры позволяют отметить, что создание технических систем – это, прежде всего, ряд крупных изобретений. Если основная идея, дающая толчок появлению технической системы, как правило, изобретение пионерское, то составные части системы являют собой ряд узловых проблем, решение которых даёт жизнь технической системе. Эти же решения определяют направление развития технической системы.

Каждая крупная ТС должна включать четыре основные части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления. Каждый орган системы должен обладать хотя бы минимальной пригодностью к выполнению функций ТС, так как сама по себе работоспособная часть может оказаться неработоспособной в составе той или иной ТС. Например, двигатель внутреннего сгорания, сам по себе работоспособный, оказывается неработоспособным, если его использовать в качестве погружного двигателя при бурении скважин или откачках из скважин.

Из закона 1 вытекает очень важное для практики следствие: «Чтобы ТС была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна часть была управляемой». Под управляемостью понимается возможность менять свойства так, как необходимо оператору.

**2. Закон «энергетической проводимости» ТС.** «Необходимым условием принципиальной жизнеспособности ТС является сквозной проход энергии по всем частям системы».

Любая техническая система является преобразователем энергии. Отсюда видна необходимость передачи энергии. Передача может осуществляться вещественно (через вал, шестерню, рычаг и т. п.), через поле (магнитное, электромагнитное и т. д.) или вещественно-полевым путём (например, потоком заряженных частиц). Многие задачи сводятся к подбору рационального способа передачи энергии в заданных условиях. Такова задача о передаче энергии внутрь центрифуги.

В бурении внедрение забойных электродвигателей оказалось затруднено, так как отсутствовал надежный канал передачи электроэнергии с поверхности к забою через бурильную колонну, поскольку последняя постоянно в процессе бурения подвергается процедуре свинчивания и развинчивания. Созданные технические решения, которые призваны решить проблему надежного контакта в каждом из стыков (таких стыков в колонне может быть сотни), не обеспечили систему необходимым уровнем работоспособности. Поиск путей использования аккумуляторных батарей также пока не дал достойного результата. Однако данное направление развития системы «Бурение» еще не исчерпано, так как есть, например, возможность замены всей бурильной колонны специальным сверхпрочным неразъемным шлангокабелем или гибкой стальной колонной с кабелем, которая используется в колтюбинговых буровых установках. Широкое использование последних в практике бурения и освоения нефтяных и газовых скважин вновь ставит проблему получения надежного и эффективного электродвигателя на повестку дня.

Примером применения системы для бурения электродвигателем является буровой агрегат, применяющийся при проходке скважин во льдах Антарктиды учеными из Санкт-Петербургского горного института (университета). В данном случае для бурения используется спускаемый на не-

сущем электрокабеле снаряд, который включает электродвигатель, компрессор и колонковую трубу с коронкой. Электродвигатель является приводом вращения буровой коронки с колонковой трубой и компрессора, а последний обеспечивает продувку и удаление срезанных осколков льда из скважины.

Здесь интересно отметить некоторую особенность появления новых объектов техники. Очень часто они появляются дважды. Первый раз как захватывающая идея, реализация которой затруднена и часто просто невозможна из-за определенного состояния техники и технологий (чего-то не хватает – проявление закона полноты частей системы).

Второй раз уже известная и часто неудачно апробированная идея появляется вновь и быстро внедряется, поскольку возникли новые, уже благоприятные условия для ее реализации или были созданы необходимые достаточно эффективные элементы системы. Так было с колтюбингом, идея которого впервые была практически реализована в 60-е гг. XX в., но оказалась невостребованной в том первоначальном виде, так возможно будет и с идеей электробурения, которое также внедрялось, но из-за отмеченных проблем с доставкой электроэнергии с поверхности к электродвигателю также оказалось неконкурентоспособно с бурением ротором и гидродвигателями.

Подтверждением отмеченного и примеров действия первых двух законов функционирования технических систем может быть «второе пришествие» дирижаблей, казалось забытых после трагедии 1937 г., когда над Нью-Джерси сгорел с десятками людей огромный «*Hindenburg*».

Теперь, когда дирижабли нового поколения заполняют не водородом, а гелием, для полетов используют современные средства навигации, а дирижабли строят, используя современные материалы, оказалось, что эти машины способны составить самую серьезную конкуренцию тяжелым вертолетам, самолетам грузовой авиации, а в некоторых случаях просто вне конкуренции в сравнении с ними. Дирижабли сегодня серьезно рассматриваются в ряде стран как средства доставки грузов, монтажа тяжелых конструкций, тушения лесных пожаров, в области картографии и аэрофотосъемки, туризма и др. Потребители дирижаблей – это, прежде всего, те, кто занимается разработкой новых месторождений в труднодоступных северных районах на материке и шельфе, прокладывает новые ЛЭП, а также нефтяники, которые возвращаются на ранее законсервированные скважины и вновь вовлекают их в разработку. Желание их использовать дирижабли понятно, ведь только топлива требуется в 15 раз меньше для решения задач, которые сегодня подвластны мощным вертолетам и самолетам. Но дирижабль в отличие от них еще и более безопасен, так как, будучи легче воздуха, не способен падать (журнал «Эксперт» 11.02.2002 г.).

Следствие из закона 2: «Чтобы часть ТС была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между этой частью и органами управления».

В задачах на измерение и обнаружение можно говорить об информационной проводимости, но она часто сводится к проводимости энергетической, только слабой интенсивности и мощности.

**3. Закон согласования ритмики частей ТС.** «Необходимым условием принципиальной жизнеспособности ТС является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы».

Анализ этого закона был приведён выше. Здесь изложим некоторые дополнительные сведения.

Закон 3 определяет необходимость единства динамических характеристик системы. Он наиболее актуален при создании современных сверхскоростных технических средств и агрегатов, в которых составляющие его части должны испытывать значительные динамические ускорения и перегрузки.

Для иллюстрации данного закона сразу приходит в голову пример, как рота марширующих солдат разрушила деревянный мост. Разрушение моста произошло при совпадении собственной частоты колебаний моста с частотой шагов марширующих солдат, что вызвало резонанс и резкий рост амплитуды колебаний элементов конструкции моста.

**Примером** согласования ритмики систем может служить сооружение стационарных платформ на шельфе в местах добычи газа. Установленные на дно герметичные полые бетонные колонны платформы закрепляются на поверхности за счет вакуума, создаваемого внутри колонн. Возвышаясь над водой, колонны служат основанием для размещения оборудования и персонала станции по перекачиванию газа. Одной из проблем функционирования платформ является волнение на море, которое отличается различной степенью интенсивности и характеризуется изменчивостью частоты колебаний поверхности моря. Во избежание резонанса частоты колебаний волн и собственной частоты конструкции платформы предусмотрено применение специального резонатора, – конструкции, которая может перемещаться в вертикальном направлении вдоль колонн платформы и, подобно пальцам гитариста, перебирающим струны и перемещающимся по грифу гитары, менять частоту колебаний (звучания струн). Автоматизированная система защиты платформы, особенно в штормовых условиях, чутко определяя частоту волнения на море, перемещает резонатор, меняя частоту колебаний конструкции платформы, исключая, таким образом, вероятность появления разрушительного для платформы резонанса.

Другой **пример** связан с теорией сверхпроводимости. Согласно теории американских ученых Д. Бардина, Л. Купера, Д. Шриффера из Иллинойского университета эффект сверхпроводимости связан с изменением

частоты колебаний кристаллической решетки проводника, что наблюдается при охлаждении металла до определенной температуры. В этом случае частоты несущих ток электронов и колебаний кристаллической решетки как бы совпадают, что и дает эффект высокой «проходимости» электронов. При обычных температурах электроны сталкиваются с ионами металла, раскачивают решетку, что и дает нагрев провода и более затрудненное движение электронов.

Данный закон позволяет решать ряд изобретательских задач, основываясь на постулате:

- если ритмика частей системы совпадает, то амплитуда колебаний системы нарастает и возможен резонанс;
- если частоты колебаний частей системы рассогласованы, система будет вибрировать;
- если одна из частей системы имеет иную частоту колебаний, чем остальная часть системы, то возможно гашение колебаний системы.

Поэтому согласно а. с. № 317797 «с целью ослабления угольного пласта «импульсы гидравлического давления на пласт подаются с частотой, равной частоте собственных колебаний расшатываемого массива».

А. с. № 138511 «Способ закрепления несвязных пород, включающий нагнетание в породы тампонажного раствора, отличающийся тем, что, с целью снижения затрат путем увеличения радиуса закрепления пород, во время нагнетания тампонажного раствора ему и окружающим породам сообщают колебания».

Очевидно, что для усовершенствования данного способа частота колебаний, сообщаемых тампонажному материалу, должна совпадать с частотой обрабатываемого массива.

А. с. № 714509 – в многожильном проводе линий электропередач один провод имеет больший диаметр, чтобы при ветре иметь колебания более низкой частоты и гасить общие колебания провода.

**4. Закон взаимосвязи функции и структуры ТС.** «Функция и структура многоцелевых ТС взаимосвязаны и определяют тенденции и этапы развития ТС. Наиболее эффективными и жизнеспособными ТС являются те, в которых расширение функциональных возможностей элементов систем опережает рост их сложности».

**Пример:** ПЭВМ.

## **2.9.2. Законы, определяющие общее направление развития ТС**

**1. Закон первичности функции по отношению к техническому решению.** «Любая ТС в своём развитии является звеном цепи конструктивных изменений, в котором изобретателю начального технического решения обязательно предшествовало появление (изобретение) новой функции».

Например, потребность в передаче сообщений на большие расстояния возникла давно. Первоначально эта задача решалась за счёт гужевого транспорта, почтовых голубей и т. д., затем последовательно стали использовать железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт, телеграф, телефон, радиоволны, оптоволоконные кабели.

**2. Закон преемственности в развитии ТС.** «Новое поколение ТС данного класса воспроизводит совокупность основных функций предшествующих ТС, поэтому на новом уровне развития ТС появляются «старые» (присущие прежним системам) противоречия, но в трансформированном виде».

Из этого закона видно, насколько важно изучение прототипов, так как недостатки прототипа в видоизменённой форме могут появиться у новой системы и очень важно это заранее предусмотреть и не допустить.

**3. Закон увеличения степени идеальности ТС.** «Развитие всех ТС идёт в направлении увеличения степени идеальности».

Идеальная ТС – это система, вес, объём и площадь которой стремятся к нулю, хотя её способность выполнять работу при этом не уменьшается. **Иначе говоря, идеальная система – это когда системы нет, а её функция сохраняется и выполняется.** Вспомним, например, про идеальный зонтик, который появляется лишь в нужный момент, или про идеальный рюкзак без веса, но с определённой вместимостью.

Трудно привести идеальные примеры таких систем. В биологии это функции живых организмов, которые выполняются на генетическом уровне. Из нереальной (нереальной ли?) жизни можно привести системы телепортации информации или материальных тел на значительные расстояния. Самые яркие примеры подобных систем – это САПР (системы автоматизированного проектирования), компьютерные системы управления, которые реально стали мощной производительной силой. Например, возможности трехмерного моделирования, заложенные в современных САПР, позволяют инженерам проектировать транспортные средства, минуя стадию построения реальных макетов.

В компании *Ford* по сведениям из книги Б. Гейтса [6] в 1990 г. на создание автомобиля – от концепции до поставки потребителю – уходило пять с лишним лет, а на каждые 100 машин появлялось 150 дефектов. К 1998 г. *Ford* сократила продолжительность цикла более чем вдвое – теперь он менее двух лет. Уровень брака снизился со 150 дефектов до 81 на 100 автомобилей. Компания *Toyota Motor Sales*, опередившая своих конкурентов в области применения информационных систем, за тот же период достигла сравнимых успехов в снижении уровня дефектов, сохранив абсолютное лидерство по качеству продукции, в целом же коэффициент брака в автомобильной промышленности Японии снизился до уровня 1 %.

Использование электронной информации в *Boeing* распространяется не только на проектирование и изготовление самолетов, но и на установку авиационных систем. На одном из заводов очки виртуальной реальности применяются для того, чтобы работник всегда мог иметь перед глазами план прокладки гидравлических шлангов и электрических кабелей по фюзеляжу. Руководство *Boeing* рассчитывает на то, что внедрение электронных систем на всех без исключения участках работы позволит снизить себестоимость изготовления самолета на 30–40 %.

Другой, значительно более простой, пример: фотоэлемент с источником питания от солнечных батарей и аккумулятора. Подпитка энергией идет автоматически, и система включается автоматически, например, для открывания дверей. Данная система далека от идеальной, но, тем не менее, работает автономно, при условии, что источник энергии в достаточной степени обеспечивает подпитку системы независимо от времени суток и состояния погоды.

Понятие абсолютно идеальной технической системы, несмотря на свою фантастичность, очень продуктивно, поскольку позволяет выделить те стороны технической системы, те ее способности, стремление улучшить которые является доминирующим в развитии этой системы.

Абсолютно идеальное транспортное средство – когда средства нет, а груз транспортируется. Стремление к этому идеалу проявляется в увеличении размеров транспортных средств, так как при этом удается более эффективно использовать их массу.

Абсолютно идеальное вещество или материал – набор полезных свойств (прочность, непроницаемость, теплоизоляция) без самого вещества или материала. В соответствии с этим происходит неуклонное уменьшение толщины стен и перекрытий зданий. В частности, отношение толщины сечения куполов к диаметру за последние пять веков уменьшилось в 30 раз [7].

Чтобы в этом убедиться, достаточно сравнить конструкцию и полезные площади Великой Китайской стены и ажурные конструкции самых современных спортивных арен и зданий, возведенных в Пекине к олимпиаде с использованием самых современных технологий. Конечно, назначение сооружений различно, но пример достаточно наглядный.

В соответствии с представлением об абсолютно идеальном средстве передачи визуальной информации увеличивается размер экрана телевизора с одновременным уменьшением всех других его частей. В целом наблюдается уменьшение размеров и веса различных аппаратов, бытовых приборов при росте их функциональности, эксплуатационных качеств, безопасности и простоты обслуживания.

Например, компания *Philips Research* разработала сверхтонкий дисплей, который можно свернуть в трубочку. Возможности дисплея вполне достаточны для просмотра видео (журнал «Итоги», 18.12.2001 г.).

Абсолютно идеальный процесс – положительный результат процесса без самого процесса и мгновенное получение результата. Этому соответствует непрекращающаяся борьба за время, за скорость, за производительность.

В работе [6] сформулированы основные принципы идеальности технической системы:

- необходимо получать полезный результат от действия или средства без самого действия или средства («получать даром»);
- в технической системе должны быть задействованы только те свойства и элементы, которые необходимы для получения полезного результата («ничего лишнего»);
- необходимо максимально использовать имеющиеся свойства и взаимодействия элементов системы и ее окружения, устранять и отходы («из лишнего – максимальную пользу»);
- необходимо доводить до минимума затраты времени на получение полезного результата («получить сразу, мгновенно»).

Применение принципов идеальности, стремление максимизировать эффект, получить пользу от любых условий функционирования системы – это признаки сильного инженерного мышления. Такого, какое было, например, у генерального конструктора космических кораблей академика С. П. Королева и конструкторов его КБ.

Когда определялась форма первого искусственного спутника Земли, Сергей Павлович остановил свой выбор на шаре. Уже тогда он думал о форме спускаемого аппарата. Форма шара позволяла по торможению спутника в верхних слоях атмосферы уточнить параметры самой атмосферы – ведь аэродинамические характеристики шара хорошо известны [3].

Другой пример также связан с космонавтикой. Для правильной ориентации в пространстве в спускаемом аппарате станции «Венера-12» необходим центrovочный груз. Идеальным было решение, когда центrovочный груз был заменен полезным исследовательским прибором, который по своим весовым и габаритным характеристикам строго соответствовал параметрам центrovочного груза. Задача решена в виде: «груз есть – груза нет».

Интересен пример, связанный с созданием легендарного самолета АНТ-25, разработанного для дальних перелетов в ЦАГИ под руководством А. Н. Туполева. Поскольку для дальних перелетов требуется много горючего, нужно было создать техническое решение о размещении баков. Вторая проблема состояла в том, что требовалось создать эффективный планер, т. е. самолет, при минимальной сопротивляемости воздушным потокам должен одновременно эффективно планировать: здесь решалась задача, имеющая серьезное физическое противоречие, поскольку для планирования нужно иметь большую площадь крыла и в то же время малое лобовое сопротив-

ление. Размещение же дополнительных баков под крыльями резко повышало бы сопротивление самолета воздушным потокам.

**АНТ-25** (другое название – «РД» – рекорд дальности) – самолет, цельнометаллический моноплан, построенный для дальних перелетов в 1933 г. Экипажи под руководством М. Громова и В. Чкалова совершили сверхдальние полеты на АНТ-25, установив мировые рекорды дальности полетов в 1934 и 1937 гг., в том числе перелет из Москвы в Америку.

В результате было предложено строить моноплан (максимально соответствует минимальному лобовому сопротивлению), но с чрезвычайно большим размахом крыльев (удлинение – отношение длины крыла к ширине крыла у основания составило 13,2). Моноплан имеет меньшую лобовую поверхность и соответственно лобовое сопротивление воздушным потокам в сравнении с бипланом, но куда деть баки? И не сложатся ли крылья в полете, поскольку при ограниченной прочности подъемная сила огромного крыла способна сложить крылья.

Этот комплекс задач решен за счет размещения двух баков длиной 7 м в крыльях, при этом баки изготовлены как прочные несущие конструкции. В то же время горючее, залитое в баки, компенсировало своим весом подъемную силу крыла, разгружая его конструкцию.

В буровых станках принцип идеальности нашел свое отражение при появлении гидрофицированных буровых установок, когда элементы трансмиссии: коробка передач, сцепление, валы и шестерни, обеспечивающие передачу крутящего момента от первичного двигателя к вращателю, лебедке, насосам, были заменены гидравлической системой с маслонасосом и гидродвигателями. Некоторая, наиболее громоздкая, часть бурового станка просто исчезла, существенно повысив надежность бурового агрегата (меньше механических элементов – меньше вероятность их поломки) и значительно снизив вес установки.

Примером стремления к идеальной системе может служить такое важнейшее направление научно-технического прогресса, во многом определяющее будущее человеческой цивилизации, как решение проблемы энергосбережения.

В настоящий момент известны и достаточно хорошо освоены такие альтернативные источники получения энергии, как «ветряки» – генераторы, приводящиеся в действие энергией ветра – прообразы ветряных мельниц; солнечные батареи, получившие распространение не только на космических станциях, но и в повседневной жизни; системы, получающие энергию от волн прибоя на морском берегу, от течения реки. Примерами последнего направления могут быть не только мельницы с приводом вращения жерновов от водяного колеса и гидроэлектростанции, но и системы для привода в действие разводных мостов под влиянием течения реки.

**Жернов** – круглый обтесанный камень – рабочий орган мельницы для перемалывания зерна, иного продукта или материала.

Яркие примеры энергосбережения дает автомобилестроение. Например, создание экономичных автомобилей типа гибрид.

**Гибрид** (от лат. *hibrida* – помесь) – в технике соединение двух разнородных систем в единый агрегат.

Самым экономичным автомобилем 2005 г. в США был признан гибрид *Honda Insight*, который потребляет при поездке по городу на расстояние 96 км 4,5 л бензина, при загородной поездке этого количества бензина хватает на преодоление расстояния более 105 км. *Toyota Prius* показала второй результат, который достаточно близок в первую очередь. В сравнении с самым неэкономичным автомобилем этого же года – *Dodge Ram* (4,5 л бензина только на 14,4 км в городе) результат японских автомобилестроителей впечатляет.

Как известно, автомобиль с приводом типа гибрид сочетает двигатель внутреннего сгорания и электрогенератор, с помощью которого избыток энергии ДВС заряжает аккумулятор, а последний, в свою очередь, включает в работу электродвигатель генератора. Примером нового подхода, который еще раз демонстрирует справедливость основных законов развития любых технических систем, является разработка японских автомобилестроителей. Гибридная вариация мощного внедорожника *Lexus RX330* выполнена в виде ДВС и четырех электромоторов, которыми оснащены каждое из колес автомобиля. ДВС приводит в действие генератор, который питает систему электродвигателей. В результате сохраняется мощность автомобиля при значительной экономии затрат. В данном случае можно отметить проявление таких основных законов развития технической системы, как дробление рабочих органов системы с целью повышения управляемости и экономичности автомобиля.

Наряду с приводом типа «гибрид» для экономии бензина разработчики автомобилей изобретают разные новинки. Например, в Англии (сайт *auto.mail.ru*) придумана система, которая позволяет экономить горючее за счет использования энергии выхлопных газов. С этой целью на пути следования газов в выхлопной трубе устанавливаются небольшая турбина и генератор. Энергии, которую вырабатывает генератор, хватает для обеспечения работы всех электросистем автомобиля, кондиционера и др. Система, получившая название *Tigers*, позволяет экономить на легковом автомобиле примерно 1 л бензина на 100 км пути (примерно 8–10 %). Для более мощных грузовых машин этот показатель будет более значителен, например, если использовать дополнительный ресурс энергии для питания холодильников рефрижераторов, подъема кузова самосвалов и т. д.

В Японии для получения дополнительной энергии на крышу такси устанавливают вентиляторы, которые вращаются и приводят в действие генератор потоком встречного воздуха, образующегося при движении автомобиля.

Это изобретение можно поставить в один ряд с байкой о верблюде, который замерз при обдувании его встречным потоком воздуха, потому что слишком быстро бежал по пустыне. Но в целесообразность данного технического решения можно поверить, если учесть, что подобные турбовентиляторы можно размещать в более обтекаемых воздухом местах – в отверстиях бамперов, в решетке радиатора и др., что окажет меньшее влияние на снижение показателей аэродинамики автомобиля.

**Пример** решения проблемы создания новых возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с использованием буровых технологий.

При бурении скважины часто встречаются такие явления, как водопроявления и поглощения промывочной жидкости. Водопроявления иногда приводят к фонтанированию подземных вод (артезианские воды, или фонтаны), а поглощения бывают такие, что им вполне соответствуют такие названия, принятые среди специалистов, как полное и катастрофическое.

Таким образом, под Землей существуют гидропотоки, которые обладают, безусловно, значительным энергопотенциалом. Скважина, вскрывающая толщу пород и пересекающая подземные гидропотоки (рис. 2.6), может исполнять роль гидротехнического подземного сооружения (наряду с другими подземными горными выработками) для выработки электрической энергии.

В настоящее время для выработки энергии применяют скважины, пробуренные на месторождениях термальных вод – парогидротерм (Мутновское, Паужетское месторождения на Камчатке, месторождения на территории Исландии). С этой целью выходящий из скважин пар применяют для привода турбин или пускают напрямую для обогрева помещений. Подобное использование подземного энергопотенциала возможно только в районах планеты с активной вулканической деятельностью.

В отличие от месторождений парогидротерм подземный гидроэнергопотенциал не имеет ограничений распространения на планете. В ряде случаев условия, необходимые для получения подземных гидропотоков, могут создаваться искусственно. В данном случае, имея водоносный горизонт, можно создать поглощающий горизонт ниже водоносного горизонта методом гидроразрыва горных пород. В результате будет создан направленный поток, который может служить источником энергии для привода в действие гидротурбины и генератора.

Примером искусственно созданной гидросистемы, которая обладает колоссальным гидроэнергопотенциалом, может служить Северомуйский железнодорожный тоннель (Байкало-Амурская магистраль). Тоннель

строители и горнопроходчики проложили в районе мощного тектонического разлома и, несмотря на то, что понесли значительные затраты, создали выдающееся инженерно-техническое сооружение. В настоящее время тоннель, оказавшийся на пути подземных гидропотоков, не заполняется подземными водами только потому, что непрерывно работает система в виде водоотводной штольни. Но поскольку тоннель преградил путь подземным рекам, снизив их пропускную способность, на поверхности, над тоннелем возникло искусственное озеро (рис. 2.7), которое имеет определенный и значительный гидроэнергетический потенциал.

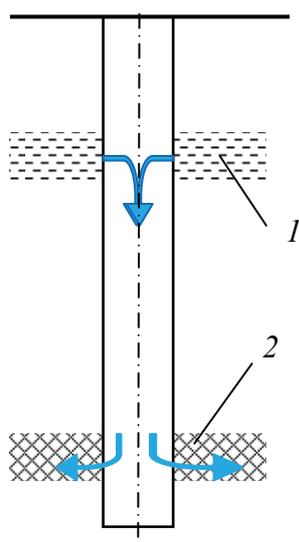


Рис. 2.6. Гидротехническая скважина: 1 – с водоносным горизонтом; 2 – с поглощающим горизонтом

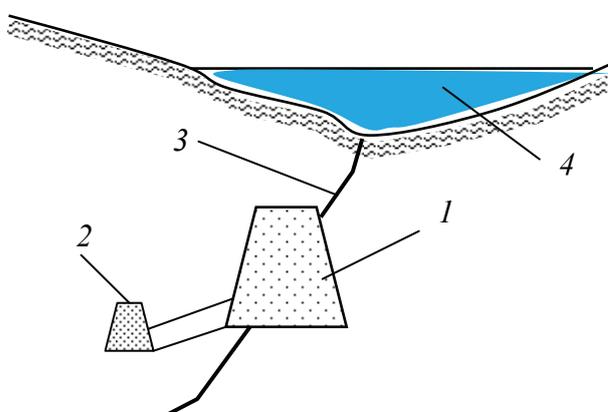


Рис. 2.7. Схема для анализа гидротехнических условий вокруг Северомуйского тоннеля: 1 – тоннель; 2 – водоотводная штольня; 3 – разлом; 4 – озеро

В данном случае имеются условия для создания системы энергообеспечения не только для обслуживания тоннеля, но и других служб и жилого поселка.

Подобные системы возникают и естественным образом. Практически каждое высокогорное озеро или река могут быть объектами для построения системы альтернативного электроснабжения.

Если в XIX в. П. Н. Яблочков, А. Н. Лодыгин, Т. Эдисон, Н. Тесла взялись осветить мир, то в настоящее время специалистами решается задача как, освещая мир, сделать это с минимальным потреблением энергии.

**П. Н. Яблочков, А. Н. Лодыгин** – русские изобретатели, создавшие первые осветительные приборы «свеча Яблочкова» и «лампа Лодыгина», получившие распространение в Европе и Америке и ставшие основой для создания современных ламп накаливания.

Работая в этом направлении, можно использовать методы, предложенные самой природой. Например, М. Майлс (США) создал новый дисплей, изучая сверкающие крылья бабочек. Богатая окраска крыльев возникает благодаря преломлению световых лучей под определенным углом в мельчайших пузырчатых полостях на поверхности крыльев. Управляя этим процессом, можно создать яркие изображения только за счет отраженного света, что позволит не только экономить энергию, но и получать более качественные изображения на дисплее, особенно при ярком освещении, когда «обычные» светящиеся дисплеи блекнут и не дают изображения.

Принцип биомимикрии можно будет использовать для создания новой «кожи» привычных вещей, например, автомобиля, ноутбука или туфель. Так же, как в настоящее время можно загрузить на свой телефон мелодию звонка, можно будет загружать рисунки на крылья автомобиля или менять цвет обуви в тон платья.

Для экономии энергии в настоящее время меняют крайне не экономичные лампы накаливания (КПД не более 2 %) на светодиоды, дающие более качественный и экономичный свет.

#### ***4. Техническая система развивается в направлении роста количества управляемых связей.***

Это одна из основных закономерностей развития технических систем.

Техническая система стремится к универсальности, гибкости при приспособлении к внешним условиям, к большему числу возможных связей и элементов управления, к автоматизированному управлению с ориентацией на комплексный критерий.

**П р и м е р.** Автомобиль за последние сто лет своего развития стал значительно более управляемым. При резко возросшей скорости и мощности современный автомобиль гораздо более уверенно держится на шоссе в дождь и гололед, чему способствуют современные тормозные и антиблокировочные системы, спойлеры, аэродинамические формы автомобиля, конструкции шин, системы подруливания колес и автоматического регулирования оборотов двигателя в зависимости от степени сцепления колес с покрытием дороги и другие узлы и системы.

**Д р у г о й п р и м е р.** В бурении также можно отметить рост числа управляющих процессом параметров:

- ударное бурение – вес снаряда, высота и частота его сбрасывания;
- вращательное бурение – осевая нагрузка (современные системы регулирования подачи инструмента обеспечивают автоматический режим углубки и поддержания осевой нагрузки), частота вращения (в последнее время буровые станки оснащаются системами плавнорегулируемого привода вращения колонны, что значительно увеличило управляемость процесса бурения), количество и качество (тоже ряд параметров) промывоч-

ной жидкости, разнообразные типы породоразрушающих инструментов, которые можно подобрать для тех или иных пород;

- применение в современных буровых станках систем автоматического управления процессом бурения. Например, станки компании *Atlas Copco Diames U6 APC* и *Diames U8 APC* предназначены для колонкового бурения глубоких скважин с автоматическим контролем параметров ССК типоразмера *AQ-HQ*. Система APC (автоматического контроля бурения) позволяет управлять процессом бурения одному оператору. Системой APC в память компьютера записываются данные бурения: глубина скважины, количество и давление воды на входе, частота вращения, скорость бурения, усилие на коронке, давление в гидросистеме и др. Система APC оптимизирует скорость бурения, регулирует усилие подачи, частоту вращения и крутящий момент в соответствии с изменением условий бурения. Это позволяет оператору выполнять при бурении другие работы – опорожнять керноприемники ССК, готовить коронки и штанги.

В дополнение к системе APC современные буровые станки оснащаются механизмами, полностью автоматизирующими процесс наращивания колонны при бурении и сборки-разборки колонны при проведении спуско-подъемных операций.

Опыт развития техники показывает, что управляемые системы более живучи. Здесь можно привести любопытный пример с деревянной бочкой. Уже невозможно установить, кто придумал делать бочку из отдельных дощечек в форме расширяющегося к середине тела вращения. Этот вид емкости создавался веками, а в результате создана идеальная по управляемости и эксплуатационным характеристикам система, так как именно такая форма позволяет обеспечивать герметичность соединения дощечек. Последнее возможно за счет того, что, подбивая и сдвигая стальные кольца по направлению к середине бочки, всегда можно добиться плотного соединения стыков, увеличивая натяг стальных колец. В то же время форма бочки обеспечивает её прочность и возможность транспортировки без подручных средств перекачиванием. Вот уже столетия бочка активно используется и совершенно не меняется, что ей, похоже, и не грозит.

Простой пример создания управляемой системы связан со следующей задачей: необходимо получить травяную смесь, состоящую из люцерны, гороха и овса, причем в различном соотношении этих компонентов (рис. 2.8).

Выделим два показателя системы:

- урожайность –  $Y$ ;
- стоимость смеси –  $C$ .

**Решение 1.** Каждое растение высаживается на отдельном поле, что дает, очевидно, максимальную урожайность, но стоимость смеси также

будет максимальной, поскольку потребуется взвешивать растительную массу и перемешивать, т. е. данное решение не является идеальным.

**Решение 2.** Все растения высаживаются вместе на одном поле. В данном случае стоимость массы будет минимальная, так как не потребуется ее перемешивать после скашивания, но урожайность будет, очевидно, также минимальная, поскольку растения разного срока всхода не «любят» расти вместе. В то же время данная система лишена гибкости в направлении варьирования составом смеси.

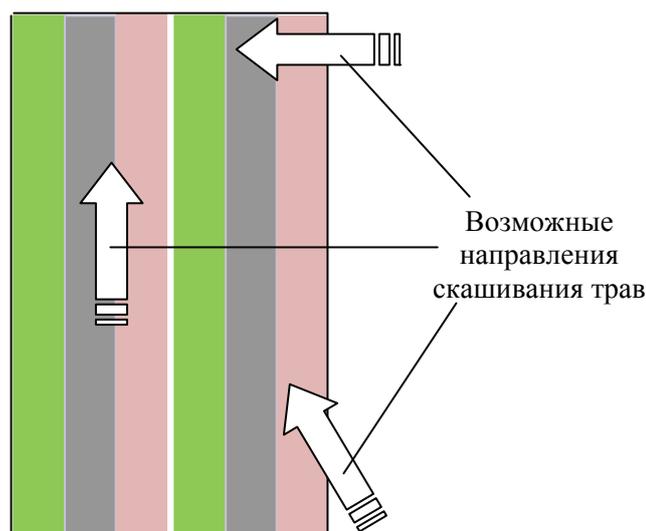


Рис. 2.8. К примеру создания управляемой системы для скашивания трав

**Решение 3.** Поле засеивается рядами семян каждого из растений. Перемешивание смеси происходит при скашивании. При этом, изменяя угол прокоса по отношению к направлению рядов, можно, предварительно рассчитав, получить нужное соотношение трав в смеси. В данном случае  $U - max$  и  $C - min$ , при этом появляются два параметра управления системой – ширина рядов и угол скашивания по отношению к направлению рядов. Эти параметры позволяют получить любые заранее просчитанные соотношения различных трав в смеси. Задача решена идеально!

Технические системы развиваются в направлении **увеличения динамичности межэлементных связей**, что обеспечивает совершенно новый уровень гибкости, управляемости и соответственно эффективности технического объекта. Здесь вероятна следующая схема эволюции технической системы «нулевые связи – жесткие связи – динамические связи». Прекрасный пример такого развития дает эволюция фундаментов зданий:

- нулевые связи – здание стоит на вертикальных единичных опорах (сваях) или вовсе без всякого фундамента, опираясь непосредственно на грунт;

- жесткие связи – единичные опоры связываются в единую конструкцию (ленточный фундамент). В сейсмически активных районах Земли фундаменты усиливают, увеличивая число свай, глубину их внедрения в грунт и укрепляя само здание;

- динамические связи – здание опирается на фундамент через шарниры, которые при землетрясении не передают изгибающий момент со стороны грунта при его колебаниях, деформациях и подвижках на здание.

В Казахстане разработали фундамент, который не имеет жесткого соединения со зданием, а, опираясь на специальные опоры, не ограничивает некоторого углового поворота в вертикальной плоскости. В Армении предложили здание, несущий каркас которого опирается на фундамент через упругие опоры. Оба эти решения дают пример использования динамических связей в строительстве, которые существенно снижают разрушающее влияние колебаний почвы на конструкцию здания.

Другое направление развития строительного дела в районе землетрясений опирается на направление ужесточения связей. Это так называемые здания-чемоданы, разработанные в Японии. В этом случае здание представляет собой жесткую единую форму, которая не разрушается при подземных толчках. Такие здания при землетрясении просто валялись на бок, полностью сохраняя свою внешнюю форму. Строились они из железобетона с огромным количеством арматуры и были к тому же очень дорогими.

Применение «жестких» технических решений показало, что указанное японскими строителями направление повышения прочности и устойчивости домов неверно, так как здания были по-прежнему опасны для проживания.

В современном автомобилестроении основные агрегаты и узлы автомобилей соединяются посредством упругих крепежных узлов, что гарантирует им значительный ресурс. При этом, очевидно, что по мере появления новых материалов транспортные средства станут еще более гибкими, способными к трансформации конструкции и, может быть, даже внешней формы и облика. В этом случае мы имеем достаточно убедительные примеры из живой природы: биологические транспортные средства, да и сам человек, обладают чрезвычайной «шарнирностью».

В машиностроении используются гибкие валы для передачи вращения со смещением осей, а быстровращающиеся валы устанавливаются в подшипниках с зазором.

Примеры использования шарнирных (динамичных) связей в бурении:

- «для сохранения устойчивости буровой компоновки последнюю соединяют с вышерасположенной буровой колонной через шарнир» (а. с. № 359368).

- «Термобур для бурения скважин, отличающийся тем, что с целью производства бурения наклонных участков скважины без прекращения

процесса бурения реактивная горелка присоединена к корпусу шарнирно» (а. с. № 152842).

- «с целью повышения эффективности работы отклонителя он имеет шарнир, установленный между породоразрушающим инструментом и валом турбобура» (а. с. № 832019).

- в буровой технике широко применяются упругие муфты сцепления, вал кардана, в колонну бурильных труб устанавливаются шарниры для работы колонны в искривленном стволе, бурильная колонна заменяется на гибкий шлангокабель.

Однако в реальной жизни наблюдается определённый парадокс: реальные системы с каждым годом становятся всё крупнее и тяжелее.

Увеличиваются размеры и вес самолётов, автомобилей, экскаваторов, гидроагрегатов и т. д. Парадокс объясняется тем, что высвобожденные резервы системы направляются на увеличение и улучшение рабочих параметров и, следовательно, веса и размеров. Поскольку более крупные машины имеют более совершенные характеристики, то они затрачивают меньше энергии на производство единицы продукции. Этим и объясняется стремление конструкторов из года в год создавать более крупные машины.

Буровые станки начала XX в. имели, например, малые частоты вращения шпинделя, малые усилия подачи, подача была ручной, станок к устью и от устья скважины подавался также вручную. Если современные буровые станки имели бы те же характеристики, то они были бы намного легче и компактнее. Однако каждое совершенствование станка сопровождалось увеличением частоты вращения, усилия подачи инструмента, механизацией ручных операций, ускорением спуско-подъёмных операций, повышением грузоподъёмности и динамичности лебёдки без принципиального изменения конструктивной схемы станка. Это в свою очередь привело к тому, что вес станков одного и того же класса не уменьшался, а даже иногда рос. И только переход на иную схему буровых станков, произошедший в 1980 г. (появление полностью гидрофицированных станков с подвижными вращателями вместо станков роторного и шпиндельного типа), привело к снижению размеров и веса агрегатов, при возросшей их функциональности и соответственно производительности буровых работ.

Таким образом, если техническая система, развиваясь, не меняет свой облик, не избавляется от «неудобных», плохо управляемых и неудовлетворительно управляющих процессом узлов и элементов трансмиссии, при этом не облегчается и не уменьшает своего веса, по-прежнему недостаточно управляема, то это «плохие» признаки того, что данная техническая система развивается в ложном направлении, а точнее, вовсе не развивается, а только несколько модернизируется и прихорашивается, занимая значительные ресурсы и мощности производств её производящих и обслуживающих.

Подобное произошло в СССР, когда переход на новые буровые станки типа СКБ в конце 1970 г. был сделан без учета сложившейся уже мировой тенденции разработки гидрофицированных буровых станков с подвижным вращателем. В результате были созданы морально устаревшие буровые агрегаты типа СКБ-5, СКБ-7 и др., которые слабо проявили себя, что подтверждается тем, что до сих пор выпускают (несколько десятков лет!) и более охотно используют при производстве геологоразведочных работ проверенные и неприхотливые станки такого же класса типа ЗИФ-650 и ЗИФ-1200, созданные в 50–60 гг.

Однако при решении изобретательских задач необходимо ориентироваться именно на увеличение степени идеальности – это надёжные критерии для корректировки задачи и оценки полученного результата.

**5. Закон неравномерности развития частей системы.** «Развитие частей системы идёт неравномерно; чем сложнее система, тем неравномернее развиваются её части».

Именно неравномерность развития частей системы является причиной возникновения ТП и ФП и, следовательно, является движущей силой в постановке изобретательских задач и развития ТС.

**Н а п р и м е р,** когда скважины были в основном небольшой глубины и буровой инструмент на забой подавали вручную, контроль за состоянием бурового наконечника не вызывал затруднений. Мастер осуществлял его по характерному шороху и вибрации снаряда (при реечной подаче, как у станков типа КА). Со временем глубины скважин значительно повысились, как и частоты вращения и усилие подачи, а главное перешли на гидравлическую подачу снаряда на забой, и прежний способ контроля за состоянием породоразрушающего инструмента в процессе бурения стал совершенно непригоден при любой квалификации бурильщика. Поэтому давно возникла потребность в специальных забойных датчиках и канале связи «устье – забой». Эта задача в настоящий момент успешно решается при создании различных телеметрических систем, которыми оснащаются бурильные компоновки при бурении глубоких вертикально-горизонтальных.

**Д р у г о й п р и м е р.** Когда начался быстрый рост тоннажа грузовых судов, мощность двигателей быстро увеличивалась, а средства торможения оставались без изменения. В результате возникла проблема: как затормозить танкер водоизмещением 200 тыс. тонн. Задача эта до сих пор не имеет эффективного решения: от начала торможения до полной остановки крупные суда успевают пройти несколько миль [3].

**С л е д у ю щ и й п р и м е р** связан с получением колоссального, даже в сравнении с ядерным, источника энергии. Речь идет о термоядерном синтезе. Например, при полном превращении 1 кг водорода в гелий выделяется в 10 раз больше энергии, чем при делении 1 кг  $U^{235}$ , и приблизительно в 20 млн раз больше, чем при сжигании 1 кг бензина. Искусственно

термоядерный синтез получен только в форме неуправляемых нестационарных реакций, используемых только, например, в термоядерном оружии, поскольку не решена проблема создания эффективной системы, обеспечивающей длительную теплоизоляцию термоядерного рабочего вещества от окружающей среды. Одно из перспективных направлений – создание установок, использующих для удержания горячей плазмы магнитные ловушки.

**6. Закон роста механизации и автоматизации операций в ТС.** «При конструктивном развитии, начинающемся от конкретной функции, имеет место последовательное появление технических объектов, понижающих степень участия человека в выполнении функций».

Для того чтобы человек мог выполнять производственные операции длительно, требуется избавить его от больших физических усилий, т. е. производственные процессы механизировать. Поэтому роль человека всё в большей мере сводится к роли оператора. С другой стороны, процессы становятся настолько быстротечными, что человеку становится трудно выполнять даже функции оператора, так как он просто не успевает реагировать на действия машин. Поэтому за механизацией наступает стадия автоматизации производства, при наступлении которой человек уже выполняет роль контролёра автоматов.

**7. Закон роста сложности ТС.** «Сложность ТС с одинаковыми функциями в силу действия факторов стадийного развития техники и прогрессивного конструктивного развития ТС от поколения к поколению монотонно возрастает».

Рост сложности ТС – неизбежное следствие стремления совершенствовать систему, приближая её к идеальному варианту. Иногда внешне можно наблюдать совершенно обратную картину. Так, устройства на современных микросхемах и других элементах микроэлектроники внешне кажутся куда проще, чем аналогичные системы на радиолампах, механических реле и т. п. Однако, если рассмотреть устройство перечисленных микроэлементов и физику их работы, то во всех случаях получим подтверждение закона роста сложности ТС.

### **2.9.3. Законы эволюционного развития ТС**

**1. Закон соответствия функции и структуры.** Закон соответствия между функцией и структурой на протяжении многих веков изучали на философском уровне. При этом отмечали и анализировали многочисленные факты соответствий между выполненными функциями любого органа живого организма и его структурой (строением, конструкцией, конструктивными признаками). Такие же соответствия отмечались в деталях и узлах машин, сооружений и других ТС.

Суть закона заключается в том, что в правильно спроектированной ТС каждый элемент от сложных узлов до простых деталей и каждый кон-

структивный признак имеет определённую функцию (назначение) по обеспечению ТС. Если лишить такую ТС какого-либо элемента или признака, то она либо перестанет работать (выполнять свою функцию), либо ухудшит показатели своей работы. В сущности, это закон соответствия формы и содержания в технике.

Закон формулируется следующим образом: «Каждый элемент ТС или её конструктивный признак имеет хотя бы одну функцию по обеспечению реализации функций ТС, т. е. исключение элемента или признака приводит к ухудшению какого-либо показателя ТС или прекращению выполнения ею своей функции». Иногда этот закон формулируют короче: «Максимальное соответствие структуры реализуемым функциям обеспечивает максимальную эффективность системы».

Этот закон имеет несколько практически важных следствий – закономерностей. Так, человеко-машинные системы, предназначенные для обработки материального предмета труда (к которым относится практически вся буровая техника) состоит из четырёх подсистем, реализующих четыре функции:

1) обеспечивается превращение исходного материала (сырья) в конечный продукт – **технологическая функция**;

2) превращение вещества или извне полученную энергию в конечный вид энергии, необходимой для реализации первой функции – **энергетическая функция**;

3) осуществляются управляющие воздействия на первые две подсистемы в соответствии с заданной программой и дополнительно полученной информацией о количестве и качестве получаемого конечного продукта – **функция управления**;

4) собирает (получает) информацию о конечном произведённом продукте и определяет потребные качественные и количественные характеристики конечного продукта – **функция планирования**.

В современных буровых ТС третья и четвёртая функции в основном выполняются оператором, но по мере развития техники они должны передаваться машинам.

Другим следствием закона является **закономерность минимизации компоновочных затрат** при создании ТС: «Функциональные элементы системы должны располагаться в пространстве по отношению друг к другу так, чтобы компоновочные затраты были минимальными».

**2. Принцип взаимосвязи качественных показателей ТС.** «Если под качеством системы понимать такие её основные параметры, как энергоёмкость, надёжность, эффективность, то для улучшения одного из показателей часто приходится прибегать к ухудшению других».

**3. Закон избыточности технических решений.** «В любой момент времени для реализации той или иной функции число созданных техниче-

ских решений на уровне предложений, патентов, чертежей, моделей и опытных образцов всегда больше серийно реализованных».

Наиболее ярко это проявляется в авиа- и автомобилестроении.

**4. Закон соотношения между долговечностями функции и техническим решением для её осуществления.** «Функция имеет намного большую долговечность по сравнению с техническим решением, выполняющим эту функцию». Именно это является двигателем развития старых ТС.

**5. Закон эволюции технической системы при постоянной её функции.** «Каждая ТС, имеющая постоянную функцию, развивается в направлении улучшения своих основных показателей». Справедливость этого закона вполне очевидна и соответствует здравому смыслу развития ТС.

**6. Закон увеличения вепольности технических систем.** «Развитие современных технических систем идёт в направлении увеличения степени вепольности, т. е.:

- невепольные и неполные вепольные системы превращаются в полные веполи;

- увеличивается степень дисперсности частиц  $B_2$ ;
- веполи переходят в феполи;
- веполи и феполи переходят в двойные и цепные системы;
- увеличивается количество управляемых связей в системах.

Смысл этого закона отражает тенденцию и указывает путь совершенствования технических систем через привлечение новых полей и веществ для реализации новых функций на более высоком уровне.

Вещество можно преобразовать, например, дроблением. Так мелкодисперсное вещество, как правило, более химически активно. Поэтому для активации, например, глины, её размельчают на дезинтеграторах, что обеспечивает более высокие характеристики буровых растворов.

**Дезинтегратор** – (от фр. *des...* – уничтожение и лат. *integer* – целый) машина для мелкого дробления материалов. Состоит из двух вращающихся в противоположные стороны роторов, насаженных на отдельные соосные валы и заключенных в кожух. На дисках роторов расположены 2–4 ряда круглых цилиндрических пальцев для перемалывания и дробления материала.

Разделение на части вибрирующей массы позволяет избежать резонанса и, более того, гасит вибрацию. Известно также, что монолитное вещество, хорошо передающее усилия, становится поглотителем механической энергии после дробления на мелкие частицы.

Чтобы предать веществу новые нужные свойства, нужно прибавить к нему новое вещество, скажем, «вкрапление» в дерево или пластмассу намагниченных частиц делает эти диэлектрики источниками магнитного поля и проводниками.

**Пример.** Для уплотнения больших масс бетона использование поверхностных механических вибраторов неэффективно. Если добавлять в бетон металлическую стружку и опилки или шлаки, то уплотнение бетона возможно за счет электромагнитного воздействия, что обеспечивает колебания металлических частей и соответственно уплотнение бетона.

**Пример.** Для изменения свойств вещества достаточно его активизировать излучением, например, гамма-лучами после бомбардировки нейтронами.

**7. Принцип переноса одних решений на другие.** «Рациональные принципы действия и конструкций, опробованные в одних технических решениях, переносятся в другие при условии существенного совпадения их функций или функций их элементов». На справедливость этого закона указывает вся история развития техники. Почти во всех ТС имеются элементы общетехнического назначения, о них и идет речь в этом законе. Например, когда потребовался монитор для ПЭВМ, то он был уже готов и опробован многими годами ранее. Его прототипом стал телевизор.

**8. Закон специализации систем.** «Развитие технических систем идет в направлении дифференциации и увеличения их специализации».

Данный закон отражает процесс развития технической системы, при котором система специализируется для удовлетворения определенной узкой общественной потребности и стремится заполнить определенную «функциональную нишу» (рис. 2.9).

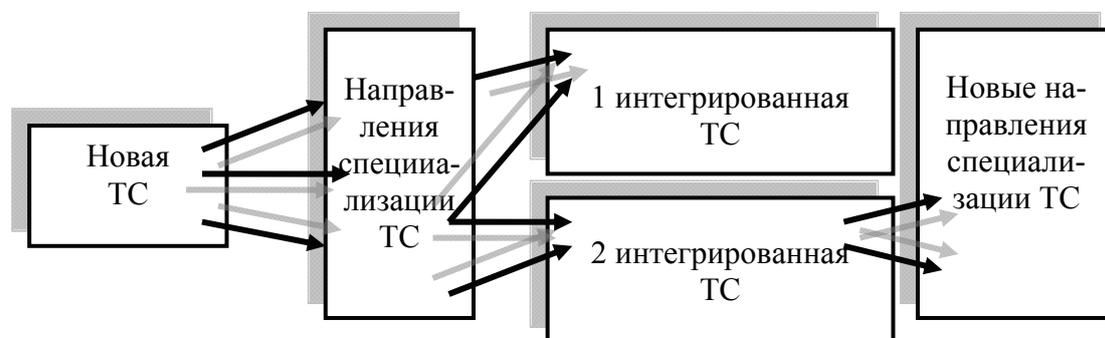


Рис. 2.9. Логическая цепочка возникновения специализированных и интегрированных технических систем

Примерами специализации могут быть различные виды и классы автомобилей (скоростные авто, грузовики различного класса по грузоподъемности – от 1–1,5 тонн до 100–200 тонн, боевые машины и др.), летательных аппаратов (различные виды самолетов, отличающиеся скоростью, грузоподъемностью, самолеты специального назначения, различные типы военных самолетов – истребители, штурмовики, торпедоносцы, бомбардировщики, самолеты стратегической авиации, вертолеты, самолет верти-

кального взлета и посадки), кораблей (океанские лайнеры, танкеры, боевые корабли различного класса и др.), мотоциклов (мопед, мотороллер, спортивный мотоцикл, транспортный мотоцикл, как интегрированная система – водный мотоцикл, снегоход).

В бурении подобная специализация наиболее наглядна на примере специализированных буровых агрегатов. Например, существуют буровые станки для алмазного высокочастотного бурения (частота вращения бурильной колонны  $1\ 500\text{--}2\ 000\ \text{мин}^{-1}$ ) и буровые станки для бурения твердосплавным инструментом, когда требуются высокие значения крутящего момента, но малые значения частот вращения колонны.

**9. Закон интегрирования технических систем.** «Развитие технических систем идет по направлению «специализация-универсализация». Циклы «специализация-универсализация» в процессе развития технической системы могут повторяться несколько раз».

Узкая специализация не противоречит развитию технической системы в направлении универсализации, ведь всегда заманчиво и выгодно иметь средство сильно развитое в различных направлениях. Здесь ощущается стремление системы к идеальности, ведь специализированное техническое средство не отвечает принципам идеальности. Пример можно привести из области автомобилестроения. На определенном этапе развития автомобилестроения появились вездеходы – внедорожники, которые имели усиленные характеристики проходимости, но уступали обычным легковым авто по скорости и комфорту. В последнее время можно отметить, с одной стороны, рост скорости и комфорта внедорожников до уровня легковых автомобилей, а с другой стороны, появление у легковых автомобилей характеристик внедорожников (полный привод с возможностью подключения и отключения заднего моста, усиленная подвеска, увеличенный клиренс, более крупные шины). Например, у многих современных легковых автомобилей крутящий момент передается на оба моста через межосевой дифференциал, блокируемый вязкостной муфтой. В нормальных условиях на покрытиях с хорошим коэффициентом сцепления крутящий момент делится между передними и задними колесами в соотношении 90 % : 10 %. Если же «передок» начинает пробуксовывать, муфта привода автоматически блокируется и перебрасывает на задний мост до 40 % крутящего момента. После преодоления тяжелого участка дороги муфта разблокируется, и автомобиль опять становится почти переднеприводным.

Другой пример из автомобилестроения связан с созданием автомобилей для города. С точки зрения экологичности наиболее оптимален электромобиль, но эксплуатация электромобиля требует частой зарядки аккумуляторов, что не позволяет использовать автомобиль за чертой сети специализированных центров обслуживания. В последние годы появились автомобили *Toyota*, *Honda* и других фирм, которые имеют двигатель внут-

ренного сгорания, электрогенератор и аккумуляторные батареи (гибридный двигатель). Двигатель внутреннего сгорания в рабочем режиме и, особенно при торможении производит зарядку мощного аккумулятора, который, включая электрогенератор в режим электродвигателя, в свою очередь на определенных участках дороги обеспечивает движение автомобиля. В данном случае автомобиль стал универсальным и «отвязался» от необходимых точек обслуживания по зарядке аккумулятора, которых значительно меньше, чем АЗС. В то же время выбросы в атмосферу продуктов сгорания снизились не менее чем на 2/3 (расход бензина 3 л на 100 км пути).

Буровые станки, например, фирмы *Atlas Copco* оснащаются сменными гидродвигателями с различными характеристиками, что позволяет использовать станки для бурения пневмоударниками и твердосплавными коронками в диапазоне низких частот вращения колонны и высоких значений крутящего момента, а также для бурения алмазным инструментом в диапазоне высоких частот вращения бурильной колонны и невысоких значений крутящего момента.

Два отмеченных закона образуют определенную логическую цепочку преобразования объектов техники в направлении специализации и последующей универсализации. Схематически данная цепочка может выглядеть так, как показано на рис. 2.9.

За период жизни технической системы могут наблюдаться многократные этапы специализации и интегрирования технических систем.

#### **2.9.4. Законы перехода ТС на качественно иной уровень развития**

**1. Закон перехода в более общую систему.** «Исчерпав возможности развития, ТС становится составной частью новой более общей ТС, и её дальнейшее развитие идёт на уровне подсистемы». Примером может служить создание холодильного костюма для горноспасателя, описанного в п. 3.3.1.

Простейший механизм такого перехода состоит в том, что исходную моносистему сдваивают в бисистему или полисистему, если объединяют более двух систем.

Схема развития: моносистема – бисистема – полисистема.

Частый случай объединения систем – **эффект ступенчатости**.

Например, по а. с. № 126079 высокую скорость вращения турбобура получают, соединяя последовательно несколько секций.

При соединении турбобуров не последовательно, а параллельно со смещением относительно оси вращения бурильной колонны достигают повышения крутящего момента, что позволяет бурить стволы, в том числе шахты, большого диаметра. Данный способ бурения получил название реактивно-турбинного, так как турбобуры приводят во вращение шарошечные долота, а возникающие при этом реактивные силы вращают всю сис-

тому с бурильной колонной в сторону, противоположную направлению вращения долот.

Более сложный переход в надсистему предполагает объединение разнородных систем. В этом случае следует ожидать не столько увеличения эффективности новой системы в направлении уже освоенной функции, сколько появления новых качеств в виде новых функциональных возможностей новой системы.

Простейший пример объединения разнородных систем – винтовка со штыком. Объединено ружьё и пика, что привело к появлению новых качеств и функций стрелкового оружия.

**Д р у г о й п р и м е р.** Корабль (наземное транспортное средство) + самолёт = экраноплан. Появились новые качества экраноплана – скорость самолёта в пределах акватории (снежного, ледяного или ровного поля) и гораздо меньшая зависимость (в сравнении с авиацией) от погодных условий, в то же время существенная грузоподъёмность, сравнимая с кораблём.

**Экраноплан** – летательный аппарат или скоростное низколетящее судно, которое для полёта на малой высоте использует эффект близости поверхности земли или воды (экрана), многократно увеличивающего несущие свойства крыла.

Первые экранопланы созданы в СССР в 50–60 гг. XX в. в ЦКБ по судам на подводных крыльях. Первая машина, доведённая до испытаний, имела название СМ-1 и предназначалась для военных целей. Последующие модели экранопланов также имели военное назначение: разрабатывались противолодочные и десантные «полулетающие корабли». В 1966 г. на воду был спущен экраноплан «Каспийский монстр». Этот исполин имел длину более 100 м и развивал скорость до 520 км/ч. Несмотря на более чем внушительные размеры, экраноплан имел фактически авиационную скорость, но летел над водой на предельно малой высоте, что делало его незаметным для радаров и систем ПВО.

В 90-х г. в ЦКБ появились идеи создания системы спасения на воде с помощью экранопланов. Было решено создать многофункциональное мобильное судно, способное в считанные минуты преодолеть десятки и сотни километров, сесть на воду или лёд, начать спасательную операцию, а в случае необходимости не менее успешно действовать на суше. Судно получило название «Спасатель». Оно имеет водоизмещение 400 т и способно двигаться со скоростью 550 км/ч. Дальность полёта 3 000 км. Судно может подниматься в воздух до 3 000 м на 8 турбореактивных двигателях. Над морем «Спасатель» способен скользить на высоте от одного до четырёх метров – это самый экономичный режим. Экраноплан может взлетать и садиться в условиях пятибалльного шторма и в этих условиях проводить спасательные операции. При дрейфе экраноплану не страшен

ураганный ветер силой до 40 м/с, пятиметровая волна и он способен взять на борт от 500 до 800 человек, терпящих бедствие.

Планируется, что в машине длиной 73 м и с размахом крыльев 44 м будет расположен госпиталь с операционной, реанимацией и ожоговым центром. Считается, что появление такого судна может стать хорошим поводом для создания всемирной службы спасения.

Главный конструктор ЦКБ В. Кирилловых в своём интервью журналу «Итоги» (11.12.2001 г.), откуда взята информация о последних разработках ЦКБ, утверждает: «В мире много различных амфибий, но все они непригодны для использования на море. Сегодня только Россия владеет технологией создания именно морских экранопланов».

**Пример 1.** В современных крупных городах и, особенно в мегаполисах, существует серьёзная проблема пропускной способности улиц, особенно в деловой части города. Если за городом организованы системы *freeway*, в городах многоуровневые транспортные развязки, то деловой центр по-прежнему перегружен. Для решения этой задачи американский изобретатель Дин Кеймен (журнал «Итоги», 11.12.2001) разработал транспортное средство для пешеходов *Segway*. Данное средство с двух колёсах внешне напоминает, скорее, самокат, чем что-то более серьёзное, но выполнено вполне на уровне современной техники. Например, во включённом состоянии миниатюрная колесница самостоятельно удерживает равновесие за счёт использования гироскопов и датчиков наклона, способна катиться как вперёд, так и назад, разворачиваться на месте. Источником энергии служат электробатареи, которых хватает без подзарядки на расстояние 27 км при скорости передвижения до 20 км/ч. *Segway* оснащён двумя двигателями (каждое колесо имеет отдельный привод, что впрочем, при поломке одного из них позволяет колеснице двигаться), компьютером, который управляет датчиками наклона, регулирует направление движения и защищает от угона.

Предполагается, что в деловой части города передвигаться можно будет только с использованием *Segway*, оставив свой автомобиль на стоянке за пределами центра. Данное изобретение решает проблему, переводя её из плоскости системы в возможности объёма надсистемы.

**Другие примеры.** Самолёт + ракета = космический корабль многоразового использования – *shuttle*, который в отличие от ракеты может использоваться многократно и в то же время способен развивать скорость для выхода на околоземные орбиты.

Спортивный мотоцикл + глиссер = водный мотоцикл.

Мотоцикл + трактор (трактор для укладки снега на горнолыжных трассах) = снегоход.

Автомобиль + самолет = новый тип транспортного средства – автолет.

Холодильник + вентилятор + обогреватель = кондиционер.

Кондиционер + фильтры для воздуха + ороситель + системы подогрева воздуха, стен, пола + компьютерная система управления = система «микроклимата» в жилом или рабочем помещении.

Принтер + копировальный автомат + сканер – в одной конструкции.

Компьютер, который вбирает в себя средства связи, в том числе телевизионные, средства полиграфии, телевидения, кино, фото, видео- и аудиосистем, сращивается с разными средствами управления и становится крупной интегрированной системой.

Подобные примеры связаны с сотовой связью. Широко известны телефоны-фотоаппараты. Сотовый телефон в Японии стал средством расчёта за покупку, заменив пластиковые карты, электронным ключом от дома, сейфа, средством для автоматического вызова машины из гаража (если автомобиль и гаражные ворота оборудованы системами дистанционного управления), врача (если наблюдается резкий сбой сердечной деятельности, фиксируемой специальным микрочипом).

Очень интересные примеры решения сложной технической задачи с использованием надсистемы даёт нам история развития авиации и космонавтики. В данном случае за счёт физического взаимодействия специализированных частей удалось решить задачу нового, несвойственного каждой специализированной системе, уровня.

В 1941 г. советской авиации удалось разбомбить мост через Дунай у Бухареста за счёт использования «звена» В. С. Вахмистрова, состоящего из тяжелого бомбардировщика ТБ-3, несущего на себе два истребителя И-16 [7]. Применение такой комбинации было вынужденным и к тому же совершенно неожиданным для противника, так как у Красной Армии в то время не было пикирующих бомбардировщиков с соответствующей дальностью полёта, а тяжелые и медлительные бомбардировщики ТБ-3 были совершенно неэффективны и просто погибли бы на подходе к цели.

Примером преобразования ТС, позволяющего соединить достоинства, специализации и универсальности, является проект авиационной транспортной системы, предложенной в США. Система эта состоит из постоянно летающего по замкнутому маршруту тяжелого самолёта с атомным двигателем и нескольких стыкующихся с ним лёгких самолётов, обеспечивающих доставку пассажиров на тяжелый самолёт с земли и обратно. Цель проекта – устранить вредное влияние тяжелых самолётов, взлетающих и приземляющихся через небольшие промежутки времени, и уменьшить потребность в больших аэродромах. Отличие данной системы от «звена» В. С. Вахмистрова состоит в том, что использование частей системы порознь практически невозможно.

Некоторым воплощением данного проекта служит постоянно действующая космическая станция, которая периодически принимает экипажи

и необходимые для функционирования грузы с Земли. Дальнейшее развитие космических систем предполагает создание на орбите целого комплекса станций, которые, возможно, объединятся и образуют супернадсистему аэрокосмической транспортной системы.

В 80-е гг. XIX в. впервые доставка крупногабаритных грузов суперсамолётами «Руслан» и «Мария» осуществлялась без разборки, на фюзеляже. Например, для старта с Байконура был доставлен советский *Shuttle* «Буран». Подобные операции в последние годы стали почти обычными. Летающие «тяжеловозы» регулярно выполняют заказы по доставке крупногабаритных грузов, например, самолётов для участия в аэрошоу.

В развитие этого направления, а, также, очевидно, с использованием в какой-то степени опыта войны, разработаны космические летательные аппараты типа *shuttle*, которые для выхода на околоземную орбиту используют тяжелый самолёт. Стартовав с плоскостей «самолёта-матки» в наиболее выгодной для старта точке над Землёй (например, над экватором), космический аппарат совершает облёт Земли и возвращается обратно в самолётном режиме. Достоинство системы в том, что для старта используется скорость носителя, наиболее выгодная для старта точка планеты и отсутствие в точке старта плотной атмосферы, что существенно упрощает задачу выхода на околоземную орбиту.

Данная система разработана для набирающего популярность космического туризма в России в АО «Суборбитальная корпорация» (журнал «Итоги» 05.03.2002). Суть проекта такова: специальный самолёт «Геофизика» доставляет трёхместный (пилот и два туриста) космический аппарат типа *shuttle*, оснащённый разгонным блоком, на высоту 20 км, оттуда он «выстреливает» по баллистической траектории в околоземное пространство и потом опускается, как обычный самолёт. Пребывание в космосе – 1–15 мин, а весь полёт – 30–35 мин. Стоимость билета для полёта в космическое пространство «всего» 100 тыс. дол., что несравненно меньше стоимости полёта для первых туристов – 1 млн дол. При этом важно отметить, что суборбитальные туристические полёты – это только начало. В перспективе запланированы работы по организации «космических авиаперевозок»: ведь по такой траектории перелёт из Европы в Америку займёт какие-то час-полтора.

При образовании би- и полисистем крайне важными для их эффективного функционирования являются установленные связи между элементами, включенными в эти новые системы [3]. Эти связи могут быть **нулевыми, жесткими или шарнирными (динамическими)**. Как только между элементами новообразованных систем появляются связи, они становятся новыми более крупными моносистемами.

**П р и м е р.** Одноствольное ружьё превратилось в двустволку. Это достаточно современное оружие охоты, но ещё в XVI в. были известны

пищали с семью стволами (пищаль Ермака, у которой каждый ствол стрелял независимо от других), а также изобретение Леонардо да Винчи, предложившего пушку (спингарду) с 33 бомбардами, из которых 11 стреляли одновременно [23].

В первой четверти XVIII в. появилась первая автоматическая пушка русского техника-изобретателя А. К. Нартова. С именем этого человека связаны крупные изобретения в области машиностроения и военной техники. В 1741 г. А. К. Нартов изобрёл скорострельную батарею, которая стреляла из 44 небольших мортир, расположенных на горизонтальном круге по его периметру. Мортиры были связаны пороховой дорожкой или огнепроводным шнуром. Выстрелы из мортирок следовали один за другим, как только до очередного заряда доходил огонь по пороховой дорожке или шнуру [23].

Дальнейший путь развития стрелкового оружия хорошо известен: появились автоматические стрелковые системы. При этом известная полисистема (например, Нартова) свернулась (остался один ствол, что придало оружию прежний, дореформенный облик) за счёт того, что был создан механизм автоматического затвора и автоматический патронник.

Правда, чтобы такое оружие появилось, нужно было создать патрон (безусловно, выдающееся ключевое для развития стрелковых систем изобретение), уйдя от заряжания оружия через ствол.

Таким образом, развитие стрелковых и артиллерийских систем проходило по пути:

*Моносистема – бисистема – полисистема – моносистема нового типа*

Современное автоматическое оружие характеризуется тем, что вновь снова появилось два ствола! У автоматов появился ствол гранатомёта, у охотничьих ружей нарезной ствол. Вновь система развивается в направлении создания бисистемы, но уже объединены два разнородных элемента системы.

Таким образом, свёрнутая бисистема (или полисистема) становится новой моносистемой и может совершить следующий виток спирали своего развития.

Из работы Г. С. Альшуллера [3] следует, что ***повышение эффективности синтезированных би- и полисистем может решаться, прежде всего, за счёт развития связей элементов в этих системах.***

Новообразованные системы часто имеют нулевую связь (пример – пищаль Ермака), т. е. представляют собой просто кучу механически соединённых элементов. Развитие идёт в направлении усиления межэлементных связей. Второй этап – это чаще всего развитие жестких связей (пример – пушка Леонардо, которая стреляла сразу из многих стволов). Мортира

А. К. Нартова являет нам в чистом виде облик полисистемы с динамическими связями (каждый ствол мортиры стрелял поочередно по строго заданной программе).

**Эффективность би- и полисистем может быть повышена увеличением различия между элементами системы:** от однородных элементов (пачка одинаковых карандашей) к элементам со сдвинутыми характеристиками (пачка цветных карандашей), затем – к разнородным элементам (карандаш с циркулем) и инверсным сочетаниям типа «элемент + антиэлемент» (карандаш с резинкой).

Если развивать пример со стрелковым оружием, то отметим, что автомат и гранатомёт, объединённые вместе, – это система с разнородными элементами. Если следовать приведённому закону совершенствования систем, то у автомата должен появиться элемент, который не стреляет на поражение, а выступает в роли защитника бойца. Это могут быть системы, определяющие путем сканирования наличие противника за укрытием; например, реагирующие на инфракрасное излучение. Другой вариант: системы, определяющие, что боец находится под оптическим или лазерным прицелом. Третий вариант: системы, препятствующие поражению бойца, например, за счёт защитного поля, которое отклоняет пули или иной, направленный на поражение, импульс от противника. Впрочем, такие системы могут размещаться непосредственно не только на оружии, а в форме и на головном уборе солдата, что в рамках рассматриваемого вопроса принципиально неважно.

Некоторые из названных систем уже известны. Например, существуют системы ночного видения; сканирующие системы, определяющие наличие термообъектов за препятствиями; антирадарные и антилазерные системы и др.

Многие из систем защиты существуют и реализованы, например, в системах ПВО или системах боевых самолётов и танков. Очевидно, настал черёд приспособления таких систем для защиты отдельного бойца.

В бурении примером инверсной бисистемы может служить буровая коронка с двумя короночными кольцами, каждое из которых вращается в разных направлениях (а. с. № 794139).

Примером объединения и трансформирования технологических систем в буровом деле может служить схема рис. 2.10.

В результате объединения двух способов бурения возник сначала третий способ – ударно-вращательный. Данный способ выделился в отдельный, поскольку появились все признаки самостоятельности: определённые параметры режимов бурения, специальный породоразрушающий инструмент, забойные гидро- и пневмоударные машины и др.

Позже возник другой способ бурения с использованием ударного импульса – вращательно-ударный. Этот способ также характеризуется

только ему присущим набором признаков (высокочастотные ударники и параметры режимов бурения, которые далеки от параметров ударно-вращательного бурения) и потому имеет право на независимость от способов, давших ему начало.

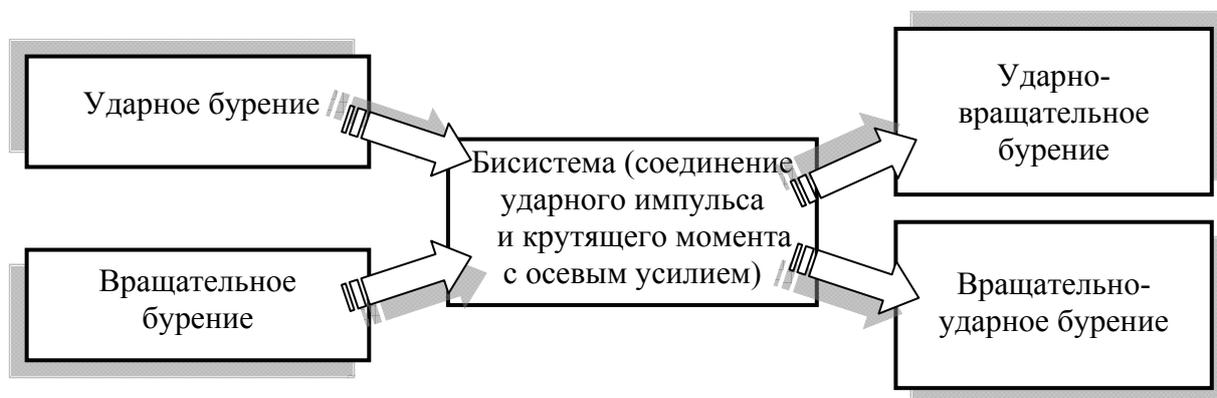


Рис. 2.10. Схема трансформирования буровых технологий

**2. Закон перехода с макроуровня на микроуровень.** «Развитие рабочих органов системы идёт сначала на макро-, а затем на микроуровне».

Рано или поздно возникает такой момент, когда дальнейшее развитие на макроуровне оказывается невозможным. Система, сохраняя свою функцию, принципиально перестраивается: её рабочий орган начинает действовать на микроуровне (работа осуществляется молекулами, атомами, ионами, электронами, полями и т. д.). Переход с макро- на микроуровень – одна из главных (если не самая главная) тенденция развития ТС. Переход реализуется за счёт различных физических или химических процессов.

Наиболее ярким примером развития современных ТС является внедрение во многие сферы техники нанотехнологий.

**Нанотехнологии** (от гр. *nanos* – карлик). Нано – первая составная часть наименований единиц физических величин, служащая для обозначения наименования дольных единиц, равных миллиардной ( $10^{-9}$ ) доле исходных единиц, например, 1 нанометр =  $10^{-9}$  м. Нанотехнологии – реализуются на микроуровне (молекулярном), что позволяет получить, например, материалы с новыми свойствами для компьютерной и иной современной техники, позволяют создавать микродвигатели, другие микросистемы для выполнения тех или иных задач.

Нанотехнологии открывают новые возможности в технике и других сферах деятельности и дают ещё один пример развития ТС с переходом на микроуровень. Например, в Израильском институте Вейцмана (журнал «Итоги», 18.12. 2001 г.) разработан уникальный нанокomпьютер (1 бит информации в нём размещается на участке молекулы длиной 0,35 нанометра), который по принципу действия во многом копирует механизм биосин-

теза ДНК. Данный компьютер способен проникать внутрь клетки, работать с реальной информацией ДНК, диагностировать патологию и синтезировать на месте необходимое лекарство из имеющихся микроэлементов. Вот пример высочайшего изобретательского уровня!

В настоящее время с помощью нанотехнологий конструируют устройства и создают материалы на уровне манипулирования атомами. В результате достигаются уникальные результаты, устойчиво показывающие, что будущее человечества, новые технологии – это, прежде всего, технологии микроуровня, например, конструирования минироботов для решения любых задач на клеточном, молекулярном уровне.

**Пример 1.** Велосипед – автомобиль – автомобиль с 4, 6 и более осями – поезд на магнитной подушке (транспортное средство на воздушной подушке). Здесь отчётливо видна тенденция в направлении увеличения числа рабочих органов с переходом на микроуровень.

**Пример 2.** Если раньше использовали в качестве застёжек на одежде только крючки и пуговицы, то позже появились «молнии» и «липучки». Далее очевиден переход на микроуровень, когда две части одежды будут соединяться слипанием и молекулярным взаимодействием.

Работа на микроуровне осуществляется молекулами, атомами, ионами, электронами, различными полями (магнитным, электрическим, тепловым, силовым, воздушным и др.) под управлением таких новых систем, как ассемблер и дисассемблер [27].

**Ассемблер** – наноконструктор – кибернетическое устройство нанометрических масштабов, способное из набора атомов производить (собирать) молекулы путем механохимии по заданной программе.

**Дисассемблер** – киберустройство нанометрических масштабов, способное по заданной программе отделять атомы от молекул, записывая при этом их месторасположение на молекулярном уровне.

Дробление рабочих органов и последующий переход с макро- на микроуровень – одна из главных (если не самая главная) тенденция развития современных ТС. Поэтому при решении изобретательских задач особое внимание следует обращать на рассмотрение перехода «макро-микро» и физических эффектов, реализующих этот переход [3].

### 2.9.5. Законы стадийности развития ТС

Законы этой группы отражают революционные изменения, происходящие в процессе развития как отдельных классов ТС, так и техники в целом. Революционные изменения идут по двум направлениям: путём коренного изменения ТС при прежних выполняемых ими функциях и путём наделения ТС дополнительными функциями, благодаря чему резко повышаются их характеристики.

**1. Закон конструктивного развития ТС с неизменными функциями.** Действие этого закона в технике аналогично действию закона естественного отбора Ч. Дарвина в живой природе. Он отвечает на вопросы, почему происходит переход от прежних поколений ТС к следующему улучшенному поколению; при каких условиях, когда и какие структурные изменения происходят при переходе от поколения к поколению, и имеет следующую формулировку.

В технической системе с одинаковой функцией переход от поколения к поколению вызван устранением выявленного главного дефекта (дефектов), связанного, как правило, с улучшением критериев развития, и происходит при наличии необходимого научно-технического уровня и социально-экономической целесообразности следующими наиболее вероятными путями при исчерпании возможностей конструкции:

а) при неизменном физическом принципе действия и техническом решении улучшаются параметры ТС до приближения к глобальному экстремуму по значениям параметров;

б) после исчерпания возможностей цикла *a* происходит переход к лучшему техническому решению (структуре), после чего развитие опять идёт по циклу *a*.

Циклы *a* и *б* повторяются до приближения к глобальному экстремуму по структуре для данного принципа действия. При этом значения критериев развития, как правило, меняются в соответствии с функцией вида

$$K = L / \{a + \exp[b \cdot \exp(-\beta t)]\},$$

где  $L$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $\beta$  – коэффициенты, определяемые по статистическим данным;  $t$  – время.

Вид функции называется *S*-функцией и показан на рис. 2.11.

в) после исчерпания возможностей циклов *a* и *б* происходит переход к более целесообразному принципу действия, после чего развитие опять идёт по циклам *a* и *б*. Циклы *a–в* повторяются до приближения к ИКР по принципу действия для множества известных физических (химических) эффектов».

При переходе от поколения к поколению, в соответствии с частными закономерностями, происходят изменения конструкции, корреляционно связанные с характером дефекта у предшествовавшего поколения, а из всех возможных изменений конструкции реализуется в первую очередь то,

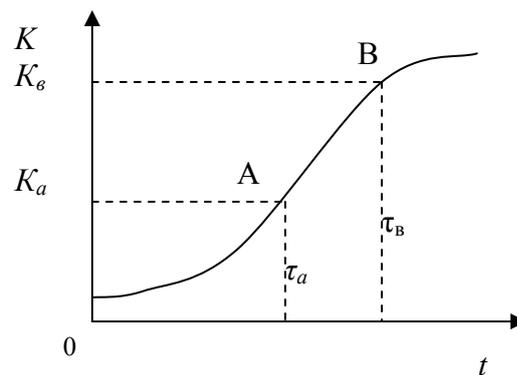


Рис. 2.11. Зависимость изменения значений критерия развития при неизменном принципе действия

которое даёт необходимое и существенное устранение дефекта при минимальных интеллектуальных и производственных затратах.

Суть закона состоит в том, что в ТС с одинаковой функцией каждый переход от поколения к поколению вызван устранением возникшего главного дефекта (дефектов) при наличии определённых технико-экономических условий. Если же рассматривать все переходы от поколения к поколению, т. е. всю историю развития конструкций определённого класса техники, то можно наблюдать следующие закономерности исчерпания возможностей конструкторско-технологических решений на трёх уровнях:

1) На первом улучшаются *параметры* исходного технического решения.

2) Когда изменение параметров мало что даёт, изменение осуществляют на втором уровне путём *перехода к более эффективному техническому решению без изменения физического (химического) принципа действия*.

3) При исчерпании параметров переходят на новое более прогрессивное техническое решение. Указанные циклы на 1-м и 2-м уровнях происходят до тех пор, пока в рамках используемого принципа действия уже не находят новых технических решений, обеспечивающих улучшение интересующих показателей. После этого *наступает революционное изменение на 3-м уровне – переход на новый принцип действия*.

Важное приложение закона прогрессивного развития заключается в построении на его основе методологии системного выбора оптимальных конструкторско-технологических решений, которая предусматривает (по этапам):

1) Для заданной функции (требований и условий) выбирают рациональную функциональную структуру разрабатываемого прибора, машины или технологического комплекса.

2) Для выбранной структуры определяют эффективный физический (химический) принцип действия.

3) Осуществляют поиск рационального технического решения для выбранного принципа действия.

4) Осуществляют моделирование принятого технического решения и оптимизируют его параметры.

Методология системного выбора «запрещает» останавливаться на частных улучшенных решениях, как это часто делают на практике. Она ориентирована на изучение и использование всех возможных путей улучшения.

Закономерность иерархического исчерпания возможностей конструкции действует, как указано в формулировке закона, при соблюдении следующего условия: если при наличии необходимого научно-технического потенциала переход к новому техническому решению или принципу действия обеспечивает получение дополнительных эффектов, существенно превышающих дополнительные интеллектуальные и производственные затраты, то *может произойти скачок к новому техническому (технологическому) реше-*

нию или принципу действия без исчерпания возможностей предыдущего технического решения или принципа действия.

Очевидно, для некоторых классов ТС в будущем станут более частыми случаи указанных скачков к новым техническим решениям, или принципу действия без исчерпания возможностей предыдущих.

Ярким примером действия этого закона является развитие авиации (особенно военной), автомобилестроения (особенно в области легкового автомобилестроения), создания ПЭВМ. В этих областях машиностроения новые поколения машин появляются наиболее интенсивно. Конкретно только за 50 лет (1910–1950-е гг. XX в.) удалось облегчить дизельный мотор в 250 раз при сохранении той же мощности; расход металла на 1 л. с. мощности двигателя уменьшился в 80 раз; паросиловые установки на электростанциях облегчены в 25 раз и т.д.

**2. Закон развития техники с совершенствуемыми функциями.** Этот закон относится к задачам, связанным с крупными изобретениями и основывается на законе соответствия функции и структуры. Он, как и предыдущий закон, учитывает потребности человечества, но в отличие от него основывается на возможностях человека-оператора. Его формулировка следующая.

«ТС с функцией обработки материального предмета имеет четыре стадии развития, связанные с последовательной реализацией с помощью технических средств четырёх фундаментальных функций и последовательным исключением из технологического процесса функций, выполняемых человеком:

**на первой стадии** ТС реализует только функцию обработки предмета труда (*технологическая функция*);

**на второй стадии** наряду с технологической ТС реализует ещё функцию обеспечения энергией процесса обработки предмета труда (*энергетическая функция*);

**на третьей стадии** ТС реализует ещё функцию управления процессом обработки предмета труда;

**на четвёртой стадии** ТС реализует также и функцию планирования для себя объёма и качества продукции, получаемой в результате обработки предмета труда; при этом человек полностью исключается из технологического процесса, кроме более высоких уровней планирования.

Переход к каждой очередной стадии происходит *при исчерпании природных возможностей человека* в улучшении показателей выполнения соответствующей фундаментальной функции в направлении дальнейшего повышения производительности труда и(или) качества производимой продукции, а также *при наличии необходимого научно-технического уровня и социально-экономической целесообразности*».

Из истории бурения известно, что на начальной стадии буровой техники скважины бурили вручную, без станков, затем были созданы станки, приводимые в действие человеком.

На второй стадии из-за того, что появилась необходимость бурить скважины на значительные глубины и больших диаметров, потребовался приводной двигатель. В результате возник агрегат из нескольких исполнительных машин (вращатель, лебёдка, маслонасос, механизм перемещения агрегата от скважины к скважине и т. д.). В настоящее время изобретатели и конструкторы буровой техники работают на уровне третьей стадии: механизмируют и автоматизируют вспомогательные процессы путём создания тросоукладчиков, свечеукладчиков, механизмов вращения с автоперехватами бурильной колонны, экстракторов для горизонтальных и слабонаклонных скважин и т. п. Буровой автомат для бурения геологоразведочных скважин пока ещё не создан в законченном виде. Хотя, справедливости ради, следует напомнить, что и в этом отношении наша страна занимает самую передовую позицию в мире – это буровые станки-автоматы для бурения на Луне и планетах Солнечной системы. Однако задачи, решаемые этими автоматами, на несколько порядков скромнее тех, которые должны решать земные буровые станки-автоматы.

Предписываемая законом картина четырёхстадийного развития ТС имеет место только для классов ТС, появившихся до XIX в. В настоящее время даже только появляющиеся ТС своё развитие начинают со второй, а иногда даже с третьей стадии, так как для этого давно создан необходимый научно-технический уровень. Поэтому сразу механизмируются и автоматизируются даже такие процессы, которые вполне по силам человеку-оператору, чтобы освободить людей для творческой работы.

### **2.9.6. Закон приоритетного развития ТС**

**1. Закон приоритетного развития ТС.** «Чем важнее функции ТС для общества (государства), тем больше средств расходуется на совершенствование ТС и тем выше темпы её конструктивного развития».

**Примеры:** атомная бомба и атомные электростанции, ЭВМ, лазерная техника, микроэлектроника, развитие космических технологий, нанотехнологии, робототехника, алмазная обработка материалов и т. д.

## **2.10. Пример применения положений ТРИЗ для анализа направлений развития технической системы на примере эволюции автомобиля**

Идеальный конечный результат (ИКР) развития наземного транспортного средства состоит в том, чтобы была возможность перемещаться быстро, безопасно и комфортно в любых условиях видимости, стесненности на дороге и в городе, как в потоке, так и на стоянке, по дорогам и без-

дорожью. Рассмотрим один из видов обыденного транспортного средства – автомобиль.

Основными показателями эффективной работы автомобиля являются скорость, грузоподъемность, вместимость, комфорт, надежность, безопасность.

Комплексным критерием оценки эффективности автомобиля может служить соотношение мощности  $N$  и веса  $G - \frac{N}{G} \Rightarrow \max$ , т. е. при неизменной мощности снижение веса автомобиля приводит к повышению его эффективности. Снижения веса автомобиля добиваются пассивными методами (детали двигателя и трансмиссии, элементы кузова делают из более легких металлов и пластика) и активными (уменьшение элементов трансмиссии, избавление от механических узлов, с заменой их на электрические или гидравлические узлы).

Таким образом идет постоянная борьба за снижение веса, увеличение полезной площади внутри автомобиля, увеличение удельной мощности привода, повышение управляемости и безопасности автомобиля.

Рассмотрим основные узлы современных автомобилей и проанализируем основные направления их совершенствования.

#### **Виды привода:**

- двигатель внутреннего сгорания (ДВС) бензиновый (в двигатель подается бензиново-воздушная смесь при атмосферном давлении);
- ДВС-дизель (в двигатель подается дизельное топливо под высоким давлением от топливного насоса высокого давления – ТНВД);
- ДВС с турбонаддувом (компрессором повышается давление подаваемого в двигатель воздуха – предложено конструктором Жене Рено);
- ДВС-дизель с турбонаддувом (и воздух и дизтопливо подаются под высоким давлением);
- гибридный двигатель – ДВС + электродвигатель (генератор);
- ДВС на газе;
- двигатели, работающие на водороде.

Японские производители планируют в 2010 г. поставки автомобилей, работающих на водороде. Водород не выделяет при сгорании углекислый газ и является экологически чистым. В связи с появлением таких автомобилей становится насущной проблемой развертывание сети «водородных» заправочных станций.

Схема ДВС – рядное расположение цилиндров (4 или 6); V-образное расположение цилиндров (6 и более); оппозитные двигатели (горизонтальное расположение цилиндров); героторные двигатели.

Прогрессивными из названных двигателей являются гибридные двигатели, на которых отрабатывается система аккумулирования электрической энергии для автомобиля, и двигатели, работающие на водороде.

Остальные двигатели представляют собой отживающую затратную и экологически вредную систему, эра которой заканчивается.

Далее представляется наиболее реальным использование в качестве двигателя электродвигателей, работающих от аккумуляторов, которые смогут подзаряжаться как на станциях, так и получая «даровую» электрическую энергию. В качестве даровой будет использоваться солнечная энергия и энергия «встречного потока». Например, известно получение энергии от генератора, установленного в выхлопной трубе автомобиля, работающего за счет энергии потока выхлопных газов и выполняющего одновременно роль глушителя (Англия). Также известно использование потока встречного воздуха для вращения турбины, установленной в бампере автомобиля (Япония).

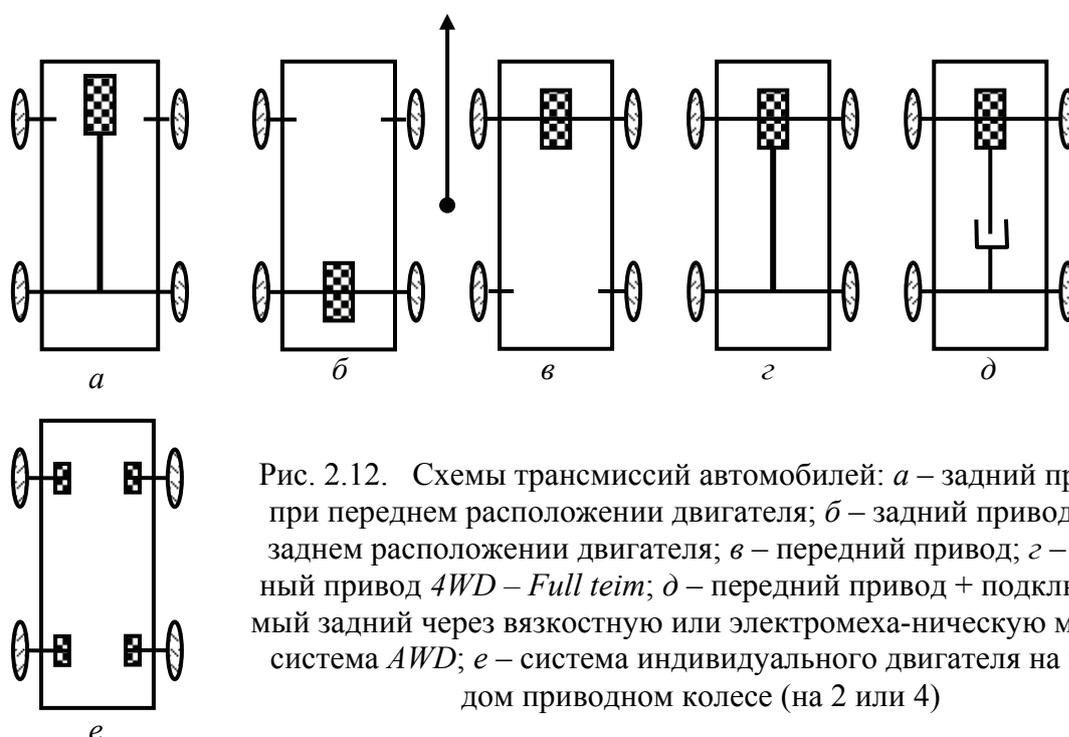


Рис. 2.12. Схемы трансмиссий автомобилей: *a* – задний привод при переднем расположении двигателя; *б* – задний привод при заднем расположении двигателя; *в* – передний привод; *г* – полный привод 4WD – Full time; *д* – передний привод + подключаемый задний через вязкостную или электромеханическую муфту; система AWD; *е* – система индивидуального двигателя на каждом приводном колесе (на 2 или 4)

На автомобиле устанавливаются солнечные батареи, например, кузов автомобиля выполнен из специального материала с функцией преобразования солнечной энергии в электроэнергию.

Переход на новые принципы преобразования энергии приведет к изменению всей надстройки системы, т. е. нужно будет перейти к новой системе, которая будет заключаться в создании сети заправок, обслуживания и т. д.

### Трансмиссия автомобиля

В процессе развития технической системы используются различные типы привода. Это, прежде всего, система заднего привода (рис. 2.12, *a, б*), более экономичная, чем система переднего привода (рис. 2.12, *в*), особенно

для тяжелых автомобилей. В легковых автомобилях малой мощности отсутствует вал между двигателем и задней осью, упрощена трансмиссия, но для более тяжелых и мощных автомобилей, в том числе и легковых, задний привод дает преимущество по расходу топлива и потому предпочтительнее. В то же время переднеприводные автомобили более управляемы. Техническое противоречие в данном случае состоит в том, что заднеприводные автомобили лучше реализуют мощность своего привода, быстрее и экономичнее разгоняются, но при этом хуже управляются, а переднеприводные лучше управляются, но слабее реализуют приводную мощность, особенно на старте.

В современных автомобилях широко применяется система полного привода (рис. 2.12, з), особенно для вездеходов. Такая система привода дает основные преимущества в проходимости автомобиля, но повышаются расход топлива, автомобиль проигрывает в скорости. Преимущества полного привода на бездорожье при движении по твердому покрытию превращаются в недостатки.

Для условий, когда бездорожье сменяется твердым покрытием, разработаны различные варианты комбинированного привода (рис. 2.12, д): в таких условиях основной является передняя или задняя ось автомобиля, а вторая ось включается при пробуксовке основной оси, т. е. при подъемах, поворотах и др. В данном случае возможны варианты принудительных блокировок осей трансмиссии, а также варианты автоматической работы отдельных колес или групп колес при пробуксовках (система *AWD*). Подобный привод является универсальным, обеспечивающим умеренные расход топлива, хорошую проходимость и управляемость. Но такая система по-прежнему далека от совершенства.

Системы приводов современных автомобилей усложняются, обрстая новыми связями и системами контроля и управления. Автомобиль становится более тяжелым, менее надежным. Ключевая причина этого в применении монодвигательной компоновки автомобиля. Следующий этап развития системы должен опираться на применение индивидуальных для каждого ведущего колеса двигателей (дробление рабочих органов), например, электрического или гидравлического, который может работать как синхронно с другими индивидуальными двигателями, так и индивидуально, обеспечивая движение автомобиля в сложных условиях. За счет более гибкой системы повышаются управляемость автомобиля, его эксплуатационные возможности. При этом существенно упрощается (практически исчезает) трансмиссия, автомобиль значительно облегчается, становится более надежным, экономичным и грузоподъемным.

**Система управления направлением движения** современного автомобиля включает рулевую колонку, рулевую рейку, тяги, подвеску колес и массу других деталей. При повороте обычно поворачиваются только пе-

редние колеса (рис. 2.13, *a*), а задние идут в повороте без углового смещения и поэтому проскальзывают. Исполнение задних колес с возможностью поворота очень усложняет конструкцию системы и самого автомобиля (рис. 2.13, *б*).

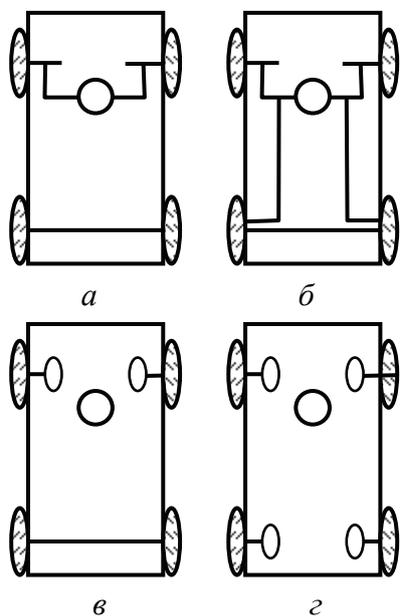


Рис. 2.13. Схемы систем управления автомобилем: *a* – передними колесами через трансмиссию; *б* – передними и задними колесами через трансмиссию; *в* – передними колесами посредством индивидуального привода поворота; *г* – передними и задними колесами посредством индивидуального привода поворота

На рис. 2.14 приведена схема движения автомобиля в повороте. Анализ показывает следующее.

1. При движении в повороте углы поворота передних колес должны быть различными, так как различны радиусы поворота по внешней и внутренней дугам.

2. Задние колеса чаще всего совсем не поворачиваются при движении, поэтому проскальзывают при повороте по дороге (занос), что приводит к повышенному износу шин, повышению расхода топлива, потере мощности на трение, снижению скорости. Поэтому у некоторых автомобилей задние колеса выполняются с возможностью подруливания, что, конечно, очень усложняет конструкцию рулевой системы.

Таким образом, при совершенствовании системы управления автомобиля трансмиссия неизбежно усложняется, автомобиль становится более сложным, тяжелым.

Тенденции последнего времени показывают, что элементы механической трансмиссии должны быть заменены на электрические провода, а колеса должны иметь индивидуальные приводы, например, только передние (рис. 2.13, *в*) или передние и задние (рис. 2.13, *г*), а управляться по проводам.

Свои концепткарры, которые для управления автомобилем вместо механической связи «руль-колесо» используют связь по проводам, показали уже многие производители, и подобный автомобиль уже предложен фирмой *Nissan* (автомобиль «*X-by wire*»). У *X-by wire* не только рулевое управление, но и тормоза выполнены по схеме индивидуальных приводов, управляемых из салона по проводам. Устранив детали трансмиссии, удалось расширить внутреннее пространство автомобиля, облегчить его вес, увеличить число посадочных мест для пассажиров, добиться более высокой экономичности.

Управление тормозами по проводам (*brake-by-wire system*) позволило уменьшить рабочий ход педали благодаря использованию электрической системы вместо механического привода и гидравлического усилителя тормозов.

Заменяющая рычаг переключения передач электрическая система (*shift-by-wire system*) позволяет размещать орган управления коробкой передач в любом месте салона автомобиля.

Таким образом, автомобиль избавляется от трансмиссии. Сдерживает этот процесс отсутствие качественного индивидуального привода (пример закона неравномерности развития ТС). Когда будут созданы надежные и эффективные системы аккумулирования электрической энергии и эффективные двигатели, автомобиль не будет иметь трансмиссии вообще, что ему обеспечит следующие преимущества:

- автомобиль будет легче;
- повысится соотношение  $\frac{N}{G} \Rightarrow \max$ , а значит, возрастут скорость, грузоподъемность, снизится расход топлива;
- увеличится внутреннее пространство автомобиля;
- появится возможность создания автомобиля без водителя, т. е. с полностью автоматизированным управлением: системой навигации по спутнику, датчиками препятствий и др.;
- появится возможность широкой трансформации салона, например, уже будет неважно, где передняя, а где задняя часть автомобиля, можно будет легче маневрировать в городе, перемещаясь вперед то одним, то другим концом автомобиля, просто повернув сиденья и переместив пульт управления, который будет переносным (см. рис. 2.15);
- появится реальная возможность трансформации кузова автомобиля, например, автомобиль в городе можно будет укоротить, приподнять крышу, удлинить для поездки за городом, создать условия для ночлега или офисной работы в автомобиле и т. д.

В современном автомобиле трансформации кузова ограничены: можно только удалить, поставить или приподнять крышу, т. е. все манипуляции связаны только с верхней частью автомобиля, так как существующая трансмиссия не позволяет менять продольные или поперечные размеры кузова.

Дальнейшие возможности эволюции автомобилей связаны с реализацией управления без проводов по радиосигналу и отказом от механических связей в автомобиле, т. е. должны быть реализованы иные принципы движения, например, за счет электромагнитных или аэродинамических сил.

Поезд на магнитной подушке запатентован в 1934 г. Германом Кемпером.

В настоящее время уже используются поезда на магнитной подушке. Поезд Трансрапид (Китай, г. Шанхай) установил мировой рекорд для коммерче-

ских железных дорог – 501 км/ч. Бесконтактная система магнитной подушки парит на высоте 160 мм над направляющей посредством мощных электронно-управляемых магнитов, расположенных на обеих сторонах по всей длине поезда. Магниты на корпусе поезда и на направляющей также используются для движения вперед. Скорость движения регулируется путем изменения частоты переменного тока, а электрическое поле реверсируется для остановки поезда, при этом мотор превращается в генератор и работает как безфрикционные тормоза. Энергия, полученная при торможении, рекуперируется.

Кроме высокого КПД, комфортабельности и малой потребности в обслуживании, поезд достаточно безопасен, а для парения потребляет энергии даже меньше, чем на систему кондиционирования. Поезд может парить на протяжении одного часа без внешнего источника энергии, а бортовые аккумуляторы подзаряжаются линейными генераторами, встроенными в поддерживающие магниты.

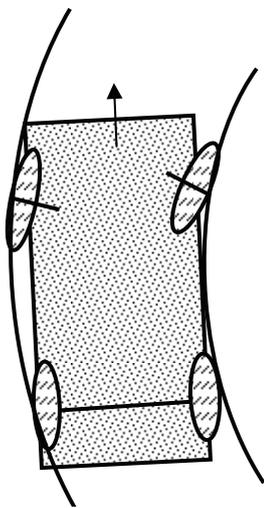


Рис. 2.14. Схема движения автомобиля при повороте

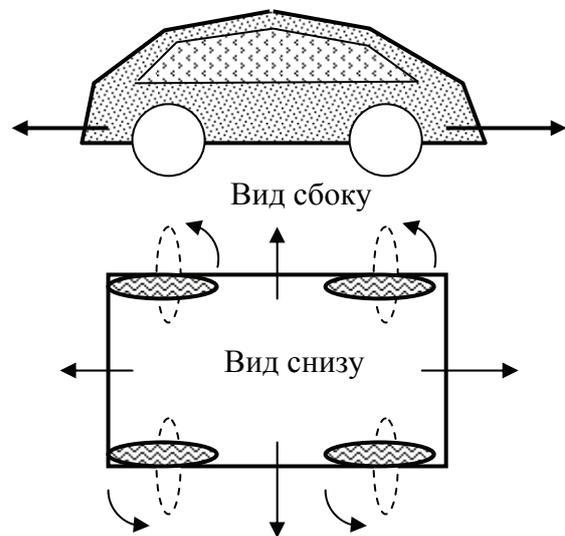


Рис. 2.15. Возможности автомобиля по изменению направления движения

Автомобиль отличается от поезда тем, что может двигаться не только вдоль какой-либо направляющей или рельса, а в любом направлении. Следующим шагом эволюции может быть создание автомобиля на магнитной подушке. Транспортные средства на воздушной подушке уже существуют и успешно эксплуатируются, но они шумны, громоздки. Автомобиль на магнитной подушке представляется более перспективным. В этом случае его форма может быть круглой или овальной, а в качестве колес использоваться шарообразные тела, способные без поворота, в отличие от колес, катиться в любую сторону (рис. 2.16). Шары-колеса будут выполнять роль направляющих поезда на магнитных подушках, направляя автомобиль в любую сторону. Направление вращения шаров-колес будет задаваться переменным электрическим полем, скорость изменением его частоты, тор-

можение реверсированием поля. Такой автомобиль будет перемещаться бесшумно с высокой скоростью. Впрочем, для его создания потребуется еще много чего придумать, например, как изготовить шары-колеса, которые должны быть и надежными элементами, опирающимися на дорогу и частью движителя. Но одно ясно, для таких колес не нужна пневматическая шина и амортизаторы, поскольку корпус автомобиля будет парить над шарами-колесами, вовсе не чувствуя неровностей дороги. В качестве покрытия шаров может применяться пластик или углепластик.

Представляется интересным дальнейшая эволюция автомобиля или любого иного транспортного средства.

Например, совмещение корпуса и колес в единый «клубок» (рис. 2.17). В этом случае будем иметь как минимум трехслойную систему. Центральная – кабина, которая не вращается, средняя – вращающаяся с высокой скоростью и наружная, которая тоже будет вращаться, но в противоположную сторону.

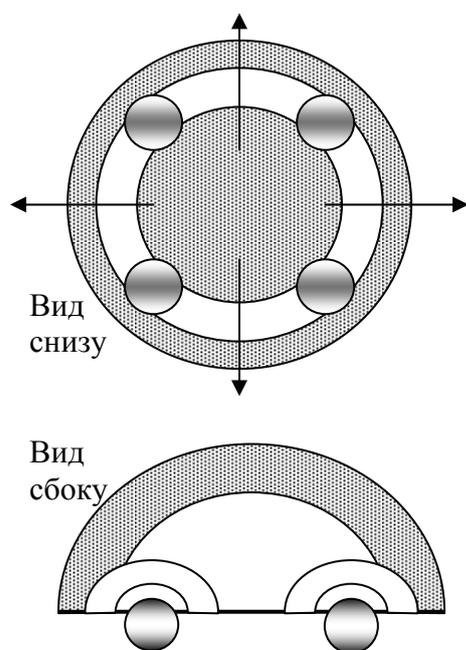


Рис. 2.16. Автомобиль на магнитной подушке

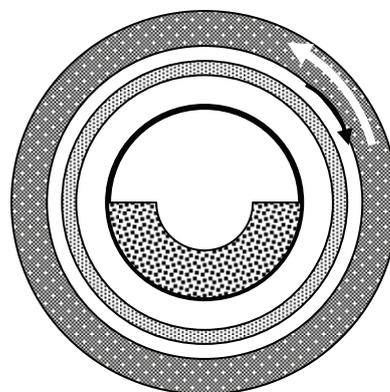


Рис. 2.17. Антигравитационное транспортное средство

В результате имеем транспортное средство, которое будет не только перемещаться по дороге, но и летать, а также зависать на месте, резко разворачиваться и менять траекторию движения. Это не что иное, как универсальное транспортное средство будущего. При этом любопытно, что так примерно устроена и перемещается в пространстве шаровая молния. Магнитное поле шаровой молнии собирает энергию вращением внутренних

слоев, направления вращения этих слоев создают поле антигравитации и задают направление движения. В данном случае работает система торсионного преобразования энергии, которая может характеризоваться коэффициентом полезного действия более 100 %. Подобные системы уже созданы и показывают выдающиеся результаты. Так, по мнению академика А. Е. Акимова, руководителя Международного института теоретической и прикладной физики в 1950 г. английский электрик Серль создал генератор, в основе которого были вращающиеся намагниченные диски. При определенной высокой частоте вращения дисков генератор приподнимался и мог летать, подобно НЛО. В 1983 г. Серль провел управляемый полет своего торсионного генератора.

**Торсионное поле** – поле кручения, связанное со спином материи. Торсионное поле является компонентом электромагнитного, но имеет в отличие от электромагнитного поля осевую симметрию, поскольку распространяется от источника в виде двух конусов. Торсионное поле не экранируется природными средами. Торсионные поля присутствуют везде, где есть вращение, – от электрона до Галактики. Природа биополя любых предметов, живых и неживых, имеет торсионную основу.

**Спин** (англ. *spin* – вращаться, крутиться) – собственный момент импульса элементарной частицы или системы частиц (например, атомного ядра). Спин частицы имеет квантовую природу и не может быть объяснен с позиций классической физики.

### **Основные выводы по изучению закономерностей развития ТС.**

Эволюция технической системы в направлении своего идеального состояния, т. е. достижения ИКР, проходит следующие основные, часто совмещенные по времени, этапы:

- стремление к более полному использованию имеющихся вещественно-полевых ресурсов (ВПР) с элементами их преобразования путем внедрения дополнительных, желателен «даровых» полей и веществ (примеры, альтернативная энергетика, торсионные поля, кавитационные преобразователи энергии и др.); развитие науки, технический прогресс позволяют привлекать для решения технических задач новые уровни ВПР – от макроресурсов к ресурсам микромира и ресурсам физического вакуума.

- стремление к максимальной управляемости системы, непрерывный рост качества управляемых связей в системе, но не их количества; качество управляемых связей определяется их быстродействием, автоматизацией, отказом от механических систем управления, переходом на саморегулирующиеся роботизированные системы управления.

- автоматизацию процессов внутри системы;
- совмещение функций, выполняемых элементами системы и отказ от ненужных, таким образом, элементов системы;

- на этапе совершенствования механических связей происходит преобразование этих связей в направлении «жесткие-нулевые»-«шарнирные» с одновременной динамизацией этих связей;
- усиление связей в системе идет в направлении дробления рабочих органов с переходом на микроуровень, когда задействуется потенциал электромагнитных полей внутренней структуры материалов (создание новых ВПР!), в том числе новых, таких как торсионные поля;
- снижение материалоемкости системы путем замены механических её частей (связей) на гидродинамические, электрические, электромагнитные, биологические;
- система может быть устранена вовсе, если соединяется с другой системой, с передачей функций в «общее» пользование (суть – ИКР).

## 2.11. Стандарты на решение изобретательских задач

Здесь рассматривалась многоэтажная пирамида приемов: простые приемы, парные приемы, комплексы приемов. Усложняется структура, увеличивается сила приемов, начинает проявляться их специализация и принадлежность к тому или иному классу задач. На четвертом этаже должны быть еще более сложные приемы, отличающиеся особой силой и четко специализированные. Такие приемы составляют фонд стандартов на решение изобретательских задач, гарантирующий высокий уровень решений.

Особенностью стандартов является:

- в их состав входят не только приемы, но и физические эффекты;
- приемы и эффекты, составляющие стандарт, образуют определенную систему (т. е. соединены в определенной последовательности);
- система приемов и эффектов отчетливо направлена на устранение физических противоречий, типичных для данного класса задач;
- хорошо видна связь стандартов с основными законами развития технических систем.

Широта, идентичность решения и эффективность – характерные черты изобретательских стандартов. Решения, основанные на использовании какого-либо физического эффекта, быстро становятся тривиальными. Например, применение электрогидравлического эффекта в конце 40-х гг. давало сильные изобретательские решения, а через 10 лет этот прием стал тривиальным. Поэтому в стандартах указан не конкретный физический эффект, а тип эффекта. Из-за этого стандарты имеют значительно больший срок жизни: в некоторых из них могут быть использованы и те физические эффекты, которые будут открыты в дальнейшем.

Ниже приводится описание первых десяти стандартов, в то время как их известно 77. Многие из них еще не завершили свой «испытательный срок».

**Стандарт 1.** Если объект трудно обнаружить, но можно в него ввести добавки, то задача решается предварительным введением в объект добавок, которые создают легко обнаруживаемое (чаще всего электромагнитное) поле или легко взаимодействуют с внешней средой, обнаруживая себя и объект. Аналогично решаются задачи на измерение, если их можно представить в виде последовательности задач на обнаружение.

**Пример.** По а. с. № 415516 температуру в труднодоступных местах измеряют, вводя алмазное зерно: с изменением температуры изменяется показатель преломления света, проходящего через алмаз. Суть во всех этих случаях одна: дано одно вещество, вводится второе, хорошо взаимодействующее с внешним электромагнитным полем.

**Стандарт 2.** Если нужно сравнить объект с эталоном, чтобы выявить отличия, то задача решается оптическим совмещением изображения объекта с эталоном или с изображением эталона, причем изображение объекта должно быть противоположно по окраске эталону или его изображению. Аналогично решаются задачи на измерения, если есть эталон или его изображение.

**Пример.** А. с. № 350219. Пластинку с просверленными отверстиями контролируют, совмещая желтое изображение пластинки с синим изображением эталона. Если на экране появляется желтый цвет, значит, на контрольной пластинке отсутствует отверстие. Появление синего цвета означает, что на пластинке есть лишнее отверстие.

**Стандарт 3.** Если два подвижных друг относительно друга вещества должны соприкоснуться и при этом возникает вредное явление, то задача решается введением между ними третьего вещества, являющегося видоизменением одного из веществ, данных по условиям задачи.

**Пример.** А. с. № 412062. Подводные крылья судов быстро разрушаются из-за кавитационного действия воды. Чтобы избежать разрушения крыльев, между водой и крылом вводят «видоизмененную воду» – слой льда. Защищаемые части подводного крыла охлаждают, из-за чего на них нарастает тонкий, постоянно восстанавливаемый слой льда. Износ и нарастание льда идут параллельно и постоянно, а крыло остаётся невредимым.

**Стандарт 4.** Если нужно управлять движением объекта, в него следует ввести ферромагнитное вещество и использовать магнитное поле. Аналогично решаются задачи на обеспечение деформаций вещества, на обработку его поверхности, дробление, перемешивание, изменение вязкости, пористости и т. п.

**Примеры.** По а. с. № 147225 ферромагнитные частицы вводят в чернила и управляют такими чернилами с помощью магнитного поля.

По а. с. № 261371 ферромагнитный порошок вводят в катализатор и управляют его движением с помощью магнитного поля.

**Стандарт 5.** Если нужно повысить технические показатели системы (массу, размеры, скорость и т. д.) и это наталкивается на принципиальные препятствия (запрет со стороны законов природы, отсутствие в современной технике необходимых веществ, материалов, мощностей и т. д.), система должна войти в качестве подсистемы в состав другой, более сложной системы.

Примером может служить создание газотеплозащитного скафандра (п. 11.1.)

**Стандарт 6.** Если трудно выполнить операцию с тонкими хрупкими и легкодеформируемыми объектами, то на время выполнения этих операций объект надо объединить с веществом, делающим его твердым и прочным, а затем это вещество удалить растворением, испарением и т. д.

**Пример.** По а. с. № 182661 тонкостенные трубки из нихрома изготавливают (волочением) на алюминиевом стержне, а затем вытравливают стержень щелочью.

**Стандарт 7.** Если надо совместить два взаимоисключающие друг друга действия (или два взаимоисключающих состояния объекта), то каждое из этих действий надо сделать прерывистым и совместить таким образом, чтобы одно действие совершалось в паузах другого. При этом переход от одного действия (состояния) к другому должен осуществляться самим объектом, например, за счет использования фазовых переходов, происходящих при изменении внешних условий.

**Пример.** Двуствольное бурение, при котором подъем бурильной колонны из одного ствола совмещается со спуском этой же колонны в другой ствол благодаря чему время бурения скважин сокращается почти вдвое. При трёхствольном бурении спуско-подъёмные операции в двух стволах совмещаются с бурением в третьем стволе.

**Стандарт 8.** Если невозможно непосредственно определить изменение состояния (массы, размеров и т. д.) механической системы, то задача решается возбуждением в системе резонансных колебаний, по изменению частоты которых можно определить происходящие изменения.

Частота собственных колебаний – пульс технической системы (или ее части). Идеальный способ измерения: датчиков нет, система сама сообщает о своем состоянии.

По а. с. № 244690 по собственной частоте колебаний определяют вес движущейся нити (до этого приходилось отрезать часть нити и взвешивать).

**Стандарт 9.** Если нужно увеличить технические показатели системы (точность, быстродействие и т. д.) и это наталкивается на принципиальные препятствия (запрет со стороны законов природы, резкое ухудшение дру-

гих свойств системы), то задача решается путем перехода с макро- на микро-уровень: система (или ее часть) заменяется веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемые действия.

**Пример.** Нужно создать кран, регулирующий поступление жидкости из одного сосуда в другой и работающий с очень высокой точностью, но при этом предельно простой. Задача решается при использовании теплового расширения, магнитострикции, обратного пьезоэффекта.

**Стандарт 10.** Если нужно ввести добавки, а это запрещено условиями задачи, следует использовать обходные пути:

- 1) вместо вещества вводится поле;
- 2) вместо «внутренней» добавки используется «наружная»;
- 3) добавка вводится в очень малых дозах;
- 4) добавка вводится на время;
- 5) в качестве добавки используют часть имеющегося вещества, переведенную в особое состояние или уже находящуюся в таком состоянии;
- 6) вместо объекта используют его копию (модель), в которую допустимо вводить добавки;
- 7) добавки вводят в виде химического соединения, из которого они потом выделяются.

**Пример.** На алмазы напыляют тонкий слой металла и осуществляют ориентировку алмазных зерен с помощью магнитного поля. При шлифовке ненужный напыленный слой сразу стирается.

## **2.12. Изобретения на основе физических и химических эффектов**

Важнейшей формой превращения науки в непосредственную производительную силу является использование открытий для разработки новых устройств и технологий, создания новых материалов, выявление и освоение новых источников энергии. Открытия являются основой для создания пионерных изобретений, а тем самым и принципиально новых орудий труда, технологических процессов и материалов. В подавляющем большинстве случаев физические эффекты являются основой изобретений четвертого и пятого уровней. Поэтому им следует придавать особое значение.

В физике известно свыше 5 тысяч эффектов и явлений. Например: кавитация, муаровый эффект, явление аномально низкого трения, пьезоэффект, триболоминесценция, эффект Коанда, Баушингера, Кикоина-Носкова, Ганна, Томса, электропластический, Джонсона-Раабека, Александрова, Дюфора, реоэлектрический, эффект памяти формы металлов, акустомагнитоэлектрический, эффект Пойтинга, электрокапиллярный и др. Часть из этих эффектов не изучается даже в вузах.

Каждый эффект может служить ключом к большой группе изобретательских задач. Однако молодой специалист (рабочий, техник, инженер) в лучшем случае знает 150–250 эффектов и явлений. Более того, поскольку физику изучают не с точки зрения изобретательских возможностей, молодой специалист обычно не умеет творчески применять даже хорошо знакомые физические эффекты. Поэтому изобретательский потенциал физики используется в очень небольшой степени, хотя уже разработаны методы целенаправленного определения, какой метод нужен для решения той или иной задачи. Известные в технике средства и знания следует отличать от средств и знаний, известных науке. Например, в науке известен эффект исчезновения магнитных свойств вещества при нагреве выше точки Кюри. Однако первое использование этого эффекта для автоматического поддержания определённой температуры какой-либо системы является изобретением, так как в технику входит новая идея управления температурой.

Интересных физических эффектов и явлений так много, что запомнить их просто невозможно. Поэтому возникает необходимость в справочнике по применению физических эффектов и явлений при решении новых технических задач, в котором были бы описаны изобретательские возможности этих эффектов.

Впервые в СССР такой «Указатель применения физэффектов» был разработан в 1970 г. Через несколько лет появились сообщения об аналогичных справочниках, созданных некоторыми зарубежными фирмами. Отечественный «Указатель» трижды пополнялся и модернизировался.

При подготовке подобного рода «Указателей» анализируется множество авторских свидетельств и патентов, чтобы выявить область и особенности применения того или иного эффекта. Например, тепловое расширение, прежде всего, подходит для решения задач на точное микроперемещение и создание больших усилий. Однако у теплового расширения есть, по крайней мере, десять других «специализаций», и их тоже необходимо установить по патентной литературе. Таблица некоторых типичных применений физэффектов, приложенная к АРИЗ, позволяет в ряде случаев без затруднений находить решение задач. Например, пьезокристалл можно использовать для охранных целей. Приложенный к человеческому телу, он может давать сигналы в соответствии с биением сердца. На этом его свойстве основано решение задачи о защите банков от грабителей по патенту Франции 2107798: каждому служащему банка на кисть руки надевают специальный пьезобраслет. Когда в банк врываются грабители и вытаскивают оружие, пульс у служащих всегда резко учащается, что фиксируется браслетом. Если пульс участился сразу не менее чем у трёх служащих, система сигнализации сама срабатывает: блокируются все двери, а в помещение запускается усыпляющий газ. Аналогичная система применяется и в больницах для наблюдения за тяжелобольными: надетый на мочку уха пьезо-

датчик фиксирует мельчайшие отклонения от нормы в пульсе и даёт звуковой или световой сигнал врачу.

Таким образом, проблема применения физэффектов для решения изобретательских задач, казалось бы, была решена. В самом деле, для задач, требующих прямого применения одного эффекта, она решена. Однако существуют изобретения, основой которых является сочетание физэффектов. Например: когда поляризованный свет проходит через кварцевую пластинку, плоскость поляризации поворачивается на некоторый угол, величина которого зависит от толщины пластинки. Однако толщина пластинки зависит от температуры. Сочетание этих двух эффектов даёт оригинальный способ измерения температуры (а. с. № 243889). Такой чувствительный способ измерения достигается именно удачным сочетанием эффектов. Подобных соединений различных физических эффектов очень много. К тому же в них могут входить не только физэффекты, но и разные приёмы (дробление, объединение, инверсия и т. д.). В результате число возможных соединений типа «физэффект + другие физэффекты + различные приёмы» становится практически неограниченным. Не создавать же справочник в миллионы томов...

Поэтому в 80–90 гг. XIX в. заметно совершенствовалась методика применения физэффектов, в результате накопился опыт решения изобретательских задач с применением физики. Удалось открыть некоторые общие закономерности использования эффектов и явлений при развитии технических систем. В сущности, возникла новая отрасль знания – **изобретательская физика**, знакомство с которой представляет огромный познавательный и практический интерес для новаторов. Часто решение, казалось бы неразрешимых задач, удаётся найти путём применения АРИЗ и какого-либо физэффекта. Покажем на примере задачи защиты антенны радиотелескопа (см. подробное решение в подразделе 3.3.3. АРИЗ-2009).

Для защиты антенны радиотелескопа, спрятанного внутри пластмассового купола, по идее, нужно расставить вокруг молниеотводы. Всякий молниеотвод – проводник, тогда множество таких проводников будет задерживать радиоволны, из-за чего создастся радиотень. Создаётся явное физическое противоречие. Выход, однако, был найден: сначала задача обрабатывалась по АРИЗ, при этом была выполнена всего одна операция – сформулировано ИКР (идеальный конечный результат). Идеальный молниеотвод – когда молниеотвода нет, а его работа выполняется. Мысленно уберём металлические стержни молниеотводов. На их месте останутся воздушные столбы, пространство, которое раньше занимали молниеотводы. Эти воздушные столбы должны сами становиться проводниками в момент возникновения молнии, а после вновь превращаться в непроводники. Несмотря на то, что формула прямо-таки парадоксальна, но она точно ведёт к правильному ответу. В каком случае газовый столб может стать

проводником при возникновении электрического поля молнии, а потом возвратиться в исходное состояние? После такой «подсказки» остаётся перелистать в «Указателе» раздел «Электрические разряды в газах».

Со временем постоянно возрастает темп увеличения открытий, которые затем «обрастают» изобретениями. В СССР этому способствовало ежегодное издание сборника «Открытия СССР», в этом сборнике после описания каждого открытия приводился раздел «Практическое значение открытия», в котором указывалось, где и как это открытие можно использовать. Такая информация, естественно, способствовала сокращению сроков использования открытий для разработки изобретений. Таким образом, существует определённая взаимосвязь между открытиями и изобретениями, созданными на их основе. Многочисленные примеры указывают на неуклонное сокращение сроков практического освоения научных достижений. В дальнейшем этот промежуток времени между научным открытием и его практическим применением будет постоянно сокращаться, что является реальной закономерностью.

При этом отметим, что часть открытий направлена на дальнейшее развитие самой науки, а другая часть на разработку на их основе изобретений прикладного характера, направленных на совершенствование производства, разработку материалов и новых энергоисточников.

Таким образом, фундаментальные исследования становятся источником новых, оригинальных технических и технологических решений (изобретений) – основой принципиально новой техники и технологических процессов. В связи с этим многие учёные считают, что ведущую роль в научно-техническом прогрессе играют фундаментальные исследования. Именно они являются первоисточником радикального обновления и расширения номенклатуры выпускаемой продукции.

Из-за того, что связь между научными открытиями и изобретениями бесспорна, возникает вопрос, какие изобретения считать сделанными на базе открытий. Е. Е. Филиповский писал: «Обычные, ординарные изобретения всегда являются непосредственным улучшением ранее сделанного изобретения, называемого прототипом. Прототип выполняет те же функции, что и новое изобретение, но, естественно, хуже... Что касается пионерных изобретений, то они представляют собой принципиально новые технические решения». И далее «...Пионерное изобретение отличается от обычного не по своему экономическому значению, а по оригинальности технического решения...», так как изобретения всегда являются конкретной формой реализации основных положений открытия. Объектом изобретений, разработанных на основе открытия, в большинстве случаев является способ. Это объясняется тем, что в рамках способа изобретение может быть описано в наиболее общем и полном виде. По-видимому, общая схема освоения научных положений может быть представлена в такой после-

довательности: открытие – способ – устройство (или вещество), а в целом прогресс движется по пути: открытие – изобретение – новая техника – производство.

Выше отмечалось, что для успешного применения физических эффектов в изобретательской практике имеются специальные справочники физических эффектов. Для учебных целей можно пользоваться аналогичными справочниками, приведёнными в [1, 2]. Однако для более плодотворного использования любых справочников по физическим эффектам Г. С. Альтшуллер рекомендует их предварительно «проработать» следующим образом.

Необходимо внимательно прочесть материал справочника и вдумчиво проанализировать приведённые примеры, разбирая каждый раз – почему в данном случае выбран именно этот эффект, а не другой. В отдельных случаях по тому или иному эффекту желательно просматривать учебную, специальную и периодическую литературу.

Такая проработка материала значительно расширит научный кругозор и облегчит пользование справочниками, сделает работу более плодотворной. Не следует также забывать, что использование физических эффектов в совокупности со средствами АРИЗ и ТРИЗ кратчайшим путём ведет к оригинальному решению изобретательских задач.

## **2.13. Понятие о теории решения изобретательских задач и связь с АРИЗ**

Как утверждает Г. С. Альтшуллер, работа над теорией решения изобретательских задач началась в 1946 г. Первый этап завершился выяснением того, что истинное изобретение всегда содержит техническое (или физическое) противоречие, без преодоления которого невозможно сделать изобретение. Если же этого противоречия нет, то задача носит типично инженерный характер и решается простым уравниванием противоположных требований, т. е. что-то улучшается за счёт ухудшения другого.

Для решения изобретательских задач потребовалось изучать законы развития технических систем и анализировать значительный массив патентного материала. Таким образом, в основе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) лежит представление о закономерном развитии технических систем. В итоге были выявлены такие законы. Первая группа законов развития («статика») относится к критериям жизнеспособности новых технических систем.

Вторая группа законов технических систем («кинематика») характеризует направление развития независимо от конкретных технических и физических механизмов этого развития и т. д.

Анализируя все группы законов, замечаем, что все системы развиваются:

- в направлении увеличения степени идеальности;
- увеличения степени динамичности;
- неравномерно – через возникновение и преодоление технических противоречий, причём, чем сложнее система, тем неравномернее и противоречивее развитие её частей;
- до определённого периода, за которым система включается в надсистему в качестве одной из её частей; при этом развитие на уровне системы резко замедляется или совсем приостанавливается, заменяясь развитием на уровне надсистемы.

Были разработаны приёмы устранения технических противоречий в виде таблиц, что значительно облегчало работу.

Значительным подспорьем явилась разработка вепольного анализа, поскольку он позволил типизировать многие задачи.

Следующим достижением явилось составление указателей физических эффектов и явлений в виде таблиц, удобных для использования при работе над изобретениями.

Всё же по-настоящему оформление ТРИЗ можно считать только с созданием алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ), который является своеобразным венцом перечисленных достижений.

Итак, АРИЗ – это, прежде всего:

1) эффективная технология решения изобретательских задач, которая была создана на основательном использовании законов развития технических систем;

2) исходя из законов развития технических систем создана программа решения изобретательских задач, позволяющая без перебора вариантов сводить задачи высших уровней к задачам первого уровня;

3) отмеченное (п. 1, 2) выше позволяет найти физическое противоречие, поэтому программа содержит операторы, по которым выявляются физические противоречия;

4) для преодоления физических противоречий программа имеет информационный фонд, включающий фонд изобретательских приёмов, выявленный путём анализа большого массива современной патентной информации; фонд приёмов представленный в виде таблиц использования приёмов в зависимости от типа задачи или содержащегося в ней противоречия;

5) информационный фонд включает таблицы применения физических эффектов;

6) программа имеет средства управления психологическими факторами, прежде всего средства активации воображения и средства преодоления психологической инерции.

Программа, удовлетворяющая всем этим требованиям, получила наименование АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач, т. е. чёткая программа действий).

АРИЗ представляет собой программу последовательной обработки изобретательских задач, а законы развития технических систем заложены в самой структуре программы или выступают в виде конкретных операторов. С помощью этих операторов изобретатель шаг за шагом (без пустых проб) выявляет ФП и определяет ту часть технической системы, к которой оно «привязано». Затем используются операторы, изменяющие выделенную часть системы и устраняющие ФП. Тем самым трудная задача (т. е. высшего уровня) переводится в лёгкую задачу (первого уровня).

Для преодоления психологической инерции в АРИЗ рекомендуется отказаться от сугубо технической терминологии, навязывающей определённый образ мышления.

Для АРИЗ разработаны таблицы применения физических эффектов и создан справочник «Указатель применения физических эффектов и явлений».

Таким образом, АРИЗ организует мышление изобретателя так, как будто в распоряжении одного человека имеется опыт многих изобретателей, и применяется он талантливо.

Модификации АРИЗ имеют индексы с обозначением года публикации, а не очередного номера.

С появлением первых модификаций АРИЗ началось оформление *теории решения изобретательских задач* (ТРИЗ).

Очередным достижением ТРИЗ явилось создание 77 стандартов на решение изобретательских задач, 10 из которых прошли полную проверку. Стандарты – это своеобразные истребители технических и физических противоречий. Все стандарты нацелены на преодоление противоречий, в крайнем случае – на их обход. Смысл стандартов в том, чтобы победить противоречие, совместить несовместимое, осуществить неосуществимое.

Все 77 стандартов делятся на *пять классов*.

Первый класс – построение и разрушение вепольных систем, идея которого состоит в том, что для синтеза работоспособной технической системы необходимо (в простейшем случае) от невепольной системы перейти к веполю. Но это именно в простейшем случае. Часто приходится строить веполи, преодолевая дополнительные трудности. Например, поле должно действовать на одно вещество и не действовать на другое, расположенное рядом.

Второй класс включают стандарты на развитие вепольных систем. Повышение эффективности вепольных систем может быть достигнуто переходом к сложным веполям (за счёт увеличения динамичности систем, согласования ритмики систем, структурирования веществ и полей и т. п.).

Третий класс – стандарты на переход к надсистеме и на микроуровень.

Четвёртый класс составляют стандарты на измерение и обнаружение. Суть этого класса стандартов состоит в том, чтобы достроить или надстроить веполь, получив на выходе поле, которое легко обнаружить и(или) измерить.

Особое место в системе стандартов занимает пятый класс, в который входят методы и приёмы введения в веполь новых элементов ... без введения этих элементов.

При постройке, перестройке и разрушении веполь приходится вводить новые вещества и поля. Это уменьшает степень идеальности системы и часто связано с техническими трудностями. Поэтому вещества и следует «вводить, не вводя», т. е. используя различные обходные пути, такие как введение «пустоты» вместо вещества; введение поля вместо вещества; использование в качестве вводимого вещества внешней среды и отходов системы; видоизменение систем; использование смесей видоизменённых веществ с «пустотой», внешней средой, отходами; применение копий вещества вместо самого вещества, в частности использование оптических копий; введение веществ на время и т. д.

Поэтому в ТРИЗ система считается идеальной, если её нет, а функция осуществляется.

## 2.14. Основные правила и приёмы ТРИЗ при решении задач

Приведем следующие основные правила.

1. Нужно правильно сформулировать задачу.

С этой целью следует провести анализ задачи и построить модель задачи [3].

Решение задачи следует начинать с перехода от заданной ситуации к минимальной задаче, получаемой по правилу *«техническая система остаётся без изменений, но исчезают недостатки или появляются требуемые свойства»*. Мини-задача ориентирует на наиболее простое и легко внедряемое решение.

Модель задачи – предельно упрощённая схема конфликта, составляющая суть задачи. Дальнейшее сужение области анализа осуществляют выделением *оперативной зоны*, т. е. области, изменение которой необходимо и достаточно для решения задачи. В процессе анализа и построения модели задачи осуществляют выявление имеющихся *вещественно-полевых ресурсов*.

При формулировании задачи важно отказаться от принятых технических терминов, которые способны «затуманить» пути решения задачи по-

средством стереотипов. Термины следует заменить такими названиями, которые отражали бы естественное и неизменное существо объекта. Например, представляли материал с определенными свойствами, порою даже совсем не в технических терминах, например – «железка». «Железка» – это материал, обладающий определенными характеристиками: намагничиваемость, электропроводимость, удельный вес  $7,85 \text{ г/см}^3$ , способность к пластическому деформированию и т. д.

**П р и м е р.** При сборке шарошечного долота нужно на вертикально установленную цапфу одеть шарошку, предварительно закрепив в канавках цапфы шарико- и роликоподшипники. При сборке, по «старой» схеме использовали густую смазку, с помощью которой опоры качения приклеивали к цапфе.

**Р е ш е н и е.** Нужно назвать все детали долота «железками» и сформулировать задачу так: необходимо, чтобы много «железок» держались короткое время на вертикальной поверхности другой «железки».

**О т в е т** очевиден: для решения задачи нужно намагничивать цапфу.

2. При решении задачи следует ориентироваться на идеальный конечный результат (ИКР).

Такое решение не всегда достижимо в полной мере, но необходимо добиваться максимального приближения к нему. Для того чтобы сформулировать ИКР, следует выделить физическое противоречие (ФП).

Формула ИКР отражает идеальный образ искомого решения задачи. Четкое представление об ИКР позволяет выявить ФП, связанное с оперативной зоной.

3. Для приближения к ИКР необходимо использовать в первую очередь имеющиеся ресурсы – вещественные, энергетические и постараться не прибегать к дополнительным ресурсам.

Если это удастся, то получится ИКР. Данные по условию задачи вещества и поля, а также «даровые» ресурсы принято называть вещественно-полевыми ресурсами (ВПР).

Примером «неудачного» распоряжения имеющимися даровыми ресурсами может являться существующая система разводных мостов, в которой не используется энергия текущей воды. Однако существуют технические решения, в которых этот «просчет» учтен, и мост из рабочего состояния в «разведенное» переходит под действием энергии течения, подобно кораблю, маневрируя и меняя свое расположение по схеме: поперек течения – вдоль течения.

Подобные примеры можно привести в связи с так называемыми альтернативными источниками энергии – ветряки; солнечные батареи; системы, использующие энергию приливов и отливов морей, энергию морских волн, естественных гидропотоков, в том числе подземных.

4. При решении задачи нужно выделить оперативную зону (локальное место взаимодействия) и определить основные элементы управления, определяющие результативность процесса взаимодействия в оперативной зоне.

Выделенные элементы управления следует проанализировать с целью выявления наиболее перспективных с точки зрения решаемой задачи. Возможно, следует ввести новые элементы управления системой.

5. Анализ способов устранения физического противоречия.

Данный этап предполагает поиск решения с использованием определенного информационного фонда – законов физики, химии и стандартного набора АРИЗ [3].

**Пример.** Судно на подводных крыльях, у которого на большой скорости движения в турбулентном потоке под действием кавитационных процессов происходит разрушение поверхности крыльев.

Кавитация (от лат. *cavitas* – пустота) – нарушение сплошности внутри жидкости, т. е. образование в жидкости пузырьков. Возникает в результате местного уменьшения давления ниже критического значения вследствие местного повышения скорости в напорном потоке. Кавитация неблагоприятно отражается на работе гидротурбин, насосов, гребных винтов, приводя к разрушению их поверхности. Разрушение происходит вследствие того, что пузырьки, лопаясь, выбивают частицы материала с поверхности рабочих органов, вызывая гидродинамическую коррозию.

Скорость движения судна на подводных крыльях определяет величину подъемной силы, действующей на крыло, поэтому можно сформулировать следующее физическое противоречие: «Скорость воды должна быть как можно больше, что позволит увеличить подъемную силу, но скорость воды должна быть как можно меньше, что позволит уменьшить степень разрушения крыла».

ИКР данной задачи сформулируем так: не привлекая новых материалов и не меняя внешний вид, конструкцию и материал рабочих элементов, исключить их разрушение под действием кавитационных процессов или обеспечить самозалечивание поверхности, так как исключить явление кавитации, очевидно, не удастся.

ВПР – вода, материал крыльев – металл, турбулентный поток.

Устранение физического противоречия.

Необходимо изменить условия течения воды относительно крыла таким образом, чтобы тот ее слой, который непосредственно взаимодействует с крылом, имел бы низкую скорость, а остальная ее часть – высокую.

Техническое решение.

Поверхность крыла охлаждается до температуры ниже 0 °С. В результате этого вода, обтекающая крыло, замерзает и образует на его по-

верхности тонкую корку льда (слой с нулевой скоростью), защищающую крыло от разрушения, поскольку разрушается ледяная корка, которая, впрочем, вновь восстанавливается.

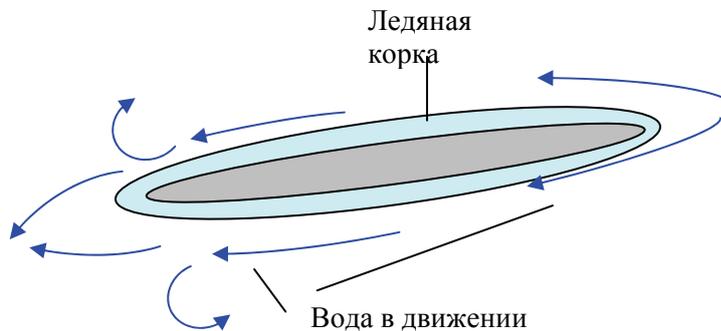


Рис. 2.18. Схема к задаче об устранении кавитационной «коррозии»

Таким образом, решение задачи имеет следующую формулу: поле холода + вода = лед. Новое состояние воды достигается за счет использования поля низкой температуры (рис. 2.18).

Данная задача имеет и другое, возможно, более изящное, решение, позаимствованное у природы, но для этого потребуются изменить конструкцию обшивки рабочих элементов.

Как известно, дельфины, пингвины и др. морские животные развивают очень высокую скорость в воде, не испытывая воздействия кавитации. Причина в структуре их кожного покрова, который имеет несколько слоев. Под верхним прочным слоем имеется податливый пористый слой, который отличается эластичностью и податливостью, что приводит при движении морских животных к упругому восприятию потока и гашению турбулентности. Очевидно, что для повышения скорости и экономичности надводных и подводных судов следует учесть опыт живой природы и создавать гибкие оболочки вокруг корпусов судов (рис. 2.19). В настоящее время эластичными покрытиями оснащаются боевые подводные лодки для обеспечения скрытности пребывания.



Рис. 2.19. Слоистая структура обшивки рабочего элемента

При решении задачи по второму варианту использовали законы дробления рабочих органов (обшивку крыла сделали слоистой) и принцип

динамизации связей, а именно, отказ от жесткого покрытия рабочих элементов и применение гибкого слоистого покрытия с заданными свойствами.

Данная задача имеет, очевидно, и другие решения, например, нужно рабочие элементы окутать слоем из воздушных пузырьков, заведомо снижая давление в потоке в приконтактной зоне, что будет приводить к схлопыванию пузырьков не на обшивке крыла, а ранее, на некотором удалении от него.

Другие примеры подобных задач:

- а. с. № 359198. Для снятия гребного винта используют тяги, удлиняющиеся при нагреве;
- а. с. № 236279. Для сжатия порошка, заключенного в металлический корпус, используют охлаждение корпуса;
- материал с эффектом памяти – меняет свою форму от любой до заданной при определенной температуре;
- биметаллические пластинки – терморелы, срабатывающие при определенной температуре и используемые в качестве термореле.

Если имеющиеся в наличии вещественные ресурсы плохо управляются доступными полями, нужно заменить данное вещество другим (если это возможно) или ввести в плохо управляемое вещество другое вещество, которое позволит лучше управлять исходным веществом.

**Пример.** В горизонтальной трубе (например, в скважине) нужно перекрыть сечение полимерным или цементным составом, который естественно растекается. Поле на состав не действует. Необходимы дополнительные ресурсы или добавки в состав, которые бы давали возможность управлять состоянием состава. Например, ферромагнитные опилки, тогда состав может управляться магнитным полем.

**Пример.** Зимой на Севере или в Сибири трудно доставлять грузы на дальние расстояния по малообжитым местам, например, на буровые вышки, промыслы, стройки. Дороги или отсутствуют, или постоянно завалены снегом. Следует организовать зимник для оперативной доставки грузов в большом количестве (сотни тонн).

Анализ ВПР: снег, воздух, поле низкой температуры, гравитация.

**ИКР** – грузы должны доставляться грузоподъемным наземным транспортом с высокой (60–80 км/ч) скоростью в достаточном количестве по определенному графику снабжения работ.

Строим модель задачи, выделяя конфликтную зону (рис. 2.20, а).

Из схемы следует, что движению грузовика препятствует снег, который собирается перед автомобилем. Наталкивая автомобиль на снег, пытаемся избавиться от возникающего препятствия. Ищем аналогии. Это лыжа, которая «всплывает» над снегом при движении (рис. 2.20, б) и транспортное средство на воздушной подушке (рис. 2.20, в). Приведенные примеры дают два условия беспрепятственного движения по заснеженному

полю – двигаться нужно над снежным покровом, но для этого вес транспортного средства должен уравниваться снежным покровом.

Таким образом, нужно что-то преобразовывать: транспортное средство – автомобиль менять на аэросистему (судно на воздушной подушке, самолет, вертолет, дирижабль, экраноплан) или покрытие – снег.

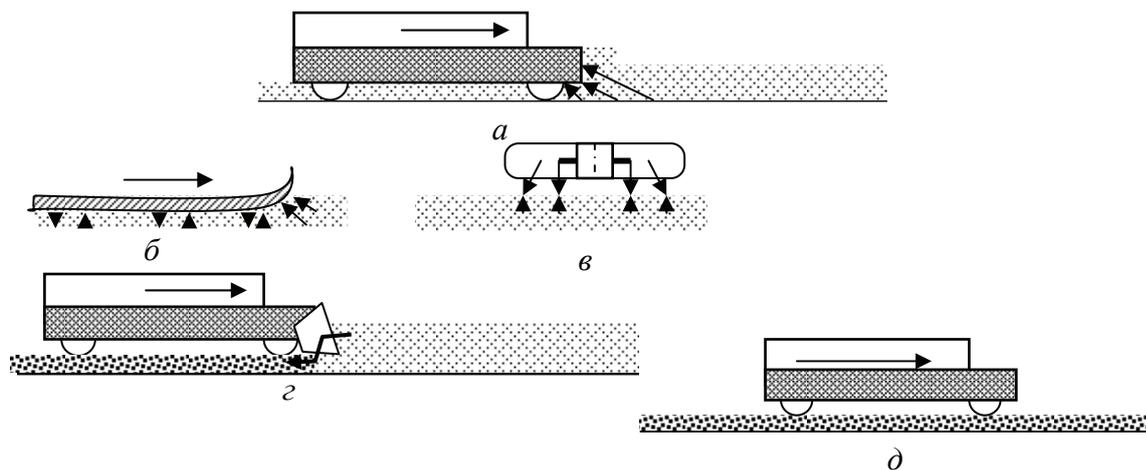


Рис. 2.20. Схемы этапов решения задачи по перевозке грузов по заснеженному бездорожью

Преобразовывать транспортное средство не входит в задачу, ограниченную рамками ИКР.

Решаем, как можно преобразовать снег. Например, можно его убрать с дороги и ехать по земле. Вариант спорный – дороги нет и двигаться по грунту будет невозможно, к тому же нарушается растительный слой, а процесс уборки снега очень медленный и затратный.

Можно изменить состояние снега – превратить в воду, воду превратить в лед, снег сделать влажным и более твердым – сделать снежный наст, т. е. снег может, как материал, видоизменяться и превращаться в твердое тело, способное нести нагрузки.

Второй вариант преобразования покрытия дороги отвечает требованиям ИКР как более эффективный.

Но можно ли каждый раз плавить снег и одновременно везти груз с высокой скоростью. Это решение проблематично. Поэтому, очевидно, задачу нужно разделить на две функции: переплавлять снег и готовить покрытие, а уже по готовой дороге везти груз.

Решение. Для изготовления дороги транспортное средство оборудовано специальным навесным оборудованием, которое включает снегосборник, податчик снега, нагреватель снега и укладчик снежной увлажненной массы на грунт. Автомобиль движется уже по замерзшему снежно-ледяному покрытию. Скорость образования покрытия и движения в дан-

ном случае невысока – не более 4–5 м/ч в зависимости от рельефа, количества снега и температуры воздуха, так как мороз в данном случае является созидательной силой (рис. 2.20 *з*). Перевозка грузов осуществляется по построенной дороге с заданной скоростью (рис. 2.20, *д*).

**Задача.** В горах прокладывают дорогу в ущелье. При выполнении работ внизу на дороге со склона ущелья падают камни. Склон следует укрепить защитной сеткой, но работать альпинистам опасно – камни падают, склон неустойчив. Как выполнить работы без потерь.

6. При формулировке и решении задачи нужно выявлять в оперативной зоне конфликтующую пару, составляющую физическое противоречие, увеличивать противоречие, сталкивая противоположные конфликтующие стороны.

**Пример.** Нужно предложить быстроходный ледокол для доставки грузов в районах Арктики.

ИКР – ледокол должен двигаться так, будто льда нет.

Физическое противоречие: ледокол должен двигаться, словно льда нет, но лед есть, и он не даёт быстро двигаться кораблю.

Конфликтующая пара: ледокол и лед.

Методом постоянного надвигания корпуса корабля на лед добиваемся отделения подводной части корабля от надводной (рис. 2.21, *а*, *б*). Поскольку в таком виде корабль не может функционировать, то можно предложить два варианта решения:

- соединяем подводную и надводную часть узкими лезвиями, с помощью которых можно эффективно ломать лед;
- для эффективной и оперативной работы в северных районах Мирового океана можно использовать как подводный флот, способный на длительное автономное плавание подо льдом, так и сухопутные транспортные средства, способные двигаться по льду и снегу, преодолевая торосы. В качестве последнего решения можно использовать мощный экраноплан или судно на воздушной подушке.

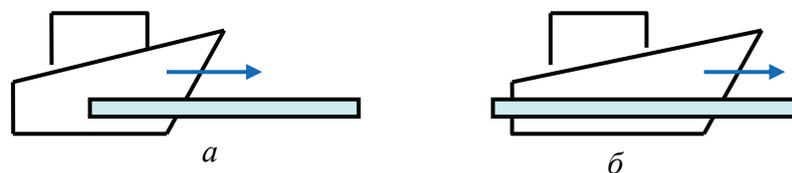


Рис. 2.21. К задаче об обострении физического противоречия

Следует отметить, что оба проекта неоднократно предлагались специалистами. Так, в 1971 г. появились новые типы полупогружных судов, способные с меньшим сопротивлением двигаться и по воде, и во льдах,

а в 90-е гг. XX в. был предложен проект использования атомного подводного флота для осуществления северного завоза грузов и топлива.

**П р и м е р.** При забурировании дополнительного ствола скважины с искусственного забоя отклонителем необходимо произвести фрезерование стенки скважины с одновременным разрушением забоя таким образом, чтобы сформировать криволинейный интервал для отхода дополнительного ствола от основного (рис. 2.22).

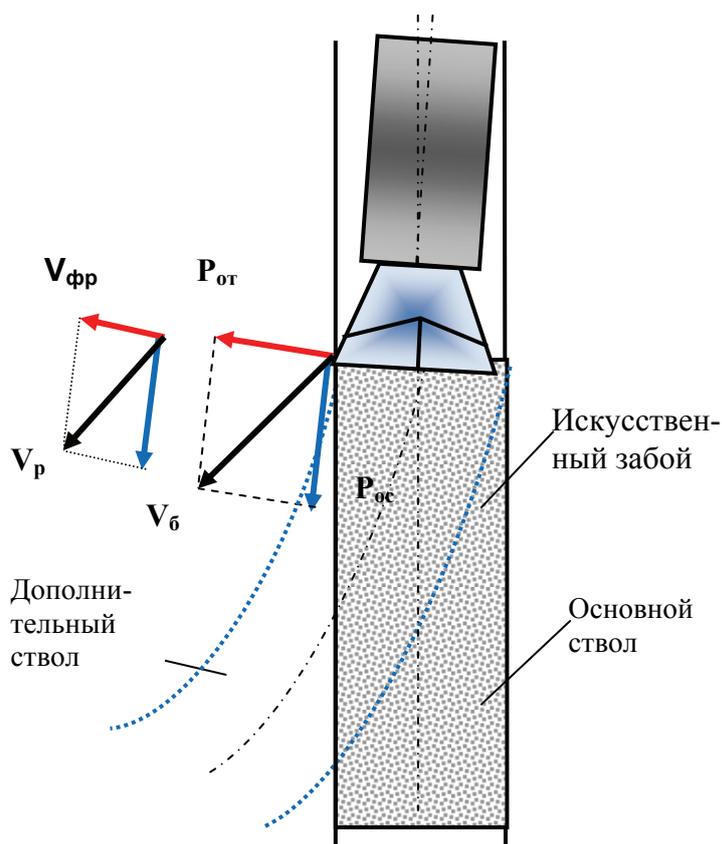


Рис. 2.22. К задаче о забурировании дополнительного ствола с искусственного забоя

Данная задача имеет одно крайне важное условие: твердость забоя существенно ниже твердости горных пород, а буримость искусственного забоя соответственно выше буримости горных пород, слагающих стенки скважины. Процесс забурирования дополнительного ствола характеризуется соотношением скоростей бурения  $V_б$  и фрезерования  $V_{фр}$  под действием осевого  $P_{ос}$  и отклоняющего  $P_{от}$  усилий. Если учесть, что углубка забоя осуществляется торцевыми элементами вооружения, а фрезерование стенки скважины боковыми элементами вооружения долота, то можно сформулировать ИКР данной задачи.

Торцевые элементы долота в начальный момент забуривания не должны производить интенсивного разрушения забоя, а боковые элементы вооружения напротив должны активно подрабатывать стенку скважины, формируя уступ. Однако по мере формирования уступа должна осуществляться и углубка забоя, причем с нарастающим темпом, а к моменту забуривания в породу на 0,25–0,5 диаметра долота скорость углубки забоя может быть максимальной. Таким образом, из данной формулировки следует, что для решения задачи скорость фрезерования может быть постоянной и максимальной, а скорость углубки забоя должна изменяться в направлении увеличения от самого минимального значения до оптимального. То есть оперативная зона, требующая управления, – зона взаимодействия торцевой части породоразрушающего инструмента с искусственным забоем. Элементами управления скоростью бурения, как известно, являются такие параметры, как нагрузка на инструмент и частота вращения, а также состояние элементов вооружения долота.

Частота вращения долота в равной степени обеспечивает и скорость углубки забоя, и скорость фрезерования стенки скважины, поэтому из анализа может быть исключена как элемент управления.

Осевая нагрузка обеспечивает внедрение резцов долота в забой, и в принципе задача может быть решена за счет изменения осевого усилия на интервале забуривания дополнительного ствола.

Подобным образом задача забуривания дополнительных стволов решается при использовании отклонителей на базе турбобуров. Такой способ получил название забуривание с навеса.

С целью реализации данного способа произведена модернизация серийных отклонителей типа ТЗ. Модернизация обеспечила возможность регулирования осевого усилия от минимального значения до оптимального его значения.

В то же время задача имеет и иное решение, которое, безусловно, гораздо ближе к идеальному, поскольку не требует какой-либо модернизации технических средств.

Если вновь рассмотреть оперативную зону и проанализировать процесс разрушения забоя, то можно прийти к выводу, что, независимо от действующего усилия, скорость разрушения может ограничиваться за счет изменения числа породоразрушающих элементов, взаимодействующих с забоем. В то же время, очевидно, что если в начальный момент забуривания торцевые элементы нужны в малом количестве, поскольку требуется невысокая скорость бурения, то в последующем, в завершении и после забуривания, торцевые элементы должны работать с полной отдачей, поскольку потребуются существенное их породоразрушающее воздействие на забой. То есть совсем убрать породоразрушающие элементы нельзя с торца, но если нельзя убрать, то, очевидно, их можно временно спрятать.

**Р е ш е н и е.** Нужно покрыть торец долота и его торцевое вооружение пластичным легкоизнашиваемым материалом. Долото с таким покрытием позволяет получить вначале забуривания минимальное породоразрушающее воздействие на забой. В дальнейшем, по мере углубки забоя и забуривания дополнительного ствола породоразрушающее воздействие будет нарастать по мере износа пластичного материала и обнажения торцевых элементов вооружения. В качестве пластичного сплава можно использовать латунный или оловянный припой, различные композиции на основе полимерных смол.

В данном случае, конечно, не избежать некоторых экспериментальных постановочных работ для выявления оптимальных параметров покрытия и подбора материала покрытия. В целом решение вполне отвечает как условиям задачи, так и изобретательскому уровню.

К этому можно добавить, что испытания данного технического решения показали его работоспособность и эффективность.

**П р и м е р** решения изобретательской задачи.

Необходимо предложить автомобильную шину без шипов для передвижения по обледенелым трассам. Требования: возможность регулирования скорости движения и оперативной остановки торможением колеса.

Рассмотрим физическую основу явления, схематически представленную на рис. 2.23 и 2.24.

На данном этапе можно сформулировать физическое противоречие: под пятном контакта с дорогой образуется вода, которая резко снижает сцепные свойства шин. Нужно убрать воду, но она сопровождает работу шин. Поскольку нельзя устранить трения и нагрева шин, поэтому, очевидно, устранить воду из зоны контакта также не представляется возможным.

Анализ возможных путей решения задачи:

1. Колесо не должно нагреваться при качении и торможении, что можно обеспечить его охлаждением или использованием материала для изготовления шин, который при деформировании не нагревается.

2. Убрать лед, например, путем нагрева дороги (меняем надсистему). Здесь можно подумать о конструкции покрытия дороги, которая обеспечивает нагрев за счет взаимодействия с колесами автомобилей (давление, деформация, поперечное перемещение частей покрытия).

Ни первый, ни второй путь не соответствуют уровню **ИКР**, так как предполагают привлечение дополнительных ресурсов и серьезное усложнение конструкции автомобиля или самой автомобильной трассы. Использование материала, который не нагревается, может быть эффективным, но вряд ли такой материал, удовлетворяющий требованиям для изготовления шин, существует. Это, скорее, постановка поисковой и исследовательской задачи.

3. Рассмотрим конфликтующую пару: резина шины скользит (плывет) по льду. Если воду убрать, то шина будет опираться на лед, а коэффи-

коэффициент трения о сухой лед существенно выше, чем при трении о мокрый лед или о воду. С этой целью можно предложить углубления в шине (протектор), в которые уйдет вода из зоны контакта. Тогда шина будет опираться частью протектора на воду, поэтому задача может быть решена только частично.

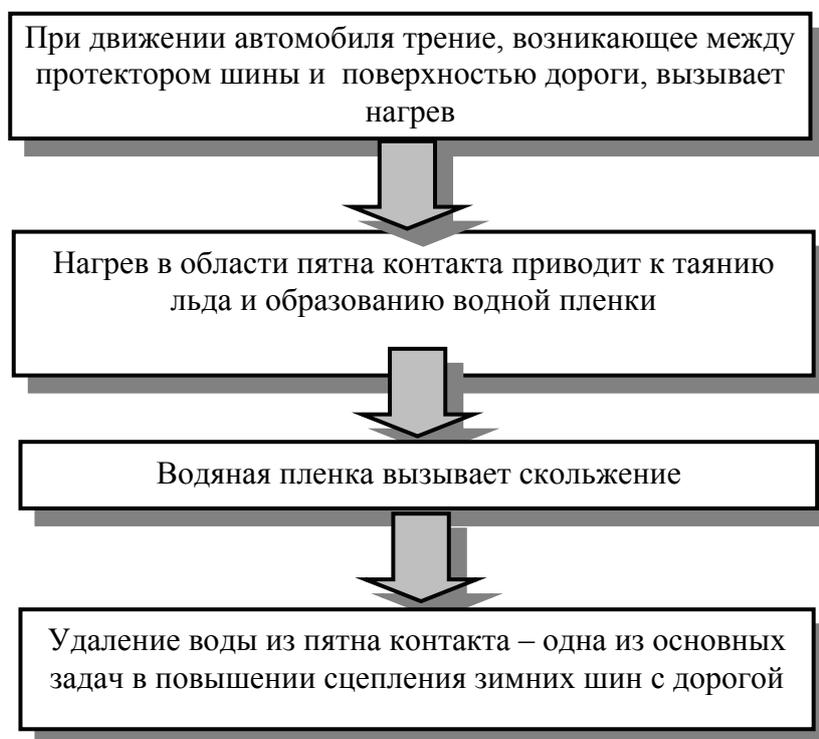


Рис. 2.23. Схема к примеру решения задачи

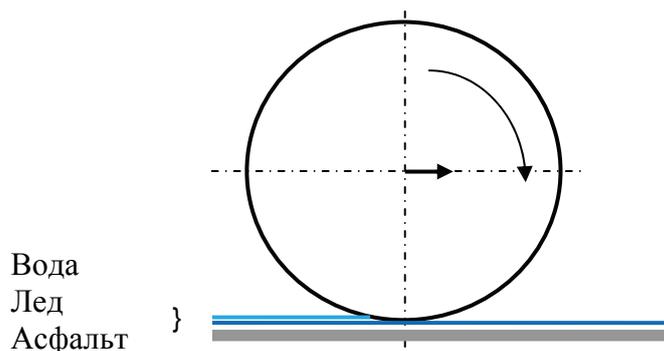


Рис. 2.24. Схема для анализа явления при торможении шин на льду

Рассматриваем конфликт в зоне контакта воды с выступами протектора и добавляем более мелкий рисунок протектора, который за счет новых углублений на крупных его частях позволяет дополнительно убрать воду из контакта шины с дорогой.

Следующий этап – появление на шине ламелей (фирма *Bridgestoune* – канавки *Riblet*) – мелких зигзагообразных прорезей, в которые уходит вода из зоны контакта.

На этом резервы изменения внешней формы протектора исчерпаны.

Следующий шаг в направлении «осушения» зоны контакта предлагает фирма *Bridgestoune* – использование пористой резины с открытыми к рабочей поверхности колеса каналами капилляров для всасывания воды (состав *Multicell*) – шины марок MZ-01,02, WS-15,50.

Применение микропористого состава резины обеспечивает надежное сцепление на зимней дороге, заменяя шипы. Использование данной технологии позволяет производить отвод воды из пятна контакта уже на микроуровне. Основной поток отводится канавками протектора, часть эвакуируется по микродренажным ламелям, и остаточная микропенка толщиной около 1/1000 000 мм удаляется микропорами, которые, как губка, впитывают её. В результате шина контактирует непосредственно с «сухим» льдом и буквально прилипает к дороге.

Микропоры и микродренажные каналы краями врезаются в лед и создают кромочный эффект, обеспечивающий дополнительное сцепление.

В данном случае имеет место изобретение с элементами «ноу-хау», поскольку, как изготовить шину и состав резины, фирмой не разглашается.

В дальнейшем фирмой-разработчиком предлагается заполнение дренажных каналов специальным порошком, что повышает способность пористого слоя втягивать воду в поры.

Если искать дальше новые решения в направлении «осушения» зоны контакта шины с дорогой, то можно предложить решения, связанные с сушкой пористой резины и эффективным «выжиманием» воды из пор, что позволит повысить эффект. Можно поискать решение в области химического взаимодействия воды и какого-то иного материала, что обеспечивает «сушку» шины.

Следует добавить, что существует иной путь разработки шин для зимних условий – шины с шипами. В данном направлении создано большое количество изобретений. Однако такие шины повреждают дорожное покрытие и запрещены в ряде стран Европы. В то же время зимние шины ведущих фирм без шипов уже вполне конкурентоспособны по своим характеристикам в сравнении с шипованными шинами при работе на льду и имеют существенное преимущество при торможении на сухом и мокром асфальте, на котором нет льда.

В то же время ведущими компаниями развивается и направление создания шин с увеличенным кромочным эффектом по принципу работы шипов. Так, наряду с пористой и с мелким протектором резиной предлагается использовать в структуре поверхностного слоя шины остроугольные гранулы, что образует импрегнированный слой наподобие матрицы им-

прегнированной алмазной коронки, предназначенной для бурения горных пород. Острые гранулы выполнены из твердого каучука и не способны оказать какого-либо разрушающего воздействия на покрытие автодорог, но в то же время гранулы вполне надежно внедряются и цепляются за лед и твердый снежный слой, существенно повышая безопасность зимней езды.

Для упражнений по анализу физической сущности и выработки технических решений предлагается задача, также связанная с автомобильной шиной, – необходимо обеспечить передвижение транспортного средства после прокола, частичного или полного разрушения шины.

**Задача.** Разработать техническую систему, предотвращающую резкое изменение направления движения, аварию или вынужденную остановку автомобиля при повреждении шины (прокол, порез, разрыв шины).

Постановка задачи.

Видимо, следует разделить задачу на две:

- прокол или порез, т. е. небольшое повреждение, через которое воздух выходит достаточно длительное время, а остановка автомобиля может произойти через некоторое время – 1–2 минуты или несколько минут;
- разрыв шины, в результате которого мгновенно падает давление в шине, что может привести к аварии и очень быстрой остановке автомобиля.

Решение первой задачи.

Создать систему, которая обеспечит автоматическую блокировку отверстия, полученного в результате повреждения шины (прокол, порез) или будет обеспечивать неограниченно долго рабочее давление в шине.

Модель: Колесо с резиновой поллой шиной, наполненной воздухом, под давлением вращается с большой частотой. На шину воздействует центробежная сила в направлении от оси вращения к краю шины и встречный поток воздуха. Шина при работе нагревается за счет циклически повторяющейся деформации резины.

Признаки прокола – нарушения герметичности шины: в место прокола устремляется воздух, скорость его перемещения резко увеличивается, достигая максимума при прохождении через отверстие.

Имеющиеся ВПР.

1. Воздух внутри шины.
2. Поток воздуха, выходящий через отверстие с большой скоростью.
3. Воздух снаружи шины – поток воздуха при движении автомобиля.
4. Резина шины. При разрыве шины вскрывается внутренняя структура шины и можно в этой зоне что-то поместить, например, специальный материал, способный закупорить отверстие.
5. Вращение колеса, центробежная сила.
6. Нагрев шины и воздуха.
7. Если гвоздь или иное тело осталось в шине, то можно использовать и его для перекрытия отверстия.

Анализ известных решений.

1. Между твердыми слоями резины в шине помещают мягкую, пластичную резину, что позволяет при проколе и образовании малого отверстия ликвидировать его пластичной резиной (рис. 2.25).

2. В шину помещают специальный порошок или жидкость, которая при порезе или проколе потоком выходящего из отверстия воздуха перемещается к месту повреждения и закупоривает отверстие.

3. Подкачка поврежденной шины компрессором.

4. Дополнительно к компрессору устанавливают пневмокомпенсаторную емкость, что позволяет мгновенно подать в шину при падении давления значительное количество воздуха и сохранить рабочее давление внутри шины даже при серьезном ее повреждении.

Анализ представленных решений показывает, что имеющиеся ВПР используются недостаточно.

**Задача.** Создать новые технические решения, используя следующие ресурсы:

1. Вращение колеса и возникающую центробежную силу.

2. Поток воздуха при движении автомобиля

**Задача.** Создать конструкцию автомобильной шины, которая позволит сохранить устойчивость движения и запас хода автомобиля в несколько десятков километров при катастрофическом разрушении шины (нарушение полости шины).

Приводить примеры создания подобных технических решений можно начиная с опытов по разработке безопасной шины для бронированного автомобиля И. В. Сталина. Шина была изготовлена из цельного массива резины, т. е. воздухом не наполнялась. При испытаниях, через несколько километров пути, на высокой скорости шины из сплошной резины воспламенились. Причина воспламенения – нагрев резины вследствие интенсивных деформационных процессов, вызывающих внутреннее трение в материале.

Второй вариант создания безопасной шины показан на рис. 2.26. В этом случае внутренняя шина 2 из сплошной резины вступает в работу после повреждения наружной оболочки 1, и автомобиль не теряет хода.

**Решение.** В случае разрушения внешней оболочки необходимо создать систему, предотвращающую утечку воздуха из всего резервуара шины. Примером подобного решения может быть система защиты подводной лодки, в которой повреждение корпуса устраняется перекрытием переборок между секциями корабля.

### **Техническое решение 1**

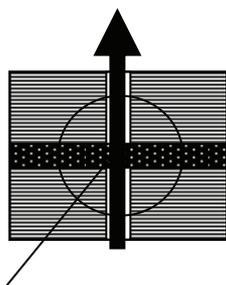
Модель безопасной шины может быть реализована, если внутренняя полость шины будет плотно заполнена небольшими, наполненными возду-

хом шариками. В этом случае порыв шины приведет к некоторой потере шариков, но шина останется работоспособной.

### Техническое решение 2

В развитие решения 2 – внутренняя полость шины разделена на значительное число секций, каждая из которых оснащена специальным ниппелем, обеспечивающим накачивание шины.

В решениях 1 и 2 использовано уже известное решение, основанное на дроблении рабочих органов системы.



При проколе прослой мягкой резины плотно обволакивает предмет, повредивший шину

Рис. 2.25. Схема, поясняющая работу шины из слоистой резины (твердая – мягкая), при проколе

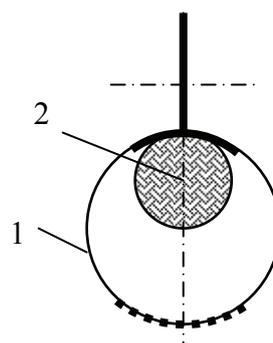


Рис. 2.26. Схема к техническому решению по созданию безопасной шины

### Техническое решение 3

Шина изготовлена из специальной сплошной резины, в которой в процессе формования образуются различные по размеру полости, заполняемые инертным газом. Таким образом, шина не требует подкачивания при эксплуатации и сохраняет первоначальное давление до изнашивания рабочего наружного слоя или значительного повреждения. Нагрев шины не приведет к её возгоранию, так как инертный газ нейтрализует термический процесс.

## 2.15. Примеры развития ТС, основанные на истории военного искусства

Любая армия – сложный механизм, эффективность функционирования которого определяется схемами построения и составом, организацией боевого порядка, вооружением, используемой тактикой, выучкой и другими объективными и субъективными факторами. Все эти факторы, действуя в совокупности, определяют главный результат – боевые победы. Более объективной оценки эффективности военной системы трудно найти. В то же время понятно, что боевые победы – это результат, отражающий всю

совокупность армейской системы, где один из факторов может оказать доминирующую роль и решить исход боя, сражения или всей военной кампании. Например, можно вести речь о роли полководца. Однако, как правило, изучение истории побед того или иного выдающегося военного деятеля подводит к тому, что, обладая незаурядным характером, работоспособностью, личной отвагой, каждый из полководцев умело использовал ту или иную новацию в построении войска, новое вооружение и поэтому добился выдающихся результатов в деле выучки и сплочения личного состава.

Проведенный анализ касается, прежде всего, поиска использованных новаций в организации армии в момент боевых действий. Здесь, с одной стороны рассматриваются довольно значительные в историческом смысле отрезки времени и боевые события, оценка которых на протяжении многих столетий носит, безусловно, единодушный и превосходный характер, а также анализируется схема построения войска и некоторые аспекты организации боевых действий. Анализ выполнен с учетом сведений из пятитомной «Истории военного искусства» в изложении генерала Е. А. Разина [23].

Первый этап в создании и организации войска сводится к тому, что войско формировалось без какой-либо строгой системы, а воины спланивались по родовому принципу или принципу совместного проживания. При ведении боевых действий чаще всего отсутствовала какая-либо отработанная система построения, а все решалось мотивацией, стойкостью, выносливостью, мужеством сражающихся. Эта система построения войска может рассматриваться как бессистемная рассредоточенная (нулевые связи).

Вторым этапом в создании системы построения войска можно назвать строй. В строй объединялись воины по принципу вооружения: тяжелые воины, ратники, лучники и т. д. В этом случае войско формировалось в виде линий. Впереди, как правило, более тяжелые воины, далее легковооруженные воины, лучники, сзади и по флангам конные воины. Эта схема построения войска может называться монолинейной (в этом случае в линии применялись жесткие связи, и эта система предполагала парное единение по схеме «плечо к плечу»).

Линейная схема построения войска преобразовалась в первую высокоорганизованную систему – фалангу. Фаланга как система организации войска появилась в греческих государствах. Фаланга Спарты насчитывала 4–6 тысяч воинов, построенных плотными рядами по несколько рядов в фаланге. Каждый воин знал свое место в фаланге и мог его покинуть во время боя только в результате ранения или смерти. Фаланга Афин насчитывала уже 6 тысяч воинов и обладала еще большей сокрушительной силой. На этом этапе развития системы построения войска можно говорить о жесткой полисистеме линейного типа, характеризующейся единством маневра и действий.

Данная схема построения и организации войска имела свои недостатки, которые проявились в тех или иных боевых действиях. При огромной

ударной силе фаланги эффективное ведение боя ограничивалось только равнинной местностью, так как сложный рельеф ломал линейный строй – основное преимущество фаланги. Фаланга имела слабые фланги, которые всегда защищались конницей, была малоповоротливой и не имела возможности быстро перестроиться, например, при нападении на нее с тыла или флангов.

Апогей развития данной системы построения войска связан с именем Александра Македонского. Фаланга А. Македонского насчитывала уже 16–18 тысяч воинов и состояла из 16 рядов, растягивающихся на километр по фронту. Новым в построении фаланги А. Македонского было деление всего войска на 4 малые фаланги, а каждая малая фаланга делилась еще на 16 частей, что сделало ее более маневренной и способной к перестроению. Например, если требовалось повысить ударную мощь фаланги в определенном более узком направлении, то первые две левые малые фаланги уходили в тыл 3 и 4 малым фалангам, и возникал уже новый строй глубиной 32 ряда (рис. 2.27).

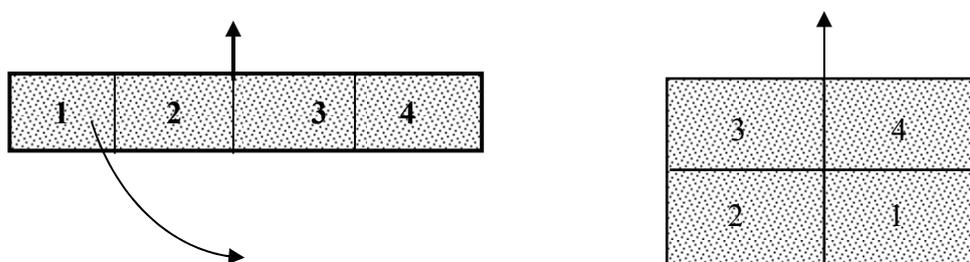


Рис. 2.27. Схема перестроения фаланги А. Македонского

В итоге повышалась ударная мощь фаланги, ее способность маневрировать и приспосабливаться к рельефу. В сочетании с конницей фаланга А. Македонского в то время была грозным и самым современным оружием, что способствовало многочисленным победам. Очевидно, что эти победы были не случайны: военный гений А. Македонского проявился, прежде всего, в разработке новых принципов построения и организации войска.

Развитие фаланги А. Македонского привело к новым схемам построения войска (рис. 2.27). Это была также жесткая система, но в ней наметились составные части, которые тоже должны были со временем распасться на отдельные подразделения единой армии. Все это обеспечило более значительный уровень управляемости и универсальности фаланги, дало возможность эффективно маневрировать и в то же время наносить жесткие сокрушительные удары.

Окончательная трансформация жесткого построения войска была осуществлена в армии Римской Империи, которая состояла из легионов. Легионы – компактные, высокоподвижные и высокоорганизованные соединения. Войско, состоящее из легионов, – это вариант фаланги, состав-

ные части которой соединены как бы «шарнирно», т. е. между ними совершенно не было жестких соединений, и каждый легион мог получить свое место в общем построении, в зависимости от решаемой задачи, а также решать какую-то боевую задачу самостоятельно или маневрировать на поле боя, меняя порядок построения войска.

Армия Римской Империи могла иметь различное построение и численность. Она состояла из профессиональных воинов. Каждый легион состоял из отдельных подразделений, меньшее из которых включало десятков солдат. В Армии Римской Империи налицо активная динамизация связей между подразделениями, которая позволяла решать любые задачи, на любой местности, в поле или городе. Последнее решалось значительной номенклатурой специализированных воинских подразделений. Возросла роль скорости маневра войсками. Это решалось более широким применением легкой и тяжелой конницы, которой придавались функции охвата, быстрого маневра и преследования.

Таким образом, была создана высокобоеспособная армия, равных которой не было в то время. Подтверждением этого были победы римлян над всеми национальными войсковыми соединениями дохристианской эпохи.

Дальнейшее развитие передовых армий требовало новых решений. Эти решения пришли в виде повышения ударной мощи стрелкового оружия. Появились арбалеты, мощные луки. Поэтому развивались различные системы защиты войска от поражения. В этом направлении известны такие решения, как тяжелое защитное вооружение, плотный строй, наглухо закрытый спереди и, если нужно, то и сверху. Примером могут служить построения немецких рыцарей «свиньей», римлян «черепашей».

Вторая составная часть развития боеспособности армии связывалась с еще большей подвижностью боевых соединений. В данном случае резервом боевой силы войска должна была стать скорость маневра и стремительный натиск, т. е. вводился в использование дополнительный ресурс, который более всего соответствует уровню привлечения полевого ресурса согласно теории развития ТС. Именно поэтому отмечался рост конных соединений во многих армиях, что привело к следующему историческому этапу развития схем построения и организации войска. Появились большие конные армии, приспособленные для быстрых и в то же время длительных рейдов, способные проводить быстрые маневры, перемещения, заманивания и обходы. Наиболее яркий пример такой армии – конные армии Чингисхана – Субудэ и Тамерлана. Еще ранее примеры подобной организации войска наблюдались у степных народов – хазаров, половцов, гуннов, расшатавших длительными набегами основы Рима и его Империи, у скифов и др. народов. Высший уровень организации войска такого типа был у Чингисхана, что не случайно, так как в его армии служили в основном кочевые народы, чья жизнь немыслима без использования лошадей.

На определенном отрезке истории именно такое войско доминировало. Здесь видны новые принципы и составляющие динамизации связей в войске. Нужно отметить, что многочисленные победы армии Чингисхана и его последователей стали возможны за счет целого ряда решений, обеспечивающих мобильность и боеспособность войска, а также за счет широкого применения технических новинок, таких как самые современные стенобитные и другие осадные орудия, нефтяные факелы и стрелы, порох, которые достались Чингисхану вместе с мастерами-умельцами в завоеванном им Китае.

Доминирование конных армий ослабло и прекратилось с увеличением мощи стрелкового оружия и появления огнестрельного оружия. В этом случае небольшой укрепрайон мог рассеять целое войсковое подразделение. В данном случае можно рассматривать использование привлеченного «поля» – огневая мощь, для повышения эффективности поражения противника за счет эффективного обстрела.

С повышением огневой мощи войска начинают рассредоточиваться, возникают укрепрайоны, редуты, флешы. Наряду с этими средствами продолжает совершенствоваться и система организации армии.

Армия Фридриха Великого использовала линейную ударную тактику, которая могла реализоваться при линейном построении войска (схема внешне близка к фаланге, но отличается тем, что войска, составляющие линию, не стоят в плотном строю, а делятся на подразделения, между которыми есть просветы и предусмотрена возможность перестроений). В то время все европейские армии использовали эту схему построения войск, но именно Фридрих добился выдающихся успехов, доведя в то время линейную схему построения войска до совершенства. Дело еще в том, что для своих побед Фридрих использовал не просто линейную тактику, а им изобретенную косую атаку. Сталкиваясь с противником, Фридрих выстраивал линии своих войск под некоторым углом к противнику, направляя впереди идущий фланг (часто дополнительно усиленный) на более слабый, по мнению Фридриха, фланг противника (рис. 2.28). В этом случае противник получал сокрушительный боковой удар, его атакованный фланг останавливался или отступал, затем охватывался войсками Фридриха. В итоге часто победа приходила к прусской армии после первого плотного контакта с противником, который заканчивался паникой, отступлением атакованного фланга, сломанным боевым порядком и невозможностью продолжать организованный бой.

Армия Фридриха получила сокрушительное поражение при сражении при Кунерсдорфе от армии русского фельдмаршала П. А. Румянцева, который уже стал использовать для ведения сражения построение войск в колонны (здесь близка аналогия со схемой построения армии Римской Империи). В то время линейная тактика доминировала, но уже появлялись основы для новой тактики. Девиз П. А. Румянцева: «Врозь двигаться, а вместе

даться» соответствовал новой тактической схеме: маневр – концентрация сил – удар – преследование противника резервом. Для реализации этой схемы П. А. Румянцев разделил армейское каре на 3 дивизионных каре, стал широко использовать рассыпной строй. Все это существенно усилило подвижность и маневренность войск во время боя, позволило осуществлять концентрацию сил и быстрый маневр. Для нанесения удара использовались колонны, ориентируемые в определенном направлении для взламывания построений противника, и резерв для усиления атаки и преследования.

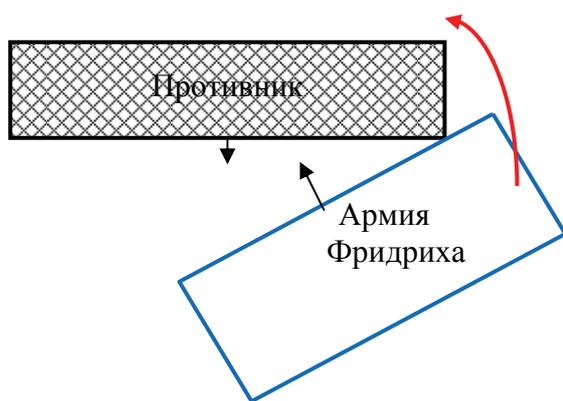


Рис. 2.28. Косая атака армии Фридриха Великого

Учеником и последователем П. А. Румянцева был выдающийся русский полководец А. В. Суворов (примечательно, что последний участвовал в сражении при Кинерсдорфе, где командовал полком), который еще более раздробил каре и использовал батальонные ротные каре и рассыпной строй (дробление «рабочих органов»). Для ведения боевых действий использовались только колонны. Согласно высказыванию самого А. В. Суворова, приведенного в трактате «Наука побеждать», – «Колонна **гибче** (*приём повышения динамичности системы* – прим. автора) всех построений, если без остановки, то все пробивает», колонна отличается двумя основными качествами – гибкостью управления и высокой пробивной мощностью при условии стремительного и безостановочного наступления. А. В. Суворов довел до совершенства тактику ведения боя колоннами.

Последователями П. А. Румянцева и А. В. Суворова в использовании боевых колонн были Наполеон и М. И. Кутузов. Наполеон существенно развил эту тактику, доведя ее в бесконечных сражениях до новых высот совершенства. Два эти полководца не однажды встречались на поле брани, когда возглавляли свои армии. Если поражение сводной русско-австрийской армии под Аустерлицем нельзя рассматривать в качестве идеального примера, поскольку не было единоначалия над войсками союзников в том сражении, то в целом «ничейный» результат сражения у Бородино правомерен, ведь обе армии использовали примерно одинаковые тактические схемы построения войск.

Последние, проигранные, сражения при Ватерлоо и под Дрезденом Наполеон вел колоннами огромного размера, что оказалось ошибочным. Дивизионные колонны были неповоротливы и подвергались большим потерям. Такие преимущества колонн, как гибкость, подвижность и управ-

ляемость были утрачены в угоду мощи и пробивной силе. Здесь, видимо, великого полководца подвело страстное желание реабилитироваться после неудач последнего времени и безоговорочно сокрушить многочисленных противников. В итоге нарушились рациональная пропорция и соотношение основных качеств боевых соединений.

Последний пример еще раз позволяет убедиться в закономерном развитии сложных систем, оптимальное функционирование которых в определенных условиях опирается на необходимые качества и свойства.

Дальнейшая эволюция тактических схем и схем построения войск в основном происходила под воздействием развивающейся стрелковой и артиллерийской мощи. К середине XIX в. появилось гораздо более высокоточное и дальнобойное нарезное оружие, и даже ракетная артиллерия (здесь следует уточнить, что есть сведения об использовании пороховых ракет еще в армии Чинхисхана, причем очевидно, что это оружие у него появилось из Китая). Все это потребовало рассредоточения войск. Наглядный пример сказанного дает война за Крым и сражения за Севастополь. Русская армия потерпела поражение, поскольку использовала опять же построение войск плотными и многочисленными колоннами, которое устарело к тому времени. Хотя у русской армии не хватало современного вооружения, тактические схемы оказались не менее важны, чем используемое оружие. Войска союзников (англичане и французы) в этих боях уже использовали для атаки рассыпной строй, мало уязвимый для дальнобойного и прицельного нарезного стрелкового оружия.

Для защиты от огневой мощи резко возрастает роль защитных инженерных сооружений и маскировки. Оборона строится в несколько линий, появляются многослойные инженерные заграждения, минные поля. Для этого периода характерно ведение позиционной «окопной» войны, характер которой определялся во многом бессилием войск и их тактических схем перед огневой мощью и укрепленной обороной.

Пример такой войны – первая мировая война, которая стала первой глобальной «техногенной» войной. Впервые были применены танки, самолеты, огромные мощные пушки, гигантские корабли – линкоры, подводные лодки, разнообразные минные системы, средства радиосвязи, химическое оружие и др. Успех в этой войне мог прийти не только и не столько к смелым и решительным полководцам, а к людям, владеющим тактикой боя с использованием современных технических достижений и новинок. Здесь, например, уместно вспомнить русского адмирала А. В. Колчака, снискавшего славу на поле морских сражений не только личной храбростью и выучкой, но и изобретательностью. Военная специальность адмирала – минное дело. Известны изощренные схемы расстановки минных полей, созданные А. В. Колчаком, на которых подорвались многие корабли неприятеля. А. В. Колчак изобрел устройство для безопасного приведения

в боевое состояние морских мин, в которых остроумно использовал кусковой сахар. Попадая в воду, мина опускалась на заданную глубину в безопасном не боевом состоянии, поскольку ударник и инициирующее взрывчатое вещество взрывателя разделялись кусочком сахара. При растворении сахара – через некоторое время достаточное для того, чтобы миноносец отошел от устанавливаемой мины на должное расстояние, ударник взрывателя взводился, и мина вставала в боевое положение. Таким образом, удалось предотвратить подрывы своих же кораблей, занятых установкой мин.

Новый этап развития тактики ведения боевых действий связан с появлением танковых и авиационных соединений. Танки активно используются для взламывания линий обороны. Если первый опыт предполагал применение единичных машин или групп, то дальнейшее развитие тактических схем использования танков привело к сосредоточению последних в большие соединения (к концу второй мировой войны были созданы танковые армии). Одним из основных «изобретателей» новых тактических схем ведения современной войны был немецкий фельдмаршал Г. Гудериан. Его танковые клещи (колонны) охватили всю Европу, подвергнув уничижительному разгрому ряд вполне оснащенных и боеспособных армий.

В условиях современного ведения боевых действий тактические разработки периода второй мировой войны, а именно большие скопления войск (миллионные армии), многослойная оборона и крупные танковые соединения, потеряли свое значение. Главная причина этого – появление ядерного оружия (поле губительного ядерного излучения), которое затем разделилось по своему назначению на тактическое и стратегическое. В дальнейшем появилось также высокоточное ракетное оружие с космическими системами наведения, что сделало современную войну войной боевых технологий. В такой войне тактические схемы построения войск не имеют какого-либо решающего значения, боевые действия ведутся на опережение, огромное значение приобретают постоянно поступающая разведывательная информация, системы точного наведения при нанесении ракетных ударов, наличие мощных и изощренных средств поражения, скрытое перемещение войск в условиях детального наблюдения за перемещениями из космоса, системы визуальной и радиолокационной маскировки, техническое оснащение войск средствами обнаружения противника, индивидуальной защиты и др.

Анализ изменения тактических схем ведения боевых действий за значительный исторический период показывает, что эволюционные процессы осуществлялись в соответствии с основными законами развития технических систем. В данном случае можно выделить такие тенденции, как непрерывное преобразование жестких систем в более гибкие, управляемые и динамичные, дробление боевых подразделений на более мелкие и специализированные (легкие и тяжелые воины, стрелки, артиллеристы и т. д.), появление узкоспециализированных частей (разведка и контрразведка, спецназ), их дробле-

ние до уровня одного специалиста, способного решать часто уникальную задачу (пилот, гидроакустик, снайпер, минер, радист и т. д.). В то же время стали появляться боевые универсальные соединения, способные действовать самостоятельно и решать комплекс боевых задач. Для повышения боевой мощи привлекаются «полевые ресурсы» – огневая мощь, скорость передвижения и маневра, системы визуальной и радиолокационной маскировки. Можно отметить непрерывный процесс концентрации и увеличения численности армий, с последующим ее рассредоточением (система сворачивается и вновь разворачивается под влиянием внешних условий).

Последние технические тенденции в военном деле связаны с использованием роботизированных, управляемых дистанционно боевых единиц: самолетов-разведчиков, наземных наблюдателей, средств разминирования и в конечном счете роботов-бойцов.

Разработки в области нанотехнологий активно используются с военными целями. Считается, что нанотехнологии коренным образом изменят природу войны. В настоящее время выделяют следующие направления военных разработок по нанотехнологиям [26; 27]:

- создание новых энергетических боеприпасов по типу зарядов, реализующих объемный взрыв;
- обеспечение и противодействие невидимости объектов;
- защитные и самовосстанавливающиеся системы, позволяющие автоматически ремонтировать повреждения танка или самолета, менять цвет (эффект хамелеона);
- создание новых систем связи;
- устройства обнаружения и нейтрализации химического и биологического загрязнения;
- создание сверхпрочных и одновременно легких материалов для защиты солдат и техники;
- создание невидимых видов вооружений по типу микророботов, способных уничтожать «по тихому» солдат и технику противника.

Собственно первым примером оружия, созданного по технологиям «нано», было создание ядерного оружия.

В создании новых материалов для армии значительных успехов добилась израильская компания *Ap Nano Materials*, которая испытала стойкий к удару материал *Ap Nano*. Этот материал разработан на основе дисульфида вольфрама и сконструирован по принципу создания неорганической фуллереноподобной наноструктуры). Испытания на прострел снарядами показали, что материал выдерживает удар с воздействием  $250\,000\text{ даН/см}^2$  и статическую нагрузку более  $350\,000\text{ даН/см}^2$ . Такой материал может применяться для изготовления шлемов, бронежилетов, обшивки военного транспорта. В дальнейшем могут появиться новые материалы на основе дисульфида титана, еще более прочные, но легкие (легче в 4 раза).

**Фуллерен** (англ. *fullerene*) – класс химических соединений, молекулы которых состоят только из четного количества атомов углерода.

Ученые Дрезденского технического университета установили любопытнейший факт, исследовав образец дамасской стали, из которой в XVI в. была изготовлена сабля, хранящаяся в историческом музее Берна. Оказалось, что структура металла имеет вид нитеподобных объектов нанометрических размеров и во многом схожа со структурой уже упомянутого выше материала *Ap Nano*. При детальном изучении поверхности оказалось, что это многослойные углеродные нанотрубки, к тому же заполненные внутри цементом – карбидом железа, обладающим очень высокой твердостью. Расстояние между слоями в исследуемых нанотрубках оказалось близким к типичному для таких схем – 0,34 нм.

**Нанотрубки** – (англ. *carbon nanotube – CNT*) – трубка нанометрических размеров, состоящая из отдельных атомов углерода и имеющая искусственную структуру. Предназначена для создания коммуникаций, передачи сигналов и энергии, а также для построения новых материалов на базе углерода.

Нанотрубки обладают рекордной прочностью на растяжение (модуль упругости  $10^{12}$  ТПа), поэтому подобная структура обеспечивает материалу сабли высокие прочностные свойства. Достойна восхищения изобретательность средневековых кузнецов, которые, не имея современных технических возможностей, сумели создать подобный материал. Известны случаи, когда один воин, вооруженный саблей из дамасской стали, мог с легкостью перерубить саблю противника.

**Дамасская сталь** – первоначально то же, что и **булат**, позднее сталь, полученная кузнечной сваркой сплетенных в жгут стальных полос или проволоки с различным содержанием углерода. Название получила от города Дамаск (Сирия), где производство этой стали было развито в средние века.

**Булатная сталь (булат)** – литая углеродистая сталь со своеобразной структурой и узорчатой поверхностью, обладающая высокой твердостью и упругостью. Из булатной стали изготавливали холодное оружие исключительной стойкости и остроты. Булатная сталь упоминается еще в трудах Аристотеля. Секрет изготовления булата, утерянный в средние века, раскрыл в XIX в. П. П. Аносов. Он определил роль углерода как элемента, влияющего на качество стали, а также изучил значение ряда других элементов. Выяснив важнейшие условия образования лучшего сорта углеродистой стали – булата, Аносов разработал технологию его выплавки и обработки (Аносков П. П. О булатах. Горный журнал, 1941, № 2).

В США (*US Army Research Laboratory*) создали новую нательную броню для солдат STF. В основе нового материала используется жидкость, которую назвали «полиэтиленгликоль». В жидкости расположена взвесь нанометрических частиц кремния, которая образует с полиэтиленгликолем

суспензию, обладающую рядом уникальных физических свойств. В частности, суспензия сгущается при сильном механическом воздействии. Когда материал погружается в *STF*, кремниевые наночастицы поглощаются волокнами ткани. В обычном режиме ткань сохраняет гибкость, но когда материал встречается с внешним воздействием, вроде попадания пули, и вызвавшим напряжение, наночастицы кремния автоматически создают дополнительное сопротивление. При ударной нагрузке на полимерную наносистему происходит диссипация энергии удара, которая расходуется на образование гидрокластеров, препятствующих разрыву пленки полимерной наносистемы.

**Кластер** (англ. *cluster* – объединение) – совокупность двух или более однородных элементов (атомов, молекул), которая может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами.

Создание жидкой брони заключается в обработке обычной ткани гелевой композицией на основе фтора и наночастицами оксида корунда. Обработанная ткань внешне не отличается от аналога, но при ударном воздействии на неё находящийся внутри гель мгновенно затвердевает, препятствуя разрушению ткани.

Как показывают исследования, «жидкая броня» способна защитить как от удара ножом, так и от пули или осколка.

Разработка настолько себя зарекомендовала, что используется в качестве ткани верхней одежды Президента США Б. Обамы.

Другая американская фирма (*Du Pont de Nemours*) создала ткань **кевлар** – один из наиболее прочных материалов, доступных в настоящее время. Используется такой материал в аэрокосмическом конструировании, при создании бронежилетов.

Здесь уместно вспомнить другую «гибкую» броню, созданную мастерами древности – кольчугу, аналог «жидкой брони». В данном случае можно выстроить цепочку эволюции защитных средств воина: щит (монозащита) – нательный панцирь (трансформированная монозащита) – панцирь, состоящий из отдельных частей, прикрывающих руки, ноги, грудь и т. д. – кольчуга (дробление рабочих органов, придание защитному средству гибкости) – «жидкая броня» (переход на микроуровень).

На основе «жидкой брони» могут создаваться и другие технические объекты – амортизаторы, демпферы и др.

Нанотехнологии фундаментально изменяют природу войны, сделают её более опасной и опустошительной, в частности благодаря возможностям создавать оружие огромной разрушительной силы и вести войну «потихому» при существующем миропорядке. Например, сконструированные нанороботы будут способны вывести из строя электронику и технику противника, разрушив её изнутри. Благодаря возможностям наносборки и мо-

лекулярного конструирования станет возможным создание невидимых видов вооружений, более коварных и жестоких, чем даже биологическое или химическое оружие. Изготовленные с атомарной точностью боевые роботы и новые виды вооружений окажутся сопоставимы с бактериями, но значительно более универсальными, запрограммированными на результат.

Войну выиграет тот, кто сможет уничтожить танки, самолеты, ракеты и др. противника. При этом это супероружие эпохи нанотехнологий будет невидимо, а значит и цели для ответного удара не существует. Достигается идеальный результат – идеальное оружие! Например, имеется идея создания боевого робота размером с блоху, способного перемещаться и распространять вещества для уничтожения живой силы противника.

При этом есть идеи создания самокопирующихся роботов как средство воспроизводства боевых сил. Есть серьезные предостережения ученых, что в этом случае процесс может выйти из-под контроля, что будет означать возникновение реальной и страшной угрозы для планеты Земля.

Учитывая изложенное, можно отметить, что приведенные выше законы развития технических систем, очевидно, справедливы не только при развитии сугубо технических объектов, но и при эволюции организационных и видимо общественных систем. В этом случае, например, вполне допустимо сравнение эффективности функционирования государственных сообществ в условиях демократии, партократии или автократии, если рассматривать условия их развития на том или ином отрезке исторического пути.

Например, можно четко отследить, как **жесткие** государственные структуры (авторитарная монархия, партократия, культ личности) сдерживают развитие общества, науки и техники, а **гибкие – динамизированные**, несмотря на кажущийся хаос рыночных отношений, наступающие периодически кризисы, самоорганизуются и развиваются, решая более эффективно возникающие перед обществом проблемы, в том числе и проблемы технического развития.

## 2.16. Примеры изобретательства из истории искусства

Примером поиска новаций, новых методов в искусстве является творчество великого художника эпохи Возрождения Леонардо да Винчи. Человек науки, наблюдатель с острым взглядом аналитика, внесший значительный вклад в развитие механики, медицины и др. наук глубоко исследовал внутреннее строение и содержание, природу предметов, веществ, человека и животных, о чем свидетельствует его «Трактат о живописи» и выдающиеся живописные полотна. Леонардо, отличавшийся изобретательностью, увлекался созданием шкатулок «с секретом», шифров, разработкой инструментов и механизмов, пытаясь решить новые технические

задачи. Так, известны его схемы, на которых изображены эскизы бурового станка, самолета, парашюта и др. технических объектов.

Вершиной творчества Леонардо является картина «Мона Лиза». Как отмечает исследователь творчества и личности Леонардо Р. Уоллейс в книге «Мир Леонардо»: «Ни в одной другой картине Леонардо глубина и дымка атмосферы не переданы с таким совершенством, как в «Моне Лиза». Эта воздушная перспектива лучшая по исполнению».

Многие исследователи, изучая картину Леонардо, отмечали, что в ней есть тайна, или, иначе говоря, применен новый способ передачи изображения предметов и воздуха, образа самой мадонны Лизы, который позволил художнику передать неповторимое впечатление как от картины, так и от её отдельных фрагментов.

И вот, кажется, один из ответов найден.

Французский исследователь Ж. Франк, глубоко исследуя полотно «Мона Лиза», пришел к выводу, что Леонардо сумел «изобрести» новый способ передачи изображения красками на холсте. Суть новации в том, что Леонардо делал микроскопические мазки кистью, используя краски, которые высыхали очень медленно. Размер мазков составляет примерно  $\frac{1}{40}$  миллиметра, и для их нанесения художник, видимо, пользовался лупой.

Таким образом, вся картина, которую Леонардо писал три года, создавалась при помощи лупы, словно это не картина, а объект научного поиска.

Таким способом наносилось около 30 слоев. При этом мастеру приходилось ждать несколько дней, прежде чем краска высохнет, и только тогда он мог наносить следующий слой. Во время такой работы Леонардо для нанесения одного слоя использовал краски различного цвета, и именно поэтому ему удавалось получать невероятные оттенки и передавать глубину пространства, создавать впечатление, что наиболее темные участки картины словно светятся изнутри.

Таким образом, изобретатель Леонардо и в главном деле своей жизни проявил талант новатора, подтвердив еще раз, что выдающееся творение невозможно без новых, доселе неизведанных, подходов.

Следует отметить, что новация Леонардо в передаче художественного образа соответствует принципам и законам развития технических систем! В данном случае вполне четко новый метод Леонардо, придуманный им почти пятьсот лет назад, отвечает принципу дробления и увеличения числа рабочих органов, если под рабочим органом понимать единичный мазок кистью мастера. Гений Леонардо проявился в том, что он понял, что только стремление при передаче художественного образа к размеру микрочастиц – молекул и атомов, составляющих окружающий материальный мир, способно дать максимальную достоверность и впечатление от образа, его глубину и очарование. Только таким способом, по мнению Леонардо, можно было передать внутреннее строение, содержание предметов и создать реальный и чарующий их образ.

Другим примером подобного, но в то же время совершенно иного, приема при передаче художественного образа является новация скульптора Жана Антуана Гудона, изваявшего в 1812 г. скульптуру Франсуа – Мари Аруэ Вольтера. Создавая образ выдающегося мыслителя, художник понимал, что только глаза Вольтера – умные и чрезвычайно лукавые, способны передать глубину образа. И с этой целью скульптор придумал способ, как сделать глаза философа наполненными жизнью и разумом. Для этого яблоки глаз он выполнил в виде углубленных сфер, а зрачок глаза высек виртуозными движениями в виде узкого язычка-шляпки, нависающего над темной углубленной сферой глазного яблока (рис. 2.29). Скульптор практически воссоздал в камне модель человеческого глаза, что позволило «вселить» жизнь в глубокие, наполненные мыслями глаза и передать иронию острого на ум мыслителя.

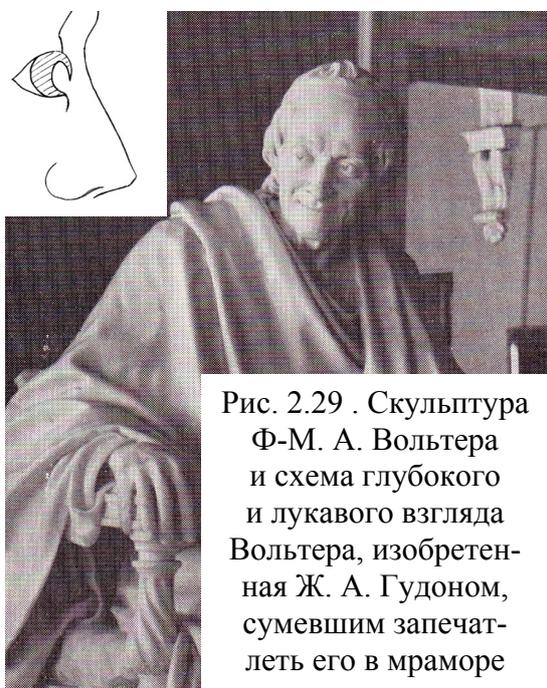


Рис. 2.29 . Скульптура Ф-М. А. Вольтера и схема глубокого и лукавого взгляда Вольтера, изобретенная Ж. А. Гудоном, сумевшим запечатлеть его в мраморе

И так практически в каждом выдающемся случае, связанном с искусством, можно определить признаки новаторства.

Можно вспомнить скрипки Страдивари, других мастеров, каждый из которых обладал секретами придуманных им и его предками средств выбора, подготовки и обработки дерева, приготовления лаков, технологии нанесения лаков, что позволяло получать уникальные по звучанию инструменты.

Можно вспомнить приемы работы Микеланджело, умевшего так обрабатывать мрамор при ваянии человеческих фигур, что казалось – под кожей мраморного образа струится настоящая кровь, а фигура, каждый мускул наполнены динамикой

движения, которое или только завершилось или будет только-только выполнено.

Для создания художественных образов выдающегося уровня недостаточно быть просто мастеровитым художником или скульптором, владеющим в совершенстве уже известными приемами. Для этого также порой недостаточно быть человеком, только глубоко понимающим внутреннее содержание и философию создаваемого образа, для этого нужно быть еще и мастером-новатором, способным найти новый прием, новый способ передачи глубокого содержания создаваемого образа в своем произведении. Именно это умение и проявляют великие творцы, становясь новаторами в искусстве.

## Раздел 2

---

---

### АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «БУРЕНИЕ»

#### Глава 3

---

---

#### ЭТАПЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «БУРЕНИЕ»

##### 3.1. Исторические аспекты становления и развития возможностей технической системы «Бурение»

Термин «Бурение» определяет существо самого процесса проникновения бура в земную твердь, и это слово по звучанию и смыслу близко к слову «борение» – преодоление.

Бурение несет в себе айсберговый принцип: самое значительное – бурильная колонна с буром, находятся на глубине, определяя существо и смысл бурового процесса, его техническое своеобразие. Бурение имеет глубокие исторические корни и относится к наиболее древним техническим системам.

Используя результаты исследований и разработки ведущих специалистов бурения, а также учитывая результаты исторических исследований, представленные в работах проф. Б. М. Ребрика [25] и проф. В. Е. Копылова [17], можно в виде схематичного наброска представить этапы развития технической системы «Бурение» с выделением некоторых новых перспектив развития.

1. Появление бурения связано с древнейшим периодом развития человеческого общества – 13–7 тысячелетие до н. э. Первые опыты человека в сверлении известны по древнейшим находкам пластинчатых кремниевых сверл и изделий, в которых делались отверстия: бусы, блоки породы, каменные сосуды и др.

Технология сверления [25, рис. 3.1], очевидно, возникла в развитие методов и средств добывания огня трением с применением лучкового привода.

Добывая огонь путем трения торцов палочек о дерево, человек заметил, что со временем на месте трения появляется выемка, и стал этот опыт использовать для формирования углублений, а затем и отверстий, сначала в древесине, а затем в камне и других материалах, решая свои технические задачи.

Поэтому вполне уместно наиболее близким к буровикам считать мифического героя бесстрашного титана Прометея, подарившего огонь людям. О принадлежности Прометея к сословию геологов-буровиков говорит и его имя. Например, в книге профессора Б. М. Ребрика [25] указано, что имя Прометей, возможно, произошло от слов «праманте, праманта» – кручение, или поворачивание, погружение, палки, штанги. И еще там же приводятся слова Прометея из трагедии Эсхила (около 525–456 г. до н. э.) «...А богатства, скрытые в подземных недрах, – серебро и золото, железо, медь – я... их обнаружил первым и на свет извлек».

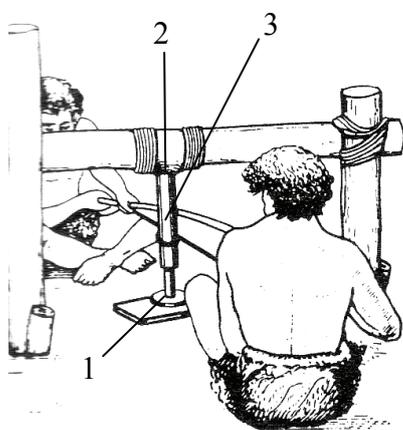


Рис. 3.1. Сверление в эпоху неолита

Таким образом, одним из первых изобретений человека можно считать изобретение сверлильного (бурового) станка вслед за изобретением устройства для добывания рукотворного огня.

Интересна связь бурения – первого бурового станка в виде лучкового сверлильного устройства, как уже было сказано, прототипом которого было устройство добывания огня трением (рис. 3.1), с символами религии и веры человеческой цивилизации. Как считают исследователи древности, устройство для добывания огня в виде крестовины стало прообразом такого общечеловеческого символа веры, как крест.

Действительно, если внимательно рассмотреть рис. 3.1, то можно отметить два характерных места работы сил трения: в точке 1 осуществляется образование отверстия, в точке 2 нагрев, тление и возгорание. Очевидно, что при сверлении требовалось гасить возможное тление и возгорание водой.

Слово «крест» происходит от древнеславянского слова «крес» – огонь. Слово огонь же происходит от более древнего санскритского слова *agn*, которое обозначает понятие естественный огонь, тогда как словом крес обозначался огонь добытый, т. е. искусственный. Отсюда возникло широко известное слово кресало – карманное устройство для добывания огня. Слово «крес» означает видимо «кр – есть», т. е. сам огонь это собственно буквенное сочетание «кр». Это становится понятным, если вспомнить, что есть такое красивое славянское слово «искра», что значит «из кра», т. е.

видимо летящие из огня. Буква «т» в слове «крест» на древнеславянском – «твердь», т. е. основа устройства добывания огня.

Священный огонь – появляющийся в месте трения пересекающихся вертикальной стойки и горизонтального бруса. Поклонение огню привело к тому, что люди стали поклоняться и средству добывания огня – кресту. Поэтому в древнерусском наречии «крес» – огонь и «крест» – средство его добывания, оказались однокоренными. Впоследствии обобщенная и стилизованная схема устройства для добывания огня стала символом веры, вечности и бесконечности, божественным знаком.

Этимологический, лингвистический и исторический анализ показывают, что и технические термины – крест, бур, имеют древнейшее происхождение и связаны с процессом добывания огня-креса древним человеком. Бур – это, вероятно, не что иное, как элемент устройства для добывания огня, а именно вертикальный деревянный стержень, который нагружался и вращался, вызывая процесс трения, нагрев и возгорание под торцом (см. рис. 3.1). Бур мог опираться на горизонтальное перекрестие, необходимое для устойчивости двух брусков, – крест [21].

Таким образом, крест как божественный знак несет в себе черты облика первых устройств, созданных человеком для добывания огня и сверления, т. е. прообраза бурового станка.

В данном случае символично, что огонь дает тепловую энергию, а бурение во все времена применялось, прежде всего, для энергетического обеспечения человеческой цивилизации.

Очевидно основное направление развития сверления – удлинение просверливаемых отверстий. Появился привод в виде лука (тетива обвивается вокруг сверла, и сверло вращается слева направо и затем справа налево перемещением лука).

Решив в основном задачу сверления отверстий использованием кремниевых сверл, а также абразива, засыпаемого под торец деревянных брусков или медных трубок, человек сделал попытки сверлить углубления в земной поверхности и достиг в этом значительных результатов.

2. Второй этап развития сверления-бурения с использованием длинных колонн-сверл, очевидно, из бамбука. Проблемой являлось ограничение глубины сверления.

3. Китайский способ бурения. III–IV в. до н. э. Ударно-канатное бурение скважин глубиной до 500 м.

4. Возврат к вращательному бурению, в том числе дробью и алмазами, с использованием стальных колонн. Совершенствование конструктивных схем буровых станков от агрегатов с кремальерой с приводом от паровых машин и двигателей внутреннего сгорания к станкам шпиндельного типа с электроприводом и гидрофицированным, к полностью гидрофицированным станкам с подвижным вращателем.

**Кремальера** – механизм подачи бурового станка через зубчатое зацепление рычага с корпусом вращателя.

5. Попытка отказа от вращения колонны бурильных труб, так как с ростом глубины снижается эффективность передачи энергии к забою. Появляются турбобуры, электробуры, винтовые забойные двигатели.

Внедрение электробуров сдерживается проблемой передачи электроэнергии с поверхности через составную и периодически разбираемую бурильную колонну.

6. С появлением забойных двигателей возникает стремление специалистов отказаться от жесткой составной бурильной колонны. Появляются шлангокабель вместо составной бурильной колонны (1970-е гг.) и позднее (в 1990-е гг.) колтбюбинг и эффективные телеметрические системы с набором датчиков, способных получить и передать ряд основных параметров процесса на поверхность с целью решения задач управления бурением.

**Шлангокабель** – бурение скважин с использованием гибкой неразъемной трубы, изготовленной с использованием резины, пластика и стальной несущей арматуры, навиваемой на катушку-барабан, взамен традиционной разъемной бурильной колонны.

**Колтбюбинг** – (англ. *coiled tubing* – катушка-труба) – бурение скважин с использованием стальной длиномерной безмуфтовой гибкой трубы, навиваемой на катушку-барабан, взамен традиционной разъемной бурильной колонны.

Внедрение колтбюбинга решает проблему, связанную с внедрением электробуров, так как появляется возможность подачи электроэнергии к забою по сплошному электронесущему кабелю.

7. С появлением неограниченных по качеству возможностей подачи к забою электрической энергии реально намечаются пути совершенствования способов разрушения горных пород. К таким способам можно отнести:

- термомеханическое бурение,
- бурение плавлением,
- разрушение породы лазером.

8. С появлением нового работоспособного способа разрушения горных пород, для которого уже не потребуется промывочная жидкость, а значит и канал для ее подачи, могут появиться условия для отказа от колонны гибких труб, которая будет заменена несущим кабелем.

9. Далее возможны варианты исполнения бурового агрегата, в котором снаряд будет двигаться в скважине самостоятельно:

- имея канал связи в виде кабеля;
- вовсе без кабеля, управляемый посредством радиосвязи.

Второй вариант предполагает использование мощного автономного источника энергии для работы подземного агрегата, возможно, ядерного.

10. Далее возможен переход к созданию нового направления в науке и технике: глубинного подземного транспорта. Необходимость данного направления связана с освоением недр для размещения разнообразных и экологически небезопасных производств, прежде всего горно-обогатительных подземных фабрик и металлургических предприятий, энергетических станций, использующих тепло Земли, транспортных артерий, получения новых источников энергии, выявления и добычи полезных ископаемых.

Технология и техника бурения, пройдя свой путь развития от способов сверления отверстий устройствами с ручным приводом до технологий бурения современными буровыми агрегатами, позволила получить выдающиеся практические результаты.

В настоящее время глубина самой глубокой скважины в мире (СГ-3, Россия) равна 12 262 м, скважины в автоматическом режиме пробурены на Луне и Марсе.

Ежегодно в мире бурятся десятки миллионов скважин различного назначения и сложности. Например, бурение многоствольных скважин с десятками дополнительных стволов, создающих развитую многоярусную «корневую» систему исследования недр. В настоящее время широко практикуется бурение уникальных по сложности вертикально-горизонтальных и разветвленных скважин с целью добычи нефти и газа в пределах нефтегазоносного пласта, мощность которого может быть всего несколько метров. В Калифорнии (США) пробурена уникальная глубокая вертикально-горизонтальная скважина с горизонтальным участком в пределах нефтегазоносного пласта длиной 3 865 м.

В 2010 г. компания Exxon Neftegas Limited (ENL) сообщила о том, что на шельфе Сахалина пробурена самая протяженная вертикально-горизонтальная скважина – длина ствола 12 345 м.

Скважины бурятся как на суше – с поверхности и в подземном пространстве, так и на шельфах морей и океанов с плавучих и стационарных платформ.

При этом в практике бурения нефтяных и газовых скважин в последнее время прослеживается любопытная тенденция: буримые скважины постоянно удлиняются, но в основном не за счет проникновения в глубину, а за счет горизонтального расположения и самого причудливого разветвления в пределах имеющихся пластов – коллекторов, с целью повышения дебита и нефтегазоотдачи месторождений.

В связи с развитием вертикально-горизонтального бурения появились и развиваются новые направления в технологии и технике буровых работ:

- новые способы разрушения горных пород;
- применение буровых установок нового поколения, так называемого колтубинга;

- бурение и вскрытие продуктивных горизонтов на депрессии;
- строительство сложных многозабойных и разветвленных скважин.

**Бурение на депрессии** – проходка скважин в условиях, когда гидростатическое давление – давление столба очистного агента, равняется или меньше пластового давления.

Буровые технологии в настоящее время получают новое применение. Например, используется так называемое горизонтальное направленное бурение (ГНБ) для прокладки трубопроводов и других коммуникаций под природными и техногенными объектами без создания траншей. В России выполнены значительные работы по технологии ГНБ при переходах через реки Тобол, Обь и Иртыш (прокладка электрических и оптоволоконных кабелей). В Китае проведена работа по прокладке трубопровода под рекой Янцзы у города Нанкин длиной 1 688 м, диаметром 406 мм. Все работы произведены всего за 15 дней.

В настоящий момент технологии прокладки коммуникаций позволяют бурением формировать не только скважины, но и микротоннели, выполнять замену изношенных труб без раскапывания траншей.

Буровые технологии становятся все более востребованными при создании новых возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Создаваемые скважинные системы, как показывает анализ, могут быть весьма разнообразны и способны уже в настоящее время заменить традиционные источники энергии на основе углеводородного сырья.

В настоящее время в связи развитием альтернативной энергетики появляются новые идеи и разработки возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В таких странах, как Германия, Япония, Норвегия, страны северной Европы и др., уделяется большое внимание использованию таких разработок. И в данном случае рядом возможных вариантов ВИЭ могут являться источники энергии скважинного типа, некоторые из которых можно реализовать только методами направленного бурения. Например, бурение скважин для получения тепловой энергии Земли. В данном случае необходимо осуществить проходку двух достаточно глубоких скважин выдержанного направления, по одной из которых с поверхности Земли будет подаваться вода низкой температуры, а из другой будет извлекаться теплоноситель – горячая вода или пар, нагретые горячими горными породами.

Другой вариант применения направленного бурения связан с созданием электростанций воздушно-тягового типа, или **деривационных ГЭС**. В этом случае потребуется бурение вертикально-горизонтального ствола строго заданного направления, через который в первом случае будет осуществляться перемещение воздуха за счет естественной тяги вследствие перепада температур (скважина, например, бурится с вершины горы с выходом на её южный склон у подножия), а во втором через ствол будет отво-

даться из водоема, например, реки, часть воды и сбрасываться в ту же реку, но ниже по течению. В обоих случаях энергия движущихся через скважину потоков воздуха или воды будет преобразована в электроэнергию посредством установленных в скважинах генераторов, вращаемых этими потоками.

**Деривационная ГЭС** – гидроэлектрическая станция, напор которой обеспечивается посредством отведения от речного русла по созданным каналам (скважине) некоторого объема воды к стационарному узлу, где за счет естественного уклона местности создается перепад уровней между верхним и нижним бьефом. После использования отведенная вода вновь направляется в реку или к следующей ГЭС. Строятся в основном на горных реках.

### **3.2. Анализ направлений развития технической системы «Бурение»**

Очевидно, что если любая современная техническая система развивается в направлении совершенствования своих основных характеристик, то техническая система «Бурение» должна развиваться в следующих направлениях [20]:

- повышения производительности за счет увеличения механической скорости бурения посредством применения совершенных породоразрушающих инструментов и технологий, а также автоматизации управления процессом бурения, сокращения времени на спуско-подъемные операции (СПО), исключения или сокращения вспомогательных операций при СПО, уменьшения затрат времени на монтаж-демонтаж бурового оборудования путём облегчения установки, упрощения трансмиссии и повышения подвижности бурового агрегата;
- увеличения глубины скважины без привлечения дополнительных мощностей в сравнении с достигнутой производительностью;
- снижения, а в конечном счете исключения затрат времени и средств на крепление ствола скважины;
- повышения качества и оперативности геологического опробования и полноты исследования разбуриваемого массива горных пород;
- реализации автоматического режима сбора всей информации о параметрах бурового процесса, состоянии стенок скважины, сечении и профиле ствола, водотоках, температуре и других свойствах геологической среды;
- безостановочного для проведения специальных работ для корректирования положения забоя скважины бурения по задаваемым трассам;
- создания лабораторных условий труда исполнителей на буровой.



Рис. 3.2. Структурная схема развития технической системы «Бурение»

Развитие технической системы «Бурение» в указанных направлениях способно привести к созданию более совершенной, в перспективе идеальной системы.

*Автоматизированная самонастраивающаяся и высокопроизводительная система с непрерывной реализацией процессов углубки скважины универсальным породоразрушающим инструментом неограниченного ресурса в задаваемом направлении и с высококачественным опробованием горных пород, оснащенная системой анализа состава горных пород и руд, свойств геологической среды и оперативного представления результатов анализа с привязкой к координатам недр.*

Рассмотрим детальнее развитие ТС «Бурение», опираясь на ряд основных составляющих систему подсистем (рис. 3.2).

### **3.3. Породоразрушающий инструмент, технологии углубки забоя и формирования ствола скважины**

Данная подсистема может удовлетворять совершенной системе «Бурение» только при условии универсальности по условию разрушения буримых горных пород и ресурсу, который в пределе должен быть неограничен. Некоторое решение названных проблем может достигаться оперативной, без подъема колонны, заменой изношенного или несоответствующего физико-механическим свойствам и состоянию горных пород породоразрушающего инструмента (ПРИ).

Процесс механического разрушения горных пород при бурении – «вепольная» система, в которой буровой инструмент под действием силовых параметров создает в горной породе поле механических напряжений. Геометрия резцов и торца бурового инструмента, а также характер силового воздействия на забой определяют размеры и геометрическую конфигурацию поля механических напряжений, что в результате и обеспечивает скорость разрушения породы на забое и стенке скважины, геометрию ствола и его направленность.

На рис. 3.3 даны конфигурации поля напряжений под торцом бурового инструмента режуще-скалывающего типа, полученные экспериментально Е. И. Бычковым.

Как следует из схем, напряжения развиваются в породе как результат геометрического суммирования напряжений под каждым резцом и представлены в виде изолиний круговой формы. Максимальные напряжения в породе располагаются непосредственно под торцом, а их экстремальные значения, как правило, приурочены к краю торца. Напряжения убывают по мере удаления от центра поля напряжений и гаснут в глубине массива

породы. Геометрия поля напряжений также зависит от формы и размеров торца бурового инструмента.

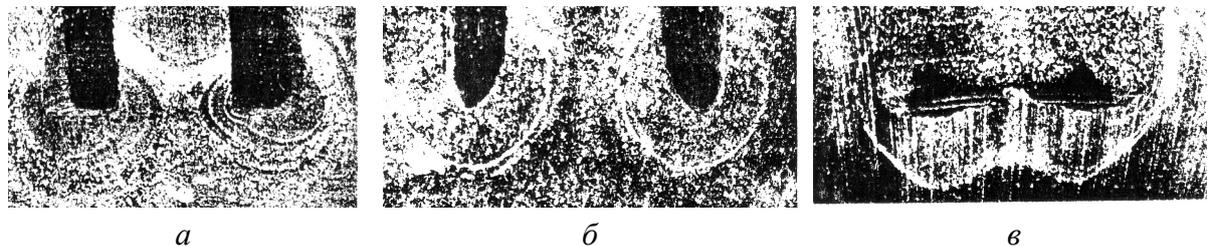


Рис. 3.3. Линии деформации и напряжений в породе: *а, б* – под торцом коронок; *в* – долота

Один из резервов повышения производительности бурения – дальнейший рост механической скорости бурения. Скорость бурения при механических способах разрушения горных пород в существенной мере зависит от удельной энергии, передаваемой горной породе, и энергоёмкости процесса разрушения.

**Энергоёмкость разрушения породы** – показатель, определяющий необходимое и достаточное количество энергии для разрушения определенного объема горной породы при соответствующих способе и параметрах режима бурения.

Зависимость, отражающая закон разрушения горной породы при бурении, может быть представлена в следующем виде:

$$V = \frac{N}{EF},$$

где  $V$  – механическая скорость бурения, м/с;  $N$  – энергия на разрушение горной породы в единицу времени, даН м/с;  $E$  – энергоёмкость процесса разрушения, даН м/м<sup>3</sup>;  $F$  – площадь забоя скважины, м<sup>2</sup>.

Из приведенной зависимости следует, что интенсификация процесса разрушения горной породы при бурении может осуществляться:

- вследствие увеличения передаваемой горной породе энергии, что предполагает снижение ее потерь при передаче от источника энергии через колонну до забоя скважины;

- уменьшения энергоёмкости процесса разрушения горной породы;
- уменьшения площади забоя скважины.

В свою очередь увеличение передаваемой горной породе энергии может быть получено в результате:

- увеличения частот вращения породоразрушающего инструмента;
- увеличения осевой статической или ударной нагрузки на породоразрушающие резцы;
- передачи горной породе дополнительной тепловой энергии (термомеханическое бурение);

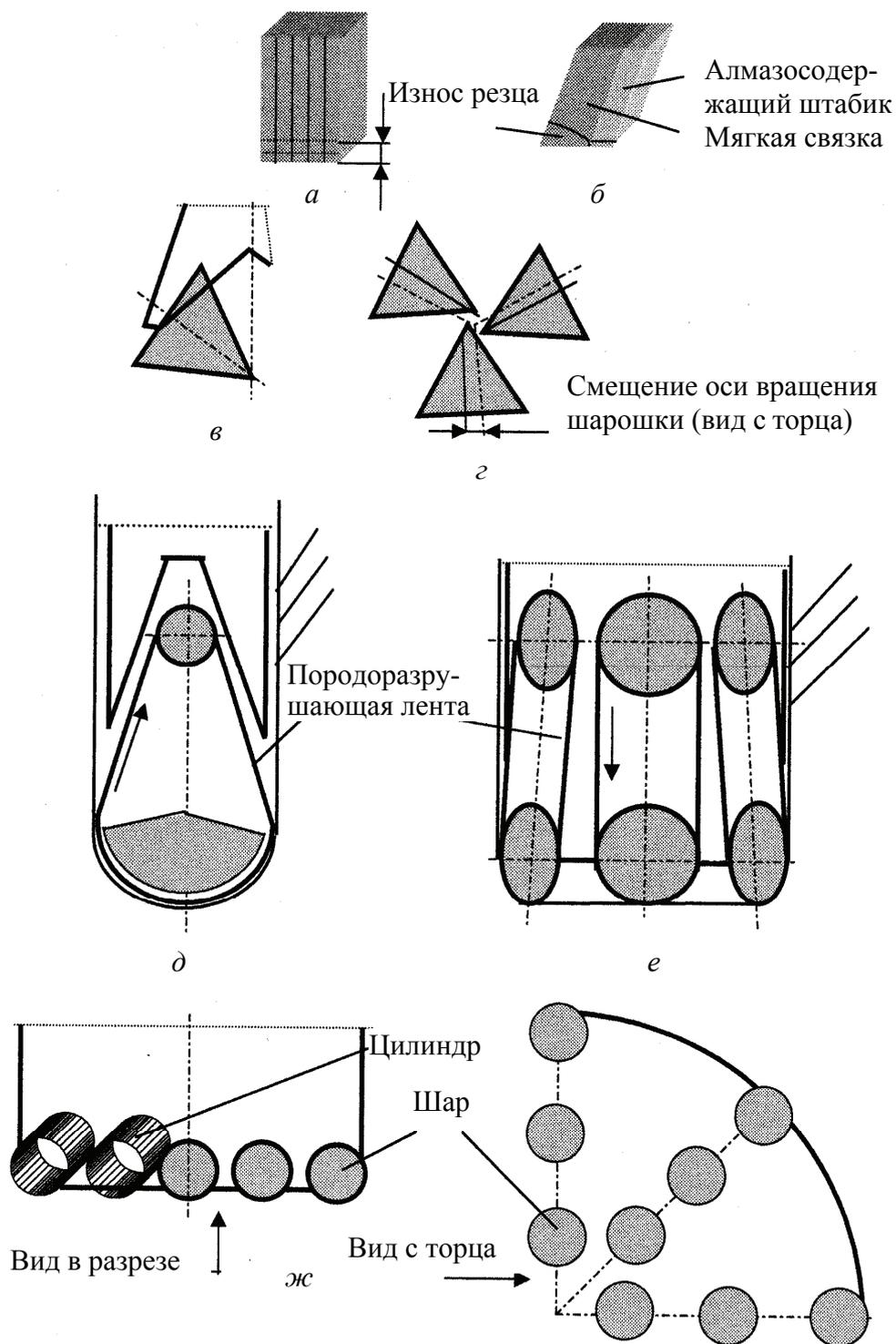


Рис. 3.4. Схемы породоразрушающих элементов и инструментов, характеризующихся универсальностью и высоким ресурсом: *а* – резец самозатачивающейся коронки; *б* – резец коронки типа БИТ; *в*, *г* – схемы размещения шарошек у долота (вид сбоку и с торца); *д*, *е*, *ж* – варианты реализации высокоресурсных инструментов

- передачи горной породе дополнительной гидродинамической энергии (гидромониторное бурение).

Уменьшения энергоемкости разрушения горной породы можно достичь:

- за счет создания породоразрушающего инструмента, максимально соответствующего по своим характеристикам прочностным свойствам горных пород;

- применения «понижителей» твердости горных пород;

- разработки оптимальных режимов бурения;

Реальное уменьшение потерь энергии при передаче её от источника до породоразрушающего инструмента возможно вследствие перемещения привода вращения инструмента к забою скважины (применение забойных гидро- или электродвигателей).

Уменьшение площади забоя скважины происходит за счет непрерывного уменьшения диаметра породоразрушающих инструментов и площади их торца (применение, например, коронок с утонченной рабочей поверхностью короночного кольца).

Одним из основных направлений разработки породоразрушающих инструментов является создание высокоресурсных и универсальных буровых инструментов.

Из практики бурового дела известны следующие решения по созданию подобных породоразрушающих инструментов:

- самозатачивающиеся твердосплавные коронки типа СА (для бурения абразивных пород средней твердости) или алмазные коронки типа БИТ (для бурения твердых пород); Инструмент данного типа не меняет своей геометрической формы по мере изнашивания рабочих породоразрушающих поверхностей (рис. 3.4, а, б);

- шарошечное долото – наиболее выдающееся техническое решение в области создания универсальных породоразрушающих инструментов за всю историю бурения;

- инструмент со сменяемой изношенной породоразрушающей поверхностью, располагаемой на проворачиваемой посредством специального управляющего устройства ленте, нескольких лентах или телах вращения (рис. 3.4, д, е, ж);

- инструменты, оснащенные средствами заточки изнашиваемых в процессе бурения породоразрушающих элементов и (или) торца;

- инструменты, у которых повышение ресурсных характеристик достигается посредством обработки физическими методами воздействия: криогенная обработка, радиационное облучение и др.

Шарошечное долото принципиально иной в сравнении с резцовым инструментом тип ПРИ, поскольку в этом инструменте впервые реализована динамизация связей породоразрушающих элементов и корпуса долота.

Динамизация связей в конструкции всегда задает любому техническому решению новый технологический уровень. Пример с шарошечным долотом только подтверждает это.

Шарошечное долото впервые запатентовано в США в 1878 г. С тех пор разработаны сотни видов и конструкций шарошечных долот, их узлов и элементов, получены тысячи патентов в различных странах мира. Например, в 1909 г. запатентовано двухшарошечное долото с конусными шарошками, а в 1911 г. трехшарошечное долото; в 1925 г. – долото с самоочищающимися шарошками, а в 1932 г. – долото с подшипниковыми опорами шарикового и роликового типов; в 1935 г. запатентовано долото со смещением осей вращения шарошек; в 1953 г. впервые созданы гидромониторные долота, а в 1959 г. долота с герметизированными маслonaполненными опорами шарошек.

На рис. 3.5 приведена схема долота с герметизированной маслonaполненной опорой серии *L* французской фирмы «Крезолуар» [18].

Долото имеет герметизированную опору благодаря наличию манжеты 2, перекрывающей зазор между шарошкой 1 и цапфой 3. В состав герметизированной системы, заполненной смазкой, входят просверленные в лапе 4 смазочный соединительный канал 5 и лубрикатор 6.

В лубрикаторе 6 установлены гидроцилиндр 7 с поршнем 8, которые образуют компенсатор, обеспечивающий автономную подачу смазки из лубрикатора 6 и гидроцилиндра 7 через канал 5 к элементам опоры в процессе бурения под действием нисходящего потока промывочной жидкости. Для выравнивания давлений, действующих с одной стороны на манжету 2, а с другой – на поршень 8, просверлен отводной канал 9, сбрасывающий часть жидкости, поступающей в верхнюю часть 10 лубрикатора над поршнем из внутренней полости 11 резьбовой головки 12 долота. К фрикцион-

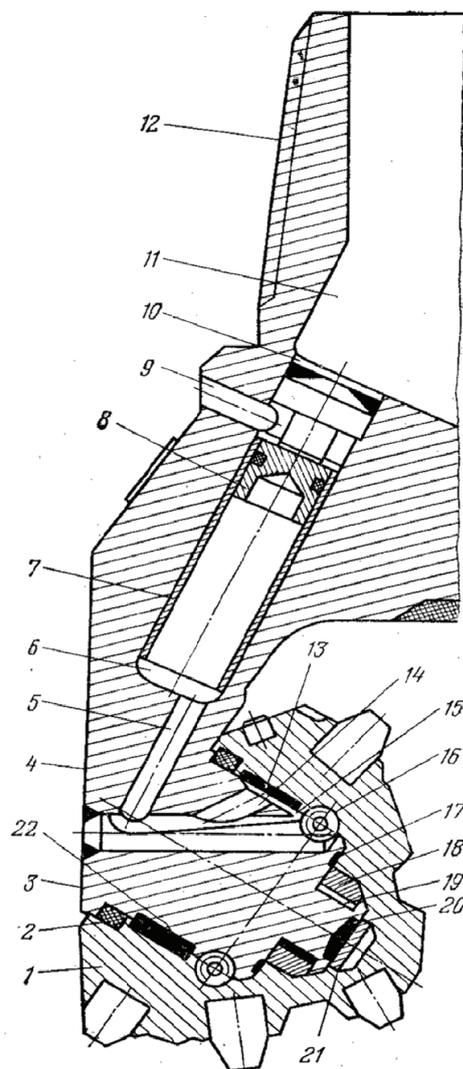


Рис. 3.5. Долото с герметизированной маслonaполненной опорой

ным поверхностям 13 и 22 большого подшипника смазка подводится от соединенного канала 5 через канал 14, а к шариковому замковому подшипнику 16 через канал 15. Под шариковым подшипником 16 предусмотрен дополнительный торцевой подшипник 17 скольжения. Малый фрикционный узел со стороны шарошки выполнен вставной фрикционной втулкой 18, а со стороны цапфы 3 – поверхностью 19, армированной защитным покрытием таким же образом, как и в зоне большого подшипника, по нижнему нагруженному сегменту. Защитным покрытием армируется и концевой торец 20 цапфы, контактирующей с подпятником 21, запрессованным в шарошку.

Резервы универсальности долот с шарошками пока не исчерпаны. Например, за счет формы шарошек достигается или качение и дробление твердой породы или вращение шарошек с проскальзыванием, что обеспечивает резание-скалывание в сочетании с дроблением пород средней твердости и мягких. Так, конусная форма шарошек (рис. 3.4, в) обеспечивает в основном качение и соответственно дробление породы, многоконусная и овальная формы дают возможность шарошке проскальзывать. Высокая степень проскальзывания шарошек по забою может достигаться за счет смещения осей вращения шарошек от геометрического центра долота (рис. 3.4, г). Здесь действительна следующая закономерность: чем выше смещение, тем значительнее степень проскальзывания шарошек по забою.

Универсальность шарошечных долот определяется также их возможностью одномоментно менять вооружение со стороны торца за счет проворачивания шарошек, а также за счет возможности размещения на шарошках породоразрушающих вставок различной геометрической формы – шаровой, куполообразной, клиновидной и других. Каждая из названных форм соответствует определенному типу горной породы, а размещенные вместе эти вставки делают долото более универсальным, например, долото может быть эффективно для бурения пород средней твердости с прослоями твердых, если оно наряду с конусными вставками оснащено породоразрушающими элементами шарообразной формы.

Универсальность конструктивной схемы долота с шарошками подтверждается тем, что в соответствии с ней в настоящее время изготавливают долота безударного раздавливающего и режуще-скалывающего действия.

В данных долотах шарошки в виде дисков устанавливаются, ориентируя оси вращения шарошек параллельно забою и по касательной к траектории вращения долота (рис. 3.6), таким образом, что в процессе бурения шарошка прокатывается по стенке скважины. По данным В. Т. Чеснокова (Красноярский государственный университет цветных металлов и золота), частота вращения шарошек у данных долот прямо пропорциональна скорости бурения, так как качение шарошек обеспечивается за счет взаимо-

действия зубьев шарошек со стенкой скважины при углубке долота. Частота вращения зубчато-дисковой шарошки определяется зависимостью

$$n_{ш} = \frac{v_б K_d}{\pi d_{ш}},$$

где  $v_б$  – скорость бурения, м/мин;  $d_{ш}$  – диаметр шарошки, м;  $K_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительное увеличение частоты вращения шарошки за счет влияния реакции забоя.

В породах средней твердости зубчато-дисковая шарошка вращается в 20 раз медленнее долота и ее частота вращения пропорциональна скорости бурения.

Зубчато-дисковые шарошечные долота успешно заменяют лопастные долота режущего типа. Анализ показывает, что соотношение путей трения зубьев долот с зубчато-дисковыми шарошками  $l_T$  и периферийных резцов режущих долот  $L_T$  определяется выражением

$$K_T = \frac{L_T}{l_T} = \frac{2rv_б}{\pi d_{ш}^2 n_{ш}},$$

где  $r$  – радиус размещения периферийного резца, м.

При одинаковых диаметрах сравниваемых долот  $K_T = 2$ . Таким образом, износостойкость вооружения долот с зубчато-дисковыми шарошками в 2 раза выше, чем лопастных долот режущего типа.

Подобная конструктивная схема исполнения долота полностью исключает ударный характер передачи нагрузок к породе (преобладает проскальзывание над качением шарошек по забою), но позволяет получить инструмент вращательного типа, у которого при бурении происходит смена контактирующих с забоем резцов за счет проворота шарошек. В результате достигается более значительный ресурс инструмента, так как число одновременно контактирующих с породой резцов значительно меньше их общего числа. В контакте с породой зуб за один оборот проходит примерно  $\frac{3}{8}$  своего пути. На протяжении  $\frac{5}{8}$  пути зуб не контактирует с породой при любом количестве зубьев на шарошке. Таким образом, только  $\frac{3}{8}$  ко-

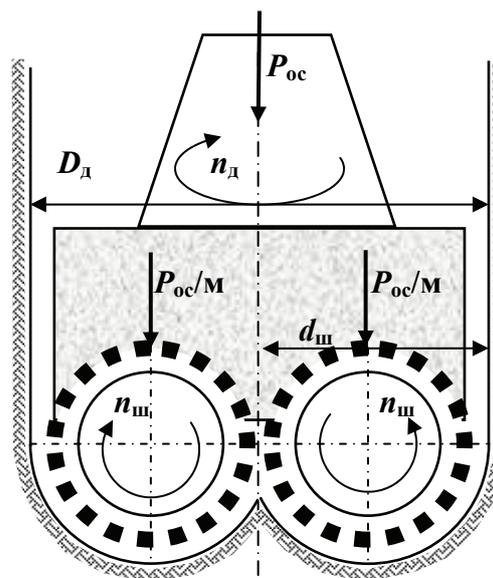


Рис. 3.6. Схема взаимодействия зубчато-дисковых шарошек режущего долота с забоем скважины:  $m$  – число шарошек;  $D_d$  – диаметр долота;  $d_{ш}$  – диаметр шарошки;  $P_{ос}$  – осевая нагрузка на долото;  $n_d$  – частота вращения долота;  $n_{ш}$  – частота вращения шарошки

личества зубьев шарошки контактируют с забоем в каждый момент времени работы долота. Все зубья шарошки проходят равный путь по забою, что способствует равномерному их износу.

При одновременном участии в двух движениях (вращении вокруг своей оси и оси долота) зубчато-дисковая шарошка разрушает породу в скважине для каждого зуба попеременно в двух зонах: охлаждения (нерабочая) и разрушения (рабочая). При этом достигаются эффективные условия «отдыха»-охлаждения резцов, свойственные условиям работы обычных шарошечных долот, что отличает эти долота от долот режущего типа. Возможность «отдыха» породоразрушающих вставок зубчато-дисковых шарошек долот позволяет дополнительно повысить их износостойкость и ресурс.

Среди технических решений, посвященных созданию высокоресурсных инструментов для механического разрушения горных пород, наиболее перспективны в будущем долота и коронки со сменяемой по мере износа породоразрушающей поверхностью. Исполнение этих инструментов возможно в соответствии с вариантами, показанными на рис. 3.4, *д*, *е*, с одной или несколькими лентами, оснащенными породоразрушающими элементами. Последний вариант подходит для создания бурового инструмента для бурения с отбором керна. Этот же вариант обладает большим ресурсом в сравнении с первым, так как опорная площадка на забой каждой ленты здесь значительно меньше, а число актов возможной смены изношенных элементов вооружения на неизношенные соответственно больше.

Реализация высокоресурсного бурового инструмента возможна также за счет изготовления рабочих породоразрушающих органов в виде цилиндров (или иных тел вращения), а также шаров (рис. 3.4, *ж*), покрытых породоразрушающими элементами. Указанные тела могут устанавливаться на торце с возможностью регулируемого поворота, который осуществляется после износа обращенного к забою вооружения. Шар в отличие от любых тел вращения дает возможность проворота и смены изношенной поверхности в самых разнообразных направлениях, а потому, очевидно, может иметь значительный ресурс. Буровой инструмент в данном случае приобретает характеристики агрегата и представляется довольно сложным. Например, должен присутствовать механизм проворота рабочих органов инструмента по мере износа породоразрушающей поверхности и снижения скорости углубки до определенных пределов.

При реализации подобных породоразрушающих агрегатов возможно размещение в нем средств восстановления отработанных поверхностей. Например, средств заточки притупившейся резцовой части торца или механизма обнажения заполированного вооружения. В последнем случае необходимость обнажения, в основном алмазных резцов, возникает при бурении твердых, но достаточно малоабразивных пород, при бурении

на недостаточной осевой нагрузке, а также в случае повышенной, для разбуриваемых пород, твердости матрицы инструмента.

В то же время нужно отметить, что абсолютно универсальных породоразрушающих инструментов для разрушения горных пород под действием поля механических напряжений не существует.

Ресурс инструмента связан с сохранением вооружения, его геометрической формы, параметров приострения резцов, диаметра инструмента, а для шарошечных долот и сохранением работоспособности опор вращения шарошек на определенном этапе породоразрушающего воздействия. Чем длительнее этот этап, тем выше эффективный ресурс инструмента.

Эффективный ресурс инструмента определяется длительностью этапа породоразрушающего воздействия, при котором достигается максимальная или близкая к максимальной механическая скорость бурения.

В данном случае, очевидно, что если происходит механическое разрушение породы, то ресурс инструмента объективно ограничен, так как процесс механического разрушения является всегда двусторонним, т. е. если разрушается и изнашивается порода, то будет изнашиваться и разрушаться сам инструмент.

Таким образом, любой породоразрушающий инструмент для разрушения породы одним из механических способов не может иметь неограниченный ресурс и быть абсолютно универсальным. Поэтому очевидно, что развитие инструмента в направлении идеальной или совершенной системы связано с переходом на микроуровень с заменой поля механического напряжения, под действием которого происходит разрушение, на другие поля. Например, тепловое поле, которое обеспечит плавление породы, электромагнитное для реализации электроимпульсного бурения, поле плазмы, бурение лазером и др.

Такие инструменты будут универсальны (при корректировке параметров управления) и иметь неограниченный ресурс.

**Бурение лазером** – В 1997 г., в *Gas Technology Institute*, США начат проект лазерного бурения. В проекте участвуют Арагонская национальная лаборатория Министерства энергетики США и Горная школа Колорадо. Для экспериментов предоставлены два армейских лазера *MIRACL* и *COIL*. Оба лазера работают в инфракрасном диапазоне, потребляют мощность до 1 МВт. Параметры лазера: длина волны – 1,06 мкм, средняя мощность – 1,6 кВт, максимальная пиковая мощность – 32 кВт, длительность импульса – 0,1–10 мс, частота повторения 25–800 имп/с, максимальная энергия 100 Дж/имп.

Установлено, что режим работы лазера существенно влияет на разрушение породы – длинные импульсы с высокой частотой повторения приводят к плавлению породы, короткие импульсы с малой частотой к её растрескиванию.

2001 г. Министерство энергетики США объявило о продолжении работ по бурению лазером. Предполагается, что энергия от лазера будет доставляться на забой с помощью пучка волоконно-оптических линий.

Считается, что скорость бурения может возрасти в 10–100 раз в сравнении с достигаемой механическим разрушением, что обещает мощный технологический прорыв в бурении.

По оценкам специалистов, на пути к реализации подобных инструментов и технологий вполне рациональным может быть комбинирование механического разрушения пород резанием, скалыванием или дроблением с термическим или электротермическим разрушением. В данном случае интенсификация разрушения достигается за счет наложения поля механических напряжений и температурного поля.

Например, известен электротермомеханический колонковый снаряд для бурения алмазными коронками, состоящий из колонковой трубы, изолированной от бурового снаряда передающей момент муфтой. Через токопровод к колонковой трубе подводится одна из полярностей электрогенератора, второй полюс которого заземлен. Ток проходит через матрицу коронки в породу, нагревая её в месте контактирования с коронкой.

В другой конструкции электротермомеханического снаряда для колонкового бурения твердосплавными коронками по периметру коронки расположены подпружиненные электрические контакты, соприкасающиеся с породой в процессе бурения. Электрический ток проходит по породе от контакта к контакту, нагревая её.

Известны также конструкции породоразрушающих инструментов, в которых нагрев породы производится паром, плазменными или керосинокислородными горелками.

Предварительные исследования показали, что скорость бурения подобными снарядами может быть выше от 2 до 100 раз в сравнении с механическим бурением, без какой-либо зависимости от степени износа резца! При этом возможны следующие функциональные технологические операции:

- отбор кондиционного керна;
- проведение геофизических исследований в процессе бурения без помещения в скважину каких-либо дополнительных приборов;
- применение практически любого современного механического породоразрушающего инструмента;
- возможность передачи энергии большой мощности на разрушение породы;
- передача энергии на забой с малыми потерями (за счет передачи ее в виде электроэнергии).

Пример преобразования породоразрушающих элементов в современных породоразрушающих инструментах дает возможность проследить этапы реализации закона развития технических систем по схеме «моно-би-поли-микроуровень»: долото с одним лезвием (ударное) > 2, 3 лезвия (2, 3 лопастное) > многорезцовая коронка > шарошечное долото > алмазный инструмент (крупный алмаз > крупноалмазная коронка, мелкоалмазная ко-

ронка > импрегнированная коронка > коронка с матрицей, изготовленной из алмазного порошка) > инструмент со сменяемой породоразрушающей поверхностью.

Далее переходят к инструментам, комбинирующим механическое и термическое разрушение, и на микроуровень, к инструментам и технологиям для плавления горных пород, электроимпульсного, лазерного или иного способа бурения.

Рассмотрим аналитическое обоснование перехода от механического разрушения горных пород к иным способам передачи и преобразования энергии для сооружения буровых скважин.

В работах по вопросам оптимизации процесса бурения рекомендуется комплексная оценка оптимальности процесса бурения следующего вида [5]:

$$\frac{N}{v_m} \Rightarrow \min .$$

Данным критерием оптимизации учитываются два основных показателя: затраты мощности на бурение скважины  $N$  и механическая скорость бурения  $v_m$ .

Критерий  $N/v_m \rightarrow \min$  по своей сути близок к требованиям идеального конечного результата (ИКР) работы технической системы, известной из теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), разработанной в своей основе Г. С. Альтшуллером, так как отражает требования к достижению максимальной механической скорости проходки скважины, т. е. максимального результата при минимальных затратах энергии на процесс бурения.

Рассмотрим возможности оптимизации процесса бурения с точки зрения соответствия требованиям идеального конечного результата (ИКР).

Учитывая, что мощность на бурение определяется из зависимости

$$N = M_{кр} \cdot \omega ,$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент, Н·м;  $\omega$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>,

получим зависимость критерия оптимизации в несколько ином аналитическом виде:

$$W = \frac{M_{кр} \cdot \omega}{v_m} \Rightarrow \min .$$

Крутящий момент определяется из зависимости:

$$M_{кр} = R \cdot F_T ,$$

где  $R$  – средний радиус торца коронки, м;  $F_T$  – тангенциальное суммарное усилие на торце инструмента, определяемое как суммарное усилие сопротивления резанию-скалыванию породы, Н.

Тангенциальное суммарное усилие сопротивления резанию-скалыванию породы  $F_T$  определится из формулы

$$F_T = \frac{\sigma_{\text{ск}} h a N_p K}{\sin \gamma_{\text{ск}}} + Pf,$$

где  $\sigma_{\text{ск}}$  – предел прочности породы на скалывание, Па;  $h$  – глубина внедрения резца в породу, м;  $a$  – ширина внедрившейся в породу части резца, м;  $N_p$  – число работающих на разрушение породы резцов на торце инструмента;  $K$  – коэффициент уширения борозды разрушения ( $K = 1$  для пластичных горных пород;  $K = 1,5$  – для хрупких горных пород);  $P$  – осевая нагрузка, Н;  $f$  – коэффициент трения торца инструмента о породу;  $\gamma_{\text{ск}}$  – угол скалывания породы перед резцом, град.

Ширина внедрившейся в породу части резца  $a$  определится из зависимости:

$$a = \sqrt{dh},$$

где  $d$  – диаметр резца, м.

В результате решения и всех подстановок получим выражение для определения крутящего момента на забое скважины:

$$M_{\text{кр}} = R \left( \frac{\sigma_{\text{ск}} h \sqrt{dh} N_p K}{\sin \gamma_{\text{ск}}} + Pf \right).$$

Таким образом, рост крутящего момента, достаточный для сохранения углубки за один оборот, достигается в основном повышением осевого усилия  $P$ , что приводит к росту глубины внедрения резца  $h$ .

Известно, что механическая скорость бурения определяется как произведение углубки за оборот  $h_{\text{об}}$  и частоты вращения  $\omega$ :  $v_m = h_{\text{об}} \omega$ , поэтому критерий оптимизации «мгновенного характера», полученный из соотношения  $N/v_m \rightarrow \min$ , можно выразить следующим образом:

$$W = \frac{M_{\text{кр}}}{h_{\text{об}}} \Rightarrow \min.$$

Указанный критерий позволяет рассмотреть условия получения максимума углубки за оборот при минимуме крутящего момента на бурильной колонне при определенном значении площади забоя скважины. В этом случае возможно определение условий эффективной работы как бурильной колонны по минимуму величины крутящего момента, так и бурового инструмента по величине углубки за один оборот. Учитывая, что углубка за оборот определяется как произведение глубины внедрения резца в породу  $h$  и числа работающих на разрушение резцов  $N_p$ :  $h_{\text{об}} = h N_p$ , получим формулу для расчета критерия  $W$  в следующем виде:

$$W = R \left( \frac{\sigma_{\text{СК}} \sqrt{dhK}}{\sin \gamma_{\text{СК}}} + \frac{Pf}{hN_p} \right).$$

Из приведенной зависимости следует, что минимизация параметра оптимизации критерия  $W$  возможна при следующих условиях:  $R \rightarrow \min$ ;  $P \rightarrow \min$ ;  $f \rightarrow \min$ ;  $d \rightarrow \min$ ;  $h \rightarrow \max$ ;  $N_p \rightarrow \max$ .

Следует учитывать, что в балансе затрат мощности и усилий первое слагаемое занимает не более 10–20 % общих затрат, а второе – 80–90 %, поэтому, отметив, что более желательны по условию оптимального критерия мелкорезцовые и импрегнированные коронки ( $d \rightarrow \min$ ,  $N_p \rightarrow \max$ ), представим искомый критерий оптимизации в более компактном виде:

$$W = R \frac{Pf}{hN_p}.$$

Между параметрами  $h$  и  $N_p$  в вышеприведенной формуле имеется противоречие, так как повышение числа резцов неизбежно приведет к уменьшению их размеров, а, соответственно, и снижению глубины внедрения резцов в породу. Но следует отметить аспекты проявления закона развития технических систем, согласно которым развитие любой технической системы происходит в направлении непрерывного дробления рабочих органов и увеличения их числа, с последующим переходом от макросистем к микросистемам.

На уровне макросистем буровые инструменты достигли определенного уровня дробления и увеличения числа породоразрушающих элементов. В шарошечных и алмазных долотах число резцов и вставок достигает десятков и сотен единиц. Поэтому выявленное противоречие является любопытным с точки зрения создания новых типов бурового инструмента и отражает, очевидно, уже реально назревающий переход от инструментов механического типа с множеством породоразрушающих элементов – резцов и вставок, к другим типам буровых наконечников, способным реализовать разрушение породы не механическим, а иным, например, термомеханическим способом или плавлением горной породы, например, лазером, когда в качестве породоразрушающих элементов будут выступать термические, электромагнитные, иные импульсы. В этом случае минимизация критерия  $W$  становится возможна также за счет снижения и последующего устранения таких параметров, как осевое усилие и коэффициент внешнего трения, поскольку эти параметры не являются необходимыми при реализации физико-химических способов разрушения горных пород. Как результат, буровой инструмент становится неизнашиваемым, т. е. будет характеризоваться неограниченным ресурсом.

### 3.4. Породоразрушающий инструмент, заменяемый без подъема бурильной колонны из скважины

На пути к идеальной технической системе для решения проблем универсальности и, главное, ресурса бурового инструмента, а также сокращения затрат времени на СПО создаются съемные керноприемные снаряды, оснащенные алмазными коронками или другими инструментами, замена которых возможна без подъема бурильной колонны через внутреннюю полость последней.

Внедрение съемных буровых инструментов позволяет в зависимости от глубины скважин повысить производительность бурения до 50–70 % [9].

В России съемные коронки разрабатывались в ВИТРе (Всероссийский институт техники разведки). Известна конструкция съемного снаряда, созданная в Иркутском политехническом институте доцентом кафедры технологии и техники разведки МПИ И. Б. Булнаевым. Отличительная особенность этой конструкции состоит в том, что она содержит цельную эксцентричную буровую коронку в отличие от съемных снарядов с различным типом раздвижных коронок.

Фирмы *Boart Longyear*, *Cristensen* (США) и др. получили большое количество патентов на конструкции колонковых наборов со съемными коронками различных типов. Анализ разработанных конструкций съемных снарядов позволяет выделить следующие их типы:

- шарнирные, состоящие из секторов, перевод которых из транспортного положения в рабочее, и наоборот производится за счет поворота;
- цанговые, состоящие из набора пластинчатых пружин, к концам которых крепятся сектора коронки, а перевод секторов в рабочее положение производится при помощи специального устройства, разводящего сектора в стороны и фиксирующего их в этом положении;
- клиновые, состоящие из расположенных по окружности клинообразных секторов, перевод которых в рабочее положение происходит за счет перемещения по наклонным боковым поверхностям.

Решение проблемы спуско-подъемных операций при бурении глубоких скважин на нефть и газ привело ряд разработчиков к созданию съемных долот, как правило, шарошечных. Однако существенные трудности на пути разработки высоконадежного съемного инструмента, необходимость использования специальной гладкоствольной колонны пока не позволили широко реализовать эти направления в практике буровых работ.

Первыми же инструментами подобного типа были абразивы, засыпаемые под торец бурового инструмента. Такой способ бурения использовали в древние времена и средние века. Гораздо позже, уже в наше время, для бурения твердых и крепких горных пород использовалась стальная и чугунная дробь, засыпаемая под торец специальных коронок через внут-

ренную полость бурильных труб. Процесс разрушения горной породы в данном случае происходит под действием осевой нагрузки вследствие смятия и раздавливания породы перекачиваемой по забое дробью. По мере износа дроби ее количество на забое пополнялось засыпанием новой партии дроби. Впрочем, в этом случае, инструмент после отработки из скважины не извлекался.

Направление развития техники и технологии бурения, с использованием заменяемого через внутреннюю полость бурильных труб бурового инструмента, является перспективным. Это направление развивается сегодня ведущими фирмами мира в основном наряду с техникой и технологией бурения скважин снарядами со съемной керноприемной трубой (ССК), что указывает на активное развитие данной технической системы в направлении рационального использования непроизводительного времени на спуско-подъемные операции.

В то же время, как показывают результаты современного бурения, еще не исчерпаны резервы повышения ресурса инструмента за счет применения новых твердых и сверхтвердых материалов, например таких, как поликристаллические алмазы, которые отличаются от композиционных алмазосодержащих материалов типа славутич наличием жесткого каркаса из сросшихся алмазных зерен. К таким материалам, получившим название *PDC (polycrystalline diamond composition)*, относится созданный в 1976 г. компанией *General Electric* (США) материал *Stratapax*. Компания *De Beers* (ЮАР) выпускает его под названием *Sindet*.

Эти материалы, как показали исследования, не уступают по эксплуатационным качествам крупным природным алмазам и получили широкое распространение. С применением сверхтвердых материалов изготавливаются долота, коронки, расширители, которые успешно заменяют шарошечные долота, твердосплавные коронки, традиционный алмазный инструмент с резцами из природных алмазов, обеспечивая высокий ресурс бурового инструмента. Резцы с пластинами *Stratapax* способны бурить как мягкие породы с высокой механической скоростью, так и твердые породы с удовлетворительными механической скоростью и стойкостью бурового инструмента. Именно поэтому буровые инструменты, армированные пластинами *Stratapax*, наиболее эффективны при бурении в разрезах, представленных породами перемежающейся твердости и при наличии высокоабразивных горных пород. Таким образом, с появлением резцов с пластинами *Stratapax* удалось получить универсальный буровой инструмент, удовлетворяющий достаточно противоречивым требованиям процесса разрушения мягких пород резанием и твердых пород резанием-скалыванием и раздавливанием.

С развитием нанотехнологий ожидается получение новых искусственных материалов с уникальными свойствами, открываются новые пер-

спективы получения сверхпрочных и стойких материалов для изготовления бурового инструмента. Наверняка будут созданы уникальные сверхтвердые материалы для разрушения горных пород и иных твердых тел, подобно ткани кевлар, отличающейся высочайшей прочностью при сохранении основных свойств обычной ткани.

### **3.5. Анализ условий для обеспечения равномерного вращения бурильной колонны и создания условий для полной передачи усилий и энергии разрушения на забой скважины**

С точки зрения реализации поставленных задач современное бурение дает возможность выделить следующие развитые и развивающиеся направления:

1) передача осевого усилия и крутящего момента к забою скважины обеспечивается посредством бурильной колонны, при этом осевое усилие передается на забой или за счет специального устройства, создающего принудительное нагружение колонны, или за счет веса нижней части бурильной колонны. Крутящий момент передается посредством вращения всей бурильной колонны вращателем, располагаемым у устья скважины;

2) осевое усилие передается за счет веса нижней утяжеленной части бурильной колонны (компоновка с УБТ), а крутящий момент гидро- или электродвигателем, располагаемым непосредственно над забоем скважины;

3) вариант, аналогичный п. 2, но вместо бурильной колонны используется шлангокабель или стальная неразъемная колонна (колтюбинг);

При использовании шлангокабеля осевая нагрузка может создаваться специальным гидравлическим шпинделем, располагаемым над забоем скважины и оснащенным якорным устройством, гарантирующим надежное раскрепление нежесткой на скручивание колонны в скважине.

С точки зрения идеальной системы, самые слабые показатели по равномерности вращения бурового инструмента и передаче разрушающих усилий присущи первому из названных вариантов.

Особенно это касается современного высокочастотного бурения скважин малых диаметров. Следует, тем не менее, отметить, что этот вариант сегодня используется чаще всего, если иметь в виду бурение скважин на твердые полезные ископаемые, а также роторное бурение нефтяных и газовых скважин. Современная технология бурения геологоразведочных скважин в твердых породах предусматривает использование сбалансированных бурильных колонн с уменьшенными радиальными зазорами. Однако статически сбалансированные колонны оказываются динамически несбалансированными из-за высокой степени деформации

под действием осевых и центробежных сил, что обеспечивает появление возмущающих равномерное вращение сил трения, и характер движения колонны становится вибрационным.

Подобный режим работы колонны приводит к снижению эффективности бурения, поскольку колонна, по мере снижения жесткости и повышения параметров режима бурения, теряет свои качества канала передачи энергии и разрушающих усилий к забою скважины. Вследствие этого снижается механическая скорость бурения, повышается износ элементов колонны и породоразрушающего инструмента, увеличиваются затраты мощности на бурение, становится недостаточным выход керна, возрастает кризисна скважин.

Согласно экспериментальным данным наиболее устойчивым видом движения статически сбалансированных колонн на форсированных режимах является обратная прецессия (явление качения деформированной колонны по стенке скважины), с которой связаны все основные нежелательные влияния на процесс и показатели бурения.

Причины возникновения обратной прецессии и нерегулярностей в движении буровой компоновки состоят в том, что при изгибе труб в скважине (рис. 3.7) возникает центробежная сила, которая определяет в основном силу прижатия и силу трения колонны о стенку скважины. Сила трения скольжения труб о стенку скважины препятствует вращению участка колонны в направлении, задаваемом буровым станком, а, достигая определенной величины  $F_{т.к}$ , вызывает качение по стенке скважины. При каждом новом положении сечения в скважине силы  $F_{ц}$  и  $F_{т.к}$  равны первоначальным значениям  $F_{ц}$  и  $F_{т.к}$ , вызвавшим это качение, а потому все условия для устойчивой обратной прецессии сохраняются (см. рис. 3.7). При этом связанный с колонной породоразрушающий инструмент вместо вращения вокруг своей оси, увлекаемый участком колонны, совершает окатывание по периметру забоя скважины (нутационное движение относительно

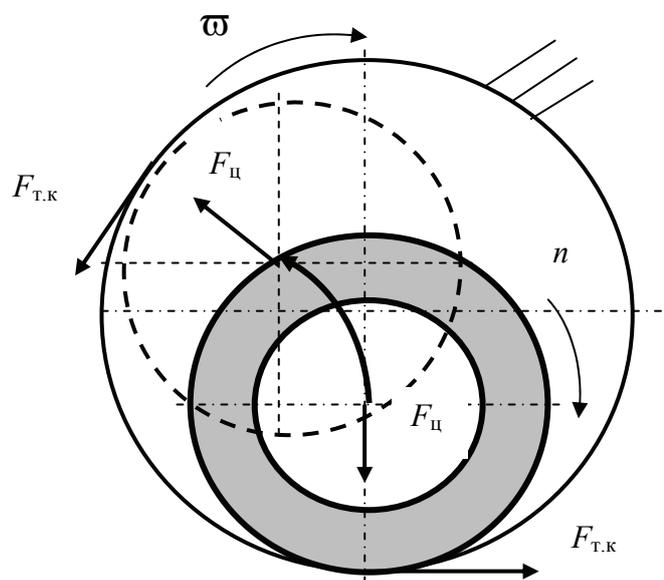


Рис. 3.7. Схема для анализа условий работы в скважине бурильной колонны:  $\omega$  – направление вращения колонны, задаваемое буровым станком;  $n$  – направление качения колонны по стенке скважины

ее оси), проявляющееся в виде периодически повторяющихся полных остановок породоразрушающего инструмента и в образовании отличного от круглой формы многоугольного забоя, винтовой многозаходной формы ствола скважины и столбика керна. Подобный режим работы инструмента и бурильных труб приводит к раскручиванию колонны, т. е. в бурильной колонне возбуждаются крутильные фрикционные автоколебания. Последние крайне нежелательны с позиций кernoобразования, энергоемкости бурового процесса, ресурса инструмента.

Таким образом, решение проблемы повышения показателей буровых работ, связанных с работой колонны, состоит в том, чтобы подобрать значения параметров системы «колонна – скважина», которые бы снижали вероятность возникновения обратной процессии. Этот вид движения по известной и уже принятой терминологии имеет условное обозначение  $\Phi_3$ . Другие стационарные виды движения колонны  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  не отражают всего многообразия форм динамики бурильных колонн, но дают представление об основных её видах. Вид движения  $\Phi_1$  – вращение колонны вокруг собственной оси и вокруг оси скважины в направлении, которое задано буровым станком (рис. 3.8, а). Вид вращения  $\Phi_2$  – вращение колонны только вокруг собственной оси (рис. 3.8, б).

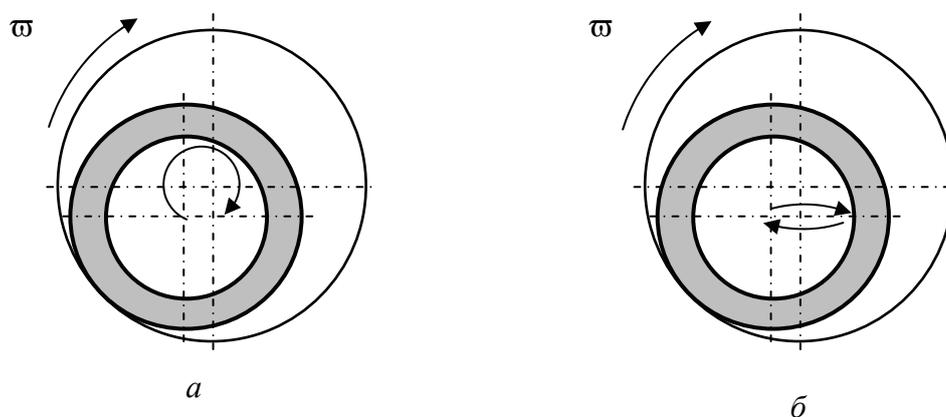


Рис. 3.8. Виды вращения бурильной колонны –  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$

Анализ влияния видов движения бурильной колонны на показатели процесса бурения, результаты которого представлены в табл. 3.1, показывает, что бурильная колонна – недостаточно эффективный инструмент передачи разрушающих усилий к забою, поскольку существенны потери мощности, осевой нагрузки и частоты вращения, снижаются показатели, определяющие эффективность бурового процесса по мере роста статических и динамических нагрузок на колонну. Последнее особенно характерно для высокочастотного алмазного бурения бурильными колоннами малого диаметра. Связь видов движения бурильной колонны с параметрами

режима бурения показывает, что резервы роста параметров практически исчерпаны. Например, на рис. 3.9 приведены графики, показывающие эту связь для бурильной колонны ССК-59 [5].

Таблица 3.1

**Влияние видов движения бурильной колонны на параметры и показатели процесса бурения**

Параметры и показатели процесса бурения	Виды вращения бурильной колонны		
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$
$N$ – затраты мощности на вращение колонны			
$v_b$ – механическая скорость бурения			
Вибрация, аварии бурильной колонны	Минимальный и средний уровень вибрации, отсутствие знакопеременного изгиба, аварийность минимальная	Минимальный уровень вибрации, отсутствие знакопеременного изгиба, аварийность минимальная	Максимальный уровень вибрации, знакопеременный изгиб; условия, способствующие возникновению аварий бурильной колонны
Ресурс породоразрушающего инструмента, условия кернообразования	Хорошие условия для работы инструмента и кернообразования	Идеальные условия для работы инструмента и кернообразования	Тяжелые условия работы инструмента (поперечные колебания и динамическая повышенная нагрузка на резцы), разрушение и самозаклинивание керна
Искривление скважины	Минимально возможное	Максимально возможное	От минимального до половины максимального
Равномерность и полнота передачи $P_{oc}$	Потери минимальные и средние	Потери минимальные	Потери 30–50 %, пульсация при передаче нагрузки, продольные колебания
Равномерность и полнота передачи $\omega$	Равномерная, без крутильных колебаний	Равномерная, без крутильных колебаний	Неравномерная, крутильные колебания

Как следует из графиков на рис. 3.9, параметры режима бурения, при которых возникает нежелательный вид движения  $\Phi_3$ , соответствуют основному диапазону используемых при современном бурении, что уже сейчас накладывает определенные ограничения на возможности технологий современного бурения с передачей крутящего момента к забою через колонну бурильных труб. Именно поэтому становятся крайне актуальными технические решения и проекты, связанные с использованием забойных высокочастотных гидро- и электродвигателей при алмазном бурении скважин малого диаметра, расширение номенклатуры и возможностей турбобуров и ВЗД при бурении скважин на нефть и газ, создание гидродвигателей нового поколения с изменяемым объемом рабочих камер и с одновременной реализацией ударного действия на инструмент и горную породу, создание забойных мультипликаторов как средств повышения частоты вращения бурового инструмента, особенно алмазного, при невысоком значении частоты вращения передаваемой бурильной колонне от бурового станка.

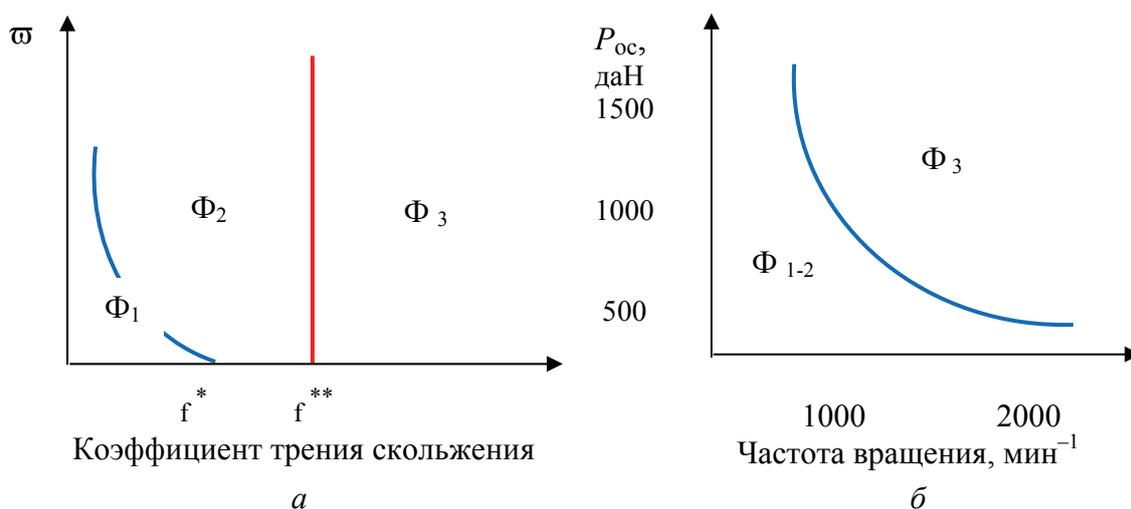


Рис. 3.9. Графики, отражающие связь параметров режима бурения с видами вращения бурильной колонны ССК-59

**Гидродвигатели** – турбобур и винтовой забойный двигатель (ВЗД). Турбобур – агрегат для бурения, включающий статор-корпус и вал-ротор. Статор и ротор оснащены множеством крыльчаток, которые обеспечивают при прокачивании бурового раствора под давлением через полость между ротором и статором вращение ротора и соответственно долота, которое соединяется с ротором через шпindel-редуктор. Характеризуется высокой частотой вращения.

**ВЗД** – гидродвигатель, в основе которого героторная пара «статор-ротор». При этом если ротор выполнен в виде многозаходного винта с числом витков  $M$ , то статор имеет многозаходную внутреннюю полость, причем число витков в полости статора равно  $M + 1$ . Ротор установлен внутри статора с некоторым смещением продольной оси от продольной оси статора. При прокачивании промывочной жидкости через полости между статором и ротором послед-

ний получает импульс вращения. Характеризуется высоким значением крутящего момента и умеренной частотой вращения (300–400 об/мин).

**Забойный мультипликатор** – редуктор, выполненный, например, на основе планетарной волновой передачи, который позволяет в 30–80 раз увеличить частоту вращения породоразрушающего инструмента в сравнении с частотой вращения бурильной колонны. Рассматривается как перспективный генератор механической энергии при бурении, особенно алмазном, так как может быть существенно повышена частота вращения породоразрушающего инструмента – основной резерв повышения механической скорости алмазного бурения без повышения частоты вращения бурильной колонны.

### **3.6. Средства автоматизации и управления процессом бурения**

Современная буровая установка может оснащаться контрольно-измерительными приборами, датчиками-регистраторами и разнообразными устройствами автоматического управления. Основным, особенно при высокочастотном алмазном бурении, остается процесс управления углубкой скважины, выработка оптимальных параметров режима бурения. В данном случае актуален выбор параметра оптимизации или критерия оптимизации. Требования к критерию оптимизации процесса бурения состоят в том, что этот параметр должен надежно регистрироваться и фиксироваться непосредственно при бурении, а также непосредственно и оперативно влиять на другие параметры бурового процесса, поскольку, например, прижоговая ситуация (аварийная ситуация, которая возникает при перегреве алмазной коронки, расплавлении медно-никелевой матрицы и спекании разрушенной коронки с забоем) при алмазном бурении развивается не более 30–40 с.

Возможными критериями оптимизации могут быть следующие параметры:

- механическая скорость бурения  $v_6$ ;
- стоимость 1 м скважины;
- расход алмазов или проходка на буровой инструмент;
- углубка забоя за один оборот бурового инструмента;

Наряду с названными критериями рекомендуется комплексная оценка оптимальности процесса бурения следующего вида [5]:

$$\frac{N}{v_6} \Rightarrow \min .$$

В данной зависимости учитываются два основных показателя: затраты мощности на бурение и механическая скорость. Данный критерий по своей сути близок к требованиям идеального конечного результата (ИКР) работы технической системы, так как отражает требования к дости-

жению максимальной механической скорости проходки скважины при минимальных затратах энергии на процесс бурения.



Рис. 3.10. Установка для подземного бурения *Diamec U6 APC*

На основании предложенных критериев разрабатываются аппаратура, датчики, программные продукты, задача которых состоит в регулировании параметров управления – осевой нагрузки, частоты вращения инструмента, количества и качества очистного агента с целью достижения оптимального значения выбранного критерия, что в свою очередь показывает стремление ТС к достижению идеального конечного результата.

Наиболее современными автоматизированными буровыми агрегатами в настоящее время являются станки *Diamec U6 APC* и *Diamec U8 APC* компании *Atlas Copco*, предназначенные для колонкового бурения глубоких скважин с автоматическим контролем параметров ССК типоразмера *AQ-HQ* (рис. 3.10).

Система *APC* (автоматического контроля бурения) позволяет управлять процессом бурения одному оператору. Системой *APC* в память компьютера записываются данные бурения: глубина скважины, количество и давление воды на входе, частота вращения, скорость бурения, усилие на коронке, давление в гидросистеме и др. Система *APC* оптимизирует скорость бурения, регулирует усилие подачи, частоту вращения и крутящий момент в соответствии с изменением условий бурения. Это позволяет оператору выполнять при бурении другие работы – опорожнять керноприемники, готовить коронки и штанги.

### **3.7. Этапы совершенствования спуско-подъемных операций при бурении**

Если вернуться к схеме на рис. 3.2, то можно отметить, что направление развития подсистемы 1.3 смыкается с задачей 3: «Средств и технологий СПО», которые развиваются в направлении сокращения до мини-

мального значения затрат времени на спуск-подъем бурильной колонны (один из вариантов решения этой задачи – сокращение числа СПО), исполнения рабочих органов СПО, гарантирующих быстрый, управляемый и безостановочный спуск-подъем. Здесь уместно говорить о средствах СПО, при которых время на вспомогательные операции стремится к нулю, а процесс спуска-подъема колонны характеризуется непрерывностью.

Подобная система возможна за счет предельно рационального отбора мощности привода средств СПО, подъема колонны на максимальной скорости и оснащения бурового агрегата средствами автоматизации СПО, т. е. за счет бесступенчатого автоматизированного привода всего комплекса СПО.

Вторая задача подсистемы СПО определяется необходимостью обеспечения надежного канала передачи электроэнергии и связи соответственно до забоя и обратно к устью скважины. При наличии надежного канала передачи электроэнергии наиболее рациональным будет использование для бурения забойных вращательных и ударно-вращательных машин с электроприводом или применение новых способов разрушения горных пород, требующих потребления электроэнергии. Надежный канал связи необходим также для размещения на забое различных датчиков, средств контроля и анализа.

Рассмотрим основные этапы развития подсистемы 2 на конкретных примерах совершенствования средств и технологий СПО.

**Этап 1.** Подъем бурильной колонны из скважины производится одним элеватором, а затем бурильная колонна разбирается на отдельные трубы, каждая из которых выносится на мостки за пределы бурового здания.

**Этап 2.** Подъем бурильной колонны из скважины производится одним элеватором, но бурильная колонна разбирается на «свечи», которые включают 2, 3 бурильные трубы. Буровые «свечи» выносятся за пределы бурового здания на мостки.

**Этап 3.** Подъем бурильной колонны из скважины производится одним элеватором, но бурильная колонна разбирается на «свечи» по 2, 3 бурильные трубы с установкой их вертикально в буровом здании.

**Этап 4.** Подъем бурильной колонны из скважины производится одним элеватором, но бурильная колонна при подъеме из скважины разбирается на отдельные «свечи», которые спускаются без установки в пределах бурового здания во второй ствол (кустовое бурение). В этом случае для бурения используется специальная буровая установка, которая оснащена ротором с двумя входами в стволы и приводом каждого из них, а также подвижным кронблоком, который перемещает талевый блок с элеватором для соосного его расположения над каждым из входов в стволы.

**Этап 5.** Для сокращения затрат времени на СПО используется снаряд со съемным керноприемником (ССК), который позволяет исключить подъем бурильной колонны:

- с целью извлечения кернового материала;
- замены изношенного породоразрушающего инструмента;
- инклинометрии и проведения работ по корректировке направления скважины отклонителем;
- установки и снятия забойных механизмов и гидроударников;
- подъема ориентированного керна;
- тампонажа призабойного участка ствола скважины.

**Этап 6.** Для сокращения затрат времени на СПО, а также извлечения и спуска керноприемной трубы ССК подъем керна на поверхность осуществляется восходящим гидропотокотом промывочной жидкости через внутреннюю полость бурильных труб.

**Этап 7.** Спуско-подъемные работы с бурильной колонной ведутся с помощью лебедки 1, кронблока 3 и двух элеваторов (рис. 3.11), каждый из которых размещен на отдельном подвижном талевом блоке 2 и 4. Последние перемещаются вместе с элеваторами параллельно друг другу и синхронно (один в верхней точке у кронблока 3, другой в нижней точке у ротора). Талевые блоки 2 и 4 связаны друг с другом одной талевой системой 5 с двумя неподвижными (крепятся к основанию 6) и двумя подвижными концами (на лебедке 1). При такой схеме размещения талевых блоков удобно вести бурение куста скважины с двумя стволами 7 с одного общего основания буровой установки 6, поскольку в этом случае достаточно легко решается задача соосного расположения талевых блоков и оси скважин. Если подобная схема установки используется для бурения одного ствола, необходимо обеспечить перемещение кронблока 3 таким образом, чтобы при подъеме (спуске) колонны бурильных труб из скважины соответствующий талевый блок находился над устьем скважины. Поскольку талевые блоки будут меняться при подъеме (спуске), кронблок должен синхронно с перемещениями талевых блоков перемещаться из одной крайней точки в другую. Такая схема талевой системы способна снизить затраты на СПО примерно на 50 %.

**Этап 8.** Спуск-подъем бурильной колонны 1 ведется буровой установкой с кронблоком 2 с использованием двух элеваторов 4 и 7 и раскрепляющего подвижного бурового ключа 6 (рис. 3.12), расположенных соосно друг другу, а также буровой вышке и перемещаемых по направляющим. Буровой ключ 6 располагается между элеваторами 4 и 7, а каждый элеватор перемещается в своем диапазоне (верхний от середины вышки до кронблока 2, нижний от ротора до середины вышки) с возможностью перехвата поднимаемой непрерывно бурильной колонны 1 и отсоединенной (при подъеме колонны 1) или присоединяемых (при спуске колонны 1) буровой «свечи» 5. Элеваторы обеспечивают попеременный захват бурильной колонны 1, а ключ 6 производит развинчивание или свинчивание труб одновременно с их подъемом или спуском, что обеспечивает непрерывный процесс СПО.

Бурильные трубы устанавливаются в буровом здании гидромеханическим автоматическим манипулятором.

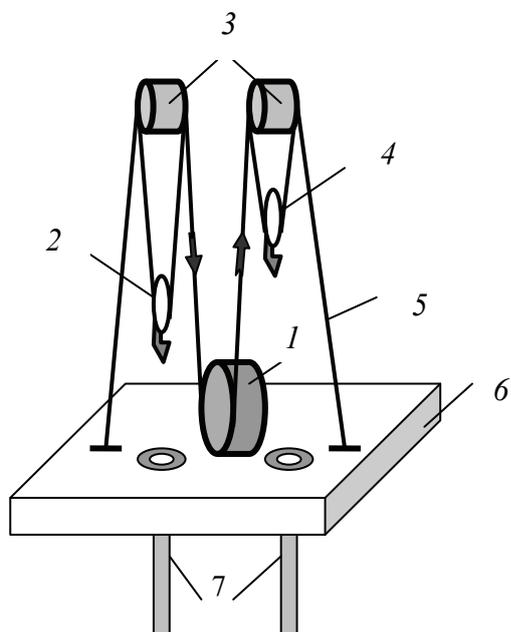


Рис. 3.11. Схема буровой установки с двумя талевыми блоками

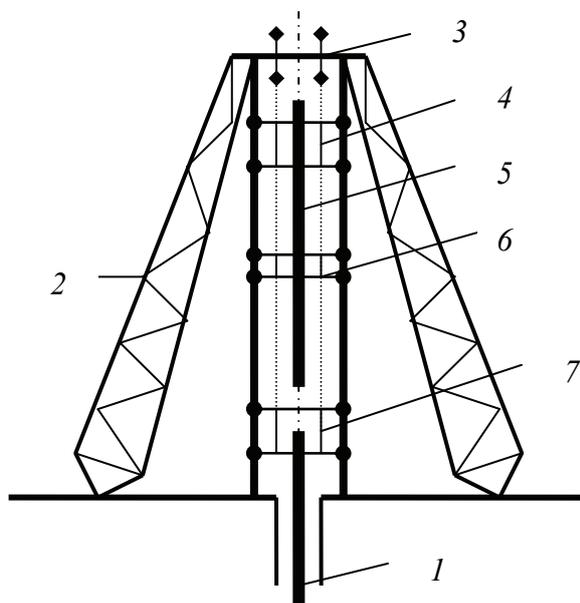


Рис. 3.12. Схема автоматизированной буровой установки

**Этап 9.** Для сокращения затрат времени на сборку-разборку бурильной колонны соединение труб выполняется быстроразъемным, без резьбы.

**Этап 10.** Для сокращения затрат времени и мощности на СПО бурильные трубы изготавливают из легких сплавов типа Д16Т (дюралюмин), титановых сплавов.

**Этап 11.** Бурение ведется трубчатой колонной, образуемой из профилируемой Z-образной ленты, сворачиваемой в трубчатую форму. Лента размещается в конусном барабане и укладывается в колонну вращением барабана. Колонна формируется по мере углубки скважины. Подъем колонны осуществляется обратным вращением барабана, что приводит к разборке колонны на ленту.

**Этап 12.** Бурение осуществляется шлангокабелем или стальной неразъемной колонной взамен разбираемой на отдельные трубы бурильной колонны. Спуск-подъем инструмента заключается в сматывании-разматывании шлангокабеля или стальной неразъемной колонны, размещаемых на барабане с приводом (рис. 3.13). Последние установки подобного типа получили название колтюбинговых.

При бурении с использованием колтюбинговых установок могут использоваться только забойные гидро- или электродвигатели.

При использовании шлангокабеля с целью компенсации реактивного момента, возникающего на долоте в процессе разрушения горной породы,

забойный двигатель должен иметь якорные устройства, которые не дают проворачиваться его корпусу в направлении, противоположном направлению вращения долота. В данном случае могут применяться якорные устройства скользящего типа (двигатель перемещается поступательно по мере углубки ствола скважины, но не может проворачиваться) или двигатели со шпинделем (двигатель закрепляется в стволе и остается неподвижным, а выдвигается по мере углубки скважины шпиндель; после полного выдвижения шпинделя производится операция раскрепления корпуса двигателя, его спуск на интервал углубки, где вновь происходит раскрепление корпуса, и процесс повторяется).

Для бурения используются специальные шлангокабели, которые имеют достаточно сложную конструкцию, поскольку от них требуется высокая прочность, гибкость и возможность передавать по кабелям электрическую энергию и радиосигналы. Например, шланги КОФЛЕКСИП (разработаны Французским Институтом нефти), включают (рис. 3.14) следующее:

- каркас из проволоки или тонкой полосы, скрученной в спираль, обеспечивает сопротивление раздавливанию, сохранение постоянного диаметра, даже в смотанном виде при малом радиусе изгиба или под воздействием внутреннего или наружного давления;
- слои защитного покрытия, сплетенные жилами, обеспечивают прочность шлангокабеля;
- внутренние и наружные оболочки выполнены из полиамида и обеспечивают герметичность и защиту от коррозии;

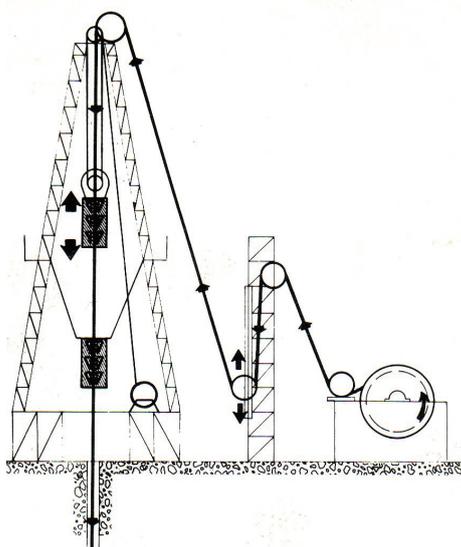


Рис. 3.13. Схема установки шлангокабельного бурения



Рис. 3.14. Устройство шлангокабеля для бурения

- четвертая группа элементов (электрические провода или трубки) включена в состав для создания электрических, гидравлических или пневматических каналов связи для телеуправления, измерения и т. д.

Первые попытки создания колтюбинговой техники, в основе которой лежит использование неразъемных гибких труб, были предприняты в 60-е гг. прошлого столетия. С 1960 г. в этом направлении начал работы Французский Институт нефти (ФИН), разработав последовательно несколько модификаций бурового оборудования для бурения на глубинах 300 и 1 000 м. В 1963 г. Институтом для разведки морских глубин было создано судно «Теребель» с оборудованием для глубокого шлангокабельного бурения.

В 70-е гг. XX в. ФИН совместно с Куйбышевским институтом нефти ВНИИТнефть в рамках сотрудничества создали установку для бурения скважин на глубину 3 000–4 000 м, использовав классическое буровое оборудование советского производства и разработки ФИН в области шлангокабельного бурения. Эта установка, испытывавшаяся в районе г. Куйбышева, позволила провести бурение, прерванное на глубине 2 353 м из-за разрыва гибкой бурильной колонны вследствие несовершенства системы, предназначенной для спуско-подъемных работ. С учетом первого опыта бурения, в 1973 г. во Франции была сконструирована и построена компанией «Форафлекс» установка, названная «Флексоринг 3000-1» (рис. 3.15). К середине 1975 г. данной установкой в соответствии с коммерческим договором был выполнен значительный объем работ на месторождении природного газа Гронинг в Голландии (10 скважин глубиной 1 500 м), что показало не только техническую состоятельность нового направления в бурении, но уже и коммерческую значимость новой технологии.

Первые установки, как было отмечено, использовали в качестве гибкой трубы шлангокабель. Последующие разработки ведущих фирм, выполненные в 80–90-е гг. XX в., связаны с созданием установок со стальными гибкими трубами, внутри которых в случае необходимости пропускается электронесущий кабель. Первоначально работы велись в направлении создания установок для капитального ремонта в действующих скважинах и для этой цели применялись трубы диаметром 19 мм, позже 25,4; 38,1; 44,5; 50,8 мм. Развитие металлургии и разработка новых систем контроля качества гибких труб позволили освоить выпуск стандартного ряда труб диаметрами 60,3; 73, 88,9 и 114,3 мм и создать соответствующие мобильные колтюбинговые установки для бурения глубоких скважин с различными тяговыми усилиями инжектора (механизма подачи гибкой трубы) в первую очередь для забуривания вторых стволов и проводки стволов с горизонтальным окончанием, а также и для капитального ремонта скважин. Такие трубы, обладая большей жесткостью, обеспечивают возможность более точного и надежного регулирования траектории ствола скважины [19].

Гибкая длинномерная труба отличается от насосно-компрессорных и буровых труб, прежде всего, материалом и отсутствием муфтовых соединений. Наиболее часто применяются трубы из низкоуглеродистой ковальной стали, предназначенные для работы в среде с наличием сероводорода.

Такие трубы обладают антикоррозионными свойствами, а прочностные характеристики позволяют производить нормальную работу в условиях около 900 рабочих циклов деформации [19].

В настоящее время бурение с использованием колтюбинговой техники становится одним из приоритетных направлений деятельности крупных нефтегазодобывающих компаний. В настоящее время, например, в Северной Америке на больших месторождениях бурится колтюбингом уже половина всех скважин [19].

Основными производителями колтюбинговых установок (рис. 3.16) за рубежом являются фирмы *Hydra Rig*, *Stewart & Stevenson*, *Flacmaster*, *Dreco*, *HRI* и др.

В связи с развитием колтюбинговых технологий известные зарубежные компании, специализирующиеся на поставках оборудования и оказании сервисных услуг, такие как *Shlumberger*, *Halliburton*, *Weatherford*, в настоящее время перешли на оказание таких комплексных сервисных услуг, как забуривание и бурение горизонтальных стволов, гидроразрыв пласта с применением колтюбинга [19, рис. 3.16].

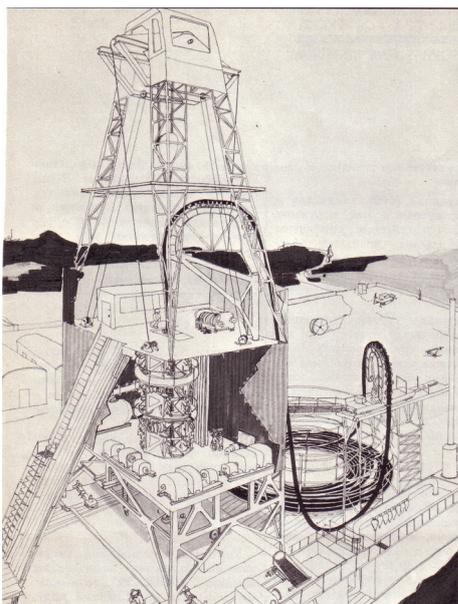


Рис. 3.15. Буровая установка  
Флексоринг-3000



Рис. 3.16. Колтюбинговая  
буровая установка

Наиболее значительный эффект гибкие трубы дают при бурении. Именно это направление колтюбинга интенсивно развивается в настоящее время. Гибкие трубы позволяют проводить бурение на депрессии без глушения скважин и увеличить их дебит в 3–5 раз. Особенно перспективным является применение горизонтального бурения гибкими трубами дополнительных горизонтальных стволов из колонны старой скважины при доработке истощенных месторождений на поздней стадии, вовлечении в раз-

работку трудноизвлекаемых запасов, восстановлении бездействующих и малодебитных скважин.

В колтюбинговой технологии для бурения прямолинейных, наклонных и горизонтальных участков ствола скважины существуют различные забойные компоновки нижней части колонны (КНБК). Применение тех или иных конструкций КНБК для наклонно-направленного бурения зависит от требуемого темпа набора кривизны, и они могут включать: долото, забойный двигатель с регулируемым искривленным корпусом, искривленный переводник, отклоняющие устройства, стабилизаторы, немагнитную трубу с измерительными приборами системы телеметрии и гамма-каротажа, немагнитные переводники, соединительные муфты, ориентирующий механизм. Для ориентации долота в процессе бурения в конструкции КНБК предусматривается ориентирующий инструмент, с помощью которого КНБК поворачивается на требуемый угол в направлении набора кривизны.

Таким образом, с появлением колтюбинговых установок облик современного и будущего бурового агрегата в основном определился. В связи с этим возрастает роль в буровом процессе различных конструкций забойных приводов и КНБК. Здесь наряду с дальнейшим развитием гидродвигателей следует ожидать появления новых электродвигателей, питающихся от источника энергии через силовую кабель, а также новых телеметрических систем управления процессом бурения, ориентацией, опробованием и другими видами специальных работ.

С появлением колтюбинговых буровых установок процесс спуско-подъемных операций с бурильной колонной существенно упростился. С буровой установки убраны в связи с ненадобностью буровые ключи механические и автоматические, различные автоматы спуско-подъема (АСП) и другое оборудование. Время на СПО и вспомогательные работы сократилось в 2 и более раз. Для спуска же обсадных колонн по-прежнему используется традиционная технология, что предполагает на данном этапе развития новой технологии совместное использование стандартного бурового оборудования и колтюбинга. Это обстоятельство сдерживает применение колтюбинга в бурении и ставит серьезную техническую задачу по созданию новых способов крепления стволов скважин без применения стальных обсадных колонн.

### **3.8. Анализ основных конструктивных схем буровых установок**

**Буровая установка** – комплекс различных по назначению машин, механизмов и сооружений, предназначенный для производства процесса бурения скважины.

**Буровой станок** – основной элемент буровой установки, который осуществляет выработку (в ряде случаев трансформацию) и передачу энергии на забой скважины для разрушения горной породы, а также осуществляет спуско-подъемные операции с бурильными и обсадными трубами.

Основными механизмами бурового станка являются:

- вращатель, который осуществляет передачу крутящего момента на породоразрушающий инструмент;
- механизм подачи породоразрушающего инструмента и соответственно регулирования осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент в процессе углубки забоя скважины;
- грузоподъемное устройство, предназначенное для проведения спуско-подъемных операций;
- устройство для регулирования частоты вращения вращателя и грузоподъемного устройства;
- аппаратура управления и контроля процесса бурения.

Схема бурового станка определяется выбором вращателя. Вращатели могут быть следующего типа:

**роторный.** Характеризуется:

- высокой грузоподъемностью, что определяет использование такого типа вращателей при бурении глубоких и сверхглубоких скважин;
- имеет непрерывный ход подачи при углубке 10–15 м;
- необходимо прерывать процесс углубки и циркуляции очистного агента при наращивании бурильной колонны.

**шпиндельный.** Характеризуется:

- ограниченной грузоподъемностью (предельная глубина скважин 1 500–2 000 м при диаметре инструмента, как правило, не более 59–76 мм);
- малым ходом подачи при углубке – не более 0,5 м;
- необходимо прерывать процесс углубки при перекреплении клиновых захватов вращателя в конце хода подачи при углубке скважины и наращивании бурильной колонны;

**подвижный.** Характеризуется:

- грузоподъемность, близкая к грузоподъемности шпиндельного вращателя;
- ход подачи при углубке 2–4 м;
- необходимо прерывать процесс углубки и циркуляции очистного агента при наращивании бурильной колонны;

**верхний привод.** Используется как вариант подвижного вращателя, который имеет все основные преимущества подвижного вращателя и высокую грузоподъемность, характерную для роторного вращателя (рис. 3.17);

**ротор-забойный двигатель.** Используется при бурении глубоких скважин турбобурами и ВЗД. В случае применения составных бурильных колонн с муфтозамковым соединением данный вращатель характеризуется

параметрами роторного вращателя. В случае использования гибких стальных неразъемных труб (колтюбинговая технология) этот тип вращателя имеет грузоподъемность роторного вращателя, но неограниченный ход подачи. Также отсутствует необходимость в наращивании колонны, а все операции могут производиться при непрерывной циркуляции очистного агента;

**забойный двигатель с якорным устройством и шпиндельным механизмом подачи инструмента.**

В отличие от предыдущего типа вращателя используется без ротора, который, например, просто не сможет обеспечить вращение гибкого шлангокабеля, а последний будет скручиваться при работе долота под действием реактивного момента со стороны забоя. В этом случае вращатель используется с забойным якорным устройством и механизмом подачи. Характеризуется грузоподъемностью роторного вращателя, ход непрерывной подачи ограничен возможностями механизма подачи (1–2 м), но перекрепление осуществляется при непрерывной циркуляции очистного агента. Операция наращивания исключена из технологического цикла.

Анализ функциональных возможностей вращателей, которые используются в современном бурении, показывает, что шпиндельный и подвижный вращатели предназначены для бурения скважин одного назначения на ограниченную глубину. При этом опыт буровых работ при разведке месторождений минерального сырья и развитие бурового машиностроения показали, что гораздо более перспективны буровые станки с подвижными вращателями.

При бурении скважин на нефть и газ разъемными бурильными трубами наиболее производительны и эффективны вращатели типа «верхний привод». При использовании колтюбинга для бурения, очевидно, развитие получит система привода «забойный двигатель с якорным устройством и шпиндельным механизмом подачи инструмента».

В станках с подвижными вращателями типа *Diames* (рис. 3.10) реализуются следующие схемы привода:

- от одного высокооборотного нерегулируемого аксиально-плунжерного, шестеренного или пластинчатого гидромотора через коробку скоростей;
- от двух или четырех нерегулируемых гидромоторов с различными характеристиками частоты вращения и крутящего момента через одноступенчатый редуктор (регулирование частоты вращения и крутящего момента производится путем замены гидромотора);
- от регулируемого аксиально-плунжерного гидромотора через одноступенчатый редуктор;
- от высокомоментного гидромотора, вал которого непосредственно без дополнительного редуктора подсоединяется к бурильной колонне.

При этом характерно применение различных гидромоторов – высокочастотных (до 2 500 мин<sup>-1</sup>) с ограниченным крутящим моментом – для алмазного бурения, низкочастотных (до 500–600 мин<sup>-1</sup>) – для бурения твердосплавным инструментом, долотами или пневмоударниками.

Таким образом, станки с подвижными вращателями оснащены гидродвигателями, которые максимально приближены к бурильной колонне, обладают минимальной трансмиссией и отличаются универсальностью.

Тип вращателя значительно влияет на затраты времени на вспомогательные операции – перекрепление механизма подачи, наращивание, спуск-подъем колонны, расхаживание колонны, дохождение до забоя. Эти операции составляют существенную долю в балансе затрат времени на бурение и особенно повышаются при росте производительности бурового процесса, поскольку время на собственно углубку снижается, а затраты времени на вспомогательные операции практически не меняются.

На рис. 3.18 представлен график, отражающий рост доли затрат времени на вспомогательные операции при росте производительности бурения (графики построены с использованием данных из работы [13]).



Рис. 3.17. Верхний привод буровой установки глубокого бурения

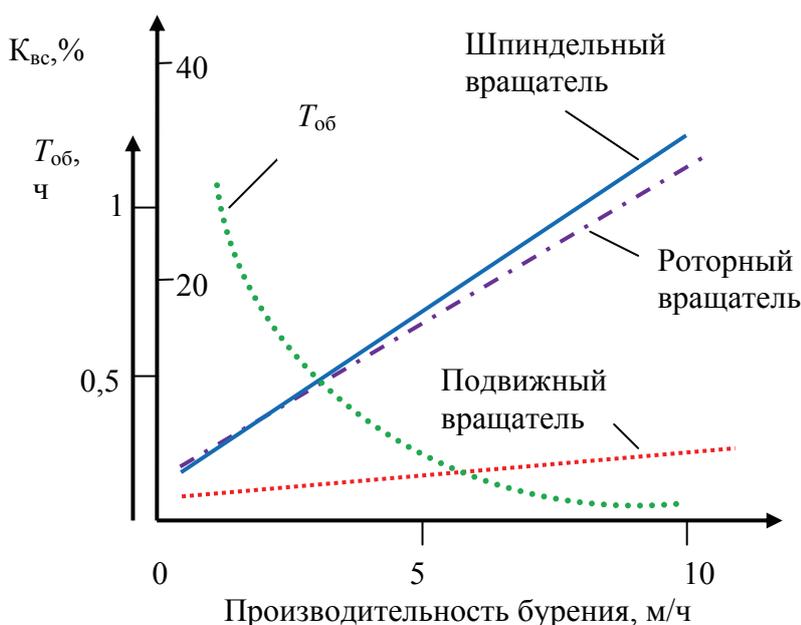


Рис. 3.18. Зависимость затрат времени на вспомогательные операции от типа вращателя

Для оценки затрат времени на вспомогательные операции используется коэффициент  $K_{вс}$ :

$$K_{вс} = \frac{T_{вс}}{T_{об}} \cdot 100,$$

где  $T_{вс}$  – время на вспомогательные операции при бурении;  $T_{об}$  – время на бурение 1 м скважины.

Анализ графиков на рис. 3.18 показывает, что целесообразно использовать подвижные вращатели и особенно при высокопроизводительных способах бурения.

Если на приведенном графике отразить показатели для вращателя типа «ротор-забойный двигатель-колтюбинг», то, очевидно, линия данного графика будет горизонтальна и сольется с линией нуля. То есть, иными словами, затраты времени на вспомогательные операции при этом типе вращателя близки к нулю.

Таким образом, предварительный анализ показывает, что в современном бурении оформились и являются перспективными три основных направления развития буровой техники:

- буровые станки с подвижными вращателями для бурения скважин малого диаметра (60; 75,8 мм) при разведке минерального сырья на глубину не более 2 000 м различными механическими способами бурения. Для сокращения затрат времени используются составные гладкоствольные бурильные колонны со съемным керноприемником и другими заменяемыми через внутреннюю полость бурильных труб элементами компоновки;

- буровые установки для бурения глубоких скважин разъемными стальными колоннами с верхним приводом, который собственно обладает всеми основными характеристиками подвижного вращателя;

- буровые агрегаты (для бурения глубоких скважин на нефть и газ и другие, в основном жидкие и газообразные виды сырья и энергии) с гибкой стальной неразъемной бурильной колонной (колтюбинг), в которых используется в качестве вращателя комбинация «ротор-забойный двигатель».

### **3.8.1. Основная конструктивная схема бурового станка для бурения скважин на твердые полезные ископаемые**

В ведущих буровых фирмах буровые станки с подвижными вращателями заменили станки со шпиндельными вращателями в 70–8-е гг. XX в. К этому времени буровые станки со шпиндельными вращателями уже серьезно сдерживали рост производительности бурения геологоразведочных скважин.

В 80-е гг. XX в., когда производительность буровых бригад ведущих организаций Мингео СССР достигла предельного значения в формате возможностей отечественной буровой техники, оснащенной станками шпиндельными типа ЗИФ и СКБ (средняя производительность шарошечно-алмазного бурения составляла 1 000–1 500 м на станок в 1 месяц по породам VIII–X категории по буримости; рекордные значения производительности для бригад Монгольской экспедиции № 33 составляли более 3 000 м

на станок в 1 месяц), были созданы разработки, призванные повысить возможности и продлить существование морально устаревшей техники.

В ПГО «Сосновгеология» провели модернизацию станка ЗИФ-650 М путем удлинения штоков гидроцилиндров механизма подачи, что позволило увеличить ход подачи до 80-90 см. Разработанный станок не показал должной работоспособности в основном из-за ненадежной работы механизма подачи.

Позже изобретатели объединения (автор Ю. Н. Соколов) создали разработку под названием «Тандем», которая позволяла на станках шпиндельного типа увеличить ход подачи в несколько раз за счет создания новой системы последовательного перехвата подвижными клиновыми захватами и сдвоенной системы синхронно работающих гидроцилиндров, обеспечивающей при ограниченных размерах шпинделя практически безостановочную подачу или подъем инструмента.

В объединении «Кировгеология» для повышения эффективности устаревших станков разработали системы плавнорегулируемого привода, что существенно повысило возможности базового бурового станка. Например, рост производительности при алмазном бурении составлял до 20 %, при бурении пневмоударниками 40–60 %. Плавного регулирования частоты вращения бурильной колонны добивались заменой электродвигателей переменного тока на электродвигатели постоянного тока с включением в систему привода системы теристорных преобразователей переменного тока в постоянный. Такие системы, например, РЭП-5, были очень дороги (стоимость станка увеличивалась более чем в 2 раза) и существенно усложняли буровой агрегат.

**Теристор** – полупроводниковый прибор. Для преобразования переменного тока в постоянный собирался мост управления из шести теристоров, который позволял переменный ток напряжением 380 В преобразовывать в постоянный ток напряжением 460 В.

Подобные разработки давали возможность отечественным новаторам бурового производства добиться повышения производительности в рамках используемого морально устаревшего оборудования, но не решали задачи фундаментального совершенствования и реформирования технической системы.

Зарубежные фирмы в это время активно внедряли станки с подвижными вращателями и с приводом на основе индивидуальных заменяемых гидродвигателей.

При глубине скважин до 200 м установка может использоваться без лебедки [9].

Станки фирмы *Atlas Copco* с подвижным вращателем типа *Diames U-6* и др. используются без лебедки при бурении на существенно большие глубины.

Современное бурение на твердые полезные ископаемые в основном осуществляется с использованием колонн со съёмным керноприемником. С учетом того, что в данном случае инструменту приходится преодолевать сопротивление твердых и часто очень твердых пород, данная технология, очевидно, будет развиваться наряду с направлением создания съёмного породоразрушающего инструмента.

Переход на технологию бурения гибкими неразъёмными колоннами, очевидно, будет возможен только после появления буровых механических инструментов, гарантирующих высокий ресурс и значительную проходку по твердым породам (несколько десятков-сотен метров).

В то же время в случае перехода на использование термомеханического бурения или бурения, например, плавлением горных пород, использование колтюбинга предопределено необходимостью поставки на забой электроэнергии, достаточной для разрушения горных пород.

### **3.8.2. Перспективы и возможные направления развития технической системы «Бурение», использующей колтюбинговую технологию**

С появлением колтюбинга схема бурового агрегата ближайшего будущего определилась достаточно ясно. Для ремонта скважин возможно использование колтюбинга без традиционных грузоподъемных устройств (вышка, лебедка, система механических и пневматических ключей), для проведения буровых работ целесообразно сочетание колтюбинга и буровой вышки с лебедкой. Последний вариант буровой установки будет необходим для ведения работ с обсадной колонной.

С учетом того, что колтюбинговая технология слабо сочетается с различными разработками съёмного, через внутреннюю полость колонны, инструмента, можно ожидать новых работ в направлении повышения ресурса бурового инструмента, например, на основе новых сверхтвердых материалов, полученных с использованием принципов нанотехнологий.

В последующем, очевидно, появятся разработки альтернативных способов бурения. В первую очередь бурения термомеханического, поскольку в колтюбинговых установках достаточно просто решается проблема доставки на забой значительной по мощности электроэнергии, необходимой для нагрева элементов бурового инструмента.

В связи с развитием термомеханического бурения, когда из расплава породы выделяется газ как продукт нагрева и расплава породы, вполне решаемой представляется задача по созданию забойного газоанализатора, способного с помощью компьютера собирать и исследовать газовые выделения и выдавать информацию о составе и свойствах разбуриваемой в данный момент горной породы. Таким образом, отбор образца горной

породы или руды будет целесообразен только в необходимом объеме и в строго заданном интервале.

Колтюбинговая технология бурения резко расширяет возможности по управлению положением забоя скважины и изучению околоскважинной геологической среды и свойств массива пород. Это связано с наличием надежных каналов поставки энергии и связи в интервале «забой-устье», что позволяет использовать забойные многофункциональные компоновки и аппаратуру со средствами контроля и регистрации параметров бурения и положения забоя в пространстве, результатов геофизического анализа пород, их состояния и т. д.

Таким образом, в одной КНБК могут быть собраны механизмы и аппаратура, которые решают как технические, так и геофизические задачи, в целом направленные на оперативное исследование и анализ геологической среды, условий залегания горных пород и полезных ископаемых. Все названное будет решаться на основе широкого использования информационных технологий. В этом случае роль исполнителей бурения будет сведена к контролю технологического цикла бурения и регистрации параметров, получаемых в процессе исследования недр.

### **3.9. Направления развития средств и технологий опробования при разведке месторождений полезных ископаемых**

Традиционно основным способом опробования месторождений полезных ископаемых является отбор керна. Этот способ дает наиболее представительный для исследований материал в виде образца породы, который наиболее информативен. Повышение информативности может достигаться отбором ориентированного керна, что позволяет получить информацию и об элементах залегания горных пород и рудных тел.

**Ориентированный керн** – керн с нанесенной на его торцевую или боковую поверхность меткой, положение которой определено относительно оси и апсидальной плоскости скважины специальными средствами.

Отбор керна может производиться различными снарядами и способами. Наиболее простым является способ отбора керна одинарным колонковым набором (рис. 3.19), который включает коронку 1, колонковую трубу 2, переходник для соединения с бурильной колонной 4 и корпус кернорвательного кольца с самим кольцом 5. При отборе керна таким снарядом керн испытывает воздействие потока промывочной жидкости  $Q$ , а также вибрацию и ударные нагрузки со стороны колонковой трубы, вра-

щающейся с частотой  $\omega$ . Именно поэтому, учитывая достаточно сложные условия кернообразования, качественный отбор керна одинарным колонковым снарядом возможен только при бурении монолитных, не склонных с размыву горных пород.

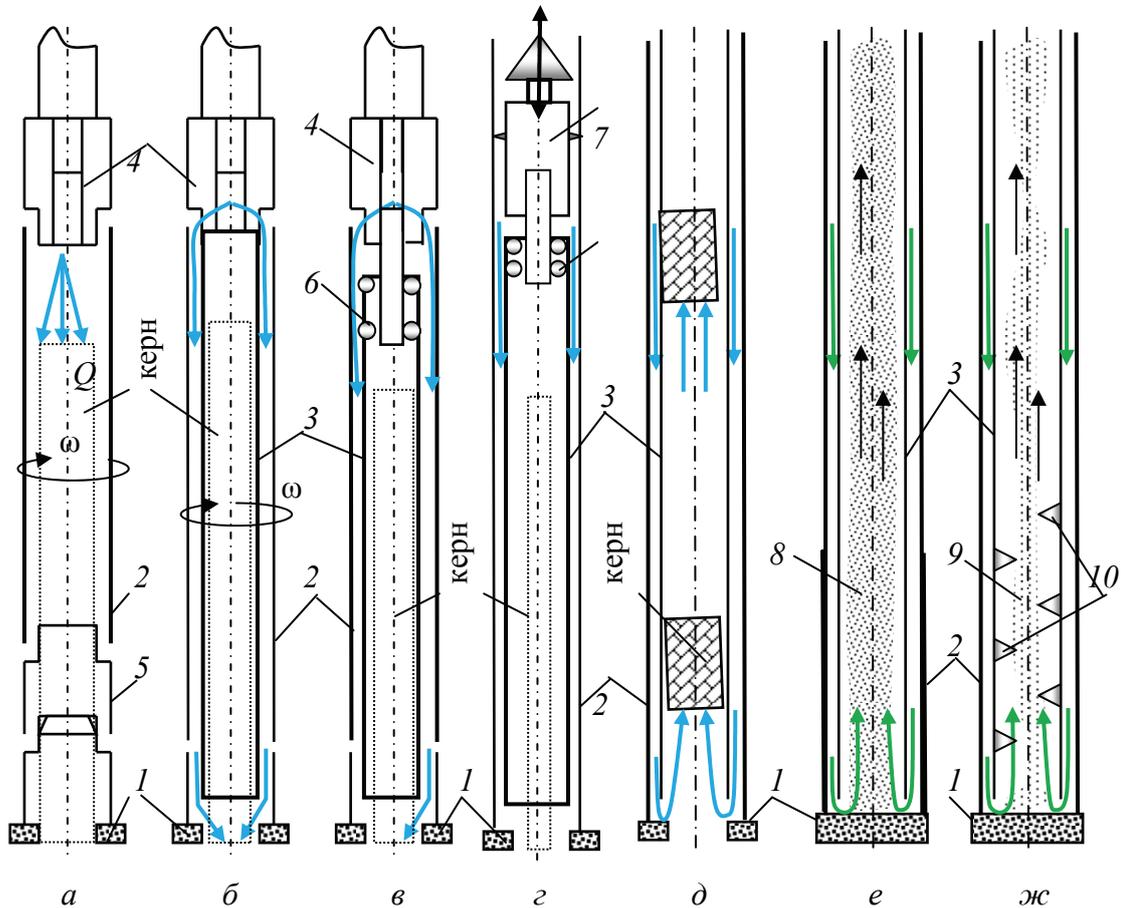


Рис. 3.19 . Схемы снарядов при различных способах отбора пробы при бурении: *a* – одинарным колонковым набором; *б* – двойным колонковым набором с вращающейся при бурении внутренней керноприемной трубой; *в* – двойным колонковым набором с не вращающейся при бурении внутренней керноприемной трубой; *г* – колонковый набор со съемной керноприемной трубой; *д* – подъем керна обратным гидро- или пневмопоток через двойную колонну труб; *е* – подъем шлама обратным пневмопоток через двойную колонну труб; *ж* – анализ состава буримых горных пород газоанализаторами при бурении плавлением (лазером)

Для исключения воздействия потока промывочной жидкости на керна используется колонковый снаряд с внутренней керноприемной трубой 3 (рис. 3.19, б), закрепленной жестко на переходнике 4. В этом случае не исключается разрушительное воздействие на керна вращающейся при бурении керноприемной трубы 3.

Более благоприятными будут условия кернообразования при использовании двойного колонкового снаряда с невращающейся при бурении ко-

лонковой трубой (рис. 3.19, в). В этом случае внутренняя керноприемная труба 3 соединяется со снарядом через подшипниковый узел 6. При бурении скважин подобным снарядом керн защищен от потока промывочной жидкости и разрушительного воздействия на керн вращающегося снаряда. В то же время, как показывает опыт бурения, при проходке трещиноватых и раздробленных пород происходит заклинивание керна в керноприемной трубе 3, что отрицательно влияет как на качество отбора керна, так и на производительность буровых работ, поскольку при заклинивании керна бурение следует прекращать.

Следующий значительный шаг в направлении совершенствования средств и способов колонкового бурения заключается в создании снаряда со съёмной керноприемной трубой 3 (рис. 3.19, г). Керноприемная труба 3 соединяется со снарядом через подшипниковый узел 6 и фиксируется в колонне труб упругими элементами на корпусе 7, которые позволяют керноприемнику 3 извлекаться из колонны в продольном направлении при захвате специальным ловильным снарядом – овершотом (на схеме не показан). Снаряд со съёмным керноприемником существенно улучшает условия кернообразования, поскольку предотвращает размыв и разрушение керна, а также позволяет оперативно извлекать керн из скважины при его заклинивании.

Дальнейшее совершенствование средств колонкового бурения связано с использованием гидротока для извлечения керна (рис. 3.19, д). В этом случае применяется двойная колонна бурильных труб с наружной 2 и внутренней 3 трубами и обратный поток промывочного агента. Керн в виде столбиков определенной длины поднимается к поверхности потоком жидкости. В данном случае требуется достаточно мощный поток жидкости для подъема керна, что повышает энергозатраты на бурение. Данный способ может быть менее энергозатратным при проходке горизонтальных, полого-наклонных и восстающих стволов.

Одним из перспективных вариантов опробования является отбор пробы в виде шлама, который образуется при бурении пневмоударными забойными машинами в режиме высокопроизводительного ударно-вращательного бурения (рис. 3.19, е). Для бурения используются двойная колонна труб и обратный поток сжатого воздуха. Данный способ бурения в настоящее время широко используется в таких странах, как Канада, США, Австралия, в сочетании с опробованием по керну. Например, вариант разведки месторождения, при котором каждые две-три скважины, пробуренные ударно-вращательным способом и заверенные одной скважиной, пробуренной с отбором керна, позволяет сократить затраты и сроки на разведку геологического объекта в 2 раза (данные компании *Atlas Copco*).

Следующий этап совершенствования системы опробования при разведке месторождений связан с переходом на бурение термомеханическим

способом, или способом плавления горных пород (рис. 3.19, ж). В этом случае проба может быть получена в виде газа 9, образованного при термическом распаде и разрушении горных пород, а информация о залегающих породах путем химического и спектрального анализа специальными газоанализаторами 10, размещенными внутри бурильной колонны и передающими информацию о буримой породе на поверхность.

Из приведенных схем, иллюстрирующих процесс совершенствования систем опробования при бурении, следует, что в процессе развития были реализованы принципы динамизации связей – использованы подшипники, позволившие внутренним керноприемным трубам вращаться, далее появилась возможность продольного перемещения (снаряд со съемным керноприемником), а в последующем стал перемещаться керн с забоя на поверхность. Кроме этого, керн как основной объект системы стал дробиться (закон дробления рабочих органов) сначала на куски, далее на мелкий шлам и в итоге после перехода на иной уровень превратился в газ, полученный при разрушении горных пород плавлением. То есть в последнем случае реализован переход типа М---м (с макро- на микроуровень).

В дополнение приведем еще некоторые технические решения, посвященные проблеме совершенствования отбора керна при бурении.

Для снижения заклинивания керна в керноприемной трубе внутреннюю поверхность последней полируют или покрывают более твердым металлом, создавая более высокое качество поверхности.

Внутреннюю поверхность керноприемной трубы смазывают, а для более длительного удержания смазки на поверхности керноприемной трубы её покрывают микропористым металлом, например, хромом, создавая условия для удержания смазки в порах поверхностного слоя.

Интересен вариант покрытия внутренней поверхности керноприемной трубы твердым антифрикционным покрытием – термоотверждаемой сухой смазкой типа *Molykote*<sup>®</sup> компании *Dow Corning*<sup>TM</sup>. Смазка *Molykote*<sup>®</sup> содержит субмикронные частицы твердых смазочных веществ, диспергированные в смеси смол и растворителей. При покрытии поверхности рас-

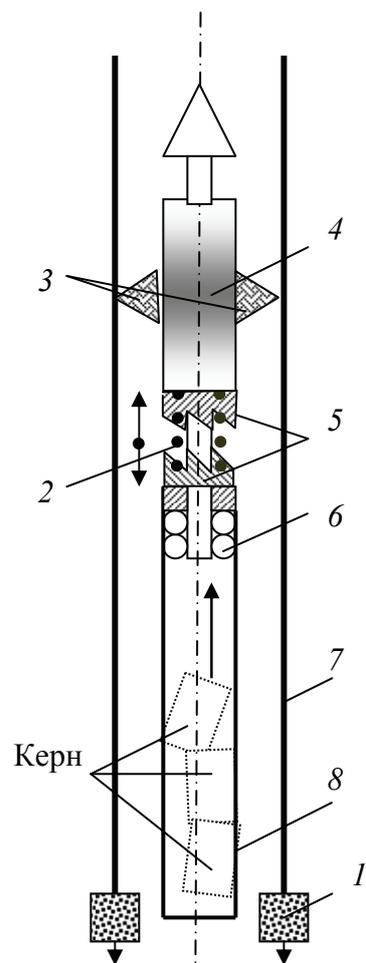


Рис. 3.20. Схема колонкового набора ССК с вибратором керноприемной трубы

пылением, погружением или с помощью обычной кисти смазка помогает покрыть неровности и защищает поверхность от трения даже при крайне высоких нагрузках.

Для устранения заклинивания керна на керноприемную трубу может передаваться вибрация. Колонковый набор снаряда со съемным керноприемником (ССК) и вибратором показан на рис. 3.20. Набор включает коронку 1, наружную трубу 7, керноприемную трубу 8, две зубчатые шайбы 5, одна из которых закреплена на керноприемной трубе 8, а вторая на корпусе 4 со стопорными элементами 3. Керноприемная труба 8 соединена с корпусом 4 через подшипниковый узел 6 и подпружинена пружиной 2.

При бурении в момент заклинивания керна в керноприемной трубе 8 снаряд, углубляясь в породу, перемещается вниз, а керноприемная труба 8 остается на месте, что приводит к сжатию пружины 2 и смыканию зубчатых шайб 5. В результате взаимодействия зубчатых шайб 5 возникает продольное вибрирование керноприемной трубы 8. Вибрирование продолжается до тех пор, пока заклинивание керна не прекратится. Прекращение заклинивания приводит к перемещению керноприемной трубы 8 вниз под действием пружины 2.

Для генерации вибрации керноприемной трубы известно также использование энергии потока промывочной жидкости.

В результате работы вибратора увеличиваются выход керна и длина рейса.

### **3.10. Тенденции в развитии техники и технологий крепления стенок скважины**

Внедрение термомеханического бурения будет способствовать решению проблемы без трубного крепления скважин за счет остывающего на стенках скважины расплава породы, нагретой в поверхностном слое до пластического состояния. Таким образом, достаточно эффективно может решиться задача крепления неустойчивых горных пород.

Проблема крепления нефтяных и газовых скважин расплавом, безусловно, потребует более серьезной научной и технической проработки, но в целом представляется решаемой.

Применение неразъемных колонн для бурения скважин, реализуемое в настоящее время в виде колтюбинга, сдерживается отсутствием новой системы крепления стенок скважины. Колтюбинг в сочетании с традиционной технологией крепления скважин стальными разъемными обсадными трубами требует использования буровых установок, оснащенных всеми средствами спуска разъемных колонн (вышка, лебедка, талевая система, ключи и др.). Данное обстоятельство сводит на нет все основные преиму-

щества колтубинга, и поэтому его применение в настоящее время ограничено работами по ремонту скважин, когда крепления стенок скважины колоннами не требуется.

В данном случае очевидна необходимость замены стальных обсадных колонн на иные средства крепления стенок скважин. В данном случае очевидны в определенных случаях преимущества пластика над сталью, поскольку пластик достаточно прочен, не подвержен коррозии, более легок и дешевле стали. Из пластика достаточно реально изготовление неразъемных колонн, но в этом случае следует предусмотреть способ закрепления таких колонн в скважине. Как варианты решения проблемы возможны следующие:

- пластиковая неразъемная колонна после спуска в скважину расширяется в поперечном направлении, например, вследствие нагрева и внутреннего давления;
- обсадная колонна формируется непосредственно в скважине из расплавленного гранулированного пластика.

Последнее решение предложено специалистами Санкт-Петербургского горного института, и оно хорошо согласуется с технологией бурения на несущем кабеле или колтубингом. Данный способ можно реализовать следующим образом (рис. 3.21). В скважину опускают на несущем токопроводящем кабеле нагревательный снаряд 2, а сверху засыпают некоторую порцию гранулированного пластика 1. Далее производят нагрев снаряда 2 и его медленный подъем из скважины. В процессе подъема происходит расплавление гранул пластика и формирование колонны 3. Остывший пластик надежно зафиксирован в стволе скважины, заполнив все трещины и полости.

Таким образом, для крепления ствола скважины представленным способом не требуется мощных приводов и тяжелого грузоподъемного оборудования. В то же время получаемая обсадная колонна вполне функциональна, а процесс её формирования достаточно управляем. Например, можно задавать толщину защитного слоя и его прочность. Для успешной реализации способа следует рассмотреть следующие проблемные ситуации:

- гранулированный пластик над снарядом 1 следует уплотнять для того, чтобы получаемый расплав при остывании не имел полостей;
- крайне важно получить равномерную по периметру толщину стенок колонны, что предполагает надежное центрирование снаряда 1 в скважине.

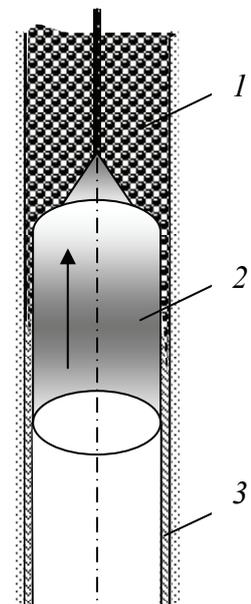


Рис. 3.21. Схема беструбного крепления ствола скважины

## Р а з д е л 3

---

---

### **ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПАТЕНТОВЕДЕНИЯ**

В современном бурно развивающемся мире мало сделать какую-либо научную или техническую разработку, так как сама логика развития науки и техники приводит многих исследователей и конструкторов к подобным идеям. Сделав полезную разработку, необходимо закрепить за собой и своей организацией приоритет, прежде всего, с целью коммерческой реализации разработки, что является предметом патентования.

## Г л а в а 4

---

---

### **ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РЕГИСТРАЦИИ ОТКРЫТИЙ**

В Российской Федерации до сих пор не принято никаких официальных нормативных актов по регистрации открытий и охране авторства. В то же время выпускникам вузов необходимо иметь научно-технические и нормативные знания, в том числе и по открытиям как основной форме познания природы, на которой базируются все достижения человечества. Это оправдано тем, что по открытиям, если и будут законодательные изменения, то они не могут значительно отличаться от мировых норм и носить принципиальный характер. Необходимо также иметь представление об оформлении заявок на открытия, структуре описания открытий, о процедуре выдачи дипломов на открытия. Поэтому в данном учебном пособии эти вопросы рассмотрены на примере советского законодательства.

#### **4.1. История создания системы регистрации открытий**

К осознанию необходимости выявлять научные открытия и охранять права их авторов человечество пришло давно. Впервые об официальной регистрации научных открытий с целью социальной охраны говорилось

на Лондонском конгрессе Международной литературной и художественной ассоциации в 1879 г. (тогда научное и художественное творчество рассматривалось почти как равноценные). Ставился вопрос об установлении охраны авторской части и других моральных прав, а открытие рассматривалось как разновидность интеллектуальной собственности.

Начиная с 1922 г. в течение 17 лет обсуждением ряда проектов системы регистрации открытий занималась Лига Наций. Однако все её попытки окончились неудачей, так как оказалось невозможным обосновать право учёного на долю в прибылях от изобретений, основанных на его открытии, и обязать владельцев предприятий выплачивать эту долю. В 1953–1954 гг. вопрос дебатировался в ЮНЕСКО (организация ООН по вопросам образования, науки и культуры), но и на этот раз к конкретному решению не пришли.

Нечто похожее происходило и в нашей стране. Ещё в начале 80-х гг. XIX в. на заседании Русского технического общества высказывались соображения о необходимости законодательно оформлять права авторов научных открытий. Однако всё свелось к тому, что открытия в отличие от изобретений «не должны подлежать патентованию». В 20-е гг. XX в. специалисты по гражданскому праву предлагали законодательно закрепить авторское право на идеи, прошедшие специальную экспертизу, но решение этих вопросов было отложено до более спокойных времён. Только в 1947 г. президент Академии наук СССР академик С. И. Вавилов с группой учёных выступил с предложением учредить систему охраны прав научных открытий. При этом важное место они отводили Комитету по делам изобретений и открытий, начавшему функционировать с 1956 г.

Законодательные акты по изобретательству пересматривались в 1959 г. Были утверждены: «Положение об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», «Инструкция о вознаграждениях за открытия, изобретения и рационализаторские предложения».

Новым в данных положениях было сформулированное понятие открытия и даны юридические основы правовой защиты открытий.

**Открытие** – установление ранее не известных объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира. Открытие – результат научно-исследовательской деятельности, направленной на решение научно-технических проблем в определенной области знаний.

Открытия совершаются в различных областях знаний. Каждое открытие расширяет и углубляет познание материального мира и дает ответы на вопросы, которые до этого момента не были решены. Каждое открытие имеет объект. Объектом открытия могут быть не известное ранее явление, свойство или закономерность материального мира. Для признания открытия нужно предоставить на экспертизу теоретическое или эксперименталь-

ное подтверждение. Гипотеза не может быть открытием. Например, не могла быть зарегистрирована гипотеза И. Кеплера, что отклонение хвоста кометы в сторону от Солнца происходит под действием давления солнечного «ветра». Русский ученый П. Н. Лебедев, измеривший давление света на твердое тело и газы, сделал открытие, подтвердив правильность гипотезы И. Кеплера. Таким образом, могло быть зарегистрировано открытие, сделанное П. Н. Лебедевым.

По инициативе СССР, имевшем уже уникальный опыт «инвентаризации» научных открытий, **7 марта 1978 г. в Женеве был заключён договор о международной регистрации научных открытий**. Автору открытий давалось право на присвоение открытию своего имени, а также право на вознаграждение за открытие и некоторые другие права. Заключению договора предшествовала большая работа Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), являющейся специализирующимся учреждением ООН. Конвенция об учреждении ВОИС была подписана в Стокгольме в июне 1967 г. В соответствии с ней ВОИС должна содействовать осуществлению мероприятий, направленных на всемирное улучшение охраны объектов интеллектуальной собственности в мире. Согласно приведённому в конвенции определению интеллектуальной собственности последняя включает в себя наряду с прочим и «права, относящиеся к научным открытиям».

Регистрация научных открытий в соответствии с договором осуществляется Международным бюро ВОИС. Для этих целей предусмотрено ведение Международного реестра научных открытий и издание специального бюллетеня с их изложением.

Акт международной регистрации (как и заявка) на открытие должны включать имя автора открытия, дату открытия, наименование учреждения или государственного органа, представившего (подтвердившего) заявку, обоснование соответствия предмета заявки принятому **определению научного открытия**: «Научное открытие означает установление явлений, свойств и законов материального мира, ранее не установленных и доступных проверке».

Открытия регистрировались до 1991 г. Государственным комитетом СССР по делам открытий и изобретений, а также до некоторого времени осуществлялась регистрация открытий в Чехословакии, Болгарии и Монголии.

Авторам открытий выдавали дипломы. В описании к диплому излагалась формула открытия, которая кратко формулировала существо открытия. Приоритет открытия устанавливается с момента первой публикации.

**Приоритет** – первенство авторства и патентовладения с определенного времени, которое устанавливается с момента поступления заявки на открытие, изобретение, промышленный образец или полезную модель в Патентное ведомство.

Авторы открытия получали единовременное вознаграждение. Дипломы Госкомитета по делам открытий и изобретений не выдавались на открытия в географии, палеонтологии, в области общественных наук, на открытия месторождений полезных ископаемых. Всё же геологи могли получить диплом об открытии. Например, известны открытия в области минералогии и кристаллографии.

До 1984 г. в СССР было зарегистрировано 284 открытия. Информация об открытиях публиковалась в бюллетене Госкомизобретений. За пять лет в Государственный реестр открытий было внесено 69 открытий, в том числе в области физики – 34, химии – 15, геологии – 8, медицины – 8, биологии – 2, механики – 2.

Открытия имеют огромное значение для развития науки и техники, так как всегда являются толчком для создания новых изобретений и генерирования новых технических систем. В то же время открытия в отличие от изобретений не являются объектами коммерческой и промышленной деятельности. Они устанавливают только приоритет авторов и страны на научное достижение и связаны с моральным и материальным поощрением ученых. По этой причине открытия никогда *не регистрировались на государственном уровне в странах частного капитала*, где правовой охране подлежат только объекты, обладающие коммерческой и промышленной значимостью. С 1991 г. в СССР, а затем и в России открытия также не подлежат правовой охране.

В новом положении были предусмотрены новые формы морального стимулирования изобретателей и рационализаторов в виде почетных званий «Заслуженный изобретатель (рационализатор) республики (СССР)».

Значительные корректировки закона об изобретениях были сделаны в 1991 г. Причина этого в том, что была существенно изменена государственная экономическая политика, и плановое социалистическое хозяйство сменялось рыночной экономикой. Закон 1991 г., после распада СССР, был пересмотрен, и в 1992 г. в действие вступил новый закон «Патентный закон Российской Федерации». С 1 января 2008 г. основные положения закона изложены в Гражданском кодексе РФ (четвертая часть).

## 4.2. Критерии охраноспособности открытий

Открытием признаётся установление не известных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания. Охраноспособное открытие должно обладать рядом признаков, которые согласно законодательству приняты в качестве критериев:

- мировая новизна;

- решение научно-познавательной проблемы в естественных и технических науках;

- достоверность;
- фундаментальность.

**Мировая (абсолютная) новизна.** Установленное явление, свойство или закономерность материального мира признаётся открытием при условии его мировой новизны на дату приоритета. Поэтому при проверке новизны открытия очень важна дата заявленного приоритета. Приоритет открытия определяется по дате, когда впервые было сформулировано научное положение, заявленное в качестве открытия (например, в отчёте по исследовательской работе), либо по дате опубликования указанного положения в печати, либо по дате доведения его иными путями до сведения третьих лиц (например, в докладе на симпозиуме). Если первая публикация была устной, то она обязательно должна быть запротоколирована.

Автором открытия может стать только тот, кто раньше других оповестил об установлении им новой закономерности, свойства или явления материального мира.

В отличие от изобретения, публикация сути которого до подачи заявки, как правило, порочит новизну, сообщение о новом научном открытии (кроме секретного) наоборот способствует его раннему приоритету, исключает проведение ненужных параллельных исследований в данной области, а также способствует созданию новых технологических процессов и устройств на основе сделанного открытия, их защите и быстрейшему использованию на практике. В случаях, когда в заявке на выдачу диплома на открытие не содержится данных, официально подтверждающих дату приоритета в указанном порядке, приоритет открытия устанавливается по дате поступления заявки в Госкомизобретений.

Перечень источников для проверки даты приоритета открытия довольно разнообразен: диссертации и их авторефераты, монографии, учебные пособия, депонированные рукописи, зафиксированные доклады и сообщения, отчёты по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, открытые публикации и другие открытые источники информации во всех странах мира.

**Решение научно-познавательной проблемы в естественных и технических науках.**

Открытие – это результат получения нового знания об объективной действительности, в состав которого, прежде всего, входит знание, что данная закономерность, свойство или явление существует независимо от воли людей. Таким образом, открытие должно быть актом познания материального мира.

В соответствии с законодательством различают открытия трёх видов: открытия закономерностей (природных законов), явлений и свойств материального мира.

**Достоверность.** Научные положения открытия о существовании закономерности, свойства и явления материального мира должны быть подтверждены минимум экспериментально. Если отсутствуют доказательства достоверности, то открытия нет, а есть гипотеза, которая согласно установленным правилам не подлежит правовой охране.

**Фундаментальность.** Открытием является не рядовое новое научное положение, а только *вносящее коренные изменения в уровень познания*, дающее перспективу дальнейшего развития науки с последующим развитием техники или практической биологии, медицины и т. д.

Открытия регистрируются, а авторам выдаётся диплом. Если открытие сделано в соавторстве, то диплом выдаётся каждому из соавторов с указанием в нём других соавторов. В дипломе приводится **формула открытия**, которая сжато, чётко и исчерпывающе выражает существо открытия.

Однако в соответствии с законодательством дипломы не выдаются на географические, археологические и палеонтологические открытия, открытия месторождений полезных ископаемых и открытия в общественных науках. Открытиями не признаются также рядовые научные положения; отдельные факты и частные зависимости; свойства, закономерности или явления, не вносящие коренных изменений в уровень познания; гипотезы и разного рода предположительные представления; решения математических задач и доказательства теорем; уточнения известных положений; предложения, противоречащие законам природы; технические решения в виде устройств, способов и веществ; обнаружение и выведение растений, животных и микроорганизмов новых видов. Эти открытия охраняются по нормам авторского права, если описаны в статье, изложены в опубликованном докладе, книге, т. е. охраняется произведение научного характера.

### **4.3. Законы об изобретениях в России и СССР.**

#### **Изменение законодательных основ**

#### **в зависимости от экономической политики государства**

**Изобретение** – новое, имеющее изобретательский уровень и промышленно применимое техническое решение задачи в области производства, обороны, науки и медицины.

В России до 1917 г. было зарегистрировано 36 тысяч изобретений, при этом 80 % из них заявлено иностранными заявителями. Данные сведения характеризуют Россию того периода как государство в основном аграрное, производящее сырьё, поскольку подобное соотношение заявленных отечественных и зарубежных изобретений отражает соотношение им-

порта и экспорта машин и других высокотехнологичных изделий: в Россию тогда в основном завозили зарубежное оборудование, а вывозили сырье.

За прошедший неполный век ситуация существенно изменилась: в Государственный реестр внесено более 2 млн изобретений. Например, в 1980 г. каждая четвертая заявка, поданная в мире, приходилась на советское изобретение, что во многом определялось плановостью ведения всякой работы, в том числе и изобретательской, моральной мотивацией авторов изобретений, а также тем, что рассмотрение заявок и выдача авторских свидетельств производилась за счет государства, т. е. практически бесплатно для заявителей и авторов. Что касается импорта и экспорта техники, то ситуация также была другой. Советская промышленность практически полностью обеспечивала себя необходимым оборудованием, а в ряде отраслей и особенно оборонного назначения технические разработки были вполне конкурентоспособны с зарубежными аналогами. В области создания бытовой техники, легковых автомобилей и других машин широкого использования уровень советских изделий был существенно ниже зарубежного. Однако активной торговли с развитыми странами Западной Европы и Америки не наблюдалось в основном из-за политических разногласий и различия экономических основ. Поэтому доля изобретений от иностранных заявителей в Госкомитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР и его рабочий орган ВНИИГПЭ (Всесоюзный научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы) была не очень значительной, и она отражала именно те направления технического развития, по которым наблюдались контакты отечественных и зарубежных отраслей промышленности. Основную же долю валютных поступлений СССР осуществлял поставками минерального и углеводородного сырья и других природных ресурсов. Доля машин и оборудования в экспорте составляла не более 23 % (в 1981 г. 13,5 %), а поставки осуществлялись в основном в страны Азии, Африки и на Кубу.

Тем не менее, за 1983 г. за рубежом в 70 странах мира было получено около 20 тысяч патентов, охраняющих советские изобретения [3] и дающих возможность осуществлять экспорт техники в данные страны. В те годы удавалось продавать зарубежным фирмам лицензии, что говорит о достаточно высоком уровне ряда отечественных разработок. Так, например, за десятую пятилетку фирмы из десятков стран мира приобрели более 700 лицензий [3].

**Патент** (от позднелатинского *patents (patentis)* – свидетельство, грамота) – документ, удостоверяющий государственное признание технического решения изобретением и закрепляющий за лицом, которому он выдан (патентообладатель), исключительное право на изобретение.

Патент выдается государственным патентным ведомством изобретателю или его правопреемнику. Действие патента распространяется на территорию го-

сударства, в котором он выдан. Срок действия патента ограничен законодательством (как правило, 15–20 годами) [15].

**Авторское свидетельство** – документ, который в отличие от патента предоставляет исключительное право использования изобретения государству, в котором изобретение создано. То есть авторское свидетельство – это такой же патент, но патентообладателем по закону может быть только государство, а авторы изобретения имеют право только на некоторое вознаграждение за создание и использование их изобретения.

**Лицензия** (от латинского *licentia* – свобода, право) – разрешение на использование изобретения или иного научно-технического достижения. Обычно лицензия выдается на изобретение, по которому подана заявка на патент или получен этот документ. Лицензия оформляется лицензионным соглашением (договором), согласно которому владелец патента (лицензиар) предоставляет за определенное вознаграждение покупателю лицензии (лицензиату) полное или частичное право на использование изобретения [15].

В современной России изобретательская активность несколько снизилась, поскольку изменилась законодательная основа изобретательства, но вновь резко увеличилось число зарубежных патентов. Последнее понятно, так как широко открылся российский рынок, поэтому оборудование и товары, особенно широкого потребления, стали активно поступать в Россию. Вслед пришли и зарубежные патенты, защищающие свой экспорт. Что касается экспорта оборудования и патентования российских изобретений за рубежом, то ситуация не вызывает оптимизма по поводу скорых позитивных сдвигов. Страна почти полностью живет за счет поставок за рубеж сырьевых ресурсов и в первую очередь нефти и газа, доля машин и оборудования в экспорте ничтожна, а активность потенциальных поставщиков техники за рубеж в плане патентования своих разработок низка.

В связи с отмеченным состоянием экономики страны, явной слабостью отечественных товаропроизводителей и особенно разработчиков-изготовителей отечественной техники и оборудования, крайне важно будущим инженерам четко представлять роль патентного законодательства, изобретателей в техническом и экономическом развитии предприятия, региона и страны. Важно понимать, что не только передовая научная и техническая мысль дают ключ к решению актуальных задач развития, но крайне важны грамотные решения и действия в направлении патентования и лицензирования, выработки стратегии прорыва в направлении современных рубежей техники и технологий.

Первый закон, касающийся упорядочивания изобретательства в России, вышел в 1817 г.

До 1917 г. на изобретения в России выдавались патенты (привилегии), которые так же, как и в других странах мира, давали монопольное право распоряжаться интеллектуальной промышленной собственностью.

После Октябрьской революции, отменившей частную собственность, закон об изобретениях также претерпел изменения. В 1919 г. вышел декрет «Положение об изобретениях». Основная мысль декрета сводилась к тому, что всякое изобретение, признанное полезным Комитетом по делам изобретений, может быть по постановлению Президиума ВСНХ объявлено достоянием РСФСР.

В 1924 г. в связи с переходом к новой экономической политике было принято постановление «О патентах на изобретения».

По этому закону заявителем мог быть или автор изобретения или лицо, которое приобрело у автора право на его изобретение. Изобретение охранялось государством, что удостоверялось патентом. Владельцу патента предоставлялось исключительное право на изобретение. На имя предприятия патент выдавался в том случае, если автор создал изобретение, выполняя свои служебные обязанности. Данный закон поощрял к созданию частнокапиталистических производств, когда владелец был заинтересован в получении патента. На предприятиях, которыми владело государство (основная часть предприятий), рабочие и инженеры не имели какой-либо заинтересованности в создании изобретений, так как на свое имя они не могли ни получить патент, ни внедрить изобретение в производство и получить какое-либо вознаграждение. При выдаче же патента на имя предприятия ущемлялись права изобретателей, так как формально они уже не могли быть авторами изобретения. В этот период часто отмечалось следующее: инженеры, получая патент на свое имя, передавали его государству в дар, что позволяло внедрять изобретение и получать материальное вознаграждение. Одновременно сохранялось авторство создателей технической новинки, что решало проблему морального стимула.

В 1931 г. вышло постановление «Положение об изобретениях и технических усовершенствованиях», которое закрепило два вида охраны изобретений:

- авторское свидетельство;
- патент.

Авторское свидетельство давало исключительное право пользования изобретением государству, но при этом в свидетельстве указывались авторы изобретения и организация-заявитель, а авторы имели право на материальное вознаграждение.

Патенты выдавались только частным лицам, так как к тому времени объявленная новая экономическая политика уже закончилась, и частных предприятий практически не было.

Срок действия авторского свидетельства и патента был установлен на 15 лет, но авторское свидетельство не препятствовало ввозу оборудования из-за рубежа, если оно попадало под его действие. Последнее было необходимо государству для технического развития за счет приобретения

в большом объеме зарубежных станков, машин, тракторов и другого оборудования. В те годы в стране появились автомобили *Ford*, буровые станки *Crelaus*, *Wirth* и другая техника. Другой составной частью тактики технической модернизации экономики страны было использование купленной техники в качестве прототипов для собственного производства. Конструкторские бюро заводов, получая образцы техники, изготавливали чертежи, снимая размеры непосредственно с деталей этих машин и агрегатов. Так было налажено производство тракторов, грузовых и легковых автомобилей и других объектов техники, которые получали уже отечественные маркировку и товарные знаки. Безусловно, в процессе производства техника получала часто значительные изменения своих характеристик и самой конструкции, поскольку не всегда молодая промышленность страны могла достойно воспроизвести прототип. В ряде случаев модернизация приводила к улучшению характеристик объекта техники за счет новых и оригинальных разработок отечественных инженеров. Подобные действия вызывали возражение производителей техники за рубежом, но действия Советского правительства определялись необходимостью подъема промышленности до уровня ведущих стран мира (подобная ситуация позже повторилась в современном Китае). В эти годы приобретались и лицензии. Так, по инициативе А. Н. Туполева, который широко использовал зарубежный опыт самолетостроения, за границей покупались производственное оборудование и новые технологические процессы. В случае если нельзя было купить эти объекты высокотехнологичного производства, приобретались образцы изделий, изготовленные с использованием этих новых технологий. И только в случае качественного отставания в деле конструирования покупались лицензии на моторы и самолеты. Так, в конце 30-х гг. XX в. А. Н. Туполевым был сделан ряд закупок американского оборудования для производства самолетов, по его рекомендации куплена лицензия на самолет Дугласа ДС-3 (Ли-2) с плазменно-шаблонным методом производства, лицензии на мотор «Циклон» фирмы «Райт», бортовое оборудование. За счет полученных лицензионных прав были внедрены ряд разработанных за рубежом технологических процессов: плакирование, анодирование и др.

Согласно закону от 1931 г. при подаче заявки на изобретение, при условии выдачи авторского свидетельства, за экспертизу платит государство, отсутствуют патентные пошлины, а изобретение может без ограничений внедрять любое отечественное предприятие. Зарубежные же предприятия, в случае необходимости использования данного изобретения, обязаны покупать лицензию у государства в его внешнеторговом представительстве.

При оформлении патента за экспертизу заявки на изобретение платит заявитель. После получения патента заявитель обязан платить ежегодную пошлину. Ежегодно пошлина растет и к концу срока действия патента уже может составлять солидную сумму.

**Экспертиза** – процедура выявления соответствия материалов заявки требованиям к оформлению и комплектности (формальная экспертиза), а также условию патентоспособности (экспертиза по существу).

**Экспертиза может быть явочной** – когда проводится только ее формальная часть (такой вид производится в Бельгии, Турции, Италии и др. странах). В этом случае патент выдается очень быстро, но велика вероятность аннулирования патента, поскольку экспертизы новизны и уровня техники не производится.

**Экспертиза может быть проверочной**, когда производится формальное изучение материалов, и экспертиза по существу, а опубликование материалов и выдача патента производится только после завершения экспертизы. Подобная экспертиза производится Патентными ведомствами США, Швеции, Индии. Такая схема использовалась в СССР. Достоинством такой экспертизы является высокий уровень надежности патента. Недостаток – длительные сроки рассмотрения материалов (1,5–2 и более лет), что приводит часто к моральному старению разработок.

**Отсроченная экспертиза** сочетает принципы явочной и проверочной, поскольку заявка публикуется после формальной экспертизы и ей предоставляется временная защита, что позволяет использовать изобретение уже на этом этапе. Экспертиза по существу производится через некоторое время по дополнительному заявлению заявителя. После экспертизы по существу выдается патент, в случае подтверждения патентоспособности, а материалы публикуются в бюллетене изобретений Патентного ведомства. Данная экспертиза используется в Германии, Великобритании, Австрии, Японии, Нидерландах, Франции и России.

Указанные обстоятельства закона, а также то, что в стране в это время уже не было каких-либо частных предприятий, занятых техническим производством, привели к тому, что подавляющая часть заявок на изобретения касалась получения авторских свидетельств. Патенты востребовались в основном зарубежными заявителями, которые поставляли в страну оборудование. Однако и это число было небольшим из-за правого нигилизма в отношении прав зарубежных патентовладельцев.

## 4.4. Выявление изобретений

### 4.4.1. Объекты изобретений

Патентный закон 1992 г. [15] установил правовую преемственность ранее применявшихся законов об изобретениях и постановил признать действие на территории Российской Федерации ранее выданных охранных документов СССР на изобретения и промышленные образцы.

**Промышленным образцом** является новое, оригинальное и промышленно применимое художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид (дизайн автомобиля или отдельных его частей, внешний вид мебели, игрушки и т. д.).

Новый закон установил основные принципы регулирования имущественных и неимущественных отношений, возникающих в связи с созданием, правовой охраной и использованием изобретений, полезных моделей и промышленных образцов (объекты интеллектуальной собственности).

**Полезная модель** – новое и промышленно применимое конструкторское выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей (конструкция какого-либо изделия, например, удобная лопата, рюкзак и многое другое).

В настоящее время (с 01. 01. 2008 г.) правовые отношения в сфере интеллектуальной деятельности регулируются Гражданским кодексом РФ (четвертый раздел).

Законом определён орган для осуществления единой политики в области охраны объектов промышленной собственности – Патентное ведомство России, которому поручается принимать к рассмотрению заявки на изобретения, полезные модели и промышленные образцы, выдавать патенты, публиковать официальные сведения, издавать патентные правила, разъяснения и др.

Правовая охрана объектов промышленной собственности закреплена выдачей патента на изобретения, промышленные образцы и полезные модели. Патент удостоверяет приоритет, авторство, патентовладельца и исключительное право на использование изобретения, промышленного образца или полезной модели. Срок действия патента на изобретения установлен 20 лет, на промышленный образец 10 лет. Срок действия патента на полезную модель установлен на 5 лет. Срок действия охраняемых документов на полезную модель и промышленный образец может продляться, на первый раз на 3 года, на второй – на 5 лет.

Объем правовой охраны, предоставляемый патентами на изобретение и на полезную модель, определяется их формулой, а патентом на промышленный образец – совокупностью его существенных признаков, отображенных на фотографиях изделия (макета, рисунка).

**Формула изобретения** (полезной модели) – краткая словесная характеристика, выражающая техническую сущность изобретения (полезной модели) и являющаяся единственным критерием для определения объема изобретения (полезной модели).

Закон предусматривает возможность регистрации секретных объектов промышленной собственности и устанавливает регулирование порядка специальным законом.

**Условием патентоспособности изобретения** (дающего возможность патентовать техническое решение) являются, в соответствии с зако-

ном, следующие необходимые качества технического решения – **новизна, изобретательский уровень и возможность промышленного применения.**

Изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники.

Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники. Уровень техники включает любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения.

В разделе 4 Гражданского кодекса РФ перечислены объекты, к которым может относиться изобретение. Ими являются: устройство, способ, вещество, штамм микроорганизма, культуры клеток растений или животных, а также применение известного ранее устройства, способа, вещества, штамма по новому назначению. Причем, независимо от вида объекта изобретения, установлена единая патентная форма охраны изобретений.

В качестве изобретений правовая охрана не предоставляется решениям, противоречащим общественным интересам, принципам гуманности и морали. В этом перечне отсутствует указание на то, что правовая охрана не предоставляется явно бесполезным изобретениям, что связано с переходом на патентную форму охраны. Полезность изобретения должен оценивать *только* патентообладатель.

**Не признаются изобретениями:**

- научные теории и математические методы;
- методы организации и управления хозяйством;
- условные обозначения, расписания, правила;
- методы выполнения умственных операций;
- алгоритмы и программы для вычислительных машин;
- проекты и схемы планировки сооружений, зданий, территорий;
- решения, касающиеся только внешнего вида изделия, направленные на удовлетворение эстетических потребностей;
- топологии интегральных микросхем;
- сорта растений и породы животных.

Патентоспособное изобретение должно не только соответствовать критериям изобретения, но и *допускать его воплощение.*

Наиболее распространенным объектом изобретения является устройство.

**Устройство** – конструкционный элемент или комплекс элементов, находящихся между собой в функциональных и иных связях. В устройстве для решения задачи используются связи, новые элементы, новые функции элементов, новая форма выполнения элементов и совокупность перечисленных выше признаков. Примеры в данном случае хорошо известны: породоразрушающие инструменты, бурильные трубы, машины, станки и их узлы, приборы, детали указанных предметов и т. д.

Примером формулы изобретения на устройство может быть авторское свидетельство № 1484895.

*Устройство для направленного бурения, включающее жестко связанные с бурильными трубами породоразрушающий инструмент, установленные на бурильных трубах два центратора, отличающееся тем, что, с целью проводки ствола скважины с уменьшением зенитного угла секция бурильных труб между центраторами выполнена с переменной по длине жесткостью на изгиб, причем последняя увеличивается снизу вверх.*

Суть изобретения, относящегося к устройству, может заключаться в новой схеме его выполнения, в новом сочетании деталей, в дополнении определенным узлом и т. п. Поэтому для характеристики сущности устройств могут использоваться конструктивные элементы. Признаками устройства также являются наличие связей между элементами и взаимное расположение элементов. Сущность устройств характеризуется только **признаками, а не эффектами.**

К **способам** как объектам изобретения относятся процессы выполнения действий над материальным объектом (объектами) с помощью других материальных объектов.

**Способ** – процессы обработки сырья, материалов, бурения и др. Способ состоит в установлении нового порядка, очередности применения определенных действий.

Примером формулы изобретения на способ может служить авторское свидетельство № 1633074.

*Способ проводки наклонного ствола скважины с использованием пневмоударного механизма, включающий подачу к последнему очистного агента, установку породоразрушающего инструмента на забой скважины, создание осевой нагрузки на него, вращение корпуса пневмоударного механизма, периодический контроль за пространственным положением ствола скважины в процессе ее углубления, отличающийся тем, что, с целью изменения направления ствола скважины в азимутальном направлении, изменяют очистной агент газ на газожидкостную смесь.*

Способы как объекты изобретения условно можно разделить на три группы:

1. Способы, направленные на изготовление продуктов (изделий, веществ, материалов и т. п.). Например, «Способ получения бензина», «Способ приготовления тампонажной смеси», «Способ управления траекторией скважины» и т. д.

2. Способы, направленные на изменение состояния предметов материального мира без получения конкретных продуктов. Например, «Способ управления асинхронным двигателем», «Способ измерения твердости горных пород» и т. п.

3. Способы, в результате которых определяется состояние предметов материального мира. Например, «Способ определения устойчивости стенок скважин», «Способ измерения объема фильтрующей части скважины после вымыва из неё значительного объёма песка» и т. п.

В отношении способов первой группы действует косвенная охрана продукта, т. е. действие патента, выданного на такой способ, распространяется и на продукт, непосредственно полученный запатентованным способом. В отношении способов других групп косвенная охрана не действует.

Для характеристики сущности способа используются такие признаки:

- наличие действия или совокупности действий;
- порядок выполнения действий во времени (последовательно, одновременно, в различных сочетаниях);
- условия осуществления действий, режим, использование веществ (исходного сырья, реагентов, катализаторов и т. д.), устройств (приспособлений, инструментов, оборудования), штаммов микроорганизмов, культур клеток растений и животных.

**Вещество** – искусственно созданные материальные образования, являющиеся совокупностью взаимосвязанных элементов, ингредиентов. Например, составы промывочных жидкостей, тампонажных смесей, породоразрушающих матриц буровых коронок с указанием процентного соотношения входящих материалов и реагентов.

**К веществам** как объектам изобретения относятся:

- индивидуальные соединения, к которым условно отнесены высокомолекулярные соединения и объекты генной инженерии (плазмиды, векторы, рекомбинированные молекулы нуклеиновых кислот и т. д.);
- композиции (составы, смеси);
- продукты ядерного превращения.

Примером формулы изобретения на вещество является авторское свидетельство № 592587:

*«Связка для изготовления полировального инструмента, содержащая бакелитовую смолу, серу и наполнители, отличающаяся тем, что, с целью упрощения технологии изготовления инструмента, стойкости и производительности инструмента в качестве наполнителей она содержит соляную и щавелевую кислоты при следующем соотношении компонентов, вес %: сера – 4,5–5,5; соляная кислота – 1,5–2,0; щавелевая кислота – 40–42; бакелитовая смола – остальное».*

**Штаммы микроорганизмов** – это чистые культуры микроорганизмов (бактерии, вирусы, водоросли), выделенные из естественных местобитаний, которыми могут быть окружающая среда, организмы животных или человека (бактерии, микроскопические грибы, дрожжи и др.). Штаммы микроорганизмов составляют основу биотехнологии. Штаммы продуци-

руют полезные вещества для технологических процессов, например, извлечения из горной массы пылеобразной фракции золота или используются непосредственно.

**Изобретение «на применение»** заключается в установлении новых свойств уже известных объектов и определении новых областей их использования. К этой же категории отнесены предложения, заключающиеся в установлении возможности практического использования известных, существующих в природе или искусственно полученных веществ, ранее не применявшихся в утилитарных целях. В этом случае изобретатель не создает новый объект, а находит новое применение известного. Новое свойство, найденное изобретателем, позволяет использовать известный объект по новому назначению.

Например. Невзрывчатое разрушающее средство НРС-1 – в качестве основы для создания расширяющихся тампонажных смесей.

Для признания технического решения изобретением по общему правилу не требуется его предварительное осуществление на практике. Исключения составляют: новые вещества, штаммы микроорганизмов, способы лечения болезней. Они могут быть признаны изобретениями при условии, что предварительно проверены на практике, лабораторными методами и апробированы органами здравоохранения.

#### **4.4.2. Определение сущности и объекта патентной защиты**

Выявление изобретений проводят в два этапа. Сначала определяют сущность решения, затем оценивают патентоспособность, чтобы принять обоснованное решение о целесообразности подачи заявки на получение патента.

На *первом этапе* уясняют задачу, решаемую изобретением, и технический результат, который может быть получен при его использовании. При этом необходимо выявить возможные решения, проанализировать их и установить, к какому виду объектов изобретений они относятся. На этом этапе анализ объекта проводят с целью определения существенных признаков изобретения. Затем проверяют, соблюдено ли требование единства изобретения, и предварительно решают вопрос об объеме защиты.

На *втором этапе* исследования выявляют информацию об уровне техники, по отношению к которому следует оценить патентоспособность изобретения.

При наличии нескольких решений, относящихся к одному объекту, иногда надо отдать предпочтение одному из них. Для этого следует ознакомиться с факторами, влияющими на выбор объекта защиты.

Проблема выбора объекта патентной защиты связана, в первую очередь, с решением вопроса о целостности защищаемого изобретения. Например, предложено устройство для измерения параметров дыхательного

газообмена у людей и животных, которое содержит датчик концентрации кислорода и регистрирующую систему, состоящую из различных электронных блоков.

При условии, что части этого устройства имеют оригинальную конструкцию и создают определенный технический результат, например, повышают быстродействие, в качестве объекта изобретения может выступать датчик концентрации кислорода, регистрирующая система и устройство в целом как совокупность датчика и регистрирующей системы.

Вопрос о целостности изобретения должен решаться будущим патентообладателем самостоятельно с учетом тщательного анализа технических, экономических и правовых вопросов, а также оценки рыночной конъюнктуры, спроса и его объема.

Некоторые заявители полагают, что во всех случаях объем прав, вытекающих из патента, будет больше, если он получен на изобретение в целом. Однако патент на часть от целого может дать больший объем прав, если эта часть имеет самостоятельное значение или может быть применена в других объектах.

Если объект представляет собой систему элементарных частей, которая характеризуется лишь новыми внутренними взаимосвязями (например, в рассматриваемом устройстве изменили связь одного из блоков регистрирующей системы с датчиком, что привело к повышению быстродействия прибора), то объектом защиты должно быть целое. Аналогичное решение следует принять, если устройство дополнено новой частью, которая самостоятельно не является патентоспособной.

В отношении каждого из выделенных изобретений должно быть соблюдено требование единства, т. е. все части или признаки должны быть взаимосвязаны и направлены на решение одной задачи с достижением одного и того же технического результата. Если же достижение технического результата связано только с частью, то эта часть является самостоятельным изобретением.

Выбирая объекты защиты, следует предусмотреть возможность контроля за использованием изобретения. Объекты изобретений можно условно разделить на две большие группы: **продукты производств и способы**. Способы существуют только в производстве, поэтому их защищают и контролируют в основном в производстве, а продукты производства, т. е. вещественные предметы, существуют не только в процессе производства, поэтому их контролируют и защищают не только в процессе изготовления, но и при поставке, продаже и применении, т. е. во всех сферах производственных отношений.

Патентным законом РФ введена косвенная охрана продукции, при которой, защитив патентом способ получения продукта, патентообладатель автоматически получает права и на получение этим способом продукта

(вещества, изделия, материалов, штамма микроорганизма и т. п.). Если же по продукту невозможно установить, что он был изготовлен данным способом, то целесообразность патентования способа весьма сомнительна. Если никакие анализы не позволяют обнаружить косвенное использование патентуемого способа или не дают однозначных результатов, риск патентования может обойтись очень дорого. Положение еще более осложняется, если конкурирующая фирма известна как производитель данного продукта и имеет патенты пусть даже на менее совершенный способ, но давно применяемый на ее предприятии. В случае нарушения патента она попытается доказать, что продукт изготовлен по ее патенту. В этом случае целесообразно патентовать не способ, а продукт.

#### **4.4.3. Формулировка существенных признаков**

Объем прав патентообладателя определяется формулой изобретения. Продукт (изделие) признается изготовленным с использованием запатентованного изобретения, а способ, охраняемый патентом, примененным, если в нем использован каждый признак изобретения, включенный в независимый пункт формулы, или эквивалентный ему признак. Поэтому очень важно, с какой формулой выдан патент.

Признаки, подлежащие включению в формулу изобретения, определяют на этапе его выявления. Из всей массы признаков, которые присущи объекту, следует отметить только существенные. Соблюдение этого условия обеспечит наибольший объем прав патентообладателю.

Признаки относят к существенным, если они влияют на достигаемый технический результат, т. е. находятся в причинно-следственной связи с ним. Он может выражаться, например, в изменении величины крутящего момента, в снижении коэффициента трения или вибрации, повышении выхода зерна или устойчивости стенок скважины и т. д.

Определяя существенные признаки, необходимо правильно выбрать форму выражения, чтобы при анализе факта нарушения патента признак можно было идентифицировать. При формулировке существенных признаков они должны быть обобщены, что также обеспечит больший объем прав, вытекающих из патента. Правомерность обобщения признаков подтверждается описанием изобретения.

Существенный признак (при необходимости) может быть выражен посредством альтернативных понятий. Альтернатива предполагает возможность выбора из двух или нескольких возможных решений. К использованию альтернативных признаков прибегают в случае, если для признака, выражающего сущность изобретения, не удастся подобрать обобщающее понятие (из-за его отсутствия или недостоверности). Сущность изобретения выражают совокупностью всех существенных признаков.

#### 4.4.4. Единство изобретения

Требование единства является обязательным для каждого изобретения. Заявка может быть оформлена на одно изобретение или группу изобретений, образующих единый изобретательский замысел.

Проверка соблюдения требований единства тесно связана с проверкой правильности определения существенных признаков изобретения. Требование единства будет соблюдено, если заявка относится к одному объекту изобретения, т. е. к одному устройству, способу, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животного, а также применению известного ранее объекта по новому назначению.

*Практически это означает, что в сущности изобретения, относящегося к устройству, присутствуют только признаки, характерные устройству, к способу – только для способа и т. д. Необходимым условием для соблюдения требований единства является наличие взаимосвязи между признаками изобретения и его результатом.*

Если установлено, что имеют место несколько изобретений (например, присутствуют признаки устройства и способа или способа и вещества), то необходимо рассмотреть вопрос о возможности объединения их в группу изобретений, связанных единым изобретательским замыслом, или выделить один объект, подлежащий правовой защите. Особенно тщательно следует подходить к анализу данного вопроса, если в результате использования изобретения может быть получено несколько технических результатов.

Пусть сущность изобретения составляют признаки А, В, С, D, а в результате его использования достигаются два различных технических результата – X и Y. При характеристике сущности изобретения в однозвенной формуле единство будет соблюдено при условии, что все указанные признаки одновременно влияют на результаты X и Y. Если будет установлено, что часть признаков влияет на результат X, а другая – на Y, то требование единства нарушено. В этом случае следует выделить основной результат и дополнительный к нему, изобретение охарактеризовать в многозвенной формуле, а в разделе описания «Сущность изобретения» выделить признаки, влияющие на основной и дополнительный результаты. При этом важно, чтобы решалась общая задача. Если решаются различные задачи и при этом получают различные технические результаты, то такие изобретения нельзя объединять в одну заявку, так как требование единства будет нарушено.

Сущность одного изобретения можно охарактеризовать в многозвенной формуле. В этом случае имеются признаки, которые развивают и(или) уточняют изобретение в частных случаях его выполнения или использования. Эти уточняющие признаки, содержащиеся в зависимых пунктах формулы, не должны исключать ни одного признака из независимого пункта формулы.

#### 4.4.5. Условия патентоспособности изобретений

Под *патентоспособностью* понимают свойство решения, благодаря которому оно может быть признано изобретением. В Российской Федерации к условиям патентоспособности изобретений отнесены новизна, изобретательский уровень и промышленная применимость.

Перед оформлением заявки на изобретение целесообразно оценить его патентоспособность, чтобы окончательно решить вопрос об объеме правовой защиты. К оценке патентоспособности изобретения приступают после того, как определена сущность изобретения.

##### **Промышленная применимость**

Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности. Использовать можно лишь осуществимое предложение, поэтому материалы заявки должны содержать информацию, как можно осуществить изобретение.

Для доказательства промышленной применимости приводят:

- сферу применения средства, получаемого с помощью изобретения;
- примеры, подтверждающие возможность осуществления изобретения с помощью средств и методов, предложенных авторами либо известными до даты приоритета. Примеры должны подтверждать работоспособность изобретения. Неработоспособные изобретения обычно основаны на ошибочных расчетах или предположениях, противоречащих известным научным законам и теориям.

Требование промышленной применимости обязательно должно быть выполнено в отношении общих форм реализации изобретения, т. е. признаков, достаточных во всех случаях, на которые распространяется объем запрашиваемой правовой защиты. Для частных форм исполнения изобретения оно не является обязательным.

Критерий промышленной применимости является критерием абсолютным и касается лишь самого изобретения. Для оценки промышленной применимости могут быть привлечены все сведения, которые уже вошли в уровень техники. Так, если в соответствии с изобретением предложено вводить в промывочную жидкость газ для облегчения раствора, то для подтверждения промышленной применимости в заявке, кроме описания, как использовать данную газожидкостную смесь, следует привести сведения о том, как изготовить эту смесь и т. п.

##### **Понятие «уровень техники»**

Патентоспособность изобретения и полезность модели определяются по отношению к уровню техники.

*Уровень техники* – это совокупность определенных сведений, имеющих отношение к изобретению. В уровень техники включают лишь общедоступные сведения, т. е. сведения, с которыми любое лицо может ознако-

миться независимо от места его работы, жительства и т. п., либо о содержании которых ему может быть сообщено законным путем. При проведении экспертизы учитывают лишь общедоступные сведения, которые стали таковыми до даты приоритета.

В уровень техники, в частности, входят:

- опубликованные описания к охраняемым документам, опубликованные заявки на изобретение – с даты опубликования;
- российские (советские) издания – с даты подписания в печать;
- иные издания – с даты выпуска в свет;
- депонированные рукописи статей, обзоров, монографий и других материалов – с даты депонирования;
- отчеты и научно-исследовательские работы, пояснительные записки к опытно-конструкторским работам и другая конструкторская, технологическая и проектная документация, находящаяся в органах научно-технической информации, – с даты поступления в эти органы;
- нормативно-техническая документация (ГОСТы, ТУ и т. д.) – с даты регистрации ее в уполномоченных органах;
- материалы диссертаций и авторефератов, изданные на правах рукописи, – с даты поступления в библиотеку;
- принятые на конкурс работы – с даты выкладки их для ознакомления;
- визуально воспринимаемые источники (плакаты, проспекты, чертежи, схемы, фотоснимки и т. п.) – с даты, когда стало возможным их обозрение при наличии и подтверждении официальным документом;
- экспонаты, помещенные на выставке, – с даты начала их показа, подтвержденной официальным документом;
- устные доклады, лекции, выступления – с даты, когда был сделан доклад, прочитана лекция, состоялось выступление, если они зафиксированы аппаратами звуковой записи или стенографически в порядке, установленном действующими правилами;
- сообщение посредством радио, телевидения, кино и т. п. – с даты такого сообщения, если оно зафиксировано на соответствующем носителе информации в установленном порядке;
- сведения о техническом средстве, ставшие известными в результате его использования в производственном процессе, в изготовляемой или эксплуатируемой продукции, либо иного введения в хозяйственный оборот – с даты, указанной в официальном документе, подтверждающем общедоступный характер таких сведений.

Патентным законом РФ предусмотрен льготный период для раскрытия информации и подачи заявки на изобретение.

*Льготный период – это специфическая льгота, предоставляемая заявителю (автору), согласно которой при проверке соблюдения условий*

*патентоспособности изобретения некоторые сведения об изобретении могут быть опубликованы ранее подачи заявки на изобретение.*

Наличие льготного периода ускоряет распространение информации о новых достижениях. Эта льгота при подаче заявки позволяет заявителю лучше подготовиться к коммерческой реализации изобретения без опасения раскрыть сущность изобретения и утратить при этом патентоспособность. Во время льготного периода раскрыть информацию об изобретении может сам автор (заявитель) либо третье лицо, владеющее этими сведениями. Однако после раскрытия информации следует как можно раньше подать заявку, чтобы конкурент не смог оформить аналогичную заявку раньше и насытить рынок товаром. Имеется также опасность утратить возможность получения патента в зарубежных странах, законодательством которых не предусмотрена такая льгота.

*Продолжительность льготного периода – 6 месяцев с даты раскрытия информации.* В этот срок необходимо подать заявку на изобретение в Патентное ведомство. Льготный период учитывается при определении новизны и изобретательского уровня. Например, если автор напишет сначала статью и представит ее в редакцию отечественного журнала, а заявку на изобретение, раскрытое в ней, подаст в течение шести месяцев с даты подписания издания в печать, то эта информация не может быть препятствием для выдачи ему патента РФ.

К изобретению предъявляется требование **абсолютной мировой новизны**. Иными словами, изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники. Для оценки новизны изобретения в первую очередь исследуют уровень техники до создания данного изобретения, для этого выявляют аналоги изобретения.

Единство назначения средств устанавливают исходя из выполняемой ими функции с учетом области использования изобретения. При поиске аналогов учитывают, что названия изобретений содержат сведения об их назначении, но не следует ограничиваться лишь одними названиями изобретений. Необходимо выбрать классификационные рубрики также по синонимам названия изобретения, так как нельзя гарантировать, что искомое средство отражено именно под данным названием.

Из найденных средств одного назначения целесообразно отобрать основанные на общем с изобретением принципе работы, действия, воздействия на обрабатываемый предмет и т. п.

Новизну изобретения проверяют по совокупности всех существенных признаков. Для этого сравнивают совокупность существенных признаков изобретения с совокупностью признаков каждого из аналогов. Эту работу удобно проводить с помощью таблицы, в первую графу которой следует записать совокупность всех существенных признаков изобретения, а в последнюю – признаки аналогов, причем запись признаков по горизон-

тали должна осуществляться с учетом общности выполняемой ими функции. Следует стремиться к одинаковой степени раскрытия признаков изобретения аналогов. Например, если к числу существенных признаков изобретения относится температурный режим выполнения той или иной операции (например, нагревают воду до 60–70 °С), то и в аналоге, если присутствует сходная операция, следует указать на режим ее проведения (нагревают воду до 80–90 °С).

После установления новизны из аналогов выбирают его прототип.

Алгоритм определения прототипа из аналогов достаточно прост и предполагает из аналогов выделить тот, который совпадет с изобретением по максимальному количеству признаков.

Для одного изобретения должен быть выбран *только один прототип*, т. е. конкретное средство, описанное в одном из источников информации. *Синтез так называемого «сборного» прототипа недопустим.*

Прототип необходим для составления формулы изобретения. Сравнивая существенные признаки изобретения с прототипом, выделяют общие и отличительные. *Решения, содержащие отличительные от прототипа признаки, входят в уровень техники, который учитывается при оценке изобретательского уровня.*

Критерий «изобретательский уровень» призван оценить творческий уровень изобретений, которым предоставляется правовая охрана. Изобретение имеет изобретательский уровень, т. е. соответствует требованиям изобретения, если оно явным образом не следует из уровня техники.

Решение не будет соответствовать уровню изобретений, если обнаруживается прямое указание на взаимосвязь между использованными в изобретении средствами (отличительными от прототипа признаками) и искомым результатом или если *требуется чисто логический вывод*, основанный на известных сведениях о такой взаимосвязи. Однако изобретение не может быть признано несоответствующим данному требованию из-за его кажущейся простоты и раскрытия в материалах заявки механизма достижения технического результата, если такое раскрытие стало известно не из уровня техники, а только из материалов заявки.

Изобретение обладает изобретательским уровнем, если из предшествующего уровня техники нельзя выявить влияние отличительных от прототипа признаков на достижение того технического результата, который обеспечивает изобретение. Для проверки изобретательского уровня необходимо провести поиск источников, которые могут содержать признаки, идентичные отличительным признакам.

При анализе уровня техники возможны две ситуации.

1. Источники с искомыми признаками не обнаружены. Следовательно, признаки новы, не известны, и нельзя говорить об их влиянии на технический результат. Следовательно, изобретательский уровень налицо.

Описанная ситуация может иметь место в случае, если деталь в известном устройстве предложено выполнять из нового материала. Требованию изобретательского уровня соответствуют и пионерские изобретения, а также принципиально новые решения известных задач.

2. Источники, содержащие искомые признаки, обнаружены. Если из них очевидно влияние изучаемых признаков на достижение нового технического результата, как и в предполагаемом изобретении, то оно не отвечает требованию изобретательского уровня.

Не могут быть признаны изобретением решения, сущность которых заключается в перечисленном ниже:

- В дополнении известного средства известной частью, присоединенной к нему по известным правилам, для достижения технического результата, в отношении которого установлено влияние именно таких дополнений. Например, известный прибор для измерения объема газа снабжен анализатором газа, в результате чего при измерении объема смеси газов можно устанавливать и состав смеси. Если анализатор известен, то и результат рассматривается как известный.

- В замене одной известной части другой известной частью, более удачной для решения конкретной задачи. Например, в буровом станке асинхронный электродвигатель предложено заменить на двигатель постоянного тока, что позволит добиться плавного регулирования частоты вращения лебёдки и вращателя станка. Из уровня техники известно, что двигатель постоянного тока обеспечивает плавную регулировку частоты вращения, именно это и обуславливает повышение качества станка.

- В исключении части (элемента или процесса) с одновременным исключением обусловленной её наличием функции и достижением обычного для такого исключения результата. Например, из известного способа исключили прием очистки конечного продукта. В результате способ стал дешевле, продолжительность сократилась, но продукт получили неочищенным.

- В увеличении количества однотипных элементов или действий для усиления технического результата, обусловленного наличием именно таких элементов или действий.

- В выполнении известного средства или его частей из известного материала для достижения технического результата, обусловленного известными свойствами материала. Например, для повышения термостойкости изделия его выполняют из известного более термостойкого материала.

- В создании средства, состоящего из известных частей, выбор которых и связь между которыми осуществлены на основании известных правил, рекомендаций, и достигаемый при этом технический результат обусловлен только известными свойствами частей этого объекта и связей между ними. Например, предложена электрическая схема прибора для измерения техно-

логического параметра, которая включает стандартные блоки, связанные между собой по правилам, известным из электротехники.

- В применении известного объекта по новому назначению, если новое назначение обусловлено его известными свойствами и структурой и известно, что именно такие свойства или структура необходимы для реализации этого назначения.

Не могут быть признаны отвечающими изобретательскому уровню решения, которые основаны на изменении количественного признака, представление таких признаков во взаимосвязи, если известно влияние каждого из них на технический результат и новые величины этих признаков или их взаимосвязи могли быть получены из известных закономерностей. Например, повышения термостойкости композиции добиваются увеличением содержания одного ингредиента. Поскольку известно, что при увеличении содержания этого компонента термостойкость повышается, то изобретательского уровня нет.

### **Полезная модель**

Полезной моделью является конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей, т. е. устройства. В качестве полезной модели охраняются технические решения относящиеся к устройству. Полезной модели предоставляется охрана, если она является новой и промышленно применимой.

В качестве полезных моделей не охраняются способы, вещества, штаммы микроорганизмов, культур клеток растений и животных и их применение по новому назначению, а также объекты, не охраняемые в качестве изобретений. Полезной модели предоставляется правовая охрана, если она является новой и промышленно применимой. К полезной модели предъявляется требование **относительной мировой новизны**, т. е. в уровень техники включаются опубликованные в мире сведения о средствах того же назначения, что и полезная модель, а об их применении – только на территории Российской Федерации.

Полезная модель является новой, если совокупность ее существенных признаков не известна из уровня техники. Алгоритм определения новизны и промышленной применимости таков, как при определении патентоспособности для изобретений.

*Требования «изобретательского уровня» к полезной модели не предъявляются.*

Следовательно, если изобретение относится к устройству и не соответствует критерию «изобретательский уровень», оно может быть защищено в качестве полезной модели.

Если сравнивать требования, предъявляемые к изобретениям и полезным моделям, видно, что к последним требования менее жесткие. Учитывая, что объектами, которые можно патентовать как полезные модели,

являются те же объекты, которые патентуются как изобретения, можно отметить, что полезные модели это «небольшие изобретения», эффект от которых, впрочем, может быть значительным. Поэтому важно оценить уровень технического решения и подать заявку в ряде случаев на полезную модель, поскольку в этом случае будет проведена упрощенная экспертиза и соответственно будет более высокая вероятность патентования технического решения.

### **Промышленный образец**

В качестве промышленного образца охраняется художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид. Патентуются такие промышленные образцы, чей внешний вид влияет на коммерческую реализацию продукции, определяет её индивидуальность и узнаваемость среди потребителей.

Внешний вид изделия составляют, в частности, форма, контуры, линии, сочетания цветов, текстура или фактура материала, декор, в том числе орнаментация. Промышленные образцы могут быть объемными или плоскими, представлять собой художественно-конструкторское решение единичного целого изделия, например, автомобиля, а также изделие, являющееся частью целого изделия, например, бампер, фара автомобиля.

Требования, которые предъявляются к промышленным образцам, состоят в новизне и оригинальности внешнего вида и возможности его промышленного или кустарно-ремесленного производства.

Примерами промышленных образцов могут служить, например, рисунок протектора и внешнее оформление шины автомобиля, внешний вид предметов мебели, раскраска, цветовая гамма изделий текстиля и др.

## **4.5. Оформление и подача заявки на изобретение, полезную модель и промышленный образец**

### **4.5.1. Порядок подачи заявки на изобретение, полезную модель и промышленный образец**

Заявка на изобретение (полезную модель, промышленный образец) подается заявителем, в качестве которого могут выступать автор(ы) изобретения и полезной модели, работодатель либо правопреемники автора(ов) или работодателя.

Право на подачу заявки и получение патента принадлежит работодателю, если изобретение, полезная модель или промышленный образец созданы работником в связи с выполнением им служебных обязанностей или полученного от работодателя конкретного задания, а между работником и работодателем не существует договор, которым предусмотрено иное.

Работник сообщает работодателю о созданном им новшестве, как правило, в письменной форме и раскрывает суть предложенного решения. Работодатель должен подать заявку в Патентное ведомство *в течение четырех месяцев* с даты уведомления его автором изобретения (полезной модели, промышленного образца). В этот же срок работодатель может переуступить право на подачу заявки другому лицу или принять решение о сохранении объекта в тайне. Об этом он должен сообщить автору.

Если работодатель не совершил указанных действий в установленный срок, право на подачу заявки и получение патента переходит к автору, а за работодателем сохраняется право на использование этого объекта в своем производстве с выплатой патентообладателю компенсации, размер которой определяется на договорной основе.

В случае, если право на получение патента принадлежит работодателю, автор имеет право на вознаграждение, которое выплачивается в размере и на условиях, определяемых на основе соглашения между ними.

На основе договора работодатель, автор или его правопреемник может переуступить право на получение патента иному лицу. Форма такого договора произвольная и не требует каких-либо дополнительных условий, кроме выполнения общих, предусмотренных гражданским законодательством.

Договор заключается в письменной форме и должен содержать указание, что одна сторона передает все права на изобретение (полезную модель) под названием ..., а другая – их принимает. Необходимо оговорить условия передачи прав, меры защиты и ответственности.

Если сторонами договора являются граждане, их подписи должны быть удостоверены каким-либо официальным лицом, подпись которого удостоверяется отриском печати официального органа (чаще всего нотариуса).

Если одной из сторон является юридическое лицо, то договор подписывает автор (или физическое лицо, которому переуступлено это право), официальный представитель юридического лица, а подпись последнего удостоверяется печатью. В договоре следует указать место (город, республику), дату совершения договора, юридические адреса сторон (для граждан – адрес места жительства).

Заявка может быть подана и через патентного поверенного, зарегистрированного в Патентном ведомстве.

#### **4.5.2. Состав документов заявки на изобретение, полезную модель и промышленный образец**

Заявка на изобретение, промышленный образец или полезную модель представляет собой комплект документов, оформленных в соответствии с требованиями Патентного закона и Правилами составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на тот или иной объект промыш-

ленной интеллектуальной собственности. Заявка направляется в **Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)**. Его адрес: 121858, г. Москва, Бережковская набережная, дом 30, корпус 1.

Перечень необходимых документов для подачи заявки на изобретение:

- заявление на выдачу патента;
- описание изобретения;
- чертежи и иные графические материалы;
- реферат;
- документ, подтверждающий уплату пошлины;
- документ, подтверждающий основания для освобождения от уплаты пошлины или уменьшения её размера;
- доверенность, при подаче заявки через патентного поверенного;
- ходатайство о досрочном начале формальной экспертизы, если заявитель хочет, чтобы экспертиза проводилась с даты поступления заявки (ходатайства).

Последнее ходатайство подается при подаче заявки или позже, но не позднее чем **в двухмесячный срок** с даты поступления заявки. По истечении этого срока экспертиза проводится по каждой заявке без ходатайства.

По заявке, прошедшей формальную экспертизу с положительным результатом, подаётся:

1) ходатайство о проведении информационного поиска, если заявитель хочет получить сведения об уровне техники, по которому будет оцениваться патентоспособность (можно представить при подаче заявки, но не позднее чем начнется экспертиза по существу);

2) ходатайство о проведении экспертизы по существу (в течение трех лет с даты поступления заявки, можно представить и при подаче заявки, но без ходатайства экспертиза проведена не будет).

Все документы заявки оформляются так, чтобы их можно было длительное время хранить и репродуцировать. Каждый лист используется только с одной стороны (за исключением заявления). Каждый документ начинается с нового листа формата 210×297 мм. Размеры полей на листах, содержащих описание, формулу, реферат, выполняются в мм: верхнее 20–40, правое и нижнее – 20–30, левое – 25–40. Второй и последующие листы в каждом документе заявки нумеруются арабскими цифрами.

Документы должны быть отпечатаны шрифтом черного цвета на прочной белой бумаге через 2 интервала. Графические символы, латинские и греческие буквы, формулы могут быть вписаны чернилами, пастой или тушью черного цвета. Заявление, описание, реферат и формула изобретения представляются в 3 экземплярах.

Заявка на полезную модель должна содержать:

- заявление о выдаче свидетельства;
- описание полезной модели;

- формулу полезной модели;
- чертежи;
- реферат;
- документ об уплате пошлины.

Сроки представления документов такие же, как и для заявки на изобретение. Чертежи являются обязательным документом заявки.

Заявка на промышленный образец должна содержать:

- заявление о выдаче патента;
- комплект изображений изделия, дающих полное детальное представление о внешнем виде изделия (фотографий, рисунков или иных его репродукций);
  - чертеж общего вида изделия, эргономическую схему, конфекционную карту, если они необходимы для раскрытия сущности промышленного образца;
  - описание промышленного образца;
  - перечень существенных признаков промышленного образца;
  - документ об уплате пошлины.

#### **4.5.3. Описание изобретения**

Описание является одним из основных документов заявки. Его назначение – раскрыть изобретение с полнотой, достаточной для его осуществления.

Описание должно быть составлено так, чтобы не возникало сомнений относительно принципиальной осуществимости изобретения и вместе с тем не были раскрыты потенциальные «ноу-хау» заявителя. В описании следует приводить такие сведения, чтобы эксперт, ознакомившись с материалами заявки и изучив уровень техники, смог однозначно сделать вывод о патентоспособности изобретения.

В описании следует использовать стандартные термины и сокращения, а при их отсутствии – общепринятые в научной и технической литературе. При использовании терминов и обозначений, не имеющих широкого применения, их значение поясняют в тексте при первом употреблении, а при использовании математических выражений, химических формул – расшифровывают все входящие в них обозначения.

В описании и формуле изобретения следует соблюдать единство терминологии. В тексте описания не должно содержаться выражений, противоречащих общественному порядку и морали, а также пренебрежительных высказываний по отношению к изобретениям третьих лиц.

#### **Структура описания изобретения**

Описание должно быть составлено в соответствии с требованиями Правил составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение и иметь определенную структуру.

Заменять раздел описания в целом или его части отсылкой к источнику, в котором содержатся необходимые сведения, недопустимо. Например, нельзя вместо характеристики аналога ограничиться лишь ссылкой на источник, в котором имеется его описание.

Озаглавливать разделы описания в тексте не требуется. Начинать описание следует с названия изобретения. Если установлена рубрика действующей редакции *международной патентной классификации (МПК)*, к которой относится изобретение, представляется индекс этой рубрики.

Описание должно содержать следующие разделы:

область техники, к которой относится изобретение;

уровень техники;

сущность изобретения;

перечень чертежей или иных материалов (если они прилагаются);

сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения.

### **Название изобретения**

Название должно характеризовать назначение изобретения, полностью соответствовать его сущности и, как правило, определенной рубрике МПК. Оно должно быть точным, кратким, конкретным, выражать назначение объекта изобретения, описанного в заявке.

Название, как правило, излагается *в единственном числе, именительном падеже*, например: «Керамический материал», «Способ синхронизации действия ...». В именительном падеже множественного числа употребляются только те существительные, которые не имеют единственного числа, например «ясы», «ножницы», «чернила».

Название должно давать четкое представление о виде изобретения. Недопустимо название изобретения в таком роде, как «Выбраковка бурильных труб», поскольку при такой формулировке оно может характеризовать и устройство, и способ.

Если не удастся подобрать термин, выражающий сущность изобретения (например, расходомер, частотомер, долото и т. п.), используют описательные названия, которые составляют следующим образом: указывают название вида объекта (устройство, композиция), а далее – его целевое назначение, например «Устройство для синхронизации включения ...».

Название изобретения, относящегося к способу, следует обязательно начинать со слова «способ», а далее указывают его назначение. Например, «Способ повышения коррозионной стойкости поверхности бурильных труб», «Способ борьбы с уходом промывочной жидкости из скважины».

Если изобретение имеет узкую область применения, то она должна быть указана в названии. Например: «Способ изучения трещиноватости пород в скважине».

Название не должно содержать слов, не несущих информационной нагрузки. Изобретение следует назвать «Телевизор», а не «Схема телеви-

зора», «Клей», а не «Состав клея». Оно не должно содержать рекламных слов и неопределенных выражений, например «Быстродействующее устройство», «Точный дальномер», «Высокочувствительный приемник».

Название должно соответствовать объему изобретения. Если изобретением является новый вид скважинного шарнира, то оно не может называться «Снаряд направленного бурения», в которых чаще всего используют буровые шарниры.

Изобретению не следует давать название целой области техники. Кроме того, в нем не должны содержаться отличительные признаки изобретения (они приводятся в формуле), а также указание на получаемый при использовании технический результат.

Для изобретений на «применение» название должно отражать новое назначение известного объекта. Если предложено применять туннельный диод в качестве датчика экстремальных температур, то такое изобретение следует назвать «Датчик экстремальных температур».

В названии группы изобретений, относящихся к объектам, один из которых предназначен для получения (изготовления), осуществления или использования другого, должно содержаться название первого изобретения и сокращенное – другого, например «Способ изготовления фотошаблона и устройство для его осуществления». Если в группе изобретений один из объектов предназначен для использования в другом, в названии указывают два объекта. Например, «Тампонажная смесь и способ борьбы с уходом промывочной жидкости». Если изобретения, включенные в группу, направлены на получение одного и того же результата принципиально одним и тем же путем, то они имеют одинаковые названия, а название группы дополняется указанием в скобках слова «варианты». Например, «Способ очистки радиоактивных масел» (его варианты).

#### **Область техники, к которой относится изобретение**

В этом разделе отражают область применения изобретения. Если областей несколько, указывают преимущественные.

Не допускается необоснованное расширение или сужение области применения. Например, предложено решение, относящееся к подводной буровой установке. Этот раздел описания может быть составлен следующим образом: «Изобретение относится к области добычи полезных ископаемых и может найти применение при освоении глубоководных месторождений полезных ископаемых, в том числе расположенных на замерзающих акваториях и зонах дрейфующих льдов».

Кроме широкой области применения, нужно указать и более узкую, более конкретную, т. е. указать, в каких конкретных объектах оно может быть использовано. Например: «Изобретение относится к области материалов, работающих в сложном напряженном состоянии, в частности в сверхглубоких скважинах». Желательно указывать все области, в кото-

рых изобретение может быть применено, но не следует распространять возможность его применения на области, в которых эта возможность автором не проверена.

### **Уровень техники**

Назначение данного раздела – отразить состояние уровня техники, известного заявителю на момент подачи заявки. Для этого следует привести сведения о двух-трех аналогах и прототипе. Описание начинают с более далекого аналога, а последним описывают прототип.

Для каждого аналога и прототипа необходимо указать:

- библиографические данные источника информации, в котором он раскрыт, причем такие, чтобы источник информации был доступен;
- признаки аналога с указанием тех, которые совпадают с существующими признаками изобретения;
- причины, препятствующие получению требуемого результата с помощью аналога.

**Пример.** «Известна морская буровая установка (см. а. с. СССР № 1416652, МКИ Е 21 В 7/12, 1985). Она содержит основание, геометрический корпус, в шахте которого смонтирован буровой инструмент. Основание и корпус разнесены в пространстве, что не обеспечивает необходимой устойчивости, вследствие чего установка подвержена ветровой и волновой нагрузке. Установка снабжена системой принудительного погружения, что обеспечивает безопасность работ в экстремальных условиях. Однако наличие этой системы усложняет конструкцию.

В качестве прототипа выбрана ...»

Если изобретение относится к применению по новому назначению, то в качестве аналогов описывают объекты того же назначения. Так, если предложено применять карбид в качестве средства для предотвращения взрывов в шахте, то в качестве аналогов описывают известные ранее средства для предотвращения взрывов в шахте.

Если изобретение относится к способу получения смеси неустановленного состава с конкретным назначением или биологически активными свойствами, в качестве аналога описывают способ получения смеси с таким же назначением или такими же биологически активными свойствами.

### **Сущность изобретения**

Назначение данного раздела – раскрыть сущность изобретения. Сущность изобретения в виде краткой характеристики приводят в формуле. Сначала желательно составить формулу изобретения, а затем – описание.

В этом разделе, прежде всего, подробно описывают задачу, на решение которой направлено изобретение.

Постановка задачи есть необходимый элемент изобретательского творчества, при поиске решения оно неоднократно преобразуется и уточняется. Эксперту же важно уяснить последнюю задачу, которую решил

изобретатель. Это поможет ему правильно отобрать решения, входящие в уровень техники, оценить «новизну» и «изобретательский уровень». При определении «изобретательского уровня» важно знать, *какие противоречия и каким путем решил изобретатель и следует ли изобретение явным образом из уровня техники.*

Раскрывая задачу, заявителю необходимо охарактеризовать цель разработки, содержание проблемы и технические противоречия, которые пришлось преодолеть и разрешить в процессе поиска решения. Задача должна быть сформулирована так, чтобы специалист смог понять, какие технические признаки, входящие в уровень техники, должны быть подвергнуты изменениям для достижения определенного результата.

#### **Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения**

Сведения, приводимые в данном разделе, эксперты используют для проверки промышленной применимости.

При проверке промышленной применимости изобретения определяют возможность его изготовления или использования в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, в сфере культуры, быта и т. п. Понятие промышленной применимости, прежде всего, предполагает наличие средств, с помощью которых может быть решена поставленная изобретателем задача. Проверка на промышленную применимость состоит в выяснении, возможно ли осуществить изобретение по указанному заявителем назначению.

Для того чтобы изобретение было осуществлено, оно должно быть раскрыто в заявке на изобретение с достаточной полнотой. Возможность осуществления доказывается приведением в описании изобретения примеров, подтверждающих возможность его воплощения в материальном объекте.

Изобретение неосуществимо, признаки которого неопределенно сформулированы в описании. Такие ситуации часто встречаются в заявках на устройства, представленные электрическими блок-схемами. Изобретение должно быть работоспособным. Например, лампочка – светить, усилитель – усиливать. Неработоспособные изобретения обычно основаны на ошибочных расчетах и предположениях, противоречащих научным законам и теориям.

Описывая изобретение в этом разделе, нельзя утаивать сведения, без которых его невозможно осуществить. Вместе с тем необходимо следить, чтобы приводимый объем информации не был избыточным и не раскрывал «ноу-хау». Под «ноу-хау» понимают такие тонкости в реализации изобретения, технологические и другие секреты, которые позволяют ***получить наивысший технический результат***. Отсутствие в описании таких секретов ни в коей мере не является препятствием в реализации изобретения по его описанию.

#### 4.5.4. Особенности объектов изобретения

Как отмечалось, объектами изобретений могут быть устройство, способ, вещество, а также применение известного ранее устройства, способа или вещества.

##### **Устройство как объект изобретения**

Под устройством как объектом изобретения понимают конструктивные изобретения, т.е. орудия труда и изделия, такие как машины, приборы, установки, агрегаты, технические линии, сооружения и т. п., а также их узлы и детали.

Устройство необходимо сначала описать в статическом состоянии, раскрыть его конструкцию, делая ссылки на чертежи. Цифровые обозначения элементов конструкции приводят по мере упоминания в порядке возрастания. Затем описывают работу устройства со ссылками на чертежи, а при необходимости – иные поясняющие материалы (рисунки, эпюры, временные диаграммы, графики и т. п.).

Данный раздел описания имеет особенности для устройств в области электротехники, радиотехники, автоматики, вычислительной техники, обычно представляемых в виде схем. При характеристике сущности таких решений широко используют функциональные признаки.

Функциональный признак (блок) в формуле изобретения может быть выражен общепринятым термином, например, сумматор, счетчик, схема сравнения, логические элементы И, ИЛИ, НЕ и т. д. Такой признак характеризует известную специалистам совокупность существенных признаков независимо от того, указаны они в материалах или нет. Использование таких блоков для решения различных задач не меняет их функционального построения. Поэтому в описании достаточно лишь указать на наличие такого блока, не раскрывая форму его выполнения.

Иногда используют необщепринятые названия блоков, например блок принятия решения, прогнозирующий блок и т. п. В описании следует обязательно раскрывать функциональное построение и правила построения таких блоков.

Часто в число существенных признаков входят процессоры, микропроцессоры и т. п. В материалах заявок таких изобретений необходимо представить функциональную схему устройства, где микропроцессор или ЦВМ были бы показаны только в пределах выполняемой ими функции, а в описании целесообразно привести информацию о том, каким конкретно процессом или машиной реализуются указанные функции.

Если блок назван и описан так, что функция его ясна, но не известно построение, заявителю следует раскрыть функциональное построение блока. При описании функции блока математическим выражением следует представить функциональную схему. Если у блока, который является общим с прототипом, появились новые связи, в заявке следует привести

внутреннюю структуру блока с соответствующей степенью детализации. В ней должны быть отражены точки, используемые как дополнительные входы и выходы.

### **Способ как объект изобретения**

К способам как объектам изобретения относятся процессы выполнения взаимосвязанных действий (приемов, операций) над материальными объектами (устройством, средой, электрическим зарядом, магнитным полем и др.) с помощью материальных объектов.

В отличие от устройства, которое может быть как в статическом, так и динамическом состоянии и не перестает от этого быть устройством, способ представляет собой комплекс действий. Он не может существовать в неподвижном состоянии. Способ существует лишь во время действия, пока осуществляют приемы, составляющие в своей совокупности способ. Отсюда следует, что всякие подготовительные операции, предшествующие способу как технологическому процессу, не являются признаками способа как объекта изобретения.

Поэтому способ – это определенная последовательность действий (операций, приемов), производимых человеком или машиной, на которую человек возлагает выполнение тех или иных операций, над материальными объектами, в результате которых эти объекты претерпевают те или иные изменения (деформации, преобразования и т. п.) и достигается поставленная цель.

Чтобы подтвердить возможность осуществления изобретения, относящегося к способу, необходимо указать на последовательность приемов, операций над материальными объектами, условия их проведения, конкретные режимы (временные, температурные и т. п.), используемые устройства, вещества, штампы.

Если способ реализуется с помощью известных устройств, веществ, штампов, то в этом разделе их лишь указывают и при необходимости делают ссылки на источники информации, в которых они описаны. Если же средства новые, то приводят их описание и графическое изображение. Когда используют новые вещества, то раскрывают способ их получения.

Для способа получения смеси неустановленного состава и структуры с конкретным назначением или биологически активными свойствами, кроме описания приемов и условий осуществимости способа, включают сведения о самой смеси, необходимые для ее идентификации, а также сведения, подтверждающие возможность реализации указанного заявителем назначения смеси.

### **Вещество как объект изобретения**

К веществам как объектам изобретений относят:

- вещества, полученные нехимическим путем, т. е. простым, механическим смешиванием ингредиентов (смеси, пасты, замазки и т. п.);

- вещества, полученные физико-химическим превращением: в них вместе с механическим смешиванием происходят химические процессы, которые практически трудно выявить (сплавы, керамические массы, строительные материалы, стекло и т. п.).

Особенность вещества как объекта изобретения, отличающего его от других объектов изобретений, в частности от устройства, заключается в том, что оно не имеет такой законченной внешней формы, какой обладает устройство, и не перестает быть веществом после того, как ему придана какая-то другая форма. Например, тампонажная смесь остается таковой, какую бы внешнюю конфигурацию ей не придавали.

Вещество как объект изобретения характеризуется физическими, а не химическими связями входящих в него компонентов (ингредиентов).

Таковыми признаками могут быть:

- новые компоненты, из которых составлено вещество, или новые компоненты, добавленные в известное вещество, или изменение числа компонентов, входящих в состав вещества;

- новая структура компонентов вещества, новое соотношение их размеров;

- новое соотношение (процентное, весовое и др.) составляющих вещество компонентов;

- сочленение двух или более из числа перечисленных признаков;

- применение вещества по новому назначению.

Если новые соединения относятся к биологически активным, то приводят показатели их активности и токсичности, а в случае необходимости – избирательности действия и другие показатели.

Для промежуточного соединения должна быть показана возможность его переработки в известный конечный продукт либо возможность получения из него нового конечного продукта с конкретным назначением или биологически активными свойствами.

### **Применение устройства, способа, вещества по новому назначению**

Применение нового устройства по новому назначению – это использование объекта с достижением результатов, для которого он не предназначался первоначально, с использованием его свойств (качеств), которые ранее, при изменении объекта по известному назначению, не использовались.

Изобретения подобного рода характерны тем, что в прототип не добавляются никакие изменения, не вносятся никакие новые признаки, техническое решение задачи достигается без всяких конструктивных изменений устройства. Творчество здесь состоит в том, что в результате анализа, исследований, расчетов, экспериментов изобретатель устанавливает возможность применения данного устройства для решения новых неожиданных задач. Например, порошковую муфту стали применять в качестве датчика усилия.

Описание такого изобретения отличается от описания нового устройства следующим. Название изобретения в данном случае не совпадает с начальными словами формулы изобретения. В формуле изобретения указывают, например: «Применение устройства для ...» по такому-то назначению, а в названии указывается объект, применяемый по новому назначению. Далее указывают новую область техники, в которой предлагают применять устройство.

Поскольку прототипа в данном предложении нет, вместо его описания и критики следует привести критику объекта, в качестве которого будет применяться предлагаемое устройство, указать, почему этот объект не может обеспечить ожидаемого эффекта от применения предлагаемого устройства.

Далее, вместо описания сущности устройства (вместо описания его работы в статике и динамике), нужно описать характер применения устройства по другому назначению, указать, в каком качестве и где применялось это устройство ранее, как предлагается его применить и какие новые качества возникают благодаря новому применению устройства, какой эффект дает его применение.

Способы, характеризующиеся применением их по новому назначению, чрезвычайно редки. Условия применения такого способа изобретателем те же, что и для устройства, применяемого по иному назначению – для решения новой неочевидной технической задачи.

Если вещество применяется по новому назначению, то описание и формула изобретения в этом случае также имеет ряд особенностей, как и в случае изобретения на применение устройств.

#### **4.5.5. Формула изобретения**

**Формула изобретения** – это краткое словесное изложение признаков изобретения, определяющих объем изобретения. **Предмет же изобретения** – это объект изобретения в виде устройства, способа или вещества, охарактеризованный в формуле изобретения.

**Значение формулы изобретения и требования, предъявляемые к ней**

**Объем прав патентообладателя определяется формулой изобретения. Описание и поясняющие его материалы используют лишь для ее толкования.** Поэтому основное значение формулы изобретения – правовое. Оно определяет объем патентных притязаний и тем самым – границы возможного использования изобретения.

**Объем юридической охраны** – это круг реализованных на практике объектов техники и технологии, на которые распространяются права патентообладателя. При установлении факта использования изобретения

учитывают его формулу. Использование изобретения или полезной модели без разрешения патентообладателя свидетельствует о нарушении его прав.

Формула имеет решающее значение и при оценке патентоспособности изобретения, так как *экспертизу по существу проводят в объеме формулы изобретения*, представляемой заявителем. Формула изобретения имеет и информационно-техническое значение. Она публикуется ранее полного описания изобретения и содержит сведения о созданном техническом новшестве.

Общие требования к написанию формулы изобретения состоят в следующем:

- формула изобретения должна излагаться в виде одного предложения, части которого отделяются друг от друга запятыми, но не точками и не точками с запятыми.

- формула имеет свои особенности в зависимости от объекта изобретения.

- поскольку объем прав патентообладателя определяется признаками изобретения, которые перечислены в формуле изобретения, то нужно указать минимально необходимое количество существенных признаков. К тому же формула не будет громоздкой и неудобочитаемой.

- признаки, указанные в формуле изобретения, не должны допускать произвольных, противоречивых толкований. Термины, употребляемые в формуле изобретения, должны быть емкими, но определенными и точными. Поэтому не допускается употребление таких слов, как «специальный», «определенный», «быстрый», «достаточно прочный» и т. д. В формуле изобретения нужно раскрыть, что означают «быстрый», «достаточно прочный», «горячий» и другие термины. Нужно указывать величины скоростей, пределы прочности, температуры и т. д.

В формуле изобретения нельзя употреблять и такие неопределенные слова, как «более тонкий», «большая скорость» и т. п. Их можно употреблять лишь со словом «чем», т. е. когда имеется объект сравнения, определяющий пределы толщины, скорости и т. п.

1. В формуле изобретения недопустимо использовать альтернативные признаки. Они допускаются, если являются эквивалентными и не могут быть обобщены одним понятием. Альтернатива, как указано в Большой энциклопедии, – это необходимость выбора между двумя или несколькими исключаящими друг друга возможностями. Следовательно, если в формуле изобретения указать, что устройство снабжено элементом А, выполненным из металла или дерева, то это может оказаться нарушением единства изобретения, поскольку дерево и металл не всегда могут быть техническими эквивалентами, т.е. иметь одинаковую сущность, создавать одинаковый эффект, выполнять одинаковые функции. Точно так же исключают друг друга такие признаки, как нагрев и охлаждение. Операция нагрева не мо-

жет проводиться одновременно с операцией охлаждения – это альтернативные, исключаящие друг друга признаки.

Таким образом, чтобы формула изобретения выполняла свои функции, к ней предъявляется ряд требований, в том числе *полноты, общности, определенности и лаконичности*. Однако стремление к соблюдению общности ведет к потере определенности. Это противоречие частично преодолевается построением многозвенной формулы.

В формуле изобретения можно указывать только признаки, которые действительно принадлежат изобретению. Поэтому, составляя формулу, нельзя указывать, что из устройства исключен какой-либо элемент, из композиции – ингредиент, из способа – операция, прием, т. е. использовать негативную новизну.

Формула изобретения должна быть составлена с соблюдением требования единства. В ней должна содержаться не постановка задачи, а её решение. Изобретение следует характеризовать признаками объекта, а не его свойствами.

### **Структура формулы изобретения**

Для удобства анализа формула изобретения делится на две части: ограничительную и отличительную, отделённую от ограничительной словом «отличающееся» (-ийся, -щаяся).

Ограничительная часть содержит:

- название изобретения, дословно повторяющее название изобретения, указанное в заявлении и описании изобретения;
- перечисление известных (ограничительных) признаков, общих для прототипа и объекта изобретения или сходных с признаками объекта изобретения.

Отличительная часть содержит перечисление новых отличительных признаков, отличающих предмет изобретения от сходных с ним предметов.

Рассмотрим следующую формулу изобретения: «Приемник, содержащий последовательно включенные антенну, усилитель высокой частоты, детектор и оконечный аппарат, отличающийся тем, что в него введены гетеродин, смеситель и усилитель промежуточной частоты, причем между выходом усилителя высокой частоты и входом детектора последовательно включены смеситель, второй вход которого соединен с выходом гетеродина, и усилитель промежуточной частоты».

Здесь на базе детекторного приемника разработан супергетеродинный приемник. Слово «приёмник» является общим, родовым понятием для прототипа и объекта изобретения. Ограничительные признаки: последовательно включенные антенна, усилитель высокой частоты, детектор и оконечный аппарат (громкоговоритель, магнитофон и т. п.).

**Цель изобретения** – повышение чувствительности приемника. Чувствительность приемника – это минимальная мощность на входе приемни-

ка, обеспечивающая нормальную работу оконечного аппарата. Для детекторного приемника –  $P_{\text{вх}} = 10^{-3}$  Вт, для супергетеродинного приемника –  $P_{\text{вх}} = 10^{-6}$  Вт.

**Отличительные признаки:** гетеродин, смеситель, усилитель промежуточной частоты и их связи между собой и с ограничительными признаками.

Формула изобретения может быть однозвенной и многозвенной. Первый пункт в формуле всегда независимый. В него включают признаки, достаточные для получения технического результата, проявляющегося во всех случаях, на которые распространяется запрашиваемый объем правовой охраны.

Зависимый пункт формулы начинается с сокращенного названия изобретения, указанного в независимом пункте формулы изобретения, и ссылки на пункт, признаки которого он дополняет. Отличительная часть строится по тем же правилам, что и у независимого пункта. Например: «2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что ...».

Многозвенная формула может характеризовать сущность одного или группы изобретений. Технический результат в формуле изобретения не указывают.

#### **Особенности формулы изобретения в зависимости от вида объекта**

Сущность конструктивного или схемного решения характеризуется признаками объекта в статическом состоянии, это означает, что в формуле не должно быть глаголов, выражающих незавершенное действие. Так как *в формуле устройства нельзя описывать его работу*, то в ней не должно быть глаголов изъявительного наклонения, оканчивающихся на «-ся» (подается, соединяется и т. п.), а также глаголов в третьем лице множественного числа, оканчивающихся на «-ют» (подают, соединяют и т. п.), выражающих незавершенное действие.

Если необходимо указать на вновь введенные элементы, используют краткие причастия. Например, «расположен», «снабжен», «установлен», «смонтирован» и т. п., а для отражения подвижности элементов – выражения типа «установлен с возможностью поворота, перемещения, вращения» и т. п.

Для характеристики особой формы выполнения устройства, например, формы элемента или взаимосвязи, используют полные причастия. Допускается использование глаголов: «представляет», «содержит», «имеет».

Для выражения сущности способа в формуле используют глаголы действительного залога в изъявительном наклонении в третьем лице множественного числа, т. е. с окончанием на «-ут», «-ют», «-ат», «-ят», например, «нагревают», «обрабатывают», «дают». В ограничительной части можно использовать отглагольные существительные (вращают – вращение), а после названия способа в качестве вводного слова использовать выражение «закрывающийся в том, что» или «путем».

Когда имеется большое количество действий, совершаемых одновременно, основное в техническом смысле действие выражают глаголом, а дополнительное деепричастием, например «нагревают смесь до температуры  $x$ , постоянно перемешивая».

При характеристике вещества–композиции в ограничительной части формулы указывают название изобретения и ингредиент, совпадающие с признаками прототипа (без количественного содержания). В отличительной части приводят вновь введенные ингредиенты, используя для этого оборот «дополнительно содержит», а затем – весь рецептурный состав композиции. Количественное содержание ингредиентов может быть выражено в любых единицах (однозначных), как правило, двумя значениями, характеризующими минимальный и максимальный пределы содержания (нижний и верхний).

**Пример.** Смазочный состав, содержащий гидрированные димеры альфаметилстирола, отличающийся тем, что он дополнительно содержит вазелиновое масло, при следующем соотношении ингредиентов, мас. %:

Гидрированные димеры альфаметилстирола – 35–70,

Вазелиновое масло – до 100.

Формула на индивидуальное химическое соединение не имеет ограничительной и отличительной частей. В формулу такого вещества включают наименование или обозначение соединений. Для соединения с неустановленной структурой в формулу изобретения включают его характеристики (свойства), позволяющие идентифицировать это соединение, в том числе и признаки способа его получения.

Формулу изобретения на применение составляют без деления на части и она имеет следующую структуру:

«Применение А в качестве Н,

где А – известный объект; Н – его новое назначение».

**Пример.** Мелиорант почвы.

«Применение льняной костры – отхода первичной обработки льна в качестве мелиоранта почвы».

#### 4.5.6. Чертежи и иные материалы

Чертежи и иные материалы представляют в случаях, когда они необходимы для понимания сущности изобретения, изложенного в описании. Они должны быть согласованы с описанием и могут быть представлены в виде чертежей, схем, графиков, эпюр, фотографий, таблиц, диаграмм и т. п. Рисунки допустимы лишь в случаях, когда невозможно проиллюстрировать описание чертежом или схемой, а фотографии – как дополнение к другим видам графических материалов.

В правом верхнем углу каждого листа графических изображений указывают название изобретения. Графические материалы выполняют черными нестираемыми линиями. Масштаб изображения должен допускать репродуцирование с линейным уменьшением до  $\frac{2}{3}$ . Предпочтение отдается прямоугольной проекции. Размеры на чертежах не проставляют. На одном чертеже можно располагать несколько фигур, при этом их четко отграничивают друг от друга. Элементы графических изображений обозначают арабскими цифрами в соответствии с описанием изобретения. Одни и те же элементы, представленные на нескольких фигурах, обозначают одной и той же цифрой.

Если на чертеже представлена схема, то должны быть использованы стандартизованные условные графические изображения. Если схема представлена в виде прямоугольников, то кроме цифрового обозначения в прямоугольнике вписывают название элемента. При необходимости название можно указывать на выносной линии. Фотографии малого формата наклеивают на стандартные листы белой бумаги. Каждое графическое изображение нумеруют арабскими цифрами (фиг.1, фиг. 2 и т. д.) в соответствии с очередностью в описании изобретения. Если фигур всего одна, то ее не нумеруют. Графические изображения нельзя приводить ни в описании, ни в формуле.

#### 4.5.7. Реферат

Основное назначение реферата – информационное. Он должен содержать краткое описание изобретения, включающее:

- название;
- характеристику области техники, к которой относится изобретение, и/или области его применения, если это не ясно из названия изобретения;
- характеристику сущности изобретения с указанием достигаемого технического результата;
- чертежи (при необходимости);
- дополнительные сведения (указание на наличие и количество зависимых пунктов формулы изобретения, графических изображений, таблиц).

Сущность изобретения в реферате характеризуют путем свободного изложения формулы изобретения. Важно в реферате указать все существенные признаки каждого независимого пункта. При необходимости в реферат включают чертеж или химическую формулу. Чертеж, включаемый в реферат, представляют на отдельном листе в трех экземплярах.

Средний объем текста реферата – до 1000 печатных знаков.

**Пример.** «Линза для офтальмологических операций».

Изобретение может найти применение в медицине, например, при проведении операций на сетчатке глаза и стекловидном теле. Линза имеет две преломляющие сферические поверхности, обращенные вогнутостью

к хрусталику глаза. Соотношение оптических сил поверхностей составляет 2–4. Оптические оси поверхностей расположены по отношению друг к другу под острым углом. Оптимальная величина угла 15–45°. Линзу предпочтительно изготавливать из кварцевого стекла или силикона. Линза позволяет существенно уменьшить блики и повысить контраст изображения, создает комфортные условия наблюдения. 1 с, п. ф-лы, 2 з. п. ф-лы, 1 ил.

#### **4.5.8. Выявление патентоспособных технических решений и оформление заявки на изобретение**

Появление технического решения, которое целесообразно патентовать, предполагает на первом этапе поиск аналогов и прототипа. Для поиска используется вся совокупность научно-технической информации и в первую очередь патентная документация. Аналоги определяются исходя из решаемой технической задачи и назначения объекта, а их близость к заявляемому техническому решению по совокупности сходных признаков. Например, предполагаемое изобретение имеет 4 основных отличительных признака:  $I = A + B + C + D + E$ . В процессе поиска найдены три наиболее близких к предполагаемому изобретению аналога:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = A + B; \\ A_2 = A + B + C; \\ A_3 = A + B + C + E. \end{array} \right.$$

Из трех приведенных аналогов наиболее близким к предполагаемому изобретению является третий, так как у него совпадают с патентуемым объектом четыре признака. Именно поэтому третий аналог является прототипом.

Для выделения новых признаков нужно вычесть из признаков предполагаемого изобретения признаки прототипа. Для нашего случая таким признаком является признак E. Признаки A, B, C и E являются сходными. Сходные признаки делятся на идентичные и эквивалентные. Идентичные признаки совпадают по назначению, цели и форме исполнения. Эквивалентные признаки могут совпадать по назначению и цели, но отличаться по форме выполнения. Независимо от этого сходные признаки не бывают новыми с точки зрения новизны изобретения, но при патентовании полезной модели эквивалентные признаки могут признаваться новыми, если они дают определенный научно-технический эффект.

Заявленное техническое решение признается изобретением, если оно содержит новые признаки.

***Техническое решение не признается изобретением, если решается известная задача, известным путем и известными средствами.***

Выявленный прототип позволяет составить формулу изобретения. Формула изобретения составляется по следующим правилам. Начинается формула изобретения с названия. После названия перечисляются во взаимосвязи общие с прототипом элементы и конструктивные признаки (для нашего случая признаки А, Б, С и Е) – **ограничительная часть формулы**. После слов «**отличающаяся тем, что**» приводятся отличительные признаки заявляемого изобретения от прототипа (для нашего случая признак Д) – **отличительная часть формулы**.

Правильно составленная формула должна быть емкой и исключать по возможности ключевые признаки. Нужно иметь в виду, что если формула изобретения составлена небрежно, то конкуренты крайне заинтересованные в чужом изобретении постараются запатентовать свое техническое решение, слегка изменив формулу нужного им изобретения. В этом случае очевидны серьезные экономические потери, связанные с нереализованным изобретением и непроданными лицензиями. Например, если в формуле указано число в качестве отличительного признака, то это очень слабый признак, который легко обойти, указав другое число и доказав, что это числовое решение оптимально для каких-либо особых условий. Правильнее всегда в формуле изобретения указывать числовой диапазон, который перекрывает все возможные варианты. Например, угол наклона лопасти крыла судна на подводных крыльях должен быть согласно формуле изобретения, не  $35^\circ$ , а занимать весь реальный диапазон углов, к примеру, от 10 до 45 градусов, что не позволит конкуренту заявить такое же судно с лопастями крыльев, установленных под углом, к примеру,  $37,5^\circ$ .

Отличительная часть формулы изобретения несет в себе информацию, прежде всего, информационно-правового, а уже затем информационно-технического характера, поскольку именно эта часть текста определяет объем прав патентовладельца. Здесь важно так составить текст, чтобы конкуренты не могли «обойти» предложенное новшество, заявив что-то эквивалентное по функциональности, но иное по форме.

**Примером** удачно запатентованного устройства является один из патентов американского изобретателя и предпринимателя Исаака Зингера, который известен всему миру как создатель и владелец компании по производству швейных машин. Случайно увидев швейную технику в Нью-Йорке, И. Зингер, уже к тому времени запатентовавший агрегат для деревообработки, быстро сообразил, что данная конструкция нуждается в существенной доработке. Расположив челнок горизонтально, он добился того, что игла теперь двигалась вверх-вниз. Для этого он придумал особую иглу, у которой отверстие для нити располагалось у острия. Запатентовав такую иглу, И. Зингер на долгие годы убрал конкурентов со своего коммерческого пути, поскольку предложил самую рациональную схему швейной машины, узловой деталью которой была запатентованная игла с отвер-

стием у острия. Именно это позволило обойти конкурентов и захватить рынок. Развивая свою машину, Зингер сконструировал рабочий стол, механизм для продвижения ткани и педальный привод. В 1851 г. И. Зингер зарегистрировал своё предприятие, продукция которого стала пользоваться невиданной популярностью. К 1863 г. продажи компаний выросли до 20 тыс. в год, а к концу XIX в. составили уже более 600 тыс. Сегодня компания «Зингер» имеет свои филиалы по всему миру, а фамилия *SINGER* стала эталоном качества и эффективности.

## ПРИМЕРЫ ФОРМУЛ ИЗОБРЕТЕНИЙ

### 1. На способ

Название – **Способ направленного бурения скважин,**  
(1 часть формулы)

*включающий приложение осевой нагрузки на долото, вызывающей потерю устойчивости низа бурильной колонны и регулирование траектории ствола за счет изменения азимута,*

*отличающийся тем, что*

(2 часть формулы)

*изменение азимута осуществляют путем поворота бурильной колонны на угол 1–180 градусов в сторону вращения долота для увеличения азимута и в противоположную для уменьшения.*

### 2. На устройство

Название – **Снаряд для направленного бурения скважин,**  
(1 часть формулы)

*включающий корпус, звенья полого вала, эксцентричное полукольцо, укрепленное на нижнем конце корпуса, и подвижные втулки, расположенные в окнах корпуса,*

*отличающийся тем, что*

(2 часть формулы)

*выдвижные втулки выполнены с отверстиями, в которых установлены звенья вала, причем отверстие каждой последующей втулки диаметрально противоположно предыдущему относительно оси устройства.*

После составления формулы изобретения пишется описание заявки. Заявка начинается с указания класса изобретения по МКИ и названия изобретения. Далее последовательно излагается содержание заявки по следующему плану:

- область применения изобретения;
- описание и характеристика аналога со ссылкой на источник информации и его критика;
- описание и характеристика прототипа со ссылкой на источник информации и его критика;

- цель изобретения;
- сущность изобретения;
- описание фигур (рисунков);
- описание устройства в статике в соответствии с фигурами или способ изобретения (для способа);
- описание устройства в работе.

### Примеры описаний изобретений:

Пример описания на устройство.

МКП<sup>7</sup> E21В 17/00

## БУРИЛЬНАЯ ТРУБА

(варианты)

• **(область применения)** Изобретения относятся к области буровой техники и могут использоваться в компоновке нижней части бурильной колонны, предназначенной для снижения искривления скважин, буримых в анизотропных горных породах.

Необходимость данного технического решения состоит в том, что проблема естественного искривления скважин, особенно глубоких, чрезвычайно актуальна, поскольку связана с существенным ростом затрат на бурение, и в то же время при отклонении скважин от заданного направления снижаются качество разведки рудных и нефтегазовых месторождений и эффективность эксплуатации нефтегазовых залежей.

• **(характеристика аналогов)** Известные буровые компоновки, например, стабилизирующие, в которых использованы стандартные бурильные, утяжеленные бурильные трубы и стабилизаторы (см. В. Г. Григулецкий, В. Т. Лукьянов. Проектирование компоновок нижней части бурильной колонны. – М.: Недра, 1990. – С. 138, рис. 2.2.1), позволяют снизить искривление скважин, но их эффективность недостаточна для предотвращения естественного искривления скважин.

Известна утяжеленная бурильная труба (а. с. СССР № 560056, E21В 17/00, опубл. в БИ. № 20, 1977 г.), выполненная в поперечном сечении в форме эллипса.

Бурильная труба с эллиптическим поперечным сечением обеспечивает снижение искривления скважин за счет реализации вращения вокруг оси скважины в случае её прогиба, поскольку эллиптическое поперечное сечение характеризуется неравенством главных осевых моментов инерции поперечного сечения  $J_x$  и  $J_y$ , что обеспечивает неравенство и изгибной жесткости по осям поперечного сечения  $EJ_x$  и  $EJ_y$  – где  $E$  – модуль упругости металла, из которого изготовлена бурильная труба, Па;  $J_x, J_y$  – осевые моменты инерции поперечного сечения утяжеленной бурильной трубы в направлении осей  $X$  и  $Y$ , м<sup>4</sup>.

При этом, если ось  $X$  поперечного сечения трубы – это длинная ось эллипса, а  $Y$  – короткая ось этого сечения, то  $EJ_y > EJ_x$ , поскольку  $J_y > J_x$ .

В этом случае эллиптическая бурильная труба прогнется в направлении более короткой оси поперечного сечения  $Y$  и обеспечит снижение искривления за счет вращения вокруг оси скважины.

Недостатком эллиптической бурильной трубы является низкая эффективность по снижению искривления скважин, особенно если разность значений главных осевых моментов инерции поперечного сечения ( $\Delta EJ$ ) невелика, что, например, возможно, если эллиптическая бурильная труба имеет небольшую толщину стенки корпуса или малый наружный диаметр.

• **(характеристика прототипа)** За прототип всех вариантов заявляемой бурильной трубы принята бурильная труба с главными неравными осевыми моментами инерции поперечного сечения (см. В. Г. Григулецкий, В. Т. Лукьянов. Проектирование компоновок нижней части бурильной колонны. – М.: Недра, 1990. – С. 239–241, рис. 3.11.1, 3.11.2). Данная бурильная труба содержит металлический корпус, выполненный с поперечным сечением в форме кольца с двумя диаметрально удалёнными сегментами, образующими плоские продольные участки наружной поверхности трубы. На концах трубы имеются присоединительные резьбы.

Прототип за счет формы поперечного сечения имеет неравные значения осевых моментов инерции и соответственно изгибной жесткости, что позволяет реализовать следующий механизм снижения искривления скважин. Бурильная труба с неравными значениями осевых моментов инерции прогибается вдоль направления, совпадающего с более короткой осью поперечного сечения и, вращаясь вокруг оси скважины, нейтрализует ориентированный в направлении искривления перекопс долота, что и обеспечивает снижение искривления (см. В. Г. Григулецкий, В. Т. Лукьянов. Проектирование компоновок нижней части бурильной колонны. – М.: Недра, 1990. – С. 246). Стабильность вращения вокруг оси скважины бурильной трубы по прототипу, гарантирующая эффективное снижение искривления, определяется величиной разности значений осевых моментов инерции по главным осям её поперечного сечения ( $\Delta EJ = EJ_y - EJ_x$ ).

Недостатком прототипа является недостаточная эффективность по снижению искривления скважин, буримых в анизотропных породах, особенно на повышенных частотах вращения бурильных колонн, когда возникают значительные изгибные колебания деформированных труб, а также в случае, если бурильная труба имеет малые наружный диаметр или толщину стенки корпуса.

• **(цель изобретения)** Изобретение направлено на повышение эффективности снижения искривления скважин, буримых в анизотропных породах, за счет повышения эксплуатационных характеристик бурильных труб с неравной жесткостью по главным осям поперечного сечения.

• **(сущность изобретения)** Поставленный результат достигается тем, что у бурильной трубы, содержащей металлический корпус, выпол-

ненный с поперечным сечением в виде кольца с двумя диаметрально удаленными сегментами, образующими плоские продольные участки наружной поверхности трубы и присоединительные резьбы на концах корпуса, в первом варианте металл в поверхностном слое плоских участков наружной поверхности трубы выполнен с более высоким значением модуля упругости, чем модуль упругости металла корпуса трубы за счет его пластической деформации.

Поставленный результат может достигаться также тем, что на поверхности плоских участков наружной поверхности трубы во втором варианте нанесен слой металла с более высоким значением модуля упругости, чем модуль упругости исходного металла корпуса трубы.

Также возможно исполнение бурильной трубы, когда слой металла с более высоким значением модуля упругости, чем у исходного металла корпуса трубы, нанесен на слой пластически деформированного металла плоских участков наружной поверхности трубы.

Все приведенные существенные, в том числе и отличительные признаки всех вариантов изобретений в указанной совокупности не обнаружены в известных технических решениях, что предполагает соответствие заявляемой бурильной трубы критериям новизны и соответственно изобретательского уровня.

Последнее подтверждается тем, что обеспечивается повышение эффекта по снижению искривления скважин за счет увеличения разности изгибной жесткости бурильной трубы по более длинной и более короткой главным осям поперечного сечения ( $\Delta EJ$ ), а также проявляется новое свойство – рассеивание энергии колебаний и гашение вибрирования бурильной трубы, выполненной в виде слоистой конструкции, в которой каждый слой (исходный металл, слой пластически деформированного металла или слой металла с более высоким значением модуля упругости, например, вольфрам) обладает различными деформационными характеристиками. Одновременно в целом повышается устойчивость бурильной трубы всех заявляемых вариантов.

В результате повышаются эксплуатационные характеристики заявляемой бурильной трубы, что обеспечивает, прежде всего, снижение естественного искривления скважин, буримых в анизотропных горных породах.

• *(перечень чертежей)* Сущность изобретений по всем вариантам поясняется чертежами, где:

на фиг.1 показана заявляемая бурильная труба;

на фиг.2 показан вид А заявляемой бурильной трубы на фиг.1;

на фиг. 3 показано поперечное сечение А–А заявляемой бурильной трубы на фиг.2;

на фиг. 4 показана схема, поясняющая механизм работы заявляемой бурильной трубы.

На фиг. 3 и 4 обозначено:

$\theta_y$  – половина центрального угла поперечного сечения предлагаемой трубы, задающего ширину плоского продольного участка 3 поверхности бурильной трубы, градус;

$X, Y$  – оси координат;

$f$  – прогиб бурильной трубы, м;

$l$  – длина полуволны изгиба бурильной трубы, м;

$\gamma$  – угол перекоса долота в скважине, градус.

• **(описание устройства в статике)** Предлагаемая бурильная труба включает металлический корпус 1, выполненный с поперечным сечением в форме кольца с двумя диаметрально удаленными сегментами.

На концах корпуса 1 имеются присоединительные резьбы 2. Плоские продольные участки 3 наружной поверхности корпуса 1 трубы образуются на месте удаленных сегментов. Металл в поверхностном слое плоских продольных участков 3 наружной поверхности корпуса 1 бурильной трубы по первому варианту пластически деформирован (одним из методов механического воздействия, например, обкаткой роликами, шариками или металлом дробы), что обеспечило появление слоя металла 4, обладающего более высокими значениями модуля упругости, предела текучести и твердости.

Для повышения эксплуатационных характеристик бурильной трубы на плоские продольные участки 3 наружной поверхности её корпуса по второму варианту наносится слой металла 5, обладающий более высоким значением модуля упругости, например, слой вольфрама ( $E_w = 3,15 \times 10^{11}$  Па в сравнении с модулем упругости стали –  $2,1 \times 10^{11}$  Па – исходного металла корпуса трубы).

При этом слой более твердого и упругого металла 5 может наноситься на плоские продольные участки 3 как уже имеющие слой пластически деформированного металла 4, так и не имеющие его.

• **(работа устройства)** Предлагаемая бурильная труба работает следующим образом.

При бурении предлагаемая бурильная труба устанавливается над долотом, присоединяясь к нему посредством резьбы 2, и воспринимает действие осевого усилия и крутящего момента, передаваемых на долото. Под действием осевого усилия предлагаемая бурильная труба прогибается с образованием полуволны изгиба и вращается вокруг оси скважины. Направление прогиба бурильной трубы, вследствие неравной жесткости поперечного сечения на изгиб, происходит в направлении более короткой оси. Стабильное снижение искривления скважины возможно в том случае, если происходит вращение деформированной изогнутой компоновки вокруг оси скважины без изменения прогиба бурильной трубы  $f$  и длины полуволны изгиба бурильной трубы  $l$ , что гарантирует устранение фиксированного угла перекоса долота в скважине  $\gamma$ , равного

$$\gamma = \pi f / l,$$

а при вращении вокруг оси скважины фиксированный угол перекоса долота устраняется постоянным изменением его направления по отношению к забою скважины.

Для реализации стабильного вращения вокруг оси скважины предлагаемая компоновка имеет более высокое значение разности жесткости по главным осям поперечного сечения (в сравнении в прототипом)  $X$  и  $Y - \Delta EJ$ , поскольку на плоских продольных участках 3 поверхности корпуса 1 бурильной трубы имеется слой пластически деформированного в поверхностном слое металла 4, который имеет более высокое значение модуля упругости  $E$ .

На плоские продольные участки 3 поверхности корпуса 1 бурильной трубы наносится также слой металла 5, обладающего более высоким значением модуля упругости  $E$ , чем металл, из которого выполнен корпус 1 бурильной трубы.

Наиболее эффективным является исполнение бурильной трубы, когда слои металлов 4 и 5 выполнены на поверхности плоских участков 3 одновременно, а именно, на слой пластически деформированного металла 4 нанесен слой 5 металла более упругого, чем исходный. Слои металлов 4 и 5, работая при изгибе бурильной трубы как плоские пластины, обеспечивают более значительную разность жесткостей по главным осям поперечного сечения, что способствует более стабильному – без изменения прогиба бурильной трубы  $f$  и длины полуволны изгиба бурильной трубы  $l$ , вращению изогнутой бурильной трубы вокруг оси скважины, а также приводят к гашению поперечных колебаний бурильной трубы, способных приводить к изменению параметров деформации (длины полуволны изгиба бурильной трубы –  $l$  и прогиба бурильной трубы –  $f$ ).

Новое последнее качество связано с тем, что в данном случае бурильная труба работает как слоистая конструкция, причем наружные слои 4 и 5, а также исходный металл, из которого выполнен корпус 1 бурильной трубы, имеют различные деформационные характеристики – прежде всего модуль упругости, который возрастает от центра поперечного сечения трубы к ее краю в направлении плоских участков 3 поверхности бурильной трубы. В результате каждый слой, подвергаясь изгибу, деформируется с различной скоростью, а именно наружный слой 5 прогибается медленнее, чем слой 4, а слой 4, образованный пластически деформированным металлом, более медленно, чем металл, из которого изготовлен корпус 1 бурильной трубы. Различные деформационные характеристики, определяя различную скорость деформирования и прогиба металла, приводят к гашению поперечных колебаний бурильной трубы и стабилизации параметров вращения бурильной трубы вокруг оси скважины.

Новые свойства, проявляемые конструкцией предлагаемой бурильной трубы, обеспечивают более высокие эксплуатационные характери-

ки, а именно снижение искривления скважин, снижение колебаний и вибрирования. Последнее приводит к снижению износа бурильной трубы и затрат энергии на ее вращение при бурении, повышению скорости бурения скважин и повышению ресурса бурового инструмента.

### **Пример реализации изобретения**

Бурильная труба имеет следующие размеры: наружный диаметр 5,7 см, внутренний диаметр 4,7 см, половина центрального угла поперечного сечения, образующего плоский участок поверхности бурильной трубы  $\beta - \theta_y = 24$  градуса, ширина плоского участка поверхности трубы  $\beta - 2,1$  см.

Следуя расчету из книги В. Г. Григулецкий, В. Т. Лукьянов. Проектирование компоновок нижней части бурильной колонны (М.: Недра, 1990. С. 240, формула (3.11.1)), определяем, что осевые моменты инерции равны (фиг. 3):  $J_x = 22,26 \text{ см}^4$ ,  $J_y = 26,34 \text{ см}^4$ , а разность осевых моментов инерции составляет:  $\Delta J = J_y - J_x = 4,08 \text{ см}^4$ .

Учитывая, что модуль упругости стали равен  $2,1 \times 10^{11}$  Па, получаем, что разность жесткости бурильной трубы по осям поперечного сечения  $X$  и  $Y$  составляет  $\Delta EJ = 8,568 \times 10^{11}$  Па·см<sup>4</sup>.

При пластическом деформировании плоского участка поверхности трубы  $\beta$  образуется слой деформированного и более упругого металла толщиной 1 мм. При повышении модуля упругости на 30 % за счет пластической обработки получаем два слоя шириной 2,1 см и толщиной 0,1 см на поверхностях трубы  $\beta$ , что дает дополнительно разность жесткости  $\Delta EJ_{\text{п}} = 0,42 \text{ Па см}^4$ , составляющую 4,9 % от величины  $\Delta EJ$ .

При покрытии плоских участков поверхности трубы  $\beta$  слоем вольфрама (модуль упругости  $E_w = 3,15 \times 10^{11}$  Па) толщиной 1 мм можно получить дополнительно разность жесткости по осям поперечного сечения  $X$  и  $Y$   $\Delta EJ_w = 0,4851 \times 10^{11}$  Па см<sup>4</sup>, что составляет 5,66 % от величины  $\Delta EJ$ .

В случае, если использовать одновременно пластическую деформацию поверхностей  $\beta$  и покрытие этих поверхностей вольфрамом, разность жесткости по осям поперечного сечения составит  $0,905 \times 10^{11}$  Па·см<sup>4</sup>, что составляет 10,56 % от значения  $\Delta EJ$ . В то же время следует отметить, что в результате обработки плоских участков поверхности трубы  $\beta$  пластическим деформированием и покрытием более упругим материалом получена слоистая конструкция, которая при изгибных колебаниях в направлении прогиба (в направлении оси  $Y$  – фиг. 3) активно гасит амплитуду этих колебаний, сохраняя неизменными параметры деформации, а значит и способность бурильной трубы поддерживать неизменным угол перекося долота в скважине и соответственно способность по стабилизации направления скважины.

Кроме того, следует отметить некоторое повышение устойчивости бурильной трубы, что также положительно сказывается на ее работоспособности.

## Формула изобретения

**1. Бурильная труба**, содержащая металлический корпус, выполненный с поперечным сечением в форме кольца с двумя диаметрально удаленными сегментами с образованием плоских продольных участков наружной поверхности трубы, и присоединительные резьбы на концах корпуса, *отличающаяся тем, что* металл в поверхностном слое плоских продольных участков наружной поверхности трубы выполнен с более высоким значением модуля упругости, чем модуль упругости металла корпуса трубы за счет его пластической деформации.

**2. Бурильная труба**, содержащая металлический корпус, выполненный с поперечным сечением в форме кольца с двумя диаметрально удаленными сегментами с образованием плоских продольных участков наружной поверхности трубы, и присоединительные резьбы на концах корпуса, *отличающаяся тем, что* на поверхности плоских участков наружной поверхности трубы имеется слой металла с более высоким значением модуля упругости, чем модуль упругости исходного металла корпуса трубы.

**3. Бурильная труба** по п. 1 и 2, *отличающаяся тем, что* слой металла с более высоким значением модуля упругости, чем у исходного металла корпуса трубы, расположен поверх слоя пластически деформированного металла плоских участков наружной поверхности трубы.

Авторы

МКП<sup>7</sup> E21B 17/00

### Бурильная труба (варианты) РЕФЕРАТ

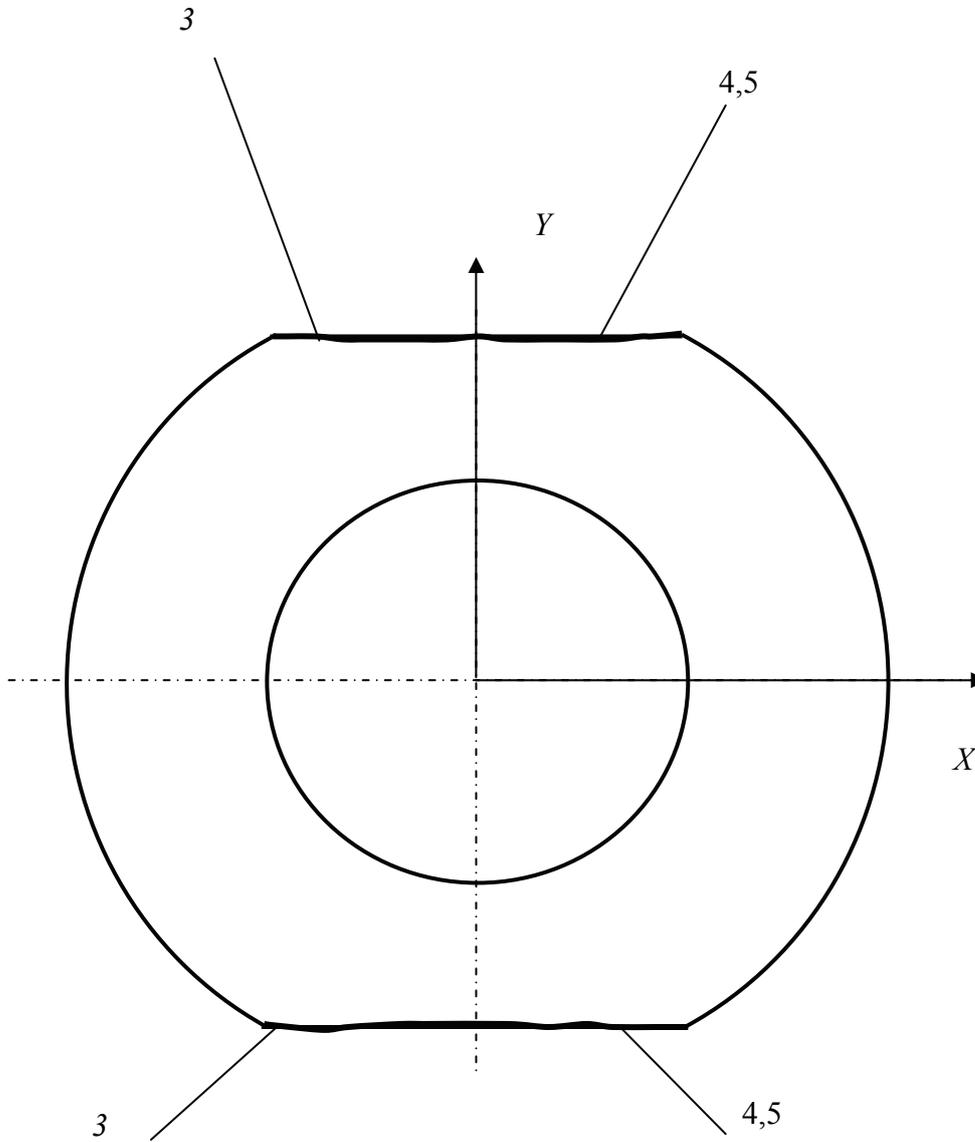
(57) Изобретения относятся к области буровой техники и могут использоваться в компоновке нижней части бурильной колонны, предназначенной для снижения искривления скважин, буримых в анизотропных горных породах.

Бурильная труба содержит металлический корпус, выполненный с поперечным сечением в форме кольца с двумя диаметрально удаленными сегментами с образованием плоских продольных участков наружной поверхности трубы и присоединительные резьбы на концах корпуса. При этом металл в поверхностном слое плоских участков наружной поверхности трубы (по первому варианту) выполнен с более высоким значением модуля упругости, чем модуль упругости металла корпуса трубы за счет его пластического деформирования.

Пример рисунка для заявки на изобретение см. на рис. 4.1.

Возможен второй вариант исполнения трубы, когда на поверхности плоских участков наружной поверхности трубы нанесен слой металла с более высоким значением модуля упругости, чем модуль упругости исходного металла.

# БУРИЛЬНАЯ ТРУБА



Фиг. 3

Рис. 4.1. Пример выполнения рисунка при оформлении заявки на изобретение или полезную модель

Наиболее эффективной является бурильная труба в том случае, если слой металла с более высоким значением модуля упругости будет нанесен на слой пластически деформированного металла бурильной трубы.

1 з. п. формулы, 4 ил.

Пример описания на способ.

МКП<sup>7</sup> А 62 С 3/02

## СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРА В ТОРФЯНИКАХ

• *(область применения)* Изобретение относится к способам предупреждения пожаров в местах залегания торфа или иных склонных к возгоранию спрессованных рыхлых легковозгораемых материалов, например, залежей отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Необходимость разработки эффективных средств и способов предупреждения пожаров, особенно скрытых пожаров в условиях природных ландшафтов на больших площадях является актуальной задачей. Актуальность этой задачи определяется значительным ущербом здоровью людей, подрывом природных ресурсов, экономическими потерями, связанными с тушением подобных возгораний, при которых погибают люди. При этом очень важным обстоятельством представляется создание способов предотвращения пожаров, отвечающих требованиям геоэкологии.

*(характеристика аналогов)* Для тушения пожаров торфяников предусмотрены некоторые способы, которые могут использоваться и для предотвращения возгорания. К таким способам можно отнести способ тушения водой, подаваемой на места возможного возгорания через игловые стволы или иные трубопроводы и обеспечивающей увлажнение торфяников (Я. С. Повзик, П. П. Ключ, А. М. Матвейкин. Пожарная тактика. М.: Стройиздат, 1990. С. 312–314).

Недостатками данного способа является низкая эффективность в связи с тем, что подаваемая вода уходит на глубину, что требует постоянной её подачи. В то же время невозможно организовать подачу воды на всю площадь торфяника, так как его размеры велики, а места расположения недоступны.

*(характеристика прототипа)* За прототип принят способ ограничения распространения пожара в торфяниках, осуществляемый путем окапывания очага возможного возгорания канавой, которая заливается водой (Я. С. Повзик, П. П. Ключ, А. М. Матвейкин. Пожарная тактика. М.: Стройиздат, 1990. С. 314), что обеспечивает увлажнение торфяников и может снижать вероятность их возгорания.

Прокладка канала вокруг очага и подача в канал воды – признаки прототипа, совпадающие с существенными признаками заявляемого изобретения.

Недостатком прототипа является низкая эффективность в связи с тем, что вода из канав постоянно просачивается на более глубокие горизонты, не обеспечивая смачивания слоев торфа, при этом невозможно изготовление канав по всей площади торфяников, если учитывать значительную площадь залежей торфа и наличие непроходимых мест. Кроме того, потребуются значительные затраты на поддержание достаточного для эффективного смачивания торфа постоянно снижающегося уровня воды.

• **(цель изобретения)** Изобретение направлено на повышение эффективности предотвращения пожара в торфяниках за счет более эффективного смачивания торфа и снижения затрат на проведение работ по предотвращению пожара.

Технический результат заявляемого изобретения заключается в создании экосистемы из природных ресурсов, способной противостоять возгоранию очага за счёт самопроизвольного, затяжного и более интенсивного пропитывания торфа водой по всему очагу возгорания по мере повышения вероятности возгорания очага в результате таяния разветвлённой сети ледяных массивов.

• **(сущность изобретения)** Поставленный результат достигается тем, что в зимний период прокладывают каналы по всему очагу возможного возгорания и намораживают в подготовленных каналах и естественных углублениях ледяные массивы посредством подачи в них воды в зимний период; ледяные массивы после намораживания покрываются теплоизолирующим материалом, в качестве которого используют слой грунта или торфяной массы; намораживание ведут водой, поданной из подземных горизонтов мест залегания торфяников.

Отличием от прототипа является прокладка канав по всему очагу возможного возгорания в зимний период и намораживание в подготовленных каналах и естественных углублениях ледяных массивов посредством подачи воды в них в зимний период, что доказывает соответствие заявляемого изобретения критерию «новизна».

Новые отличительные признаки изобретения обеспечивают эффективное пропитывание торфяников по всей площади, на которой возможно возгорание, причем режим пропитывания, т. е. количество выделяемой на пропитывание воды, определяется температурой внутри массива торфяника. Температура торфяника напрямую связана с температурой воздуха и процессами внутри торфяника, например, возможным очагом возгорания. Повышение температуры торфяника обеспечивает более активное таяние льда, более обильное смачивание торфа и подавление очага возгорания.

Эффективность предлагаемого способа будет выше также в связи с тем, что подготовка каналов и намораживание массива льда согласно изобретению производится в зимний период, когда имеется возможность перемещаться по всей площади торфяника и создать разветвленную сеть

каналов, а также использовать имеющиеся на всей площади торфяника естественные углубления, например, кратеры от более ранних пожаров.

Для снижения скорости таяния ледника за счет нагрева воздуха и действия солнечных лучей ледяные массивы покрываются теплоизолирующим материалом, а именно материалом, полученным при изготовлении канала, т. е. грунтом и торфяной массой.

Повышение эффективности способа и снижение затрат на мероприятия по предотвращению пожара будут наибольшими, если для намораживания ледяных массивов использовать воду, находящуюся, как правило, под слоями торфа или на более глубоких подземных горизонтах, что исключает необходимость доставки воды транспортом или по трубопроводам.

Таким образом, в соответствии с предлагаемым способом удается использовать имеющиеся природные ресурсы для создания экосистемы, способной противостоять возможному возгоранию. При этом данная система создается из имеющихся на торфяниках материалов без привлечения дополнительных материальных ресурсов. Кроме того, предлагаемый способ полностью отвечает требованиям геоэкологии, что также повышает его эффективность, поскольку не потребуются средства на устранение возможного загрязнения природной среды.

Известно намораживание ледяных массивов при устройстве переправ через водоемы в случае недостаточно толстого естественного льда.

Известно также использование ледяных массивов для понижения температуры при хранении продуктов питания в летнее время.

В заявляемом способе намораживание ледяных массивов по всему очагу возможного возгорания при повышении температуры обеспечивает затяжной режим пропитывания торфяников по мере таяния ледников, т. е. реализуется иная функция ледников в сравнении с известными примерами применения ледяных массивов, а именно, для предотвращения возгорания используется в основном вода - продукт таяния ледника, а не лед, при этом для эффективной реализации способа предотвращения пожара реализуется соответствующий режим таяния ледника по мере повышения температуры в торфянике.

Сопоставительный анализ показывает, что из уровня техники не следует очевидность заявляемого технического решения, что доказывает соответствие заявляемого способа критерию «изобретательский уровень».

Способ предотвращения пожара в торфяниках реализуется следующим образом.

В зимний период, когда появляется возможность перемещения по торфянику землеройной техники, производится изготовление каналов по определенным схемам, охватывающим очаги возможного возгорания. После этого к подготовленным каналам подается вода и производится намораживание ледяных массивов в каналах и имеющихся естественных

углублениях путем орошения. При намораживании ледяных массивов будет более эффективным для предотвращения возможного возгорания, если верхний край массивов будет находиться на уровне поверхности торфяников или несколько выше, что позволит пропитывать торфяники с верхних до нижних слоев.

Подача воды для намораживания ледяных массивов может производиться из подземных горизонтов, расположенных непосредственно под торфяниками на малой глубине. Подъем воды может производиться через пробуренные скважины или колодцы.

Для защиты ледяных массивов от таяния под действием прямых солнечных лучей их целесообразно укрыть теплоизолирующим материалом, в качестве которого используется грунт или торфяная масса, извлеченная при изготовлении каналов.

Таким образом, решается важная задача по снижению вероятности возгорания торфяников или залежей отходов целлюлозо-бумажной и другой промышленности, склонных к возгоранию, с использованием имеющихся ресурсов и соблюдением требований геоэкологии.

#### **Формула изобретения**

**1. Способ предотвращения пожара в торфяниках**, включающий прокладку каналов вокруг очага возможного возгорания, подачу и наполнение каналов водой, *отличающийся тем*, что в зимний период прокладываются каналы по всему очагу возможного возгорания и намораживаются в подготовленных каналах и естественных углублениях ледяные массивы посредством подачи воды в них в зимний период.

**2. Способ предотвращения пожара в торфяниках** по п. 1, *отличающийся тем*, что ледяные массивы после намораживания покрывают теплоизолирующим материалом, в качестве которого используют слой грунта или торфяной массы.

**3. Способ предотвращения пожара в торфяниках** по п. 1, *отличающийся тем*, что намораживание ведут водой, поданной из подземных горизонтов мест залегания торфяников.

Авторы

МКП<sup>7</sup> А 62 С 3/02

## **СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРА В ТОРФЯНИКАХ** **РЕФЕРАТ**

(57) Изобретение относится к способам предупреждения пожаров в местах залегания торфа или иных склонных к возгоранию спрессованных рыхлых легковозгораемых материалов, например залежей отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Способ состоит в том, что в зимний период на поверхности торфяников в очагах возможного возгорания изготавливаются каналы, образующие определенную систему, в подготовленные каналы и естественные углубления подается вода, в каналах и естественных углублениях намораживаются орошением ледяные массивы, что позволяет обеспечивать пропитывание торфяников в процессе таяния ледяных массивов при повышении температуры окружающей среды в весенний и летний периоды.

Для защиты от активного таяния ледяных массивов под воздействием прямых солнечных лучей после намораживания их покрывают теплоизолирующим материалом, например, слоем грунта и торфяной массы, образовавшихся при изготовлении каналов.

При этом для намораживания ледяных массивов вода подается из подземных горизонтов, расположенных непосредственно под торфяниками, через колодцы или скважины.

В результате реализации изобретения **организуется новая локальная экосистема**, обладающая более высокой степенью защищенности от возможных возгораний.

#### **4.5.9. Требования к документам заявки на полезную модель**

Заявка на полезную модель должна быть оформлена с соблюдением требования единства, т. е. относиться к одной полезной модели либо к группе полезных моделей, связанных между собой настолько, что они образуют единый творческий замысел.

Требования единства соблюдены, если:

- заявка относится к одной полезной модели;
- заявка относится к одной полезной модели, охарактеризованной с развитием и/или уточнением применительно к предусмотренным заявителем частным случаям выполнения и/или использования, не приводящим к замене или исключению одного или нескольких признаков, характеризующих ее во всех случаях, на которые распространяется запрашиваемый объем правовой охраны;
  - заявка относится к группе полезных моделей, в частности:
    - а) к полезным моделям, одна из которых предназначена для изготовления другой (например, устройство и устройство для его изготовления);
    - б) к полезным моделям, одна из которых предназначена другой или в другой (например, устройство и его составная часть);
    - в) к полезным моделям одинакового назначения, обеспечивающим получение одного и того же технического результата одним и тем же путем (вариантам).

Описание, формулу, чертежи и реферат оформляют так же, как и на устройство.

## 4.6. Некоторые основные положения Патентного закона Российской Федерации

**Условием патентоспособности промышленного образца** является соответствие художественно-конструкторского решения требованиям **новизны, оригинальности и промышленной применимости.**

Промышленный образец является новым, если совокупность его существенных признаков, определяющих эстетические и (или) эргономические особенности изделия, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца.

Промышленный образец признается оригинальным, если его существенные признаки обуславливают творческий характер эстетических особенностей изделия.

Не признаются патентоспособными решения:

- объекты архитектуры;
- объекты печатной продукции;
- объекты неустойчивых форм (из жидких, газообразных, сыпучих веществ) и некоторые другие.

Следует уточнить, что в Патентном законе 1992 г. нет статей, связанных с правовой охраной товарных знаков, регистрация и охрана которых осуществляется в соответствии с дополнениями к нему.

**Товарный знак (торговая марка)** – зарегистрированное в установленном порядке обозначение (символ или надпись), служащее для отличия товаров одних предприятий от однородных товаров других предприятий.

Как объект охраны у нас в стране принят с 1962 г. Товарный знак должен быть выразителен, прост, индивидуален. Его роль крайне важна в качестве рекламы продукции и стимулирует повышение качества продукции. На товарный знак также выдается патент, и он публикуется в бюллетене. Если товарный знак имеет монопольное использование, то на него можно продавать лицензию, часто вместе с технологией и правом производства товара.

Правовая защита товарного знака связана с его высокой коммерческой значимостью. Примеры хорошо известных товарных знаков – надпись в определенном стиле «*adidas*» и стилизованная лилия; «*Toyota*» и два пересекающиеся эллипса, вписанные в третий.

В ряде стран регистрируются также знаки обслуживания (оригинальные обозначения мест ремонта, обслуживания, автостоянок, мотелей и т. д., которые также определяют принадлежность бизнеса к той или иной компании) и места производства товара, причем те и другие приравниваются к товарным знакам.

**Автором изобретения, промышленного образца или полезной модели** признается физическое лицо, творческим трудом которого они созданы.

Авторов может быть несколько. В этом случае порядок пользования авторскими правами устанавливается соглашением между ними.

Авторами не признаются лица, оказавшие авторам только техническую, организационную или материальную помощь либо только способствовавшие оформлению прав на объект промышленной собственности и его использованию.

***Право авторства является неотчуждаемым личным правом и охраняется бессрочно.***

Патент выдается:

- авторам объекта промышленной собственности;
- физическим или юридическим лицам, которые указаны авторами или их правопреемниками в заявке на выдачу патента либо в заявлении, поданном в Патентное ведомство до момента регистрации изобретения, полезной модели или промышленного образца;

- работодателю в случае, если объект промышленной собственности создан работником в связи с выполнением им своих служебных обязанностей, если договором между работником и работодателем не предусмотрено иное. При этом автор имеет право на вознаграждение, соразмерное выгоде, которая получена работодателем или могла быть им получена при надлежащем использовании объекта промышленной собственности. Вознаграждение выплачивается в размерах и на условиях, предусмотренных соглашением между автором и работодателем.

- исполнителю работ (подрядчику), если изобретение создано при выполнении работы по государственному контракту, в случае если государственным контрактом не установлено, что это право принадлежит Российской Федерации или субъекту Российской Федерации, от имени которых выступает государственный заказчик.

Автору изобретения, полезной модели или промышленного образца, не являющемуся патентообладателем, выплачивается вознаграждение лицом, получившим патент.

Федеральный фонд изобретений России осуществляет отбор объектов промышленной собственности, приобретает на них права патентообладателя на договорной основе и содействует их реализации в интересах государства.

Права и обязанности патентовладельца.

Патентовладелец имеет право:

- на изготовление промышленным путем и продажу запатентованных изделий, применение запатентованных способов, веществ и других объектов промышленной собственности;

- на патентную маркировку (на изделия указывается номер патента с целью привлечения внимания покупателя, так как патент указывает на высокий технический уровень изделия).

Продукт (изделие) признается изготовленным с использованием запатентованного изобретения, полезной модели, а способ, охраняемый патентом на изобретение, – примененным, если в нем использован каждый признак изобретения, полезной модели, включенный в независимый пункт формулы изобретения.

Нарушением исключительного права патентообладателя признается несанкционированное изготовление, применение, ввоз, продажа и иное введение объекта промышленной собственности в хозяйственный коммерческий оборот.

Патент и право на его получение может перейти по наследству.

Если изобретение, промышленный образец или полезная модель не используются патентообладателем, то через 4 года для изобретений и промышленных образцов и 3 года для полезной модели право на использование может быть передано принудительно другому лицу или лицам. При этом они получают неисключительное право использования объекта промышленной собственности.

В ряде нескольких исключительных случаев, изложенных в статье 11 Закона, использование объекта промышленной собственности не считается нарушением патентования. Эти случаи в основном связаны с транзитом объекта через страну (транспортное средство или какой-либо перевозимый объект), с использованием объекта без получения дохода, например, при преследовании научных целей, в том числе при проведении эксперимента над изобретением и др.

Особо в этом перечне стоит **право преждепользования**, которое предполагает возможность использования объекта промышленной собственности, если тождественное решение было создано независимо от автора. В этом случае закон разрешает использование объекта собственности без расширения объема.

В мировой практике используется также понятие **послепользования**, которое дает право пользования чужим патентом, по которому еще не было воплощения запатентованного объекта в материале и если это сделано раньше другим человеком при условии, что использование запатентованного объекта не имеет коммерческого значения.

Использование изобретения, промышленного образца или полезной модели любым лицом, не являющимся патентообладателем, возможно лишь с разрешения патентообладателя. Как правило, такое решение дается в виде лицензионного договора, согласно которому лицензиар обязуется предоставить лицензиату право на использование охраняемого объекта промышленной собственности в объеме, предусмотренном договором, на определенных условиях взаиморасчета.

**Лицензия может быть исключительной**, т. е. дающей исключительное право на использование объекта промышленной собственности в пределах, оговоренных договором.

**Неисключительная лицензия** предоставляет право на использование объекта промышленной собственности без передачи каких-либо прав патентования.

Лицензионный договор подлежит регистрации в Патентном ведомстве.

**Открытая лицензия**, зарегистрированная в Патентном ведомстве патентообладателем, дает возможность использования объекта промышленной собственности любым заинтересованным лицом при условии заключения с патентообладателем договора о платежах. В этом случае пошлина за поддержание патента в силе снижается на 50 %. Открытая лицензия регистрируется по заявлению патентообладателя.

В интересах национальной безопасности Правительство России имеет право разрешить использование объекта промышленной собственности без согласия патентообладателя с выплатой ему соразмерной компенсации.

В случае **нарушения патента** (использование объекта промышленной собственности без договора с патентовладельцем) патентовладелец имеет право потребовать прекращения нарушения патента и возмещения причиненных убытков в соответствии с законодательством страны.

Патент может быть получен на основании заявки, которая подается автором, работодателем или их правопреемником в Патентное ведомство. Заявка может быть подана также через патентного поверенного, зарегистрированного в Патентном ведомстве, на основании доверенности, выданной ему заявителем.

Заявка на выдачу патента на изобретение должна относиться к одному изобретению или группе изобретений, связанных между собой настолько, что они образуют единый изобретательский замысел. Пример – способ бурения и устройство бурового снаряда для его осуществления. Здесь присутствуют два изобретения. Вполне возможен вариант, когда одновременно делается заявка на способ, который реализуется с использованием нового устройства и нового вещества (например, способ тампонирования скважины, устройство и вещество тампонажной смеси для его осуществления).

Пример двойного изобретения из авторского свидетельства № 804821.

*1. Способ ориентации керноскопа путем получения отпечатка мениска на ориентирующем стержне жидкостного ориентатора керноскопа, заключающийся в соприкосновении в камере ориентирующего стержня с чувствительным элементом, в качестве которого используют раствор медного купороса в воде, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что с целью сокращения затрат времени на измерение и ориентацию и повышение четкости получаемых отпечатков менисков, непосредственно перед получением отпечатка мениска ориентирующий стержень вводят в камеру под осевым воздействием керна и гидростатического давления промывочной жидкости. При этом в качестве чувствительного элемента используют раствор медного купороса 0,15–0,5 %-ной концентрации.*

2. Устройство для осуществления способа по п.1, содержащее корпус, ориентирующий стержень, фиксатор, манжету, отличающееся тем, что, оно содержит сухарь для предотвращения от проворота ориентирующего стержня вдоль оси, прорези на ориентирующем стержне под рычаги фиксации, клиновой ползун с пазами, при этом ориентирующий стержень выполнен с продольными шпоночными пазами под винт-фиксатор, а манжета – с внутренними кольцевыми выступами.

Заявка на выдачу свидетельства на полезную модель включает те же составляющие, что и заявка на изобретение, и относится также к одной или группе полезных моделей.

Заявка на выдачу патента на промышленный образец должна относиться к одному образцу и может включать варианты этого образца.

Как правило, **приоритет (первенство) изобретения, промышленного образца и полезной модели** устанавливается по дате поступления заявки в Патентное ведомство.

**Конвенционный приоритет** для стран – участниц Парижской конвенции устанавливается с даты подачи первой заявки, если новая заявка на изобретение или полезную модель поступила в Патентное ведомство в течение года, а заявка на промышленный образец в течение 6 месяцев с указанной даты.

**Парижская конвенция** организовалась в 1883 г. Первоначально в Конвенции участвовали 11 стран, которые образовали международный союз по охране промышленной собственности. Сейчас участвуют около 100 стран мира. Постоянный орган конвенции располагается в г. Женева, Швейцария. Конвенция регулирует отношения в области патентования и охраны промышленной собственности и предоставляет, в частности, право конвенционного и выставочного приоритета. СССР (теперь Россия) член Парижской конвенции с 1965 г.

С 1968 г. СССР ратифицировал решение Конвенции об учреждении Всемирной организации интеллектуальной собственности – **ВОИС** (*World Intellectual Property Organisation – WIPO*). К числу основных задач ВОИС относятся содействие и распространение правовой охраны интеллектуальной собственности в мире путем международного сотрудничества и координации деятельности национальных союзов по охране интеллектуальной собственности.

Россия как правопреемник СССР является участником других международных организаций, соглашений и конвенций, определяющих деятельность в области интеллектуальной промышленной собственности и авторского права.

В ряде случаев приоритет может устанавливаться по дате подачи более ранних заявок, в которых раскрыта сущность заявляемого технического и художественно-конструкционного решений.

Если установлено, что два и более идентичных объекта имеют одну и ту же дату приоритета, то патент выдается по той заявке, по которой доказана более ранняя дата ее отправки в Патентное ведомство, а при совпадении этих дат по номеру регистрации документов в Патентном ведомстве.

Существует также понятие **выставочного приоритета**, которое связано с международными соглашениями, согласно которым объект промышленной собственности может быть преимущественно запатентован заявителем, который представил соответствующий экспонат на выставке в стране, которая является участницей подобного соглашения, в сроки выставочного приоритета. Этот срок в разных странах составляет 3–12 месяцев. Например, в СССР он составлял 6 месяцев.

**Экспертиза заявок на изобретения** начинается после двух месяцев (время для возможных изменений в материалах заявки со стороны заявителя без изменения сущности изобретения, полезной модели или промышленного образца) после поступления заявки в Патентное ведомство и заключается в проведении формальной экспертизы, целью которой является выявление наличия всех необходимых документов в заявке и правильность их оформления. Итогом формальной экспертизы является уведомление заявителя о том, что его материалы приняты для дальнейшего рассмотрения или требуются дополнительные материалы и уточнения в представленных документах, или отказ в рассмотрении, если на этом этапе установлено несоответствие представленных материалов критерию патентоспособности.

В случае, если материалы заявки приняты к рассмотрению, Патентное ведомство после 18 месяцев с даты поступления заявки публикует сведения о ней.

Экспертиза по существу (детальный анализ патентоспособности и принятие окончательного решения) проводится в течение трех лет с момента поступления заявки по ходатайству заявителя или третьих лиц.

Если за 3 года не поступает ходатайства о проведении экспертизы по существу, то заявка считается отозванной, и рассмотрение ее прекращается.

Если ходатайство о проведении экспертизы по существу поступает от третьих лиц, то Патентное ведомство уведомляет об этом заявителя, который имеет право переуступить права на предполагаемое изобретение.

Результатом экспертизы по существу является решение о выдаче патента или решение об отказе в выдаче патента.

В соответствии с Патентным Законом защита прав патентообладателей и авторов производится в соответствии с законодательством России, а **нарушение прав патентовладения, присвоение авторства, принуждение к соавторству, незаконное разглашение сведений об объекте промышленной собственности влекут за собой уголовную ответственность**. За совершение юридических действий, связанных с патентованием или патентом, взимаются патентные пошлины. В то же время государство стимулирует создание и использование объектов промышленной собственности, устанавливая авторам и предприятиям, использующим запатентованные объекты, льготные условия налогообложения и кредитования.

Патентование за рубежом изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, созданных в России, возможно только через 3 месяца после подачи заявки в Российское Патентное ведомство.

## **4.7. Патентные исследования**

Патентные исследования (поиск) осуществляется с целью определения уровня техники, выявления аналогов и прототипа. Для их проведения используют Международную классификацию изобретений (МКИ) и патентную информацию.

### **4.7.1. Международная система патентной информации**

**Система информации** – сеть информационных учреждений и справочно-информационных фондов в организациях и на предприятиях, осуществляющих научно-информационную деятельность.

**Научно-информационная деятельность** – совокупность процессов сбора, обработки, хранения, поиска и распространения научно-технической информации.

В стране действует государственная система научно-технической информации (ГСНТИ). В структуре названной системы центральное место занимает ВИНТИ – Всероссийский институт научно-технической информации (г. Москва), который обрабатывает литературу и другую научно-техническую информацию по естественным, точным и прикладным наукам. Результатом обработки материала являются издаваемые ВИНТИ реферативные журналы, в которых различные направления науки и техники имеют свою рубрику. Например, «Геология. Л. Техника геологоразведочных работ». В реферативном журнале приведены рефераты опубликованных работ, в том числе и патентных описаний изобретений. Кроме этого издания, публикуется «Сборник рефератов НИР и ОКР», экспресс-информация, «Итоги науки и техники» и другие издания.

Экспресс-информация под эгидой ВИНТИ по геологическим наукам и направлениям геологоразведочного производства публиковалась издательством ВИЭМС (Всесоюзным институтом экономики минерального сырья). После 1991 г. этой работой занято АОЗТ «Геоинформмарк» (реорганизованное издательство ВИЭМС), которому переданы функции издателя этой информации.

В структуре ВИНТИ действует также книжная палата (ВКП), которая издает: «Летопись книг», «Летопись журнальных статей», «Летопись газетных статей».

**Государственная система патентной информации (ГСПИ)** является составной частью системы ГСНТИ.

Данная система включает **патентный фонд** – систематизированную совокупность патентной документации и литературы со справочно-поисковым аппаратом (СПА).

**СПА** – совокупность различных систем поиска и учета документов в патентном фонде.

Патентный фонд содержится и пополняется в Федеральной информационной патентной службе (ФИПС), (ранее Всесоюзная патентная техническая библиотека) в Москве, где хранятся десятки миллионов экземпляров источников информации на бумажных, магнитных носителях и фотопластинках (фонд около 80 млн экземпляров патентной документации и литературы из 60 стран мира на 27 языках). ФИПС в настоящее время обеспечивает патентной документацией и литературой территориальные центры научно-технической информации (ЦНТИ). ЦНТИ, как правило, располагаются в областных центрах. Например, в Иркутске ЦНТИ расположен по адресу ул. Коммунаров, 10; в Красноярске по пр. Мира, 108. Некоторые ЦНТИ имеют статус региональных, в них фонды более обширны и представительны.

Российская система патентной информации является составной частью **Международной системы патентной информации**.

**ИНПАДОК** – международный центр патентной документации и литературы – расположен в Вене, Австрия. Между ВНТБ и ИНПАДОК регулярно происходит обмен патентной документацией. В Россию через ИНПАДОК поступает информация из десятков стран мира.

Источниками информации об изобретениях, промышленных образцах и полезных моделях являются:

- патентное описание;
- бюллетени патентных ведомств.

Структура патентного описания унифицирована и включает следующие составные части:

Библиографическая часть.

Содержит все формальные сведения об изобретателях, заявителе. В ней отражается вся история делопроизводства по заявке, которая представляет собой поисковый образ документа. В целях идентификации Комитетом по международному сотрудничеству патентных ведомств в области патентной информации (ИСЕРЕБАТ) – до 1978 г, а в последующем ПКПИ – Постоянным комитетом по патентной информации разработана единая методика библиографии патентных описаний. В соответствии с данной методикой каждому элементу библиографии присвоен индекс из двузначных чисел. Например, (10) – обозначение первичного документа, (19) – страна (US – буквенные обозначения или герб страны), (21) – номер заявки, (54) – название изобретения и так далее до 81 даются индексы всему библиографическому комплексу патентного описания. Указанные индексы позволяют легче ориентироваться в описании, особенно на иностранном языке.

Стандарт ИСЕРЕБАТ предусматривает выпуск межнациональных патентов, действие которых распространяется на ряд стран. Такие патенты наряду с библиографией имеют следующие обозначения: EP – европейский патент; IB – международный патент; WO – всемирная организация интеллектуальной собственности. Данным обозначениям соответствует индекс (81).

Описание, которое включает область применения, уровень техники (описание и критика аналогов и прототипа), сущность изобретения, описание изобретения, его работу, технико-экономическое обоснование.

Формула изобретения.

Чертежи или схемы.

Структура патентных бюллетеней (издается периодически Патентными ведомствами стран) также унифицирована и содержит, как правило, библиографию с индексами ИСЕРЕБАТ, формулу изобретения и некоторые схемы, располагаемые в бюллетене в соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ). В конце бюллетеня перечислены номера охраняемых документов с указанием кодировки МКИ (систематизированный и нумерационный указатель).

С 1978 г. публикуются заявки, описания изобретений и бюллетени Международного бюро РСТ (пи-си-ти). Заявки имеют следующую нумерацию: РСТ\RU 080\0200, где указано, что данная заявка – заявка РСТ, далее страна и год издания, номер заявки.

С 1977 г. появились издания Европейского патентного ведомства (центр – Гаагский патентный институт). Европейское патентное ведомство регистрирует заявки, выдает патенты (срок действия патента 20 лет, маркируются патенты «EP»), издает бюллетени и аннотации к заявкам.

Патенты с маркировкой WO выдаются Всемирной организацией интеллектуальной собственности. Перечень стран, на территории которых действуют патенты с маркировкой EP и WO, приведен в бюллетене в библиографической части описания патента.

Для сбора и анализа материала можно использовать также различные сайты **Internet** и прежде всего <http://www.fips.ru> – сайт Патентного ведомства России и входящей в его состав Федеральной информационно-патентной службы.

#### **4.7.2. Международная система классификации промышленных образцов, товарных знаков, полезных моделей и изобретений**

**Международная классификация промышленных образцов (МКПО)** введена в действие с 1964 г. Создана МКПО на основе немецкой национальной классификации изобретений и первоначально сохраняла полностью все её основные черты. С 1971 г. в соответствии с Локарнским соглашением несколько преобразована и включает 31 класс от I до XXXI

и подклассы от 01 до 99. Например, класс IV – предметы мебелировки, а отдельные предметы мебели имеют свой подкласс.

**Классификация** – логическое разделение множества предметов по обнаруженным сходствам или различиям на отдельные группы или множества, называемые классами.

Наиболее известной классификацией является УДК (универсальная десятичная классификация), которая применяется для классификации публикуемых материалов. Индекс УДК указывается в книгах, научных сборниках и статьях научно-технического и научно-популярного содержания.

**Международная классификация товарных знаков и услуг (МКТЗиУ)** введена в 1971 г. Ниццким соглашением.

Для полезных моделей и изобретений существует единая классификация – **международная классификация изобретений** (МКИ или *Int. Cl*).

В декабре 1954 г. большинство стран мира подписали Конвенцию о применении международной патентной классификации (МПК), так первоначально называлась **международная классификация изобретений** (МКИ). Ее принял и бывший СССР.

Основная цель создания МКИ — унифицировать различные системы классификации изобретений, применяемые в настоящее время на базе единой классификации. Полная схема МКИ применяется с 1968 г. (первая редакция). В СССР она введена в 1971 г., и весь отечественный фонд изобретений был расклассифицирован в соответствии с этой схемой. В 1975 г. создана вторая редакция (МКИ<sup>2</sup>, или *Int. Cl*<sup>2</sup>), в 1981 г. – третья. Сейчас действует восьмая редакция МКИ (МКИ<sup>8</sup>).

Создание новых редакций классификации связано с некоторыми ее дополнениями. Например, появление новых направлений техники приводит к появлению новых объектов техники. Примером могут быть различные приборы, использующие лазер, новые средства электроники, принципы нанотехнологий.

В основе построения МКИ заложен принцип функциональности. Принцип функциональности предполагает распределение объектов в зависимости от тождественности выполняемых функций или производимого эффекта независимо от отраслевого применения. Например, инструмент для бурения или сверления попадает в один класс, подкласс и т. д.

**Структура МКИ** представляет собой специальную линейную систему иерархического типа и включает:

8 разделов, 116 классов, а также, в порядке дробления, подклассы, группы и подгруппы.

Разделы озаглавлены буквами латинского алфавита от А до Н.

Раздел А – удовлетворение жизненных потребностей человека;

В – различные технологические процессы;

С – химия, металлургия;  
D – текстиль, бумага;  
E – строительство и горное дело;  
F – механика, освещение, отопление, двигатели и насосы,  
оружие и боеприпасы, взрывные работы;  
G – физика;  
H – электричество.

Класс озаглавлен цифрами. Например, E 21 – бурение и горное дело;  
A 24 – табак, сигареты, папирасы.

Класс делится на подклассы с добавлением букв латинского алфавита: A 24 F – курительные принадлежности, спичечные коробки; E 21 B – бурение глубокое.

Содержание некоторых подклассов класса E 21 B:

способы и устройства для бурения	1/00 – 7/00;
буровые инструменты и принадлежности	10/00; 11/00; 12/00;
буровые вышки, буровые штанги	15/00; 17/00; 19/00;
промывка или очистка, тампонаж	21/00; 37/00; 33/00;
прочее оборудование для бурения	23/00–31/00; 40/00; 41/00; 43/00;
добыча жидких, газообразных и текучих сред из буровых скважин	43/00;

автоматизация управления или регулирования, измерения или испытания 44/00; 45/00; 49/00.

подкласс E 21 B 7/00 в МКИ устроен следующим образом (приведен отрывок):

7/00 – особые способы и устройства для бурения

7/02 – передвижные буровые установки с собственным приводом, устанавливаемые на тележках или салазках;

7/04 – . . . направленное бурение;

7/06 – . . . изменение направления скважины;

7/08 – . . . особые устройства для изменения направления буровых скважин;

7/10 – . . . выправление отклонения скважин от заданного направления.

МКИ полностью представлена в изданиях, которые, как правило, обновляются после новой редакции самой МКИ. Основные издания о МКИ:

Международная классификация изобретений. М., ЦНИИПИ, 1972 г.;

Международная классификация изобретений. Редакция № 3. М., ВНИИПИ, 1981. – 9 томов (каждый том посвящен определенному разделу, один том – № 9, общий по всем разделам – «Введение в МКИ. Перечень основных групп»);

Алфавитно-предметный указатель к МКИ. М., ЦНИИПИ, 1973.

Наряду с МКИ в ряде стран действует национальная классификация изобретений (НКИ). Наиболее известные НКИ – в США и Японии. Клас-

сификация изобретений Патентного ведомства США создана в 1831 г. и использует функциональный принцип построения. НКИ США также имеет классы и подклассы. Для обозначения классов и подклассов в основном используются арабские цифры.

Стандартный алгоритм поиска нужных патентных документов включает:

- поиск по ключевому слову с использованием алфавитно-предметного указателя: устанавливают класс(ы) интересующего изобретения или полезной модели по МКИ;
- если известен класс изобретения или полезной модели, используются указатели в бюллетенях Патентного ведомства: находят нужные патенты в бюллетенях и, просматривая их, получают информацию о патенте и в частности о формуле изобретения;
- анализируя формулу изобретения, устанавливают степень важности информации и выявляют нужные для дальнейшей работы патенты. Последние запрашивают в фондах в виде полных описаний, сопровождающих патенты.

Промышленные образцы классифицируются более простым способом – арабскими цифрами. Например, витражи: МКПО<sup>8</sup> 06-20.

#### **4.7.3. Источники патентной информации**

Патентные исследования – это поиск, отбор и анализ патентной и другой научно-технической информации, относящейся к техническим решениям, по которым можно определить уровень техники для выявления аналогов и прототипа. Для их проведения используют МКИ и патентную информацию.

К патентной документации относятся описания изобретений и полезных моделей, данные в приложении к патентам и авторским свидетельствам, бюллетени Патентных ведомств различных стран, которые посвящены отечественным и зарубежным изобретениям и полезным моделям.

Патентная документация имеет ряд преимуществ перед другой научно-технической информацией. К таким преимуществам можно отнести:

- патентная информация опережает все другие виды информации на несколько лет;
- большинство технических решений проверены экспертизой, а потому достоверны с точки зрения технической грамотности и целесообразности;
- патентная информация имеет системный характер, поскольку использует единую классификацию – МКИ;
- патентная информация – это единственный источник, который наряду с научно-технической составляющей содержит правовую, строго выделенную составляющую информации.

Целями проведения патентных исследований являются:

- обеспечение более высокого, чем у конкурентов, технического уровня разработок; проводятся на первоначальных стадиях разработки технического объекта;
- выявление патентоспособности технических решений для подачи в Патентное ведомство заявок на изобретения и полезные модели;
- выявление патентной чистоты разработок.

**Патентная чистота** разработок предполагает, что техническая разработка, например, какой-либо агрегат, его узлы или технология производства не попадает под действие каких-либо патентов. Если разработка обладает патентной чистотой, то она может беспрепятственно поставляться и использоваться в любых странах.

Патентные исследования являются неотъемлемой частью следующих работ:

- проводимых при разработке научно-технических прогнозов и планов развития науки и техники;
- при выполнении научных исследований и опытно-конструкторских работ (НИР и ОКР);
- при освоении и выпуске промышленной продукции;
- при определении целесообразности экспорта промышленной продукции или экспонирования на международных выставках и ярмарках;
- при продаже-покупке лицензий;
- при урегулировании нарушения прав патентовладения.

Поиск патентных материалов производится в соответствии с регламентом, который предусматривает следующие основные операции:

- установление цели поиска;
- определение предмета поиска – объект в целом или его части;
- определение стран и фирм, по которым следует сделать поиск;
- определение видов информационных источников;
- классификация предметов поиска согласно МКИ;
- определение ретроспективы поиска;
- определение метода поиска.

Метод поиска может предполагать использование имеющегося библиотечного фонда. В данном случае поиск удобнее вести с использованием предметного указателя бюллетеней, где указаны номера охранных документов, их класс согласно МКИ.

Второй этап поиска предполагает предварительное знакомство с выделенными из этого списка охранными документами по тем кратким описаниям, которые даны в бюллетене.

После этого, выделив наиболее интересные патенты или авторские свидетельства, можно заказать их полные описания в ЦНТИ или иных фондах.

Эффективность использования патентной информации во многом определяется способностью обеспечить к ней оперативный и удобный доступ. Для этого следует хорошо ориентироваться в потоке патентной информации: различать информацию разного назначения и содержания, отбирать в ней наиболее оперативные, полные и удобные для использования сообщения.

Под **патентной информацией** понимают совокупность различных источников информации об отечественных и зарубежных изобретениях, официально зарегистрированных патентными ведомствами и защищенных авторскими свидетельствами и патентами.

Информация об изобретениях бывает полной, реферативной и библиографической. Единственным источником полной информации об изобретении является его описание, которое публикуется в составе отдельных брошюр либо в виде листков к каждому официально зарегистрированному в данной стране изобретению. Публикация информации об изобретениях осуществляется в патентных ведомствах 68 стран мира и в двух международных организациях.

**Реферативную информацию** (в форме реферата или формулы изобретения) публикуют 32 страны и две международные организации. При этом в России, США и Франции, например, формула изобретения (реферат) помещают в официальном бюллетене, а в Германии, Великобритании и Японии для этого используется специальное приложение к официальному бюллетеню. Текст формулы изобретения (реферата) в официальных изданиях сопровождают основным чертежом, что существенно повышает информативность публикации.

Реферативная информация об изобретениях распространяется также информационными центрами. В России, например, **НПО «Поиск»** на русском языке издает реферативный **сборник «Изобретения стран мира»**, включающий информацию из официальных изданий России, Германии, Болгарии, Польши, Монголии, Кубы, Чехии, Словакии, Великобритании, США, Франции, Швейцарии, Японии, а также ЕПВ и ВОИС. Ежемесячно издается 140 тематических выпусков. Информация публикуется в виде переводов на русском языке формул или рефератов описаний изобретений с воспроизведением текста оригинала, чертежей и полных библиографических данных. Ежегодно в реферативном сборнике издается в среднем 330 тысяч публикаций об изобретениях.

Официальные издания патентных ведомств – это патентные бюллетени, которые содержат исчерпывающую информацию обо всех действующих в данной стране патентах, на основе которой проводится патентная экспертиза. Они издаются как периодические издания, в большинстве стран как еженедельники или двухнедельники. Все они имеют большое значение при проведении различных поисков, так как в них дается инфор-

мация обо всех изобретениях с исчерпывающей полнотой. В каждом номере патентного бюллетеня приводятся именные, систематические и нумерационные указатели.

Итак, патентные бюллетени являются необходимым справочным аппаратом изобретателя и позволяют с минимальной затратой времени провести достаточно полный поиск аналогов.

Фундаментальным и наиболее распространенным видом информационных изданий является Реферативный журнал (РЖ) – периодическое издание, в котором публикуются рефераты, получаемые в результате переработки первоисточников, выходящих в 130 странах на 66 языках. РЖ занимает ведущее место в мире по охвату опубликованной научно-технической литературы в виде статей, сборников, монографий, формул изобретений и т. д. Эта информация охватывает более половины всех новых поступлений в ВПТБ.

РЖ построен по отраслевому принципу, издается 239 наименований выпусков, посвященных различным отраслям науки и техники, а также некоторым межотраслевым проблемам. Систематическое обращение к РЖ по теме научно-исследовательской работы способствует выявлению тенденций в развитии науки и техники.

Для обеспечения поиска по РЖ имеется справочный аппарат к сводным томам и отдельным выпускам в виде годового патентного указателя. Он состоит из трех разделов.

**1 раздел.** Патентный указатель номеров авторских свидетельств. В нем приведены в порядке возрастания номера авторских свидетельств и соответствующие им номера рефератов.

**2 раздел.** Указатель номеров патентов зарубежных стран. Патенты сгруппированы по странам. Наименования стран расположены по алфавиту. Указывается номер патента, номер РЖ, зашифрованный буквенный индекс выпуска РЖ и номер реферата в данном выпуске.

**3 раздел.** Систематический указатель авторских свидетельств и патентов. Приведены наименования авторских свидетельств и патентов, систематизированные согласно рубрикатору РЖ в пределах одной рубрики. Авторские свидетельства и патенты расположены по возрастающим номерам рефератов.

Библиографическое описание изобретения обычно содержит сведения о стране, номер и дату выдачи патента, сведения о заявителе, патентообладателе и авторе изобретения, о названии изобретения, индексах патентной классификации и др.

Библиографическую информацию публикуют патентные ведомства 65 стран и две международные организации. Первым источником библиографических сведений являются официальные бюллетени патентных ведомств.

Библиографическую информацию об изобретениях можно также получить и по другим каналам: через справочные издания и машиночитаемые базы данных информационных центров.

Образцом библиографической информации об отечественных изобретениях является *«Указатель авторских свидетельств и патентов»*, опубликованных в соответствующем бюллетене. Годовой указатель в шести томах служит справочно-поисковым средством и представляет собой систему указателей, позволяющих вести поиск по ряду признаков. Предметно-статистические указатели весьма полезны при оценке современного уровня и прогнозирования развития науки и техники.

#### **4.8. Правовые основы рационализаторской деятельности**

Впервые в мировой практике понятие рационализаторского предложения было сформулировано и юридически закреплено в постановлении 1931 г. «Положение об изобретениях и технических усовершенствованиях»:

В соответствии с этим положением **рационализаторским предложением** признавалось техническое решение, являющееся *новым и полезным для предприятия, организации или учреждения, которому оно подано*, и предусматривающее изменение конструкции изделий, технологии и применяемой техники или изменение состава материала.

С переходом на новую систему государственного устройства рационализаторская работа на предприятии организуется в соответствии с методическими рекомендациями Правительства России и республиканского Совета ВОИР от 1996 г.

В соответствии с данными рекомендациями «предприятия, объединения и учреждения самостоятельно определяют порядок рассмотрения заявлений на рационализаторские предложения, их внедрения и выплаты авторского вознаграждения, решают вопросы премирования за содействие рационализаторству, руководствуясь при этом только конкретными результатами этой деятельности и степенью участия в ней любого работника предприятия».

***Рационализаторским может быть признано техническое, организационное либо управленческое предложение, являющееся новым и полезным для данного предприятия.***

Предложение считается новым, если до подачи заявления оно не было известно на предприятии в степени, достаточной для его использования. То есть предложение может быть известно, но если для его использования требуется дополнительная инженерная или иная проработка, связанная

с использованием известной идеи на конкретном предприятии, то это предложение может быть признано рационализаторским.

Новым в названных выше рекомендациях является то, что признаются рационализаторскими предложения по вопросам организации и управления предприятиями, что является очень существенным и значительным расширением поля рационализаторской активности.

**Предложение считается полезным**, если его использование дает экономический или иной положительный эффект. Под иным положительным эффектом подразумевается эффект, связанный с улучшением условий труда, безопасности производства, экологии и др.

Для признания предложения рационализаторским автор (авторы) подает письменное заявление руководителю предприятия независимо от того, состоит ли автор в трудовых отношениях с этим предприятием. Форма заявления на рационализаторское предложение устанавливается предприятием. Заявление должно содержать название и описание сущности предлагаемого решения, включая данные, достаточные для его практического использования, фамилию автора (авторов) и дату подачи заявления.

Заявление на рационализаторское предложение рассматривается руководителем предприятия или назначенным должностным лицом в течение одного месяца со дня регистрации. По заявлению может быть принято решение о признании предложения рационализаторским либо об отказе.

Первенство рационализаторского предложения устанавливается по дате его регистрации на предприятии. Споры о первенстве предложения решаются в судебном порядке.

Факт использования рационализаторского предложения подтверждается актом, содержащим название и другие сведения о нем.

Вознаграждение за рационализаторское предложение выплачивается в случае признания предложения рационализаторским и при его использовании на предприятии. Для этого лучше, если между рационализатором и руководителем предприятия будет заключен договор, в котором оговорены все правовые вопросы. Выплата производится путем издания приказа по предприятию, сумма выплат определяется в соответствии с методиками, принятыми для этого случая на предприятии.

Что касается понятия самого рационализаторского предложения, его охраноспособности и неохраноспособности, то они остались прежними. Критерии охраноспособного рационализаторского предложения приведены в первой части пособия. Здесь рассмотрим лишь виды неохраноспособных предложений, требования к рацпредложениям и нормы, предъявляемые к описанию рацпредложения, выработанные десятилетиями в СССР, которые остаются полезными до настоящего времени.

## **4.9. Требования к заявлению на рационализаторское предложение и его описанию**

Каждое техническое решение, которое направлено на усовершенствование одного и того же объекта, оформляется отдельным заявлением. Заявление на рационализаторское предложение подаётся организации или учреждению. Оно начинается с указания предприятия (организации), руководителю которого оно подаётся. В заявлении должны быть перечислены все без исключения авторы (соавторы), творческим трудом которых создано техническое решение. Большое значение при рассмотрении рацпредложения имеет чёткая формулировка названия предложения, которое должно дать ясное представление о роде объекта, усовершенствование которого предлагается, т. е. относится ли оно к конструкции изделия, технологии производства, либо к составу материала. Название предложенного технического решения должно также отражать объём предложенного решения, указывать, относится ли оно к объекту в целом либо к отдельному узлу или детали.

Описание предложенного решения является важнейшей составной частью заявления. В нем должны быть изложены цель усовершенствования конструкции изделия, технология производства и применяемой техники или состава материала, содержание предполагаемого технического решения, включая данные, достаточные для его практического осуществления, а также сведения об экономическом или ином положительном эффекте.

Описание рацпредложения в зависимости от специфики объектов может иметь различную структуру, но практикой выработано, что описание должно отвечать, по крайней мере, следующим нормам.

1. Краткое описание применяемого до подачи предложенного объекта существующей конструкции (узла, детали технологии, вещества).

2. Указание недостатков известных объектов. При этом необходимо указать лишь те недостатки, устранение которых предполагается обеспечить с помощью предлагаемого технического решения.

3. Цель усовершенствования конструкции изделия, технологии производства и применяемой техники или состава материала.

4. Содержание предлагаемого технического решения, включая данные, достаточные для его практического осуществления. В необходимых случаях к описанию прилагаются графические материалы (чертежи, схемы, эскизы, рисунки и т. п.), поясняющие сущность предложенного технического решения.

5. Сведения об экономическом или ином положительном эффекте.

6. После описания предложенного технического решения в заявлении необходимо привести дополнительные сведения о нём, в частности должно быть указано, куда и когда ранее подавалось автором (авторами)

данное предложение и какое по нему принято решение. Кроме того, заявитель утверждает, что именно он действительный автор (соавтор) данного предложения, а не заимствовал его у других лиц.

7. Заявление подписывается всеми соавторами и ставится дата подписания.

### **Пример**

#### **описания заявки на рационализаторское предложение «Устройство керноприемника ССК для бурения трещиноватых и раздробленных горных пород»**

Предложение относится к технологии бурения с отбором керна ССК и предназначено для повышения эффективности бурения твердых трещиноватых и раздробленных горных пород.

При бурении трещиноватых и раздробленных горных пород формирующийся керн представляет собой отдельные столбики или куски различного размера, что приводит к заклиниванию поступающего в керноприемную трубу керна. Заклинивание керна в керноприемной трубе приводит к дополнительному разрушению керна и требует прекращения бурения и подъема керноприемной трубы с керном из скважины. В результате снижается выход керна, производительность бурения, возрастает стоимость метра бурения скважины.

Целью рационализаторского предложения является повышение эффективности бурения колонковых скважин ССК в твердых трещиноватых и раздробленных горных породах.

Для достижения поставленной цели предлагается устройство керноприемника, в котором в стандартной керноприемной трубе ССК1, размещаемого на подшипниках в колонковой трубе 2, дополнительно размещена цилиндрическая пробка 3, изготовленная из плотного материала (рис. 4.2) тяжелее воды (эбонит, дюралюминий и др.). Высота пробки 3 принимается равной не менее двух ее диаметров, во избежание заклинивания пробки 3 внутри керноприемной трубы 1, а вдоль оси пробки 3 на ее поверхности выполняются канавки 4, размер которых равен 4×4 мм. Сверху на пробку 3 помещают 50–100 грамм консистентной смазки типа солидол 5.

Предлагаемое устройство работает следующим образом (рис.).

Пробка 3 со смазкой 5 помещается в керноприемную трубу 1 перед спуском ее в скважину через внутреннюю полость бурильной колонны. Керноприемная труба 1 с пробкой 3 и смазкой 5 устанавливается в колонковый набор 2, и начинают бурение. Керн 6, поступающий вовнутрь керноприемной трубы 1, приподнимает пробку 3, что приводит к смазыванию смазкой 5, проникающей по зазору между пробкой 3 и внутренней стенкой керноприемной трубы 1 и канавкам 4 стенок керноприемной трубы 1

и керна *б*. В результате разрушенный в виде кусочков керна *б* в меньшей степени застревает в кernoприемной трубе *1*, что благоприятно сказывается на процессах бурения и кernoобразования.

Испытание устройства производили при бурении интенсивно трещиноватых горных пород типа фельзит, VIII категории по буримости и дацит, VII–VIII категорий по буримости. Рейсовая проходка без использования предлагаемого устройства составляла 0,75–1,1 м, а с применением предлагаемого устройства проходка за рейс увеличилась в 1,8–2,2 раза и составила в среднем 2,0 м, что позволило повысить производительность за смену с 6 до 8 метров. Выход керна увеличился с 60–70 % до 80 %.

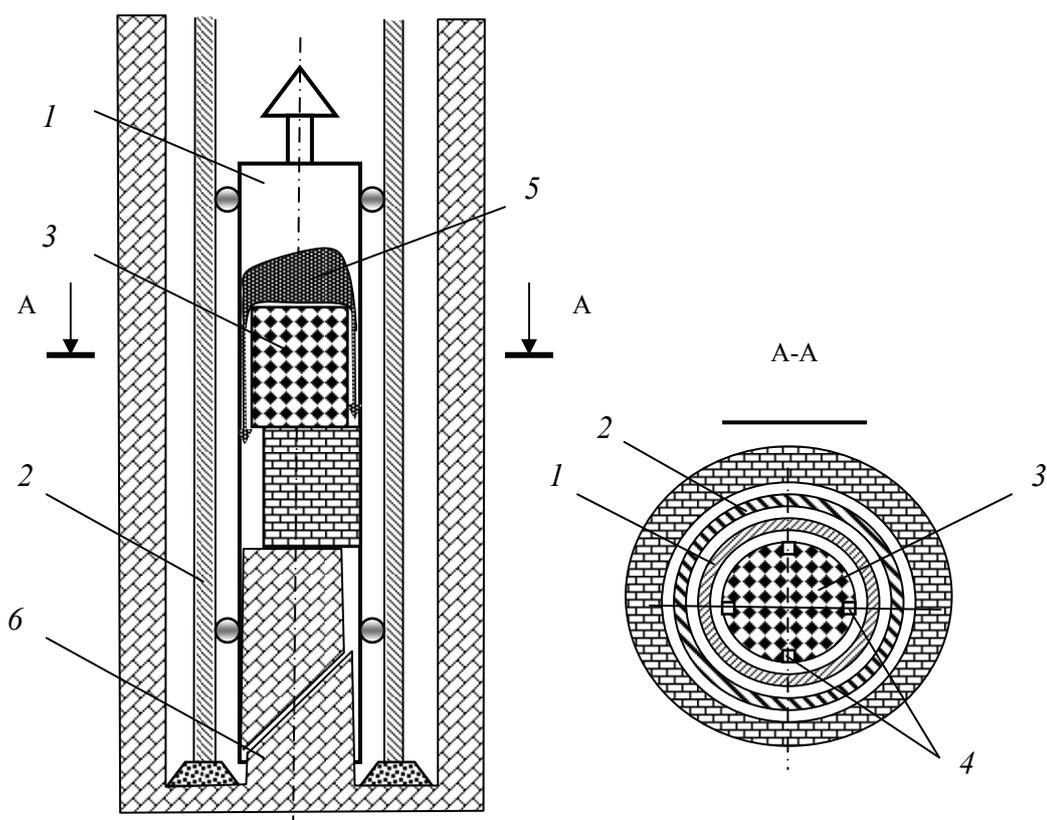


Рис. 4.2. Схема предлагаемого устройства для снижения заклинивания керна в кernoприемной трубе ССК

Повышение производительности бурения позволило рассчитать стоимость метра бурения скважины до применения устройства и после применения устройства и таким образом определить возможный экономический эффект от рационализаторского предложения:

$$C_{\text{м}} = \frac{C_{\text{ст}}}{T} \left( \frac{1}{v_{\text{м}}} + \frac{T - T_{\text{б}}}{l_{\text{п}}} \right) + \frac{Ц}{L},$$

где  $C_{ст}$  – стоимость станко-смены, руб.;  $T$  – длительность станко-смены, ч;  $v_m$  – механическая скорость бурения, м/ч;  $T_6$  – время, затраченное непосредственно на углубление ствола скважины, ч;  $l_p$  – длина рейсовой проходки, м;  $C$  – стоимость бурового инструмента, руб.;  $L$  – проходка буровым инструментом (ресурс инструмента), м.

Длина керноприемника 4,5 м, что задает максимальное значение рейсовой проходки  $l_p = 4,5$  м. Ресурс буровой коронки 50 м, её стоимость 5 000 руб. Механическая скорость бурения по монолитным породам 4,5 м/ч. При стоимости станко-смены 30 000 руб., длительности смены 8 ч и затратах времени непосредственно на бурение 6 ч стоимость 1 м скважины будет равна

$$C_m = \frac{30\,000}{8} \left( \frac{1}{4,5} + \frac{8-6}{4,5} \right) + \frac{5\,000}{50} = 2\,575 \text{ руб.}$$

Ограничение длины рейсовой проходки до 1 м в связи с заклиниванием и истиранием керна при бурении трещиноватых и раздробленных горных пород привело к повышению непроизводительных затрат и снижению времени, затрачиваемому на бурение до 4 ч, ресурса инструмента до 40 м и механической скорости бурения до 4 м/ч, что следующим образом отразилось на повышении стоимости 1 м:

$$C_m = \frac{30\,000}{8} \left( \frac{1}{4} + \frac{8-4}{1,0} \right) + \frac{5\,000}{40} = 16\,052,5 \text{ руб.}$$

Применение предлагаемого устройства, которое позволило увеличить рейсовую проходку до 2,0 м, повысить ресурс коронки до 45 м, время, затраченное на бурение, до 5 ч и механическую скорость бурения до 4,8 м/ч, привело к тому, что стоимость 1 м проходки при бурении в сложных условиях стала равна

$$C_m = \frac{30\,000}{8} \left( \frac{1}{4,8} + \frac{8-5}{2} \right) + \frac{5\,000}{45} = 6\,516 \text{ руб.}$$

Таким образом, при бурении 1 метра скважины с отбором керна по осложненным интервалам экономический эффект от применения предлагаемого устройства составляет 9647,5 руб.

Приведенный расчет показывает высокую эффективность предлагаемого устройства.

---

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во многих развитых в промышленном отношении странах наблюдается истощение собственных сырьевых ресурсов, а положение с добычей полезных ископаемых всё чаще оценивается как «сырьевой кризис». В настоящее время особенно остро стоит вопрос о топливно-энергетических источниках сырья.

Происходящая в мире научно-техническая революция сопровождается непрерывным увеличением масштаба промышленной переработки полезных ископаемых, растёт число видов полезных ископаемых, вовлекаемых в промышленное производство. Россия входит в тройку держав (Россия, США, Китай), имеющих наиболее высокий объём добычи минерального сырья.

Россия в основном удовлетворяет свои потребности в минеральном сырье за счёт собственных ресурсов, занимая первое место по разведанным запасам угля, железной руды, газа и многих других полезных ископаемых. Тем не менее, за длительные годы перестройки в стране возникла настоятельная необходимость в геологической разведке по многим типам минерального сырья. Вероятно, для этого придётся перенести работы в новые горнопромышленные районы, увеличить глубины поиска, что вызовет увеличение объёма буровых работ, потребует новых видов буровой техники и новых технологий.

Кроме роста объёмов геологоразведочных работ, не менее остро стоит вопрос о повышении их эффективности и увеличении производительности труда на всех видах геологоразведочных работ. Снижение стоимости разведки месторождений возможно только на основе внедрения в практику разведочных работ достижений из области науки, техники, геологии, использования новых машин и механизмов прогрессивных конструкций, созданных на базе научных открытий и изобретений. Разработанные методы и технические средства должны не просто повышать производительность труда в бурении, а кратно увеличивать её, так как развитие работ в необжитых районах с суровыми природно-климатическими условиями определяет необходимость проведения работ с минимальным привлечением кадров в эти районы.

Успешное создание новой, прогрессивной техники требует овладения всеми приёмами разработки разнообразных изобретений, владения методами защиты своей интеллектуальной собственности.

Поэтому в настоящей работе даны сведения о закономерностях развития технических систем, о методических и правовых аспектах изобретательства. Данное учебное пособие поможет не только ориентироваться в проблемах и тенденциях, связанных с развитием техники, в том числе буровой, но и создавать новые технические объекты.

В прил. 1, 2 помещены материалы о важнейших этапах в истории развития науки, техники и технологий, в том числе в процессе развития технической системы «Бурение». Впечатляют достижения в развитии новых технологий, возможности, которые открываются перед обществом в исследовании и освоении как космоса и микромира, так и недр нашей планеты с использованием современных буровых технологий и техники. Свидетельством этого может служить уникальное творение интеллекта и рук инженеров-буровиков – скважина СГ-3 (см. прил. 2), пробуренная на Кольском полуострове (в России), и глубочайшая скважина во льдах Антарктиды, пробуренные российскими буровиками.

---

---

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абовский, Н. П. Системный подход в научно-техническом творчестве / Н. П. Абовский, А. Я. Воловик. – Красноярск : Стройиздат. Краснояр. отд-ние, 1989. – 118 с.
2. Альтшуллер, Г. С. Творчество как точная наука / Г. С. Альтшуллер. – М. : Сов. радио, 1979. – 184 с.
3. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – 2-е изд., доп. / Г. С. Альтшуллер. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 225 с.
4. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – М. : Эксмо. – 256 с.
5. Воздвиженский, Б. И. Повышение эффективности колонкового алмазного бурения / Б. И. Воздвиженский, Г. А. Воробьёв, Л. К. Горшков [и др.]. – М. : Недра, 1990. – 208 с.
6. Гейтс, Б. Бизнес со скоростью мысли / Б. Гейтс. – М. : Эксмо-пресс, 2001. – 480 с.
7. Голдовский, Б. И. Рациональное творчество / Б. И. Голдовский, М. И. Вайнерман. – М. : Реч. транспорт, 1990. – 120 с.
8. Глазунов, В. Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. – М. : Реч. транспорт, 1990. – 150 с.
9. Григорьев, В. В. Бурение со съёмными керноприёмниками. – М. : Недра, 1986. – 196 с.
10. Дерзкие формулы творчества / сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск : Карелия, 1987. – 269 с.
11. Дикарёв, В. И. Справочник изобретателя. Сер. «Учебники для вузов. Специальная литература» / В. И. Дикарёв. – СПб. : Изд-во «Лань», 2001. – 352 с.
12. Иванов, Г. И. И начинайте изобретать / Г. И. Иванов – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1987. – 240 с.
13. Кардыш, В. Г. Повышение эффективности работы буровых станков / В. Г. Кардыш – М. : Недра, 1980. – 130 с.
15. Клейтон, К. Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений : пер. с англ. / К. Клейтон, Э. Скотт, Э. Рот. – М. : Альпина бизнес букс. – 398 с.
16. Комаров, Л. Е. Эврика! Снова и снова ... / Л. Е. Комаров, В. А. Алексеев. – М. : Сов. Россия, 1989. – 104 с.

17. Копылов, В. Е. Бурение? ... Интересно! / В. Е. Копылов. – М. : Недра, 1981. – 160 с.
18. Масленников, И. К. Инструмент для бурения скважин : справ. пособие / И. К. Масленников, Г. И. Матвеев. – М. : Недра, 1981. – 335 с.
19. Межлумов, А. О. Колтюбинг: новая эра в бурении. Современное состояние колтюбинговой технологии для бурения и капитального ремонта скважин / А. О. Межлумов // Бурение. – 2002. – № 3, 4. – С. 22–29.
20. Нескоромных, В. В. Методологические и правовые основы инженерного творчества : учеб. пособие / В. В. Нескоромных. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2005. – 134 с.
21. Нескоромных, В. В. Бурение как элемент истории и культуры человеческой цивилизации // Изв. Сиб. отд-ния. Секция наук о Земле РАЕН «Геология, поиски и разведка рудных месторождений». – № 1 (36). – 2010. – С. 137–141.
22. Петрович, Н. Т. Путь к изобретению / Н. Т. Петрович, В. М. Цуриков. – М. : Молодая гвардия, 1986. – 222 с.
23. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества / А. И. Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
24. Разин, Е. А. История военного искусства : в 5 т. / Е. А. Разин. – М. : Полигон, 1994.
25. Ребрик, Б. М. У колыбели геологии и горного дела / Б. М. Ребрик. – М. : ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 181 с.
26. Саламатов, Ю. П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества // Кн. для учителя / Ю. П. Саламатов. – М. : Просвещение, 1990. – 240 с.
27. Форстер, Л. Наука, инновации и возможности / Л. Форстер ; пер. с англ. А. Хачояна. – М. : Техносфера. – 349 с.
28. Хартман, У. Очарование нанотехнологии / У. Хартман ; пер. с нем. Т. Н.Захаровой. – М., 2008. – 173 с.
29. Чапяле, Ю. П. Методы поиска изобретательских идей / Ю. П. Чапяле. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 96 с.

## Полвека, изменившие мир

С использованием материала из газеты «Московские новости»  
и журнала «Popular Science»

**1945 г.** – осуществление манхэттенского проекта принесло Земле первые атомные бомбы.

**1945 г.** – англичане Александр Флеминг, Эрнст Борис Чейн и Хоуард Флори получили Нобелевскую премию за открытие пенициллина.

**1946 г.** – в Пенсильванском университете (США) создана первая крупная ЭВМ – ENIAC (электронный числовой интегратор и вычислитель), использующая триггеры – логические элементы на электровакуумных триодах.

**1947 г.** – в Киевском институте электроники разработана первая советская ЭВМ – малая электронная счетная машина.

**1947 г.** – специалисты американской фирмы «Белл телефон лабораторис» Ульям Шокли, Джон Бардин и Уолтер Браттейн изобрели транзистор, сменивший электролампы (Нобелевская премия, 1956 г.).

**1947 г.** – английский физик Деннис Габор создал голографию – метод получения объемных изображений (Нобелевская премия, 1971 г.).

**1951 г.** – американец Лайнус Карл Полинг открыл трехмерную спиральную структуру протеинов (Нобелевская премия, 1954 г.).

**1951 г.** – первый синтез кортизона и холестерина в США послужил началом массового применения гормональных препаратов.

**1951 г.** – первый видеоманитофон продемонстрировала американская фирма «Bing Crosby Interprices».

**1951 г.** – шведский инженер Рубен Раусинг придумал картонный пакет в форме тетраэдра и основал фирму «Тетра пак».

**1953 г.** – англичанин Фрэнсис Крик и американец Джеймс Уотсон расшифровали молекулу ДНК (Нобелевская премия, 1962 г.).

**1953 г.** – наступает эра пластмасс, немецкий химик Герман Штаудингер получает Нобелевскую премию.

**1953 г.** – по технологии немецкого химика Карла Циглера синтезировали полиэтилен.

**1954 г.** – в Обнинске начала действовать первая в мире атомная электростанция.

**1954 г.** – американцы Джонас Солк и Альберт Брюс Сабин разработали вакцину против полиомиелита.

**1955 г.** – начало эры цветного телевидения.

**1955 г.** – созданы первые искусственные алмазы.

**1956 г.** – Джон Мак Карти ввел в оборот понятие «искусственный интеллект».

**1957 г.** – американцы Джон Бардин, Леон Купер и Джон Роберт Шриффер опубликовали в окончательном виде современную теорию сверхпроводимости.

**1957 г.** – в СССР запущен первый искусственный спутник Земли.

**1958 г.** – в космос запущен «Explorer» – первый спутник Земли (США).

**1960 г.** – американец Теодор Мейман создал первый рубиновый лазер.

**1960 г.** – появился первый коммерческий ксерокс «914» американского изобретателя Частера Карлсона.

**1961 г.** – Юрий Гагарин – первый человек в космосе.

**1961 г.** – Маршалл Уозен Ниренберг и Генрих Маттеи расшифровали генетический код (Нобелевская премия, 1968 г.).

**1963 г.** – выдвинута теория о существовании гипотетических фундаментальных частиц кварков.

**1965 г.** – американцы Арно Пензиас и Роберт Вильсон из фирмы «Белл телефон лабораторис» открыли, что во вселенной имеется фоновое реликтовое радиоизлучение (Нобелевская премия, 1978 г.).

**1967 г.** – Клод Бернар в ЮАР сделал первую операцию по пересадке сердца человеку.

**1969 г.** – в США открыта телекоммуникационная сеть ARHFNET, предшественница нынешней INTERNET.

**1969 г.** – американец Нил Армстронг – первый человек на Луне.

**1969 г.** – английский инженер Годфри Хаунсфилд создал первый компьютерный томограф по проекту физика из Кейптауна Аллана Кормака (Нобелевская премия, 1979 г.).

**1970 г.** – первые шаги генной инженерии: индийский ученый Хар Гобинд Корана получил первый искусственный ген – триплет.

**1971 г.** – Джон Бланкенбекер создал первый персональный компьютер.

**1971 г.** – на орбите первая космическая станция «Салют».

**1973** – американцы Стенли Коэн и Герберт Бойер с использованием методов генной инженерии ввели ген инсулина человека в клетки бактерии E.coli.

**1975 г.** – в Лос-Анджелесе открылся первый магазин, торгующий персональными ЭВМ.

**1975 г.** – стыковка на околоземной орбите космических аппаратов СССР и США «Союз» и «Апполон»

**1976 г.** – американские автоматические станции «Viking I» и «Viking II» передали на Землю первые фототелевизионные изображения Марса.

**1976 г.** – Национальная Академия наук США сообщила: фторированные углеводороды разрушают азоновый слой атмосферы.

- 1977 г.** – венгр Эрне Рубик изобрел «Кубик Рубика».
- 1978 г.** – в Великобритании родилась Луиза Браун, первый ребенок из пробирки.
- 1978 г.** – начало эры компакт–дисков: голландская фирма «Filips» предложила цифровую систему грамзаписи.
- 1980 г.** – начало производства телефаксов.
- 1981 г.** – впервые взлетел американский многоцветный космический корабль «Space Shuttle» с астронавтами на борту.
- 1984 г.** – начат выпуск первых советских персональных ЭВМ.
- 1985 г.** – открыта третья после графита и алмаза элементарная форма углерода – бакминстерфуллерен (в честь американского архитектора Р. Бакминстера Фуллера, прославившегося конструкциями ячеистых куполов).
- 1985 г.** – переворот в криминалистике: англичанин Алек Джеффрис открыл метод геной «дактилоскопии», новый способ установления личности не по отпечаткам пальцев, а путем анализа ДНК.
- 1989 г.** – начат проект «Геном человека».
- 1990 г.** – запущен американский космический телескоп «Hubble».
- 1994 г.** – в США открыт топ-кварк.
- 1996 г.** – произведено первое клонирование животного в институте Рослина в Эдинбурге.
- 1999–2000 гг.** – разгадан геном человека.

Приложение 2

## Хронология развития ТС «Бурение» [17]

- III–VI в. до н. э.** – активное бурение скважин в Китае.
- 1126 г.** – начало бурения скважин на воду во Франции.
- 1332 г.** – первые документальные упоминания о бурении скважин на соль на Руси.
- 1714 г.** – Леманом в Германии опубликовано описание штангового вращательного бурения.
- 1763 г.** – выход книги М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии, или рудных дел».
- 1780 г.** – описание бурения во Французской энциклопедии.
- 1830 г.** – начало колонкового бурения в России при добыче соли.
- 1833 г.** – Е. Классен публикует в Москве «Руководство к устройению артезианских скважин».
- 1842 г.** – первое применение паровой машины для привода бурового станка.
- 1847 г.** – впервые в мире в Баку пробурена скважина на нефть инженером В. Н. Семеновым.

- 1853 г.** – первый патент термобура.
- 1862 г.** – появление колонкового вращательного алмазного бурения (Г. Лешо, Швейцария).
- 1868 г.** – опубликование Д. И. Прозоровским рукописного руководства по бурению XVII в. «Рукопись, как зачать делать новая труба на новом месте».
- 1869 г.** – Т. Роуланд (США) патентует бурильную платформу для бурения в открытом море.
- 1874 г.** – первые сведения о патентовании электробура.
- 1878 г.** – запатентовано шарошечное долото.
- 1880 г.** – вышла двухтомная «Справочная книга для горных инженеров и техников по горной части» Г. Я. Дорошенко.
- 1882 г.** – изобретен превентор.
- 1888 г.** – запатентован роторный стол.
- 1890 г.** – инженер К. Г. Симченко изобрел первый в мире турбобур.
- 1870–1890 гг.** – появление первых приборов для измерения искривлений скважин на основе плавиковой кислоты, магнитной стрелки и желатина.
- 1892 г.** – появление стальных буровых вышек.
- 1899 г.** – предложено бурение дробью инженером Девисом (США).
- 1902, 1904 гг.** – инженер Н. И. Глушков издает первый немецко-русский словарь по бурению и «Руководство к бурению скважин».
- 1910 г.** – изобретено замковое соединение буровых труб.
- 1911 г.** – первая скважина, пробуренная с надводной платформы в Техасе.
- 1912 г.** – использование клина для искусственного искривления скважины алмазного бурения на юге Африки.
- 1916 г.** – начало применения для бурения твердого сплава (Германия).
- 1923 г.** – инженер М. А. Капелюшников изобрел одноступенчатый турбобур с редуктором.
- 1932 г.** – появление шарошечных долот с шариковыми и роликовыми подшипниками качения.
- 1934 г.** – изобретен многоступенчатый турбобур.
- 1935 г.** – изобретено трехшарошечное долото со смещенными осями шарошек.
- 1941 г.** – начало промышленного применения электробурения.
- 1947 г.** – начало океанского бурения вдали от берегов.
- 1948 г.** – развитие гидромониторного бурения.
- 1953 г.** – пробурены первые вертикально-горизонтальные скважины в Башкирии на нефтяных месторождениях для повышения дебита и нефтеотдачи пластов.

**1957 г.** – использование в бурении легкосплавных бурильных труб.

**1959 г.** – появились шарошечные долота с герметизированными опорами.

**1950–1960 гг.** – созданы автоматизированные буровые установки.

**1960 г.** – начало работ над установками шлангокабельного бурения.

**1960–1970 гг.** – изобретены и начинают широко использоваться в бурении винтовые забойные двигатели (ВЗД).

**1967 г.** – первое применение ЭВМ в бурении (США).

**1969 г.** – первое ручное бурение на Луне.

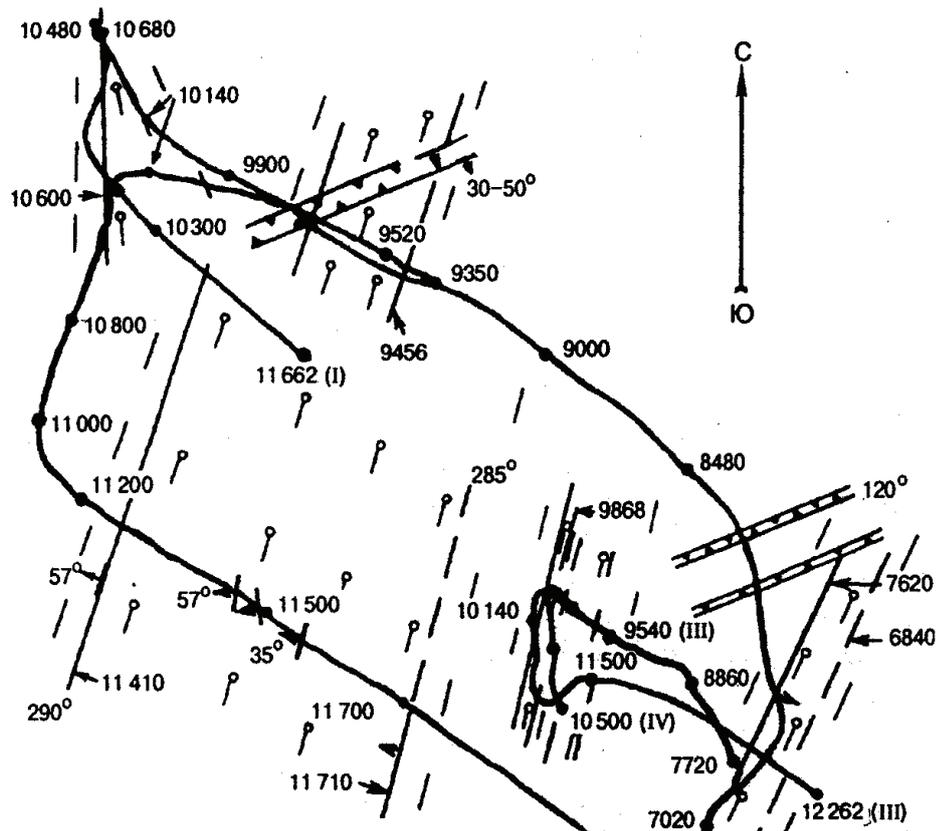
**1970 г.** – автоматическое бурение на Луне АМС «Луна-16».

**1970 г.** – проект бурения скважины на глубину до 15 000 м на Кольском полуострове.

**1979 г.** – впервые пробурена скважина глубиной более 12 000 м (Кольская сверхглубокая, СГ-3), которая в окончательном виде имеет 4 ствола, максимальная глубина – 12 262 м, достигнута стволом № III – см. рисунок.

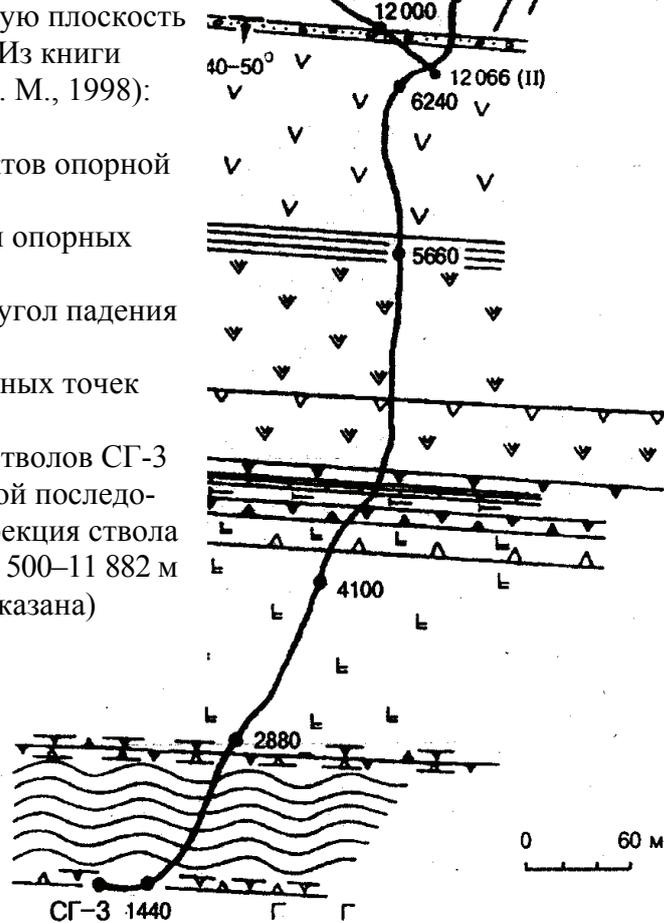
**1980-2000 гг.** – активное развитие технологий бурения вертикально-горизонтальных скважин для повышения эффективности освоения нефтяных и газовых месторождений, активное развитие телеметрии.

**1990-2000 гг.** – развитие технологий вскрытия продуктивных нефтяных и газовых пластов на депрессии, активное развитие колтюбинговых технологий бурения как продолжение развития шланго-кабельного бурения – новый значительный этап в развитии технической системы «Бурение».



Проекция на горизонтальную плоскость траектории стволов СГ-3 (Из книги «Кольская сверхглубокая». М., 1998):

- 10 140 – глубина контактов опорной толщи
- 57° – азимут падения опорных толщ
- 65° – направление и угол падения толщ
- 4100 – глубина отдельных точек стволов
- I, II – (I–IV) номера стволов СГ-3 в хронологической последовательности (проекция ствола IV в интервале 10 500–11 882 м на рисунке не показана)



---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Р а з д е л 1. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ	8
Г л а в а 1. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ НАУЧНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА.....	8
1.1. Общие сведения о техническом творчестве. Понятие технической системы.....	8
1.2. Рационализация производства и изобретательская деятельность	16
1.3. Открытия.....	20
1.4. Тема изобретения.....	26
1.5. Формулировка изобретательской задачи.....	28
1.6. Основная черта изобретения.....	29
1.7. Поиск аналогов и прототипов.....	41
1.8. Уровни изобретательских задач.....	42
1.9. Методы решения изобретательских задач, предшествовавшие АРИЗ и ТРИЗ.....	49
1.9.1. Метод проб и ошибок.....	49
1.9.2. Мозговой штурм.....	52
1.9.3. Синектика.....	52
1.9.4. Морфологический ящик.....	54
Г л а в а 2. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ И ЕГО ЭЛЕМЕНТЫ	56
2.1. Понятие о законах развития технических систем.....	56
2.2. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ).....	58
2.3. Модификации АРИЗ.....	60
2.3.1. АРИЗ-61.....	60
2.3.2. АРИЗ-77 и АРИЗ-85.....	64
2.3.3. АРИЗ-2009.....	66
2.4. Основные приемы устранения технических противоречий.....	75
2.5. Использование приемов устранения технических противоречий	84
2.6. Микро- и макроуровни в решении изобретательских задач.....	87

2.7. Принципы вепольного анализа.....	90
2.7.1. Веполь – минимальная техническая система.....	90
2.7.2. Построение и преобразование веполей.....	93
2.7.3. Разновидности веполей.....	99
2.8. Глубокий анализ вещественно-полевых ресурсов.....	102
2.9. Законы развития технических систем.....	110
2.9.1. Законы принципиальной жизнеспособности новой ТС.....	111
2.9.2. Законы, определяющие общее направление развития ТС.....	115
2.9.3. Законы эволюционного развития ТС.....	129
2.9.4. Законы перехода ТС на качественно иной уровень развития... ..	134
2.9.5. Законы стадийности развития ТС.....	142
2.9.6. Закон приоритетного развития ТС.....	146
2.10. Пример применения положений ТРИЗ для анализа направлений развития технической системы на примере эволюции автомобиля	146
2.11. Стандарты на решение изобретательских задач.....	155
2.12. Изобретения на основе физических и химических эффектов.....	158
2.13. Понятие о теории решения изобретательских задач и связь с АРИЗ.....	162
2.14. Основные правила и приёмы ТРИЗ при решении задач.....	165
2.15. Примеры развития ТС, основанные на истории военного искусства .....	179
2.16. Примеры изобретательства из истории искусства.....	190
<b>Р а з д е л 2. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ     «БУРЕНИЕ» .....</b>	<b>193</b>
<b>Г л а в а 3. ЭТАПЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ     РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «БУРЕНИЕ»</b>	<b>193</b>
3.1. Исторические аспекты становления и развития возможностей технической системы «Бурение».....	193
3.2. Анализ направлений развития технической системы «Бурение»	199
3.3. Породоразрушающий инструмент, технологии углубки забоя и формирования ствола скважины.....	201
3.4. Породоразрушающий инструмент, заменяемый без подъема бурильной колонны из скважины.....	214
3.5. Анализ условий для обеспечения равномерного вращения бурильной колонны и создания условий для полной передачи усилий и энергии разрушения на забой скважины.....	216
3.6. Средства автоматизации и управления процессом бурения.....	221
3.7. Этапы совершенствования спуско-подъемных операций при бурении .....	222

3.8. Анализ основных конструктивных схем буровых установок.....	229
3.8.1. Основная конструктивная схема бурового станка для бурения скважин на твердые полезные ископаемые.....	233
3.8.2. Перспективы и возможные направления развития технической системы «Бурение», использующей колтюбинговую технологию.....	235
3.9. Направления развития средств и технологий опробования при разведке месторождений полезных ископаемых.....	236
3.10. Тенденции в развитии техники и технологий крепления стенок скважины.....	240
 Р а з д е л 3. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПАТЕНТОВЕДЕНИЯ.....	242
 Г л а в а 4. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РЕГИСТРАЦИИ ОТКРЫТИЙ	242
4.1. История создания системы регистрации открытий.....	242
4.2. Критерии охраноспособности открытий.....	245
4.3. Законы об изобретениях в России и СССР. Изменение законодательных основ в зависимости от экономической политики государства .....	247
4.4. Выявление изобретений.....	252
4.4.1. Объекты изобретений.....	252
4.4.2. Определение сущности и объекта патентной защиты.....	257
4.4.3. Формулировка существенных признаков.....	259
4.4.4. Единство изобретения.....	260
4.4.5. Условия патентоспособности изобретений.....	261
4.5. Оформление и подача заявки на изобретение, полезную модель и промышленный образец.....	267
4.5.1. Порядок подачи заявки на изобретение, полезную модель и промышленный образец.....	267
4.5.2. Состав документов заявки на изобретение, полезную модель и промышленный образец.....	268
4.5.3. Описание изобретения.....	270
4.5.4. Особенности объектов изобретения.....	275
4.5.5. Формула изобретения.....	278
4.5.6. Чертежи и иные материалы.....	282
4.5.7. Реферат.....	283
4.5.8. Выявление патентоспособных технических решений и оформление заявки на изобретение.....	284
4.5.9. Требования к документам заявки на полезную модель.....	299
4.6. Некоторые основные положения Патентного закона Российской Федерации.....	300

4.7. Патентные исследования.....	306
4.7.1. Международная система патентной информации.....	306
4.7.2. Международная система классификации промышленных образцов, товарных знаков, полезных моделей и изобретений.....	308
4.7.3. Источники патентной информации.....	311
4.8. Правовые основы рационализаторской деятельности.....	315
4.9. Требования к заявлению на рационализаторское предложение и его описанию.....	317
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	321
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	323
Приложение 1.....	325
Приложение 2.....	327

Учебное издание

**Нескоромных Вячеслав Васильевич**  
**Рожков Владимир Павлович**

**ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО  
И ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ  
ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ**

Редактор *Н. А. Варфоломеева*  
Компьютерная верстка *Н. Г. Дербенёвой*

Подписано в печать 20.02.2014. Печать плоская. Формат 60×84/16  
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 21,0. Тираж 500 экз. Заказ № 1646

Издательский центр  
Библиотечно-издательского комплекса  
Сибирского федерального университета  
660041, Красноярск, пр. Свободный, 79  
Тел./факс (391) 206-21-49, e-mail: [rio@lan.kras.ru](mailto:rio@lan.kras.ru)

Отпечатано Полиграфическим центром  
Библиотечно-издательского комплекса  
Сибирского федерального университета  
660041, Красноярск, пр. Свободный, 82а  
Тел./факс (391) 206-26-49, тел. 206-26-67  
E-mail: [print\\_sfu@mail.ru](mailto:print_sfu@mail.ru); [http:// lib.sfu-kras.ru](http://lib.sfu-kras.ru)