

В. Петров

**Алгоритм решения изобретательских
задач**

Учебное пособие

Тель-Авив, 1999

Петров В.

Алгоритм решения изобретательских задач.
Учебное пособие. Тель-Авив, 1999

Это четвертая книга из серии "Профессиональный ТРИЗ". Пособие знакомит с алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ), который является одной из составных частей теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), автор, которой – Генрих Альтшуллер.

АРИЗ – комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач.

ТРИЗ - уникальный инструмент для:

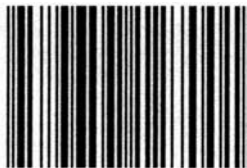
- поиска нетривиальных идей,
- выявления и решения многих творческих проблем,
- выбора перспективных направлений развития систем, в частности, техники, технологии и снижения затрат на их разработку и производство,
- развития творческого мышления,
- формирования творческой личности и коллективов.

Эта теория в последние годы стала популярной в США, странах Европе, Японии, Израиле и некоторых странах.

Книга предназначена для инженеров и изобретателей, ученых и людей, решающих творческие задачи, студентов университетов и колледжей. Она может быть полезна преподавателям университетов, учителям школ и учащимся старших классов.

До этого были выпущены книги «Введение в ТРИЗ», «Законы развития систем», «Вепольный анализ».

ISBN 965-7127-00-9



9789657127001

©1976-1999 by **Vladimir Petrov**

*Книга посвящается светлой памяти
самых близких мне людей:*

Учителю и другу Генриху Альтшуллеру

и жене и соратнику Эстер Злотин.

Содержание

Введение	7
Рекомендации по эффективному использованию книги	9
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРИЗ	12
1.1. Понятие о противоречиях	12
1.2. Идеальный конечный результат	23
1.3. Основная линия решения задач по АРИЗ	33
1.4. Логика АРИЗ.....	39
1.5. Вспомогательные понятия АРИЗ	50
1.6. Практика по формулированию противоречий	65
2. СТРУКТУРА АРИЗ.....	105
2.1. Общие сведения	105
2.2. Первая часть	108
2.3. Вторая часть	109
2.4. Третья часть.....	109
2.2. Четвертая часть.....	110
2.2. Пятая часть.....	110
2.2. Шестая часть.....	110
2.2. Седьмая часть.....	111
2.2. Восьмая часть.....	112
2.2. Девятая часть.....	116
3. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ	117
3.1. Основные понятия и структура 1-ой части АРИЗ.....	117
3.2. Формулировка мини-задачи	121
3.3. Формулировка конфликтующей пары	125
3.4. Формулировка углубленного противоречия.....	128
3.5. Выбор конфликтующей пары	133
3.6. Усиление конфликта.....	136
3.7. Формулировка модели задачи	137
3.8. Представление вепольной модели задачи.....	141
4. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ.....	146
4.1. Основные понятия и структура 2-ой части АРИЗ.....	146
4.2. Определение оперативной зоны	149

4.3. Определение оперативного времени	150
4.4. Определение вещественно-полевых ресурсов.....	151
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП.....	153
5.1. Основные понятия и структура 3-й части АРИЗ.....	153
5.3. Усиленная формулировка ИКР	155
5.4. Формулировка обостренного противоречия.....	157
5.5. Формулировка ИКР-2	160
5.6. Применение системы стандартов	160
6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОВ	164
6.1. Основные понятия и структура 4-ой части АРИЗ.....	164
6.2. Применение метода ММЧ	166
6.2. Шаг назад от ИКР	169
6.3. Применение преобразованных ВПР.....	170
7. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА.....	175
7.1. Основные понятия и структура 5-ой части АРИЗ.....	175
7.2. Использование системы стандартов.....	176
7.3. Использование задач-аналогов.....	177
7.4. Использование типовых преобразований	177
7.1. Применение технологических эффектов	180
8. ИЗМЕНЕНИЕ И/ЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ.....	181
9. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ОП.....	189
9.1. Основные понятия и структура 7-ой части АРИЗ.....	189
9.2. Контроль решения	190
9.3. Оценка решения.....	191
9.4. Определение новизны и подзадач	193
10. РАЗВИТИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИДЕИ	194
10.1. Основные понятия и структура 8-ой части АРИЗ.....	194
10.2. Согласование полученного решения	195
10.3. Использование полученной системы.....	196
10.4. Использование идеи решения	197
11. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ.....	202
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	205
Рекомендации по использованию АРИЗ	205
Рекомендации по совершенствованию навыков	208
Усовершенствование знаний, описанных в книге	211

Содержание

<i>Углубление знаний по ТРИЗ.....</i>	<i>212</i>
<i>Получение знаний из других областей ТРИЗ.....</i>	<i>216</i>
Алфавитный указатель.....	220
Литература.....	220
ПРИЛОЖЕНИЯ	223
<i>Приложение 1. Структура и функции ТРИЗ.....</i>	<i>223</i>
<i>Приложение 2. Сокращенный текст АРИЗ-85-В.....</i>	<i>230</i>
<i>Приложение 2. Схемы типовых конфликтов</i>	<i>242</i>
<i>Приложение 3. Разрешение обостренных противоречий</i>	<i>246</i>
<i>Приложение 5. Соответствие веществ и полей</i>	<i>248</i>
<i>Приложение 6. Список задач.....</i>	<i>255</i>

Введение

Перед Вами, дорогой читатель, одна из книг серии "Профессиональный ТРИЗ" Книга знакомит с алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ)¹, который является одной из составных частей теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). **Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)** – наука, позволяющая не только выявлять и решать творческие задачи в любой области знаний, но и развивать творческое (изобретательское) мышление, развивать качества творческой личности. Не редко в основе решения задачи лежит на первый взгляд «дикая» идея. ТРИЗ дает возможность человеку не только быть готовым к таким идеям, но и получать их.

Автор ТРИЗ – **Генрих Альтшуллер**.

Первая книга² из этой серии знакомит с основами ТРИЗ.

АРИЗ – раздел теории решения изобретательских задач – ТРИЗ (см. рис. 1), предназначенный для решения нестандартных (с точки зрения ТРИЗ) задач повышенной сложности. АРИЗ разработан Генрихом Альтшуллером и представляет собой алгоритмическую программу для детального анализа задачи с пошаговым продвижением к ответу.

Название "алгоритм решения изобретательских задач" впервые использовано в приложении к "Экономической газете"³. Аббревиатура АРИЗ впервые применена в книге [4]. В

¹ Эта книга была написаны после ухода из жизни Эстер Злотин, но многие материалы были подготовлены совместно. Первое издание этой книги было выпущено в 1992: **Злотин Э. Петров В. Алгоритм решения изобретательских задач.** Тель-Авив, 1992. Основу книги составили работы автора [11,12].

² **Петров В. Злотин Э. Введение в теорию решения изобретательских задач.** Учебное пособие. Тель-Авив, 1999- 430 с.

³ Приложение "Технико-экономические знания" к еженедельнику "Экономическая газета" за 1 сентября 1965 г.

дальнейшем модификации АРИЗ включали указание на год создания, например, АРИЗ-71, АРИЗ-77...

В данной книге рассматриваются основные понятия АРИЗ, его теоретические основы, структура и технология решения задач с помощью этого алгоритма. Все элементы поясняются большим количеством примеров.

АРИЗ включает три основные компоненты (см. рис. 1):

- программу;
- информационное обеспечение;
- методы управления психологическими факторами.

1. **Программа АРИЗ** представляет собой последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий (см. основную линию АРИЗ, п.1,3), анализу исходной ситуации и выбору задачи для решения, синтезу решения, анализу полученных решений и выбору наилучшего из них, развитию полученных решений, накоплению наилучших решений и обобщению этих материалов для улучшения способа решения других задач. Структура программы и правила ее выполнения базируются на законах и закономерностях развития техники.

2. **Информационное обеспечение** питается из информационного фонда, который включает систему стандартов на решение изобретательских задач; технологические эффекты (физические, химические, биологические, математические, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время – геометрические); приемы устранения противоречий; способы применения ресурсов природы и техники.

3. **Методы управления психологическими факторами** необходимы вследствие того, что программа АРИЗ предназначена не для компьютера, а задачи решаются человеком. При решении изобретательских задач у решателя возникает психологическая инерция, которой необходимо

управлять. Кроме того, эти методы позволяют развить творческое воображение, необходимое для решения сложных изобретательских задач.

АРИЗ-85-В достаточно сложный инструмент. Не рекомендуется его применять без предварительного изучения основ ТРИЗ и основательной проработки видов противоречий, основной линии решения задач и логики АРИЗ.

При решении задач по АРИЗ не спешите, тщательно обдумывайте и записывайте формулировку каждого шага. Обязательно записывайте все соображения, возникающие по ходу решения задачи.

Помните, что **АРИЗ – инструмент для мышления, а не вместо мышления.**

Прежде чем приступить к решению задач по АРИЗ, проверьте: может быть, ваша задача решается по стандартам. АРИЗ - инструмент для решения нестандартных задач (см. рис.1).

Рекомендации по эффективному использованию книги

Предварительно, перед чтением этой книги, рекомендуем ознакомиться с основами ТРИЗ, или как минимум со структурой и функциями ТРИЗ (см. приложение 1). В данной книге рассматриваются некоторые понятия, которые были введены в первой книге⁴. Книга написана в последовательности, в которой автор рекомендуют осваивать АРИЗ.

Автор придерживаются послойного изучения различных дисциплин для взрослой аудитории. Особенно это относится к

⁴ Злотин Э., Петров В. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Тель-Авив, 1999. <http://www.trizminsk.org/e/23110.htm>

Петров В. Основы теории решения изобретательских задач. – Тель-Авив, 2000. <http://www.natm.ru/triz/articles/petrov/00.htm>

Петров В. Базовый курс по теории решения изобретательских задач. – Тель-Авив, 2000. <http://www.trizfido.narod.ru/00/petrov.htm>

изучению, такой многогранной науки как ТРИЗ. 30-летний опыт обучения ТРИЗ подтвердил нашу правоту.

Послойное изучение предмета - это переход от общего к частному, от поверхностного рассмотрения всей системы к углубленному изучению деталей.

Первоначально показывается вся система целиком, рассказывают предназначение каждой из частей и уясняют их взаимосвязи.

На следующем этапе рассматривается одна из частей системы, как единое целое. Описывается ее структура, предназначение каждой из подчастей и их взаимосвязь.

В дальнейшем изучаются подчасти. При необходимости подключаются некоторые элементы других частей.

Далее возвращаются к общей системе. Показывается место, рассмотренной части, в общей системе и переходят к изучению следующей части.

Таким образом, изучаются все отдельные части и их взаимосвязь в системе. Все это представляет собой первый уровень обучения.

На следующих уровнях детально изучается определенная часть, показываются тонкости, которые при первичном рассмотрении были недоступны, отвлекали бы от главных моментов и усложнили их понимание. Продемонстрируем изложенную методику послойного изучения предмета на структуре этой книги.

Общая структура, функции, основные понятия и инструменты ТРИЗ были даны в первой книге. Информации, содержащейся в ней, достаточно для получения общих знаний о ТРИЗ и ее практического использования. Это был первый уровень знакомства с ТРИЗ.

На втором уровне углубленно изучаются отдельные инструменты. Данная книга посвящена углубленному изучению алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ).

На втором уровне так же используется послойное изучение.

В **первой главе** даются основные понятия и определения АРИЗ. Изложено определение противоречия и понятия о видах противоречий, объясняется каждый из видов противоречий. Приводится определение идеального конечного результата (ИКР) и особенности его применения. Детально описываются основная линия решения задач по АРИЗ и логика АРИЗ. Кроме того, на примерах поясняются и другие понятия АРИЗ.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРИЗ

К основным понятиям АРИЗ относятся: **противоречия** и **идеальный конечный результат (ИКР)**.

1.1. Понятие о противоречиях

“Противоречие есть критерий истины, отсутствие противоречия – критерий заблуждения”.

Гегель

Различные технические средства создавались и создаются для удовлетворения тех или иных потребностей человека.

Потребности растут значительно быстрее возможностей их удовлетворения, что и является своего рода источником технического прогресса.

Проектирование новых объектов чаще всего подразумевает улучшение тех или иных технических параметров системы.

Сложные изобретательские задачи (неизвестных типов) требуют нетривиального подхода, так как улучшение одних параметров системы приводит к недопустимому ухудшению других параметров. Возникают **противоречия**.

Прежде всего, уясним, что такое противоречие и какие его виды присущи техническим системам.

"Противоречие – взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении, выступая источником самодвижения и развития объективного мира и познания"⁵

В жизни мы часто сталкиваемся с противоречиями. Чаще всего они возникают при попытке что-то изменить в системе.

⁵ Большая Советская Энциклопедия, т. 21 с. 132.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Улучшая систему, одну ее часть (подсистему), свойство или параметр, мы невольно ухудшаем другие. Так возникают **противоречия**.

Обычно эти противоречия пытаются сгладить. Чуть-чуть улучшить один параметр и чуть-чуть ухудшить другой, находя компромиссные решения, но при этом не устраняется первопричина возникновения противоречия. Это временное решение, через некоторое время вновь придется возвращаться к этой задаче.

Более **правильно разрешить** имеющееся **противоречие**. Для этого мы должны **выявить противоречия и причины из возникновения**, а затем разрешить их.

Решение задач по АРИЗ представляет собой последовательность по выявлению и разрешению противоречий, причин, породивших данные противоречия и устранению их использованием информационного фонда. Так определяются причинно-следственные связи, суть которых - углубление и обострение противоречий.

Для этого в АРИЗ рассматриваются три вида противоречий:

- **Поверхностное противоречие (ПП)**
- **Углубленное противоречие (УП)**
- **Обостренное противоречие (ОП).**

Г.Альтшуллер их назвал соответственно:

- **Поверхностное – административным противоречием (АП);**
 - **Углубленное – техническим противоречием (ТП);**
 - **Обостренное – физическим противоречием (ФП).**
- ПОВЕРХНОСТНОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (ПП)** -

противоречие между потребностью и возможностью ее удовлетворения. Его достаточно легко выявить. Оно часто задается администрацией или заказчиком и формулируется в виде: *"Надо выполнить то-то, а как неизвестно", "Какой-то параметр системы плохой, нужно его улучшить", "Нужно устранить такой-то недостаток, но не известно, как",*

1.1. Понятия о противоречиях

"Имеется брак в производстве изделий, а причина его не известна".

В связи с тем, что такое противоречие, как правило, формулируется руководством (администрацией) оно у Г.Альтшуллера и называется **административным противоречием (АП)**

Таким образом, ПП выражается в виде **нежелательного эффекта (НЭ)** - что-то плохо, или **необходимо создать что-то новое** неизвестно каким образом.

Покажем, как формулируются отдельные виды противоречий.

Задача 1.1. Авиадвигатели

Перед конструкторским бюро А.Н.Туполева была поставлена задача создания к концу 50-х годов нового пассажирского самолета на 170 мест с большой дальностью полета. Для этого потребовалось авиадвигатели на суммарную мощность 50 тыс. л.с. У самого мощного из имеющихся в СССР двигателей ТВ-2 было всего 6 тыс. л.с. Как быть?⁶

Это типичное ПП.

Задача 1.2. Скорость судна

Необходимо увеличить скорость судна, а как - неизвестно.

Задача 1.3. Мощный двигатель

Хочется, чтобы автомобиль имел более мощный двигатель.

Задача 1.4. Кастрюля

Можно обжечься, когда берешь горячую кастрюлю с плиты. Как устранить этот недостаток?

УГЛУБЛЕННОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (УП) - это противоречие между определенными частями, качествами или параметрами системы. **УП** возникает при улучшении одних частей (качеств или параметров) системы за счет недопустимого ухудшения других, т.е. полезное действие, вызывает одновременно и вредное. УП можно рассматривать и как введение или усиление полезного действия, либо устранение или ослабление вредного действия вызывает ухудшение (в

⁶ Техника и Наука, № 9, 1982, с.24-27

2. СТРУКТУРА АРИЗ

частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом.

УП представляет собой причину возникновения поверхностного противоречия, углубляя его. В глубине одного **ПП**, чаще всего, лежит несколько **УП**.

Как правило, улучшая одни характеристики объекта, мы резко ухудшаем другие. Обычно приходится искать компромисс, то есть чем-то жертвовать.

При решении технических задач, изменяют технические характеристики объекта, поэтому Г.Альтшуллер углубленное противоречие назвал **техническим противоречием**.

Техническое (углубленное) противоречие возникает в результате диспропорции развития различных частей (параметров) системы. При значительных количественных изменениях одной из частей (параметров) системы и резком "отставании" другой (других) ее частей возникает ситуации, когда количественные изменения одной из сторон системы вступают в противоречие с другими. Разрешение такого противоречия часто требует качественного изменения этой технической системы. В этом и проявляется закон перехода количественных изменений в качественные⁷.

Продолжим рассмотрение задач.

Задача 1.1. Авиадвигатели (продолжение).

Чтобы получить требуемую суммарную мощность нужно использовать 8 двигателей. При этом самые крайние двигатели располагаются на расстоянии 25 м от фюзеляжа, что недопустимо удлиняет крылья. Возникает углубленное противоречие между **МОЩНОСТЬЮ** самолета и недопустимым увеличением **ДЛИНЫ** крыла.

Сформулируем другое углубленное противоречие. Если перейти к спаренным двигателям на общую мощность 12 тыс. л.с., то нужно

⁷ Трактовка этого закона для развития технических систем изложена в: **Жуков Р.Ф., Петров В.М. Современные методы научно-технического творчества.** - Л: ИПК СП, 1980.-88 с.

Злотин Э., Петров В. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Тель-Авив, 1999. <http://www.trizminsk.org/e/23110.htm>

1.1. Понятия о противоречиях

использовать воздушный винт диаметром 9 м, что приводит к необходимости поднять самолет над землей на 5 м. Углубленное противоречие в этом случае между **МОЩНОСТЬЮ** двигателей и большой **ВЫСОТОЙ** самолета.

Такие виды УП могут быть, в частности, устранены использованием приема "**Переход в другое измерение**".

А.Н.Туполев разрешил описанное противоречие следующим образом. Он предложил спарить двигатели в единый блок, а на одном валу блока расположить сразу два четырехлопастных воздушных винта, которые вращаются в разные стороны. Потребовалось всего 4 блока (по два на крыло), диаметр винта составил 5,2 м. Самолет не нужно поднимать на большую высоту. В результате был создан самолет ТУ-114 с достаточно высокой скоростью полета до 870 км/час.

Задача 1.2. Скорость судна (продолжение).

Увеличение грузоподъемности судна связано с уменьшением скорости хода. В свою очередь, увеличение скорости хода судна приводит к росту мощности двигателей, увеличению энергозатрат, что требует увеличения веса, габаритов силовой установки и запасов топлива. Чрезмерное их увеличение может привести к тому, что негде будет размещать полезный груз. В данном примере выявлены технические противоречия: **ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ - СКОРОСТЬ, СКОРОСТЬ - МОЩНОСТЬ, МОЩНОСТЬ - ЭНЕРГОЗАТРАТЫ, ЭНЕРГОЗАТРАТЫ - ВЕС** и т.д.

Задача 1.3. Мощный двигатель (продолжение).

Увеличение мощности автомобиля приводит к повышенному расходу бензина. Т.е. УП – увеличение мощности – расход вещества.

Задача 1.4. Кастрюля (продолжение).

Необходимость нагрева кастрюли при приготовлении пищи вступает в противоречие с процедурой снятия кастрюли голыми руками? Т.е. УП – температура (приготовление пищи) – вредные факторы, генерируемые самим объектом (безопасность).

Рассмотрим еще задачи.

Задача 1.5. Микросхема

Обычно проводники в интегральных микросхемах (ИМС) делают из золота, имеющего самое малое удельное сопротивление току, но недопустимо плохую адгезию с материалом подложки. Как быть?

Возникает углубленное противоречие между **ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ** и **АДГЕЗИЕЙ**.

Задача 1.6. Корпус яхты

2. СТРУКТУРА АРИЗ

"В конце концов, конструкторы пришли к выводу, что при проектировании корпуса яхты необходимо добиваться некоторого оптимального компромисса в соблюдении трех основных предпосылок:

- 1) минимального сопротивления формы корпуса;
- 2) максимальной остойчивости;
- 3) минимального сопротивления трения.

Эти требования взаимопротиворечивы. Узкая длинная яхта имеет малое сопротивление формы, однако, как мало остойчивая, не может нести достаточно большой парусности. Повышение остойчивости путем увеличения веса балласта сопровождается одновременным увеличением осадки и, следовательно, увеличивает сопротивление трения. Увеличение остойчивости путем увеличения ширины корпуса вызывает увеличение сопротивления формы корпуса. Задача конструктора состоит в отыскании "золотой середины", в применении трех противоречивых условий конструирования"⁸.

Прежде чем решать эти задачи рассмотрим еще один вид противоречий, рассматривающийся в АРИЗ.

ОБОСТРЕННОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ (ОП) - предъявление диаметрально противоположных свойств (например, физических) к определенной части технической системы. Оно необходимо для определения причин, породивших углубленное противоречие, т.е. является дальнейшим его углублением. Уточнение (углубление) противоречий может продолжаться и дальше для выявления первопричины.

Для человека, незнакомого с АРИЗ, формулировка **ОП** звучит непривычно и даже дико - **некоторая часть ТС должна находится сразу в двух взаимоисключающих (взаимопротивоположных) состояниях: быть холодной и горячей, подвижной и неподвижной, длинной и короткой, гибкой и жесткой, электропроводной и неэлектропроводной и т.д.**

Изучение причин, породивших углубленное (техническое) противоречие, в технических системах, как правило, приводит к необходимости выявления противоречивых **физических** свойств

⁸ Михай Чеслав. Теория плавания под парусами. - Л.: Судостроение, 1963, с. 43.

1.1. Понятия о противоречиях

системы, поэтому Г.Альтшуллер назвал это **физическим противоречием**.

Продолжим разбор приведенных ранее задач.

Задача 1.2. Скорость судна (продолжение).

Уменьшить энергозатраты можно, ликвидировав подводную часть корпуса корабля. Но чтобы судно держалось на плаву, подводная часть корпуса необходима. Итак, обостренное противоречие: **подводная часть корпуса должна быть для обеспечения плавучести и не должна быть, чтобы не увеличивать энергозатраты при увеличении скорости**.

Были придуманы суда на подводных крыльях, воздушной подушке и экранопланы.

Задача 1.3. Мощный двигатель (продолжение).

Бензина должно тратиться **много**, чтобы двигатель имел возможность работать на полную мощность, и бензина должно тратиться **мало**, чтобы не создавать лишние расходы. Таким образом, ОП – расход бензина должен быть большой и маленький.

Придуманы эжекторные двигатели.

Задача 1.4. Кастрюля (продолжение).

Кастрюля должна быть **горячей**, чтобы осуществлялся процесс варки, и должна быть **холодной**, чтобы ее было безопасно брать.

Горячим должна быть внутренняя поверхность кастрюли. Холодной должны быть ручки, внешняя поверхность кастрюли и крышки.

Частичные решения: ручки выполняются из теплоизоляционного материала или ручку теплоизолируют от поверхности кастрюли. Такое же решение и с ручкой от крышки.

Немного лучшее решение, если дно кастрюли делать теплопроводным (металлическим), а стенки кастрюли делать теплоизоляционными, например, пластмассовыми или керамическими.

Полное решение – внешний слой кастрюли и крышки покрывать теплоизоляционным слоем. Тогда в кастрюле будет дольше сохраняться тепло. Это же решение может быть применено и к чайнику⁹.

Задача 1.5. Микросхема (продолжение).

Сформулируем обостренное противоречие (ОП). Чтобы проводник в ИМС имел маленькое сопротивление, он должен быть выполнен из золота, а чтобы проводник имел хорошую адгезию с подложкой, должен быть из другого материала. Более короткое и обостренное ОП можно

⁹ Изложенные решения предложены автором.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

сформулировать: материал проводника должен быть из **ЗОЛОТА** и **НЕ ИЗ ЗОЛОТА**. Типичное разрешение такого обостренного противоречия - использование **ПОСРЕДНИКА**.

Правило использование посредника подробно рассматривается при изучении веполного анализа.

Видимо, Вы уже догадались о решении. Сначала наносят **подслой**, имеющий хорошую адгезию с подложкой и с золотом, а затем на него напыляют золото. В качестве подслоя берут никель или титан.¹⁰

Задача 1.6. Корпус яхты (продолжение).

В задаче с проектированием корпуса яхты обостренных противоречий несколько:

1. **Для того чтобы яхта двигалась с большей скоростью (имело малое сопротивление формы), корпус должен быть узким и длинным, а чтобы вынести большую парусность (быть устойчивой), корпус должен быть широким.**

Это противоречие было разрешено изобретением катамарана – два параллельных корпуса, соединенных вместе. Каждый корпус узкий, поэтому имеет малое сопротивление движению, а общая ширина корпуса широкая, поэтому яхта устойчивая.

2. Второе обостренное противоречие относится к другой части яхты - к балласту (киль). **Для повышения устойчивости яхты балласт должен быть тяжелым, а чтобы она была более маневренной, балласт должен быть легким.**

Противоречие разрешается или использованием внутреннего пространства килля, например, помещают туда аккумуляторы. Или киль делается пустотелым в виде трубы, в котором всегда проходит вода, являющаяся грубом (балластом).

Рассмотрим еще одну задачу.

Задача 1.7. Радиотехническое устройство

Для питания многих радиотехнических устройств (РТУ) используются промышленная сеть переменного тока, хотя большинство блоков РТУ, например, усилитель, генератор и другие нуждаются в постоянном питающем напряжении. По этой причине на выходе усилителя необходим элемент, имеющий противоречивые физические свойства. Он должен быть **ПРОВОДЯЩИМ** для положительной полуволны синусоидального тока и **НЕПРОВОДЯЩИМ** для отрицательной полуволны, чтобы обеспечить усилитель однополярным питающим напряжением. Данное обостренное

¹⁰ Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учебное пособие. - М.: Сов. радио, 1980.-424 с.

1.1. Понятия о противоречиях

противоречие (ОП) разрешается за счет выпрямителя, выполненного на диодах, обладающих указанными физическими свойствами и реализующих функцию преобразования переменного тока в постоянный.

Следует подчеркнуть еще раз, что в отличие от углубленного (технического) противоречия, принадлежащего всей системе, обостренное (физическое) - относится только к определенной ее части.

Таким образом, рассмотренные три вида противоречий образуют цепочку: **поверхностное противоречие (ПП)** – **углубленное противоречие (УП)** - **обостренное противоречие (ОП)**, которая определяет причинно-следственные связи в исследуемой технической системе.



Проиллюстрируем эту цепочку.

Задача 1.8. Чемоданы

ПП – пустые чемоданы занимают **много места** (нежелательный эффект).

УП – чемодан необходим для **перевозки вещей**, но **занимает много места** дома, когда его не используют.

ОП – чемодан должен быть большой, чтобы в него помещалось много вещей, и маленький, чтобы он не занимал много места, когда он не используется. Т.е. чемодан должен быть **большой** и **маленький**.

Решение: Чемодан делается складной. Или чемоданы в виде матрешки. Меньший чемодан вкладывается в больший.

Задача 1.9. Мощные транзисторы

Неидеальность ключевых свойств мощных транзисторов и диодов являются причиной потерь электрической энергии, которая разогревает полупроводниковый прибор, ухудшая тепловой режим его работы.

Сформулируем **поверхностное противоречие (ПП)**: *"Необходимо улучшить тепловой режим транзисторного (диодного) ключа в радиоэлектроаппаратуре, в которую он устанавливается"*. Или: *"Необходимо исключить перегрев силового транзистора в усилителе радиоприемника"*. В первой формулировке ПП показывается, какое качество нужно улучшить, а во второй - **нежелательный эффект (НЭ) - перегрев транзистора**.

Устранение указанного поверхностного противоречия может осуществляться за счет создания нового транзистора или применения

2. СТРУКТУРА АРИЗ

радиатора, который улучшает тепловой режим работы транзистора, но увеличивает габариты радиоаппаратуры.

Углубленное противоречие (УП) между **ТЕМПЕРАТУРОЙ** и **ГАБАРИТАМИ** или **ПОТЕРЯМИ ЭНЕРГИИ (МОЩНОСТИ)** и **ГАБАРИТАМИ**.

Улучшение теплоотвода приводит к необходимости увеличения площади радиатора, а снижение габаритов радиоаппаратуры требует уменьшения площади радиатора.

Опишем **обостренное противоречие (ОП)**: *площадь радиатора должна быть БОЛЬШОЙ, чтобы улучшить отвод тепла, и МАЛЕНЬКОЙ, чтобы радиоаппаратура была малых габаритов.*

Такое противоречие можно, например, разрешить путем изменения структуры. На радиаторе делают ребра. Общая площадь радиатора остается такой же или больше, а габариты аппаратуры не увеличиваются и даже могут быть уменьшены.

Целый букет противоречий разобран Ф.Энгельсом в работе "История винтовки".

Рассмотрим некоторые из них.

Задача 1.10. Винтовка

Изобретение винтовки преследовало цель - улучшить результаты стрельбы. Поэтому в гладкоствольных мушкетах была сделана нарезка, а плотно пригнанная пуля скользила по ним. При этом заряжать винтовку стало гораздо сложнее и дольше - пулю приходилось забивать шомполом (раньше оружие заряжалось с дульной части).

Возникло углубленное (техническое) противоречие между точностью стрельбы (преимущества нарезков винтовки) и скорострельностью или удобством заряжания (преимущества гладкоствольного оружия - мушкетов).

В глубине этого углубленного противоречия лежат несколько обостренных (физических). Вот некоторые из них:

1. Чтобы повысить точность стрельбы, необходимы нарезки на внутренней поверхности ствола, а чтобы облегчить заряжание (повысить скорострельность), нарезки не нужны (внутреннюю поверхность ствола необходимо иметь гладкой).

2. Или - для увеличения скорострельности пуля должна не плотно прилегать к внутренней поверхности ствола, а для улучшения точности стрельбы пуля должна плотно прилегать к внутренней поверхности ствола и даже врезаться в нарезки.

Обратите внимание, что, эти обостренные противоречия составлены для разных частей системы (винтовки): 1 – для ствола, 2 – для пули.

1.1. Понятия о противоречиях

В то время пуля оборачивалась просаленной материей (пластырем) и без особых усилий забивалась шомполом в ствол.

Затем выяснилось, что для увеличения точности и дальности стрельбы пуле необходимо придавать вращательное движение, при этом она более точно выдерживает заданное ей направление, так как становится более устойчивой. На внутренней поверхности ствола стали делать винтовые нарезы. Прежнее противоречие еще более обострилось, в связи с тем, что заряжать винтовку стало еще труднее.

Винтовка "в значительной мере превосходила гладкоствольный мушкет в отношении меткости... Вместе с тем, зарядание винтовки являлось делом сравнительно трудным. Забивание пули представляло довольно утомительную операцию; порох и завернутая в пластырь пуля вкладывались в ствол отдельно, и за одну минуту можно было сделать не более одного выстрела"¹¹.

В данном случае обостренное противоречие будет.

Нарезы должны быть винтовые, для повышения точности стрельбы, и не должны быть винтовые (должны быть прямые) для повышения скорострельности.

Вот еще одно из характерных обостренных противоречий: "Старая винтовка, для того чтобы облегчить забивание пули, должна была быть короткой, настолько короткой, что она уже не подходила в качестве рукоятки для штыка"¹². **Ствол винтовки должен быть коротким, чтобы было легче забивать пулю, и должен быть длинным, чтобы служить рукояткой для штыка.**

Противоречие было разрешено, когда был придуман затвор. Винтовка заряжалась с казенной части.

Теперь, рассмотрев различные противоречия, следует еще раз отметить, что решить сложную техническую задачу – значит улучшить необходимые показатели системы, не ухудшая другие. Осуществить это возможно путем выявления углубленного (технического) противоречия, определения причин, породивших его, или даже причины причин (выявление обостренного противоречия), и устранения этих причин, то есть разрешения обостренного (физического) противоречия.

Этап выявления обостренного противоречия представляет

¹¹Энгельс Ф. История винтовки. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., изд. 2-е, т.15.- М.: Политиздат, 1959, с. 202.

¹² Там же, с. 203.

собой точную постановку задачи.

Выявление обостренного противоречия при решении технических задач требует определенной направленности поиска, что возможно только при знании ответа. В реальной технической задаче ответ, безусловно, не известен.

Направленность в решении может быть достигнута ориентировкой на законы развития технических систем и, прежде всего, на закон увеличения степени идеальности технической системы¹³.

1.2. Идеальный конечный результат

Решение математических задач и задач "на сообразительность" часто выполняют методом "от противного". Суть метода заключается в том, что решать задачу начинают с конца. Определяют конечный результат - ответ. Уяснив его, "прокладывают" дорогу к началу, то есть решают задачу.

Заманчиво было бы и решение технических задач осуществлять аналогичным образом. Но как же узнать ответ?

Действительно, при решении технических задач ответ не известен, но можно пойти дальше... Можно представить идеал разрабатываемого устройства – идеальное устройство – **идеальный конечный результат (ИКР)**.

Идеальная техническая система - это система, которой нет, а ее функции выполняются, т.е. цели достигаются без средств. ИКР - маяк, к которому следует стремиться при решении задачи.

ИКР - решение, которое мы хотели бы видеть в своих мечтах, выполняемое фантастическими существами или средствами (волшебная палочка). Например, дорога существует

¹³ Система законов изложена в: Петров В. Законы развития технических систем. – Л: 1989.

1.2. Идеальный конечный результат

только там, где с ней соприкасаются колеса транспорта. ИКР транспортного средства - когда его нет, а груз транспортируется (груз сам передвигается в нужном направлении с необходимой скоростью).

Достаточно много технических систем, в названии которых есть слово САМ. Например, самосвал. САМ – значит без непосредственного участия человека. Раньше этому способствовала механизация, теперь автоматизация и кибернетизация, в частности, компьютеризация. Стиральная машина САМА (по программе) выполняет необходимую работу. Компьютер САМ переводит текст, делает мультфильмы или проектирует те или иные объекты.

Об идеальных аппаратах мечтают и исследователи океанских глубин: "Безусловно, уже давно люди понимали, что **идеальным** (выделил автор) был бы такой аппарат, который создавал бы на глубине "земные" условия"¹⁴.

Пример 1.1. Идеал спасательных средств на воде - непотопляемая лодка при любых погодных условиях. "... удружающие фирмы ряда стран разработали конструкцию "непотопляемой" спасательной лодки, полностью герметичной и вмещающей в кубрик 35 человек, которые прикрепляют себя к сидениям спасательными ремнями. Лодка выполнена из прочного легкого материала и может без какого-либо вреда для пассажиров катапультироваться с высоты 25 м. Даже уйдя под воду, она снова выплывает на поверхность, принимая нормальное положение"¹⁵.

Одна из основных особенностей "идеального устройства" ("идеальной системы") та, что оно должно **появляться только в тот момент, когда необходимо выполнять полезную работу, причем в это время система несет 100% расчетную нагрузку. Во все остальное время этой системы не должно существовать или она должна выполнять другую полезную работу.** Это свойство давно нам знакомо из сказок - "Скатерть-самобранка" и т.д.

¹⁴ Диомидов М.Н., Дмитриев А.Н. *Покорение глубин.* - Л.: Судостроение, 1969, с. 93.

¹⁵ "Непотопляемая лодка". *Панорама, Наука и Техника*, 1979, № 6, с. 34

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Много примеров можно привести и из жизни; все убирающиеся и складные предметы. Например, складная и приставная мебель (стол, диваны, кровати и т.д.), надувные предметы (лодки, спасательные жилеты, матрасы, кресса, понтоны и т.д.)

Пример 1.2. Для спасения людей в случае аварийной посадки самолета на воду английские инженеры разработали спасательное устройство, представляющее собой понтоны, которые автоматически надуваются сжатым воздухом¹⁶.

Вторая особенность "идеальной машины" или идеального устройства, что его вообще нет, а работа, которую они должны выполнять, производится как бы сама собой (с помощью волшебной палочки).

Идеальный грузовик - это кузов, перемещающий груз. Все остальные части грузовика лишние, они необходимы только для достижения этой цели.

ИКР транспортного средства - когда его нет, а груз транспортируется (груз "сам" передвигается в нужном направлении с необходимой скоростью).

Приведем примеры на свойство идеальности.

Пример 1.3. "Автомобильные ремни безопасности необходимо периодически менять. Вызвано это опасениями, не ослаблен ли материал. Изобрели ленту, которая сама своим видом покажет, когда ее менять"¹⁷.

Пример 1.4. "На рисунок протектора наносят слой цветной краски и фиксируют километраж, пройденный автомобилем до истирания нанесенного слоя. Такой метод оценки изнашиваемости шин прост, пригоден при исследованиях долговечности новых типов и конструкций"¹⁸. Этот метод можно применять при контроле шин для их замены.

Пример 1.5. Оконные стекла необходимо мыть. Осуществлять эту операцию в цехах с высокими и большой площади окнами довольно сложно и трудоемко. Если цехи "остеклить" лавсановой пленкой, то при дуновении легкого ветерка пленка

¹⁶ "Спасательные понтоны", Панорама, Науки и Техника, 1979, № 6, с. 34

¹⁷ Изобретатель и Рационализатор, 1977, № 8, МИ 0801)

¹⁸ Изобретатель и Рационализатор, 1974, № 9, МИ 0946

1.2. Идеальный конечный результат

сама сбрасывает с себя пыль. Эта пленка прозрачна, легка, не боится паров плавиковой кислоты. Для "остекления" окон такой пленкой можно использовать облегченные рамы.

Пример 1.6. Соприкосновение трущихся поверхностей, выполненных из стали, приводит к их износу, поэтому участок взаимодействия смазывают.

Польские специалисты утверждают, что любая сталь станет **самосмазывающейся** (ИКР), не потеряв своих лучших механических свойств, если к ней добавить 0,3% свинца. Можно повысить скорость резания, продлить срок службы инструмента¹⁹.

Пример 1.7. В болтовых соединениях, для того чтобы гайка сама не отворачивалась в процессе эксплуатации, на болт наворачивают вторую (контр) гайку.

Идеалом в данном случае было бы "гайка сама себя закрепляет (контрит)". Сейчас уже существует немало разных конструкций самоконтрящихся гаек. Одна из них.

Гайку надежно удерживают на месте расположенные по торцу зубцы с острыми кромками, которые направлены по касательной к резьбовому отверстию и имеют наклон 7-10°. Такое решение позволяет применять самоконтрящиеся гайки многократно. При этом на 30% уменьшается сроки монтажа и демонтажа, повышается надежность соединений и сокращается номенклатура крепежа. Такая гайка особенно необходима для тех соединений, которые испытывают различные по характеру нагрузки²⁰.

В случае болтовых соединений без гайки контрится должен САМ болт "...на торцевой поверхности головки (в данном случае болта, но может быть и гайка - автор), обращенной к соединяемой детали, выполнены концентричные заостренные кольцевые выступы (с насечкой - автор) (см. рис. 1.1)²¹.

¹⁹ Изобретатель и Рационализатор, 1975, № 2, МИ 0203

²⁰ Социалистическая Индустрия, № 170 (3062), 26.07.79. с.4
"Самоконтрящаяся гайка"

²¹ А.с. № 297812, БИ, 1971, № 10. с.124

2. СТРУКТУРА АРИЗ

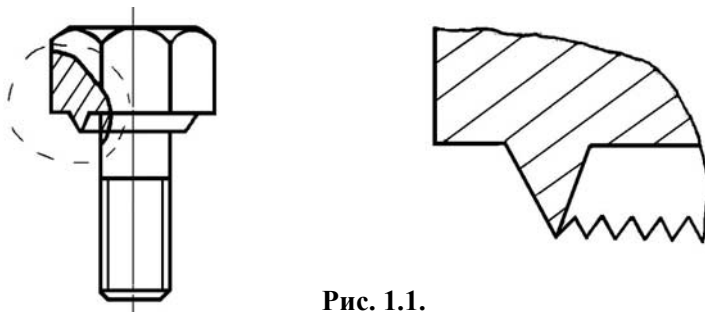


Рис. 1.1.

Стремление к идеалу – общая тенденция развития технических систем.

В транспортных средствах эта тенденция проявляется, в частности, в неуклонном повышении доли использования ими полезного веса. Этим объясняется увеличение водоизмещения судов, особенно танкеров²².

Пример 1.8. Танкер водоизмещением 3000 тонн полезно использует 57% своего водоизмещения, а танкер водоизмещением более 200000 тонн - 86%²³, таким образом, приближаясь к идеалу (рис.1.2)²⁴.

²² Логачев С.И. **Морские танкеры**. - Л.: Судостроение, 1970, с.28.

Логачев С.И. **Транспортные суда будущего**. Пути развития. - Л.: Судостроение, 1964, с.76.

²³ Логачев С.И. **Морские танкеры**. 1970, с.42-43.

²⁴ Этот пример и рисунок предоставил Борис Голдовский.

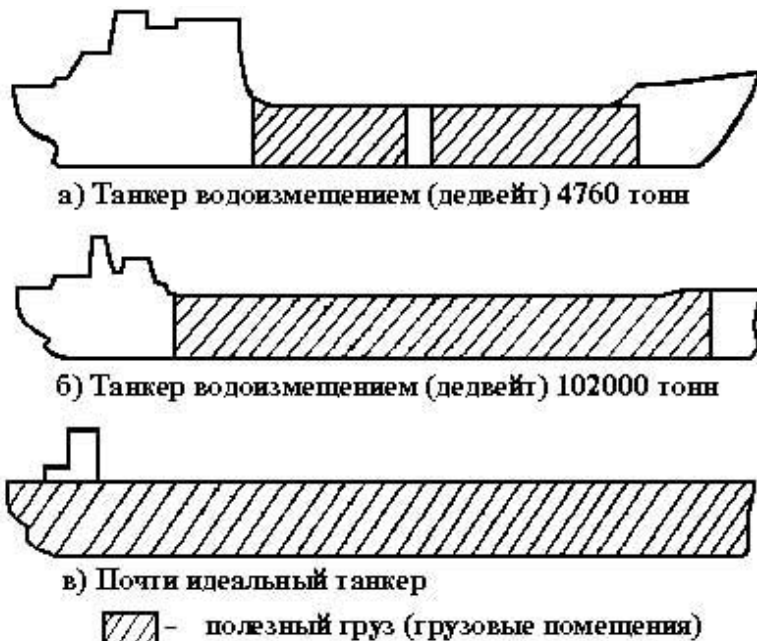


Рис. 1.2.

Пример 1.9. "Обработка деталей абразивными кругами сопровождается повышением температуры в зоне контакта, которая отрицательно воздействует на поверхностный слой детали, повышает износ самого круга".

ИКР в данном случае – круг сам предохраняет деталь и себя от перегрева.

"В Запорожском машиностроительном институте разработаны шлифовальные круги, состоящие из традиционных компонентов, но в своем составе имеющие эндотермическую добавку. При высоких температурах шлифования она разлагается с поглощением тепла и уносит его из зоны обработки"²⁵.

Интересно отметить, что стремление к идеалу присуще не только технической системе в целом, но и отдельным ее частям и процессам, происходящим в них.

²⁵ Против тепла. Социалистическая Индустрия, 27.03.75

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Так, **идеальное вещество** - вещества нет, а функции его (прочность, непроницаемость и т.д.) остаются. Именно поэтому в современных судах тенденция использовать все более легкие и более прочные материалы, то есть материалы с все большей удельной прочностью и жесткостью.

Задача 1.9. Мощные транзисторы (продолжение).

Определим идеальный конечный результат в задаче об мощных транзисторах.

ИКР радиатора (теплоотвода) – отсутствующий радиатор, обеспечивающий полный отвод тепла от транзистора.

Радиатора не должно быть, а тепло должно отводиться самим транзистором, либо радиатор должен появляться только при начинающемся перегреве транзистора, либо радиатор должен быть вынесен за пределы данной радиоэлектроаппаратуры (РЭА), либо роль радиатора должен выполнять какой-то другой элемент. Таким образом, задаются направления решения.

В первом направлении, следует идти по пути создания транзистора без потерь энергии, чтобы не вставала задача отвода тепла. Это направление самое трудное и, как правило, для разработки РЭА не пригодное.

Вполне приемлемо второе направление, ибо можно создать теплопроводник с лепестками из никелида титана (нитинола) - материала, обладающего эффектом памяти формы²⁶. При нормальной температуре лепестки прижаты к транзистору, а при повышении температуры за пределы допустимой, они отгибаются, увеличивая площадь теплоотвода.

Вынесение теплоотвода за пределы РЭА – третье направление - реализуется достаточно просто путем размещения радиатора вместе с транзистором на наружной стенке блока, как это сделано в измерительных приборах: цифровых вольтметрах и частотомерах. Или же можно использовать тепловую трубу, позволяющую отвести локально выделяемое тепло на значительное расстояние от его источника.

Использование имеющихся в блоке элементов для отвода тепла (четвертое направление) - решение аналогично радиоэлектронному модулю, содержащему кроме теплонагруженных полупроводниковых приборов, элементы с теплопроводными корпусами, например, электромагнитное реле, выполняющие свои функции²⁷. Для сокращения габаритов модуля реле расположены в два ряда, а между рядами размещены теплонагруженные

²⁶ А.с. № 958 837.

²⁷ А.с. № 847 537.

1.2. Идеальный конечный результат

элементы с возможностью теплового контакта с теплопроводными корпусами реле.

Пример 1.10. Идеальный корпус подводного аппарата должен иметь минимальную относительную массу, что в первую очередь обеспечивается качествами материала: его малой плотностью, большими удельными прочностью и жесткостью, представляющими соответственно отношения предела текучести и модуля упругости к плотности материала²⁸.

Поэтому корпуса современных подводных аппаратов изготавливают из титана. Он обладает высокими механическими свойствами, коррозионной стойкостью в морской воде и немагнитностью²⁹.

В некоторых случаях можно говорить и об **идеальной форме**. Идеальная форма - обеспечивает максимум полезного эффекта, например, прочность, при минимуме используемого материала.

Пример 1.11. Для подводного аппарата идеальная форма прочного корпуса - сфера. Она "обладает высокой устойчивостью и небольшой плотностью. У сферического корпуса минимальное отношение площади поверхности к объему..."³⁰.

Идеальный процесс - получение результатов без процесса, то есть мгновенно. Сокращение процесса изготовления изделий - цель любой прогрессивной технологии.

Так, секционный способ сборки судов заменен более прогрессивным - блочным. При секционном способе сначала на стапеле из отдельных секций (палубных, бортовых, днищевых и т.д.) собирали корпус судна, а затем вели монтаж оборудования. Блочный способ сборки заключается в том, что на стапель подают блоки, представляющие собой крупные объемные части судна с вмонтированным оборудованием. Блоки собирают в сборочном цехе из отдельных секций. Тут же устанавливают необходимое оборудование. Таким образом, на стапеле остается только состыковать отдельные блоки.

²⁸ Дмитриев А.Н. Проектирование подводных аппаратов. - Л: Судостроение, 1978, с.72.

²⁹ Дмитриев А.Н. Проектирование подводных аппаратов. с. 75.

³⁰ Дмитриев А.Н. Проектирование подводных аппаратов. с. 69.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Постоянная борьба за повышение скорости транспортировки груза также характеризует тенденцию стремления к идеальному процессу. Увеличение скорости транспортировки груза добиваются неуклонным ростом скорости транспортных средств и сокращением времени на погрузочно-разгрузочные операции.

Пример 1.12. Средняя скорость судов-контейнеровозов с 1960 г. по 1975 г. возросла с 15 до 25 узлов³¹. Снижение времени погрузочно-разгрузочных операций в морском флоте обеспечивается средствами, приближающимися к идеалу. Это суда с горизонтальным способом разгрузки типа "ро-ро" (трейлеровоз), на них груз "сам" въезжает на судно и выезжает с него на колесиках (рис. 1.3); на лихтеровозах (судах-баржах) груз "сам" плывет к судну (рис. 1.4)³² и от него к месту назначения (своего рода "вагончики")³³.

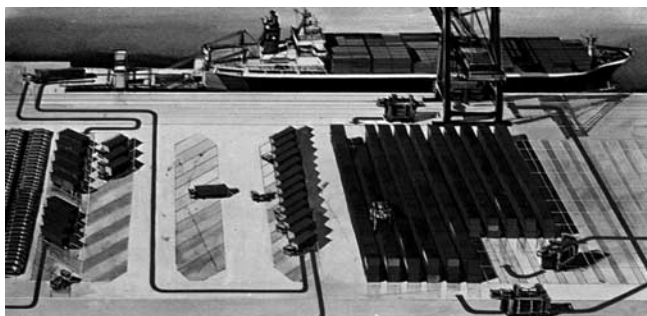


Рис. 1.3. Причал для обработки судна с горизонтальной погрузкой через кормовую рампу; одновременно на палубу погружаются контейнеры с помощью специального перегружателя
Сверху - место стоянки трейлеров; снизу - площадка для складирования контейнеров.

³¹ Логачев С.И. **Транспортные суда будущего. Пути развития.** - Л.: Судостроение, 1976, с.99.

³² Рисунки 4.3 и 4.4 взяты из книги: **Суда и судоходство будущего:** Пер. С нем./Шенкнехт Р., Люш Ю., Шельцель М. И др. - Л.: - Судостроение, 1981. - 208 с. (с. 19 и 29).

³³ Логачев С.И. **Транспортные суда будущего.** с.42-67.

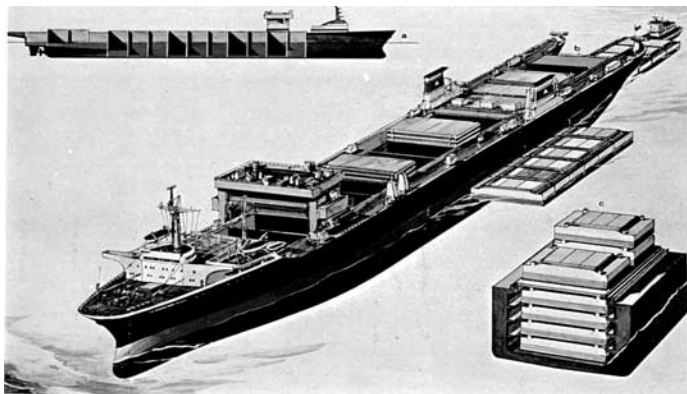


Рис. 1.4.

Более идеально, когда устраняется не только средство, но и сама работа (процесс), и даже становится **ненужной функция**.

Рассмотрим в качестве примера процесс мытья посуды.

Пример 1.13. Раньше посуду мыли вручную. Особо грязные места приходилось долго оттирать щеткой. При этом полированная посуда царапалась. Затем развитие этого процесса осуществлялось в нескольких направлениях. Например, появились различные моющие средства, упрощающие и улучшающие процесс мытья. После нанесения таких средств нужно только смыть грязь. Появились посудомоечные машины. Появилась и одноразовая посуда. В последнем случае не нужен ни процесс мытья, ни сама функция – очистка посуды. Таким образом, процесс мытья стал идеальным – он перестал существовать.

Рассмотрим еще одно проявление идеальности характерное для технических систем из хайтека.

Пример 1.14. Осциллограф - прибор, показывающий сигнал и его изменение во времени. Идеального осциллографа быть не должно, а его функция (показ вида сигнала) должна быть. Т.е. показывать сигнал без прибора. Функцию осциллографа перенесли на компьютер. Программа должна выполнять все функции: аналого-цифровое преобразование, показ вида сигнала и его запись.

В дальнейшем подобное решение использовали в модеме. Первоначально модем представлял собой сложное устройство, теперь это программа.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Это тенденция замены прибора программой.

Идеальное решение, конечно, получить почти невозможно. ИКР - это эталон, к которому следует стремиться. Как раз близость полученного решения к ИКРу и определяет качество решения.

Сравнивая реальное решение с ИКРом, определяем противоречие. Таким образом, ИКР - инструмент, необходимый для выявления противоречия и для оценки качества решения. Следовательно, ИКР служит своего рода "путеводной звездой" при решении технических задач.

1.3. Основная линия решения задач по АРИЗ

Рассмотрев основные понятия АРИЗ - ИКР, углубленное и обостренное противоречия - мы легко себе можем представить этапы точной формулировки технической задачи.

Окончательно основную линию решения задач по АРИЗ можно представить в следующем виде:

ПП → УП → ИКР → ОП → РЕШЕНИЕ (1)

С точки зрения АРИЗ задача точно сформулирована, когда выявлены ПП, УП, ИКР, ОП согласно приведенной цепочке (1). Для формулировки всех ее звеньев, прежде всего, выявляют, чем не устраивает "задачедателя" данная система (поверхностное противоречие - ПП), и что в ней плохого (нежелательный эффект). Какие надо предъявить к системе требования.

Так определяется углубленное противоречие (УП). Затем систему представляют таким образом, что в ней отсутствует нежелательный эффект, но сохраняются имеющиеся положительные качества. Результатом такого представления системы является формулировка идеального конечного результата - ИКР. После сравнения существующей ситуации и ИКР выявляют помехи к достижению идеального результата, ищутся причины возникновения помех и определяют

противоречивые свойства, предъявляемые к определенной части системы (оперативной зоны), не удовлетворяющие требованиям ИКР. Таким образом, формулируется обостренное противоречие (ОП), которое и представляет собой точную формулировку задачи.

Последовательность (1) характерна для основных модификаций АРИЗ. Развитие АРИЗ идет в направлении формализации и детализации описанной последовательности, углубленного использования законов развития технических систем и информационного фонда. Модификация алгоритма решения изобретательских задач АРИЗ-85-В приведена в [4,5] и приложении 1.

Задача 1.11. Радиолокационная станция

Имеется мощная радиолокационная станция (РЛС) с довольно массивной антенной большой площади. Антенна закреплена на валу, но поворачивается на нем очень редко и потому не имеет привода, а разворачивается вручную. После разворота антенна на валу крепится с помощью фиксирующего устройства и болтового соединения. Усилия для удержания массивной антенны на валу нужны значительные и поэтому приходится болты затягивать достаточно сильно, но из-за сильной затяжки вал деформируется и повернуть его в следующий раз становится практически невозможным. Что делать?

Поверхностное противоречие (ПП) практически уже сформулировано при описании исходной ситуации: нужен фиксирующий элемент, исключаящий деформацию вала антенны. **Нежелательный эффект (НЭ) - деформация** вала.

Углубленное противоречие (УП) - фиксация вала приводит к его **деформации**.

Идеальный конечный результат (ИКР) - вал должен **фиксироваться**, но **не деформироваться**.

Обостренное противоречие (ОП) - фиксирующий элемент должен быть **твердым**, чтобы фиксировать, и **мягким**, чтобы не деформировать.

Решение - вал удерживается в легкоплавком веществе, которое расплавляется при развороте. В изобретение догадались на конце вала сделать поплавок. Тогда в расплавленном состоянии жидкость будет поддерживать антенну и ее будет легче выставлять в новое положение³⁴.

³⁴ А.с. № 470 095

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Задача 1.12. Лавина

Найти человека, засыпанного лавиной в горах, очень трудно. Придумано много активных приспособлений типа передатчиков, которые подают сигнал о том, где находится засыпанный снегом человек. Но все эти устройства неработоспособны в реальных условиях. Во-первых, мало кто из туристов согласится таскать на себе такой передатчик "на всякий случай". Во-вторых, быстро разряжаются батареи, обеспечивающие его работу, а если на устройстве подачи аварийных сигналов имеется кнопка для включения его в нужный момент, то включить устройство, будучи засыпанным лавиной, обычно невозможно. Как быть?

ПП - необходимо минимизировать массу устройства для обнаружения, засыпанного лавиной человека и сделать его работоспособным в течение длительного времени. Уменьшение габаритов передатчика сопровождается сокращением энергоемкости и длительности работы - это нежелательный эффект.

УП - снижение массы и габаритов передатчика осуществляется за счет уменьшения массы источника питания, т.е. за счет сокращения времени их непрерывной работы.

ИКР - передатчик работает без источника питания сколь угодно долго.

ОП - источник питания должен быть большим, чтобы обеспечить длительность работы передатчика, и маленьким (нулевым), чтобы не увеличивать габариты и массу передатчика. Или - источник питания должен быть и его не должно быть.

Решение - Швейцарская фирма "Сулаб" предложило устройство, представляющее собой металлический браслет, который будет выдаваться каждому, кто находится в горах. Браслет представляет собой пассивное приемное устройство, имеющее антенну из металлической фольги, но лишённое источника энергии и передатчика. Антенна из фольги принимает сигналы спасателей, которые имеют мощный передатчик. Его мощность достаточна, чтобы возбудить в браслете ток, как это делается в детекторных приемниках. Ток питает нелинейную цепь, которая удваивает или делит пополам частоту сигнала и передает его при помощи той же самой антенны из фольги. Спасатели слушают отраженный сигнал на удвоенной или половине частоте и, используя направленную антенну, могут определить, откуда подается сигнал. Система работает постоянно, даже если человек, попавший в лавину, находится без сознания, причем длительность ее работы неограниченна батареи, которая могла бы иссякнуть, просто нет³⁵.

³⁵ Изобретатель и Рационализатор, № 10, 1987, с. 32

1.3. Основная линия решения задач по АРИЗ

Таким образом, анализ задач по АРИЗ постепенно сужает поле поиска и выявляет диаметрально противоположные физические свойства выбранного объекта.

Задача 1.13. Нанесение покрытий

Нанесение покрытий на металлические поверхности изделия происходит путем помещения его в ванну, заполненную горячим раствором соли металла (рис. 1.5). Происходит реакция восстановления, и на поверхности изделия оседает металл из раствора (эту реакцию многие наблюдали, когда в раствор медного купороса опускали металлический предмет, который через некоторое время покрывался налетом меди).

Процесс идет тем быстрее, чем выше температура. Но при высокой температуре раствор разлагается, металл осаждается на стенки ванны, раствор быстро теряет рабочие свойства и через 2-3 часа его приходится менять. До 75% химикатов идут в отходы, тем самым, увеличивая стоимость процесса покрытия.

Необходимо устранить эти недостатки, причем процесс покрытия должен остаться прежним (используя реакции восстановления).

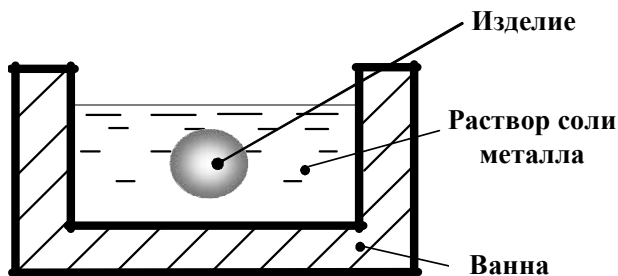


Рис. 1.5

Разбор задачи по основной линии АРИЗ

Сформулируем для данной задачи цепочку противоречий и разберем логику АРИЗ.

1. Поверхностное противоречие (ПП).

Сформулируем для данной задачи два ПП.

1.1. ПП₁: Нужно **уменьшить расход** раствора соли металла.

Нежелательный эффект - анти А (большой расход соли металла). **Требование А** - расход (малый) соли металла.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

- 1.2. ПП₂: Нужно обеспечить **быстрое (производительное)** покрытие детали металлом. Требование **Б - быстрое (производительное)** покрытие детали.
2. Углубленное противоречие (УП).
- 2.1. УП₁: При покрытии детали в холодном растворе его **мало тратится**, но процесс покрытия происходит слишком **медленно**.
А - анти Б.
Требование **А - малый расход** соли металла.
Требование **анти Б – медленное (не производительное)** покрытие детали.
- 2.2. УП₂: При покрытии детали в горячем растворе процесс покрытия происходит **быстро**, но **много тратится** раствора.
Б - анти А.
Требование **Б - быстрое (производительное)** покрытие детали.
Требование - **анти А – большой расход** соли металла.
3. Идеальный конечный результат (ИКР).
Быстрое покрытие детали (Б), при малом расходе раствора (А).
4. Обостренное противоречие (ОП).
Раствор должен быть **горячим** (свойство **С**), чтобы **обеспечить быстрое** покрытие детали (**Б**), и **холодным (анти С)**, чтобы расход соли был **малым (А)**.
5. Решение задачи (РЗ).
- 5.1. Разделение противоречивых свойств (**ОП**) в пространстве.

Противоречивые свойства быть **горячим** и **холодным** разделить в пространстве значит - не нагревать весь раствор. Можно производить местный нагрев раствора у поверхности изделия или же само изделие (рис. 1.6).

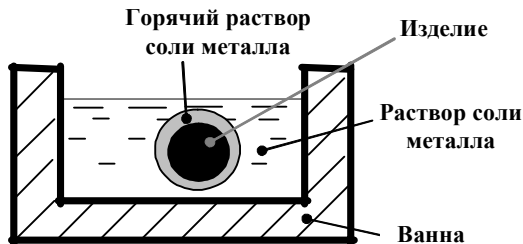


Рис. 1.6.

- 5.2. Разделение противоречивых свойств во времени.

1.3. Основная линия решения задач по АРИЗ

Производить быстрый (в идеале - моментальный) нагрев раствора в районе детали или самой детали так, чтобы вся остальная масса раствора не нагрелась. Осуществить такое решение можно, например, сфокусировав на деталь лазерный или плазмотронный луч. Такое решение нами указано, прежде всего, с учебной точки зрения, хотя в некоторых случаях может оказаться полезным.

5.3. Разделение противоречивых свойств в структуре.

Перестройку структуры можно осуществить, заморозив раствор (вся зона холодная) и опускать в "лед" нагретую деталь (выделенная зона нагрева) (рис. 1.7).

В результате простейших преобразований выяснили, что нагревать лучше деталь, а не раствор или зону раствора, непосредственно прилегающую к детали. Казалось бы, задача

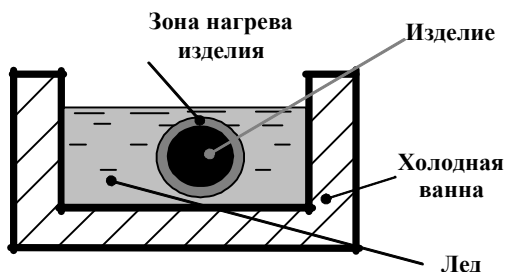


Рис. 1.7.

решена, но как быть в тех случаях, если деталь по технологическим соображениям нагревать недопустимо? Как обеспечить местный нагрев? На этот вопрос простейшие преобразования ответа не дают. Для этого необходимо использовать физические эффекты.

5.4. Разделение противоречивых свойств использованием технологических эффектов.

5.4.1. Местный нагрев могут обеспечить токи высокой частоты (ТВЧ).

5.4.2. Из физики процесса известно, что интенсивность покрытия будет увеличена, если поток будет подвижным (динамизация процесса).

В связи с этим необходимо или перемещать деталь (рис. 1.8), или перемещать раствор или то и другое вместе (рис. 1.9).

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Такое решение представлено в виде: Способ нанесения химических покрытий, например, никель фосфорных или кобальт фосфорных, отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса и улучшения прочности сцепления покрытий с металлом изделия, осаждение ведут из холодного проточного раствора при индукционном нагреве деталей токами высокой частоты³⁶.

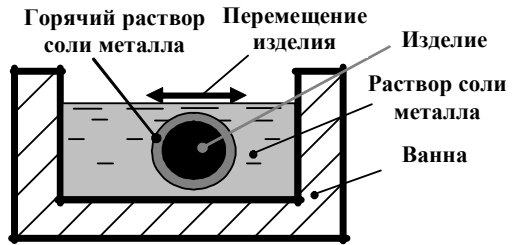


Рис. 1.8.

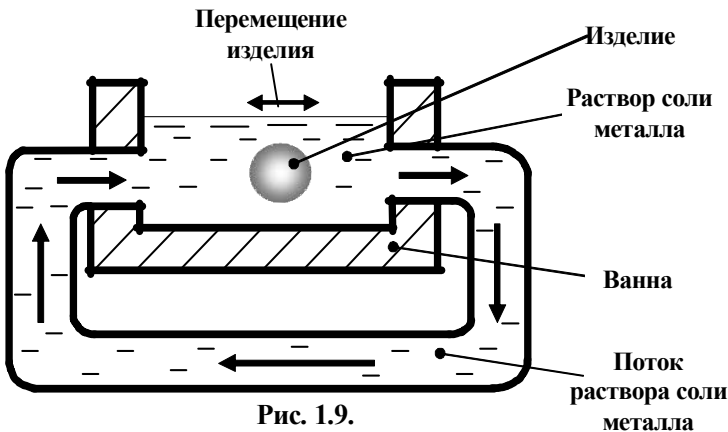


Рис. 1.9.

5.4.3. Кроме того, интенсивность покрытия еще повысится, если перемещение детали сделать на микроуровне (закон перехода на микроуровень). Это можно осуществить, если деталь колебать с ультразвуковой частотой.

1.4. Логика АРИЗ

Логика решения задач по АРИЗ показывает взаимосвязь элементов в основной линии (1), описанной раньше.

³⁶ Ас. № 186246. БИ, 1966, № 18, с.143

Поверхностное противоречие (ПП) формулируется или в виде потребности в появлении *нового свойства* или *действия* "А" (**положительного эффекта**), или в виде **нежелательного эффекта (анти-В)**, который необходимо устранить.

Поверхностное противоречие (ПП), как мы уже отмечали, чаще всего выражается в виде **нежелательного эффекта (НЭ)**, т.е. параметр или требование "В" в нежелательном, вредном или недостаточном состоянии, которое мы обозначим, как **"анти В"**. Схематически изобразим это так:

Для определения **углубленного противоречия (УП)**

П П (Н Э) : а н т и Б

выявляем два противоречивых требования, предъявляемых к

У П : А - а н т и В или а н т и А - В

системе. Обозначим эти требования буквами "А" и "В". Тогда углубленное противоречие может быть представлено как потребность в улучшении характеристик, удовлетворяющих требованию "А", которое приводит к недопустимому ухудшению характеристик, удовлетворяющих требованию "В" (появлению требования **анти-В**). Нежелательный эффект заключается в требованиях "В". Или наоборот - улучшение "В" за счет ухудшения А (появления "анти-А").

Формулировка **идеального конечного результата (ИКР)** должна быть направлена на устранение нежелательного эффекта (**анти Б**) при сохранении положительных требований "А", то есть

ИКР: А, В

Обостренное противоречие (ОП) определяется путем выявления противоречивых свойств "С" и "анти С" (например, физических), которыми должен обладать элемент системы, не справляющийся с требованиями ИКР. Для этого необходимо определить, каким свойством "С" должен обладать элемент, чтобы обеспечить требование В, т.е. чтобы устранить нежелательный эффект. Одновременно этот же элемент должен

2. СТРУКТУРА АРИЗ

обладать противоположным свойством (**анти-С**), чтобы сохранить положительное требование **А**. Таким образом, элемент должен обладать свойством "**С**", чтобы удовлетворить требованию **В**, (обозначим это **С→В**), и свойством "**анти-С**", чтобы сохранить требование **А** (обозначим это **анти С→А**).

ОП: С →В, анти-С →А,

Дальнейшее обострение противоречий осуществляется выявлением более глубинных свойств "**С₁**", которые необходимы для создания (обеспечения) выявленных ранее свойств "**С**".

С₁ →С

В некоторых случаях при решении сложных изобретательских задач, необходимо выявить еще более глубоко причинно-следственные связи в системе. Для этого приходится выявлять еще более глубинные свойства **С₂**, **С₂**, ...**С_п**. Следующее по номеру свойство определяет, причину возникновения предыдущего свойства, т.е. что необходимо для выполнения этого свойства.

С₂ →С₁

С₃ →С₂

.....

С_п →С_{п-1}

В таких случаях выявляют несколько обостренных противоречий (**ОП₁**, **ОП₂**, **ОП₃** ...**ОП_п**). Схематически это можно изобразить:

$$\begin{array}{ll}
 \text{ОП}_1: C_1 \longrightarrow C; & \text{анти-}C_1 \longrightarrow \text{анти-}C. \\
 \text{ОП}_2: C_2 \longrightarrow C_1; & \text{анти-}C_2 \longrightarrow \text{анти-}C_1. \\
 \text{ОП}_3: C_3 \longrightarrow C_2; & \text{анти-}C_3 \longrightarrow \text{анти-}C_2. \\
 \dots \dots \dots & \dots \dots \dots \\
 \text{ОП}_n: C_n \longrightarrow C_{n-1}; & \text{анти-}C_n \longrightarrow \text{анти-}C_{n-1}.
 \end{array}$$

Решение задачи (РЗ) состоит в разрешении обостренного противоречия, например, путем разделения противоречивых свойств $C \dots C_n$.

$$\begin{array}{l}
 \text{РЗ: } C \mid \text{анти } C \\
 C_1 \mid \text{анти } C_1 \\
 \dots \dots \dots \\
 C_n \mid \text{анти } C_n
 \end{array}$$

Типовые способы разделения противоречивых свойств представлены в учебном пособии по АРИЗ³⁷.

Полностью логическую схему решения задач по АРИЗ показана на рис. 1.10.

³⁷ Петров В., Злотина Э. Алгоритм решения изобретательских задач. Учебное пособие. Тель-Авив, 1992

2. СТРУКТУРА АРИЗ

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА АРИЗ

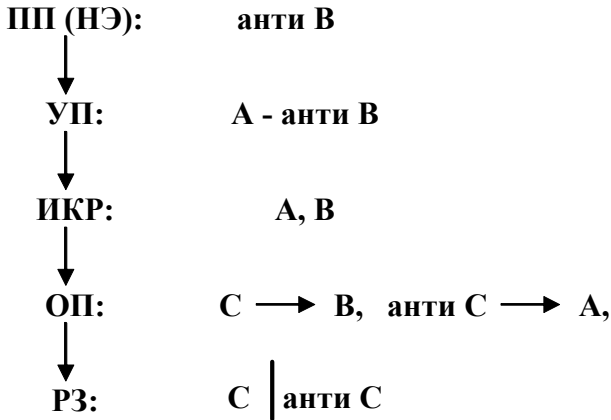


Рис. 1.10.

Причем основа основ ("изюмина") методики состоит в последовательном определении УП, ИКР, ОП, которая показана в виде цепочки (2):

УП → ИКР → ОП → РЕШЕНИЕ (2)

Проиллюстрируем изложенное на примере.

Задача 1.14. Перекачка газа

Необходимо перевести весь газ из транспортного баллона в два пустых (рабочих). Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона.

Известны два способа перекачки газа (рис. 1.11).

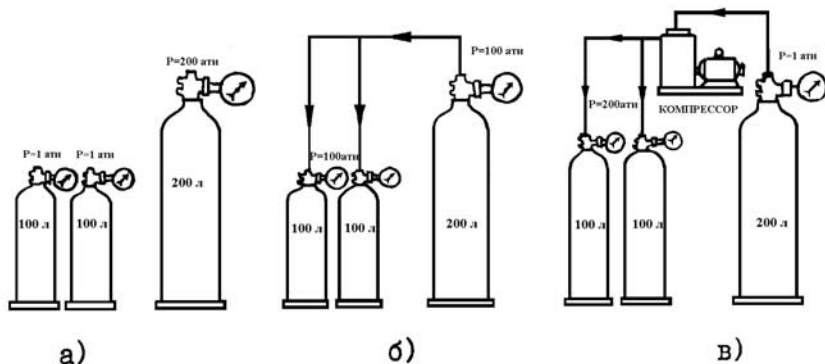


Рис. 1.11.

- а) исходное состояние; б) непосредственное соединение транспортного баллона с рабочим;
 в) соединение через компрессор.

Первый способ (рис. 1.11 б) состоит в том, что транспортный баллон прямо подсоединяют к рабочим. В этом случае во всех баллонах устанавливается одинаковое давление и половина газа останется в транспортном баллоне. Второй способ (рис. 1.11 в) намного сложнее: газ перекачивается из большого баллона в два других при помощи компрессора. Так можно перевести весь газ, но необходимо использовать специальное оборудование компрессор высокого давления.

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

С такой задачей приходится сталкиваться при "зарядке" баллонов глубоководных аппаратов на судне-базе. Сжатый воздух там, в частности, используется для продувки цистерн при всплытии³⁸. Кроме того, такая же задача стояла при закачке газа в рабочие баллоны самолета³⁹.

³⁸ Дмитриев А.Н. Проектирование подводных аппаратов. 1978, с.

³⁹ Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать, - Тамбов: Кн. изд. 1961. с.45-46.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Решение задачи

1. Краткая формулировка задачи

Найти простой способ перевода всего газа из одного баллона в два других.

2. Формулировка поверхностного противоречия (ПП)

ПП: анти-В

Часть газа остается в баллоне.

Нежелательный эффект: **НЕПОЛНАЯ (анти-В)** перекачка газа.

3. Определение углубленного противоречия (УП)

В данной задаче перекачка газа возможна с применением и без применения компрессора:

- **с компрессором**

УП₁: В – анти-А

Газ переводится **весь (В)**, но при этом **усложняется (анти-А)** система.

УП₁: Полная перекачка газа - **Сложность**.

Весь газ можно перевести из транспортного баллона в рабочие, используя компрессор, что **усложняет** систему.

- **без компрессора**

УП₂: А – анти-В

Система **не усложняется (А)**, но газ переводится **не весь (анти-В)**.

УП₂: Простота - Потери газа.

Используя **простой** способ (прямое подсоединение), но при этом **теряем** половину газа.

4. Выбор УП.

Выбираем **УП₂**, так как эта формулировка нацелена на использование **простого способа** (см. краткую формулировку п.1)

Примечание: Этим шагом мы выбрали способ перевода газа только непосредственным соединением одного баллона с другим.

5. Формулировка ИКР

ИКР: А, В

Газ "сам" **полностью - (В)** (с тем же давлением и в том же количестве) переходит из одного баллона в два других, **без использования (А)** дополнительного оборудования (**компрессоров**).

ИКР: Простота - Потери газа.

6. Формулировка обостренного противоречия (ОП).

ОП: $C \rightarrow A$, анти- $C \rightarrow B$

Чтобы система не усложнялась, необходимо к баллону с газом непосредственно присоединить пустой (рабочий) баллон, но это увеличивает общий объем емкости, в которой находится газ (уменьшая его давление), что не позволяет газу перейти полностью. Таким образом, "лишний" **объем** (свойство " C ") должен быть, чтобы система была **простая "А"**, и не должен быть (свойство **анти- C**), чтобы газ перешел **весь "В"**.

Примечание: напомним, что основное свойство газа - **занимать весь предоставленный ему объем**. Поэтому при присоединении рабочих баллонов газ расширяется, занимая весь объем баллонов, а давление уменьшается.

7. Формулировка обостренного противоречия 1 (ОП₁).

ОП₁: $C \rightarrow C_1$, анти- $C \rightarrow$ анти- C_1

Чтобы не было **лишнего объема "С"** рабочий баллон не должен быть пустым (должен быть **заполненным**) " C_1 ", и чтобы был объем для **перевода газа "анти-С"** рабочий объем должен быть **пустым "анти- C_1 "**.

Подсоединяемые **баллоны должны быть заполнены**, чтобы газ не расширялся, и **не должны быть заполнены** (должны быть пусты), чтобы их можно было заполнить необходимым газом.

Примечание: На этом шаге мы точно сформулировали задачу.

8. Решение задачи (разрешение ОП).

Разделение противоречивых свойств можно осуществлять:

- **в пространстве,**
- **во времени,**
- **изменяя структуру системы,** в частности, изменяя *агрегатное состояние*.

Итак, противоречивые свойства: рабочий баллон должен быть **ПОЛНЫЙ** и **ПУСТОЙ** (заполненный и не заполненный).

В пространстве это противоречие *не разрешается*.

Разделение указанных противоречивых свойств **во времени** требует, чтобы **вещество**, заполняющее рабочий баллон, *постепенно освобождало место для газа*, поступающего из транспортного баллона и заполняло освободившееся место в транспортном баллоне.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Остается только выяснить, каким должно быть вещество, заполняющее рабочие баллоны. Для этого воспользуемся **структурными изменениями вещества**, изменяя его **агрегатное состояние**.

Вещество внутри рабочего баллона находится в газообразном состоянии, которое нас не устраивает. Значит, его можно сделать **твердым** или **жидким**.

Заполнить баллоны твердым веществом? Твердое монолитное вещество не обладает такими свойствами. Этим мы можем испортить баллоны. Можно конечно баллоны заполнить песком или льдом. Такое состояние в принципе может решить задачу, но оно достаточно не эффективно. Остается использовать жидкость.

Если рабочие баллоны заполнить жидкостью, не смешивающейся с газом, поместить их выше транспортного баллона, и соединить баллоны трубками, то газ (полностью и без компрессора) перейдет из транспортного баллона в рабочие (рис. 1.12).

Идея изобретения найдена.

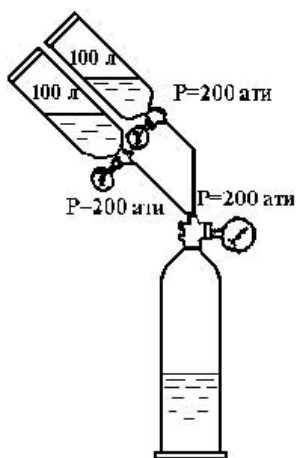


Рис. 1.12.

Задача 1.15. Запас кислорода

Для создания нормальных условий жизнедеятельности экипажа кабина самолета выполняется герметичной. На случай ее разгерметизации самолет снабжается определенным запасом кислорода, который под давлением накачивается в тяжелые стальные баллоны.

Таких баллонов требуется несколько десятков, самолет при этом утяжеляется. Как быть?

Сформулируем для данной задачи цепочку противоречий и разберем логику АРИЗ.

1. Поверхностное противоречие (ПП).

Сформулируем для данной задачи два ПП.

ПП₁: "Нужно обеспечить **жизнедеятельность** экипажа в разгерметизированной кабине самолета." **Нежелательный эффект - анти А** (при разгерметизации кабины самолета **не обеспечивается жизнедеятельность**). Требование **А** - обеспечение **жизнедеятельности** экипажа.

ПП₂: "Стальные баллоны с запасом кислорода **утяжеляют** самолет (**анти Б**)." Требование **Б** - обеспечение **постоянной массы** самолета или ее **уменьшение**.

2. Углубленное противоречие (УП).

Баллоны с кислородом **обеспечивают жизнедеятельность** экипажа, но **переутяжеляют** самолет.

УП здесь между **ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ** (требование **А**) и **МАССОЙ** (требование **Б**) самолета. **Утяжеление - анти Б**.

При такой формулировке кроме нежелательного эффекта (утяжеление самолета), указываются положительные свойства (обеспечение жизнедеятельности).

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Баллоны с кислородом **не утяжеляют (Б)** самолет, **обеспечивая** нормальную **жизнеспособность (А)** экипажа.

4. Обостренное противоречие (ОП).

Масса баллонов должна быть **большой (свойство С)**, чтобы **обеспечить жизнедеятельность** экипажа (**А**), и **малой (анти С)**, чтобы **не утяжелять (Б)** самолет.

5. Обостренное противоречие 1 (ОП₁).

Это противоречие можно еще больше обострить, выявляя первопричины. Почему баллоны тяжелые? У них толстые стенки, чтобы выдержать высокое давление, под которым закачивается газ.

Итак, **ОП₁**: стенки баллона должны быть **толстые (С₁)** чтобы **удержать газ** под высоким давлением, и должны быть **тонкие (анти С₁)** [в пределе нулевые], чтобы быть **невесомыми**.

Т.е. стенки у баллона **должны быть и не должны быть**. Можно это противоречие сформулировать и для кислорода.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Кислород должен быть под большим давлением, чтобы больше поместиться в баллоне, и не должен быть под давлением, чтобы не делать болон толстостенным и, соответственно, тяжелый.

6. Решение задачи (РЗ).

Такое противоречие разрешается **изменением структуры системы**, например, изменением *агрегатного состояния*. В данном случае изменяем агрегатное состояние кислорода. **Кислород должен быть жидким**. Остается только вспомнить, как хранятся жидкие газы. Конечно, в сосуде Дюара. Такое решение и предложил А.Н.Туполев⁴⁰. Это решение позволило во много раз снизить массу и объем системы жизнеобеспечения.

Уточним в этой задаче понятия поверхностного, углубленного и обостренного противоречий (ПП, УП, ОП) и причинно-следственные связи между ними.

ПП₁ относится к **жизнедеятельности** экипажа самолета, при его разгерметизации. Такая задача может решаться любыми путями, даже без использования кислорода. Например, использовать принцип наподобие самоклеивающихся шин. Это противоречие сформулировано для всей кабины.

ПП₂ выражено в виде **нежелательного эффекта (НЭ)** и относится только к **баллонам**. Т.е. здесь уже выбран способ обеспечения жизнеспособности экипажа с помощью кислорода. Так как способ выбран (а это прерогатива заказчика), то и "болезнь" определяется более локально.

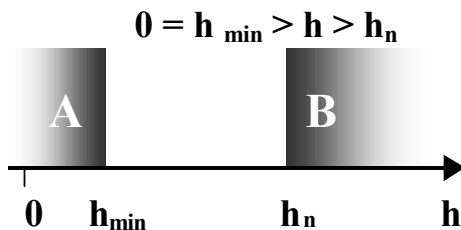
В **углубленном противоречии (УП)** поле поиска **сужается**: уже рассматриваются не все баллоны, а только один (все остальные подобны). Кроме нежелательного эффекта (утяжеление самолета), указывается положительные свойства (обеспечение жизнеспособности).

В **обостренном противоречии (ОП)** идет дальнейшее сужение зоны поиска рассматривается не весь баллон, а только его стенки (еще более точно толщина стенок) и выявляются диаметрально противоположные свойства, предъявляемые к стенкам.

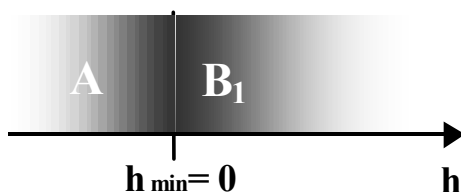
Таким образом, анализ задач по АРИЗ постепенно **сужает поле поиска и выявляет диаметрально противоположные свойства**, например, физические.

⁴⁰ Техника и Наука, №9, 1982, с. 24-27.

Обостренное противоречие - своего рода **необычное неравенство**: толщина стенки h должна быть больше номинальной h_n и меньше минимальной h_{min} . Еще лучше $h_{min} = 0$.



а)



б)

Рис. 1.13.

Изобразим для наглядности эти неравенства на рис. 1.13

Формулировка углубленного противоречия требует, чтобы h была одновременно в зоне "А" и в зоне "В", что исходя из графиков невозможно (рис. 1.13 а) или возможно (рис. 1.13 б) в точке $h=0$, где области "А" и "В₁" сопряжены, но области "А" и "В" никогда не бывают перекрывающимися.

1.5. Вспомогательные понятия АРИЗ

Итак, мы рассмотрели виды противоречий, основную линию и логику решения задач по АРИЗ. Теперь ознакомимся с другими понятиями АРИЗ, например, **изобретательская ситуация, мини- и макси-задачи, модель задачи,**

конфликтующая пара, изделие, инструмент, оперативные параметры и т.д.

Решение задачи во многом зависит от ее первоначальной постановки. Иногда задачу ставят достаточно кратко, излагая сущность технической системы или процесса, четко выделяя достоинства и недостатки или нежелательный эффект, например, в виде поверхностного противоречия (ПП): надо устранить вредное действие (свойство) или получить полезное действие (свойство), которого не хватает. Часто при постановке задачи не только отсутствует достоинства и недостатки, но и дается указание о направлении решения, сбивающее с толку и "решателя" и "задачедателя". Как правило, такое предписание уводит от истинного решения. Такая постановка задачи обладает неопределенностью формулировки, и в ТРИЗ получила название **ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ СИТУАЦИЕЙ**.

Задача 1.16. Вода в топливном баке

Первоначальная постановка задачи была следующей. Необходимо найти способ надежного контроля появления воды в топливных баках самолета⁴¹. В топливных баках находится не только керосин, но и атмосферный воздух, который содержит влагу. На больших высотах при отрицательной температуре за бортом эта влага конденсируется на стенках баков и стекает в керосин. Так как вода тяжелее керосина, она опускается вниз и постепенно накапливается. Баки как бы понемногу "сосут" воду из атмосферного воздуха.

Сама по себе вода большой опасности для полетов не представляет, но опасна отрицательная температура при полете на больших высотах. Проходя по охлажденным трубопроводам, вода замерзает и, в виде кристаллов льда, попадает в топливные фильтры. Фильтры, забитые льдом, перестают пропускать керосин.

Двигатели без поступления топлива, как известно, останавливаются, со всеми вытекающими последствиями.

Накопившуюся в топливных баках воду нужно периодически сливать. Если это делать часто, то воды в баках не будет ни капли, но обслуживание самолетов удлинится и станет значительно дороже (сливается с водой и керосин). На самолетах десятки баков, многие из

⁴¹ Изобретатель и Рационализатор, № 12, 1985, с.27.

1.5. *Вспомогательные понятия АРИЗ*

них расположены в крыльях на высоте пяти - шести метров, добраться до них не так просто. А если слив производить редко, то можно довести дело до остановки двигателей в полете. В дальнейшем была определена истинная потребность заказчика. Необходимо было исключить влияние атмосферной влаги на надежность подачи топлива из баков к двигателям. Кроме того, заказчик хотел, чтобы не увеличивался срок обслуживания самолетов. После этого уточнили постановку задачи, что позволило получить комплекс (веер) задач, решение которых может привести к удовлетворению истинной потребности заказчиков. В этот комплекс вошли:

- обеспечение контроля и своевременный слив воды (так задачу в последствии и сформулировал заказчик);
- исключение попадания атмосферного воздуха в баки;
- исключение попадания сконденсированной воды в керосин;
- обеспечение равномерного распределения воды в керосине (эмульгированная смесь не нарушает работоспособности топливной системы);
- предотвращение замерзания воды.

Таким образом, из изобретательской ситуации получен ряд конкретных задач.

Существует специальная методика превращения исходной ситуации в комплекс задач⁴². Суть этой методики в нашей интерпретации следующая:

1. Составляется функциональная цепочка всех имеющихся в системе (включая надсистему и внешнюю среду) элементов и их воздействий друг на друга. Это может осуществляться в виде таблицы взаимодействий (табл. 1.1) или графа (рис. 1.14 и 1.15).
2. Выявляются вредные, ненужные и лишние взаимодействия и элементы.

⁴² Впервые эту методику в 1974 году изложил Борис Голдовский. В дальнейшем она была видоизменена и использована для решения исследовательских задач Волкуславом Митрофановым и Борисом Злотиным. В последствие эта методика была использована для формулирования задач в компьютерной программе IWB, а для определения непредвиденных аварийных ситуаций и причин брака в программе AFD фирмы Ideation International Inc.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

3. Используя, оператор отрицания получают список задач. Оператор отрицания, последовательно исключает элементы и связи между ними. Таким образом, определяют, как не допустить или устранить вредные действия; сократить или убрать полностью ненужные или лишние операции; как ту же самую функцию, элемент или связь можно выполнить другим (альтернативным) путем.

Таблица 1.1.

Элементы Z_i	1	2	3	...	n
1	C_{11}	C_{12}	C_{13}		C_{1n}
2	C_{21}	C_{22}	C_{23}		C_{2n}
3	C_{31}	C_{32}	C_{33}		C_{3n}
n	C_{n1}	C_{n2}	C_{n3}		C_{nn}

Где: Z_i - элемент

1, 2, 3...n – номера элементов,

C_{ik} – связи между элементами,

i - номер строки,

k - номер столбца.

Под связями понимается:

1. наличие или отсутствие связи,
2. название связи,
3. направление связи (от элемента "i" к элементу "k" и обратное от элемента "k" к элементу "i"),
4. вид связи (вид воздействия):
 - полезные,
 - вредные,
 - ненужные или лишние.

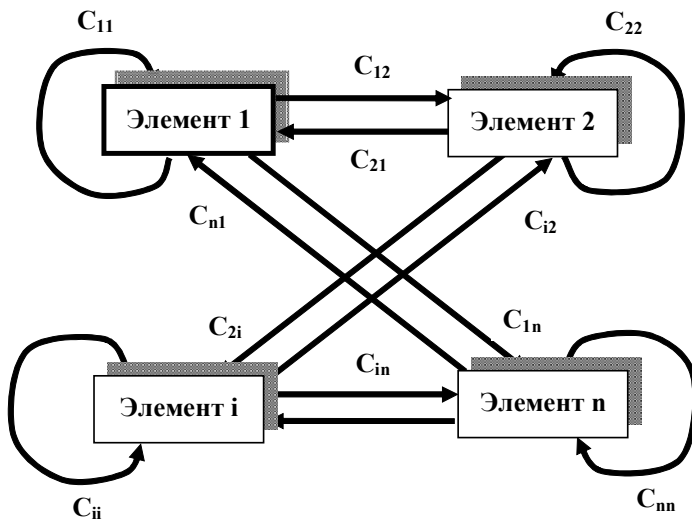


Рис. 1.14

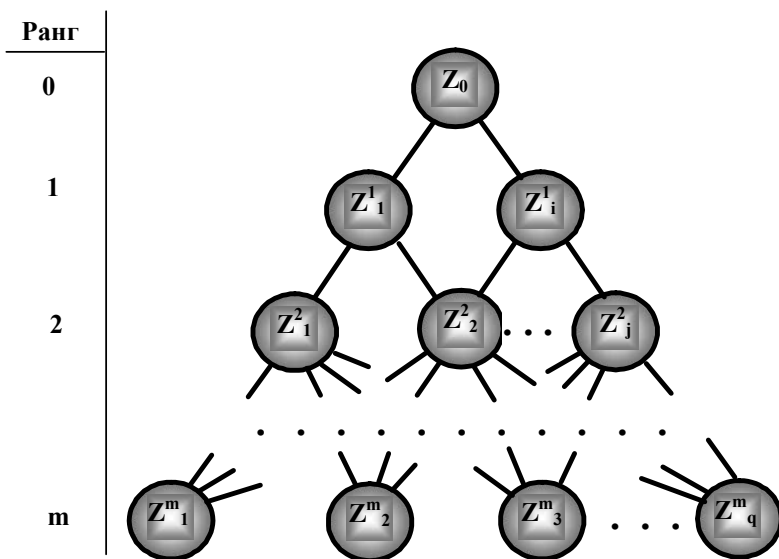


Рис. 1.15.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

На рисунке 1.15 показана иерархическая элементов и связи между ними. Связи могут быть как между элементами одного уровня, так и между элементами высшего и несшего рангов. Обозначения на рис. 1.15:

Z_i^S – элемент s -ранга, с номером i .

m – количество рангов,

Тогда связи можно обозначить C_{ik}^{SR} ,

где S и R – номер ранга, между которыми имеется связь

i и k - номера элементов в ранге, между которыми имеется связь.

Итак, изобретательская ситуация, факт возникновения которой констатируется в виде ПП, на тот или иной недостаток: нет такого-то нужного свойства или, наоборот, возникающие при решении изобретательских задач, обусловлены попытками сразу осилить ситуацию - без обоснованного перехода от "вороха" задач в ситуации к одной конкретной задаче.

Ситуация в АРИЗ переводится в **максимальную (макси-)** или **минимальную (мини-) задачи**.

В **макси-задаче**: требуется принципиально новая техническая система (ТС) для такой-то цели.

У **мини-задачи** другая цель: необходимо сохранить существующую систему, но обеспечить недостающее полезное действие или убрать имеющееся вредное свойство.

В обоих случаях суть должна излагаться просто и ясно, чтобы все было понятно неспециалисту. Если задача понятна школьнику, то это значит, что ее понимает и сам "задачедатель".

Мини-задача имеет ряд особенностей:

1. "Мини-" не означает размеры (маленькая) задачи. При решении мини-задачи надо получить результат при минимальных изменениях имеющейся технической системы. Чаще всего решить мини-задачу оказывается труднее макси-задачи из-за дополнительных ограничений в формулировке задачи - (при минимальных изменениях).

2. Из одной и той же ситуации имеется возможность получить несколько разных мини-задач.
3. Мини-задача должна быть сформулирована без специальных терминов (спецтерминов). Применение спецтерминов наводит на использование определенных элементов в ТС или определенной технологии, характерной для данного термина. Спецтермины следует заменять общеупотребительным (более общим) понятием, охватывающим более широкий класс систем (элементов) и явлений, выполняющих ту же функцию.

В качестве примера спецтермина можно назвать "радиатор" - обычно это металлическая пластина с ребрами. Более общим понятием является "теплоотвод" – устройство для отвода тепла: радиатор, термоэлемент, вентилятор, корпус конструкции и т.п. Название операции "пайка" следует заменить выражением механическое соединение двух деталей с электрическим контактом или без электрического (при необходимости) контакта. Вместо пайки можно использовать клеевое соединение, сварку, навивку, винтовое соединение и т.п.

Кроме того, термины сужают представления о возможных состояниях вещества: термин "краска" мы привыкли представлять в виде жидкого или твердого вещества, хотя краска может быть газообразной или полем, например в виде пузырьков газа или луча света. Может быть, сочетание того и другого.

Пример 1.15. Пузырек или поток пузырьков в жидкости, является контрастным по отношению к жидкости. Это своего рода краска.

Пример 1.16. Разноцветными лучами "окрашивают" здания, декорации или артистов на сцене.

Пример 1.17. С помощью лучей лазера "окрашивают" воздух, показывая объемное "кино".

Нельзя думать, что, сформулировав макси- или мини-задачу, всегда можно выйти на изобретательскую задачу. Существуют тупиковые формулировки, полученные неверным истолкованием исходной ситуации. В этих случаях после ряда

2. СТРУКТУРА АРИЗ

безуспешных попыток решить задачу выясняется, что для достижения цели необходимо было выбрать совсем другое направление в решении (формулировка задачи должна быть другой). Иногда и сама цель в ходе решения полностью меняется. По этой причине нельзя безоговорочно доверять условиям задачи, ибо правильно сформулированных изобретательских задач не бывает. Если изобретательская задача сформулирована абсолютно правильно (идеально), то она перестает быть задачей: ее решение становится очевидным или же будет ясно, что задача не поддается решению при имеющемся уровне науки и техники.

Таким образом, можно отметить, что основная линия решения задачи по АРИЗ характеризуется тем, что неопределенность, имеющая место в изначальной ситуации, уменьшается постепенно шаг за шагом. В то же время далеко не всегда из сформулированной изобретательской ситуации ясно, какую часть рассматриваемой системы необходимо анализировать.

Для этого в АРИЗ имеются следующие рекомендации. В первую очередь необходимо выявить место возникновения конфликта в технической системе (ТС), наличие которого констатируется в виде углубленного противоречия. Конфликт может быть между частями ТС или ее свойствами. Иногда возникает "межранговый" конфликт: системы с надсистемой или системы с подсистемой. Появление конфликта возможно только при воздействии не менее двух элементов, которые называются конфликтующей парой.

КОНФЛИКТУЮЩАЯ ПАРА - это два элемента, две системы, между которыми происходит конфликт - нежелательный эффект. В изобретательской ситуации, как правило, несколько (минимум одна) конфликтующих пар и ряд углубленных противоречий (УП). Выбор одной пары и одного УП соответствует переходу от изобретательской ситуации к задаче. Конфликтующая пара вместе с УП образует модель задачи.

МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ - это мысленная, условная схема задачи, отражающая структуру конфликта в системе. Один из элементов конфликтующей пары является главным объектом рассмотрения, и его называют **изделием** или объектом, а второй элемент – **инструментом**.

ИЗДЕЛИЕ – элемент ТС, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного воздействия, обнаружить, проконтролировать, измерить и т.д.). К изделию можно отнести обрабатываемую деталь; электрорадиоэлемент, у которого измеряют параметры; обнаруживаемое электромагнитное поле и т.п. В задачах на обнаружение и измерение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной (рабочей) функции инструментом.

Например, резец токарного станка или шлифовальный круг обычно являются инструментами, но при их измерении они являются изделиями.

ИНСТРУМЕНТ – элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (резец, а не весь токарный станок; паяющий стержень (жало), а не паяльник; волна припоя при пайке волной; раскаленный газ в газовой горелке или паяльнике; пучок электронов или лазерный луч при электронно-лучевой или лазерной сварке или при радиальной пайке). В частности, инструмент может быть окружающей средой, например, климатические воздействия на изделие – влага, туман, температура, давление. Иногда к инструменту относятся стандартные детали, используемые для сборки изделия: функциональные модули, микромодули, интегральные микросхемы (ИМС) – инструмент для создания различных электронных боков, радио- и электроаппаратуры. При выборе конфликтующей пары нередко возникают затруднения. Рассмотрим их на примере, приведенном в [1].

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Задача 1.17. Кубик

Имеется установка для испытания длительного действия кислот на поверхность образцов сплавов. Установка представляет собой герметично закрытую металлическую камеру. На дно камеры устанавливают образцы (кубики). Камеру заполняют агрессивной жидкостью, создают необходимую температуру и давление. Агрессивная жидкость действует не только на кубики, но и на стенки камеры, вызывая их коррозию и быстрое разрушение. Приходится камеру изготавливать из благородных металлов, что чрезвычайно дорого. Как быть?

Перед нами изобретательская ситуация с четко видимым поверхностным противоречием (ПП): нужно как-то уменьшить стоимость системы, а как именно – неизвестно. В системе три части (элемента): камера (корпус камеры, стенки), агрессивная жидкость и кубик – образец. Из них нужно выбрать конфликтующую пару. Собственно имеется три пары элементов (частей):

- 1) камера - агрессивная жидкость,
- 2) камера - кубик,
- 3) агрессивная жидкость - кубик.

Конфликт имеется только в первой и третьей парах. Между камерой и кубиком нет конфликта, поскольку нет вредного воздействия. Две конфликтующие пары - это две различные изобретательские задачи со своими углубленными противоречиями (УП).

Можно выбрать первую конфликтующую пару: камера-жидкость. Тогда задача - борьба с коррозией весьма широкая и во многом исследовательская задача несоизмеримо более трудная, чем испытание образцов.

Операцию выбора конфликтующей пары не всегда можно выполнить так легко. В более сложных случаях первоначально нужно выбрать *изделие, нежелательный эффект* и, если это возможно, *желаемый результат*, который мы хотим получить. Бывают случаи, когда трудно однозначно выбрать инструмент, особенно если их несколько. Для выбора инструмента следует построить таблицу взаимодействий элементов, своего рода "турнирную" таблицу (см. табл. 1.2).

1.5. Вспомогательные понятия АРИЗ

Таблица 1.2.

Элементы	1	2	3	...	n
1					
2					
3					
.					
.					
.					
n					

В таблице буквой "n" обозначено количество рассматриваемых элементов в задаче.

В данной задаче изделие - это кубик. Нежелательный эффект - порча (коррозия) камеры. Желаемый результат - испытание кубика.

Таблица взаимодействий элементов для данной задачи показана в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Взаимосвязей элементов.

Элементы системы	1. Камера	2. Агрессивная жидкость	3. Кубик
1. Камера		+	-
2. Агрессивная жидкость			+
3. Кубик			

Примечание. В таблице обозначено:

- " +" — наличие конфликта;
- " - " — отсутствие конфликта;
- связь не рассматривается.

В таблице можно рассматривать или верхнюю или нижнюю половину (относительно диагонали), так как прямое и обратное взаимодействия, для выявления конфликтующей пары, одинаковы.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Итак, в системе две конфликтующие пары, которые мы описывали раньше. Как из них выбрать одну.

Первое правило – пара должна состоять из изделия и инструмента.

Изделие – кубик, значит, стоит рассматривать только столбец 3.

Отсюда следует, что конфликтующая пара: **Кубик - Агрессивная жидкость**.

Если это правило не выявило одну конфликтующую пару, то следует использовать еще одно **правило – должна рассматриваться пара, в которой рассматриваются элементы, выполняющие полезную функцию (желаемый результат)**. Часто бывает полезно рассмотреть и пару, связанную с нежелательным эффектом.

Положительная функция – исследование кубика.

И это правило нас наталкивает на выбор той же конфликтующей пары.

Отметим еще одно. Исходя из закона увеличения степени идеальности системы, в конфликтующую пару должны входить изделие и та часть инструмента, которая непосредственно обрабатывает изделие. Инструмент тем идеальнее, чем его меньше.

Этим правилом мы должны ограничить количество инструмента – агрессивной жидкости.

Таким образом, уточненная конфликтующая пара – кубик и агрессивная жидкость около кубика.

Реально это может существовать, если жидкость сама удерживается на кубике или кубик удерживает жидкость.

Жидкость может удержаться, если она не будет жидкостью, а будет гель (мазь или пластилин) или льдом. Кубик может удержать жидкость за счет различных полей, например, электрического: жидкость заряжается одним знаком, а кубик – другим; магнитного – в жидкость добавляют ферромагнитные частицы, а кубик представляет собой магнит, но лучше всего использовать гравитационное поле – кубик должен быть полым. Жидкость наливается в полый кубик и таким образом происходит испытание (рис.1.16).

Вернемся к двум предыдущим примерам и выявим в них конфликтующие пары.

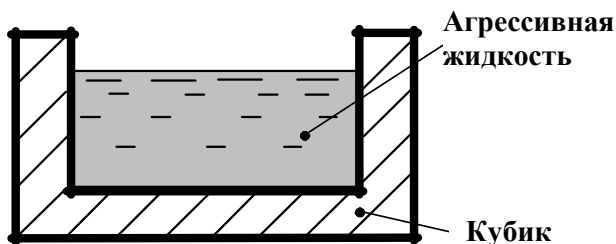


Рис. 1.16

Задача 1.11. Радиолокационная станция (продолжение).

Конфликтующая пара: *изделие – вал, инструмент – фиксирующий элемент.*

Задача 1.12. Лавина (продолжение).

Изделие определяется легко - это передатчик, а вот инструмент определить сложнее. В данном случае нужно посмотреть, с каким элементом связан нежелательный эффект (НЭ).

Напомним, что НЭ – сокращение длительности работы передатчика. Он связан с источником питания.

Итак, *изделие - передатчик, инструмент – источник питания.*

Рассмотрим еще одно понятие АРИЗ – **ОПЕРАТИВНЫЙ ПАРАМЕТР**.

Оперативные параметры системы – параметры, которые следует изменить (или легче всего меняются) для решения задачи.

В качестве этих параметров могут быть части системы, физические величины, экономические, эстетические и эксплуатационные и пр.

Наиболее часто используются **оперативная зона** и **оперативное время**.

ОПЕРАТИВНАЯ ЗОНА - пространство, в котором происходит конфликт. Она может рассматриваться достаточно

2. СТРУКТУРА АРИЗ

широко, включая в себя полностью изделие и инструмент, часть надсистемы и окружающей среды. Менее широко – только конфликтующую пару или узко – место взаимодействия инструмента с изделием. Целесообразность выбора широкой или узкой зоны определяется при решении конкретной задачи.

В выборе широкой или узкой оперативной зоны имеется свое противоречие. Если зона выбрана очень узко, то это может привести к самой точной формулировке обостренного противоречия, в случае если зона выбрана правильно, и к уводу от основного противоречия или не замечанию других противоречий, в случае если зона выбрана не правильно. Если зона выбрана очень широко, то мы не уйдем из зоны конфликта (или конфликтов) – можем обнаружить куст противоречий, но не выявим главного противоречия и не сформулируем его точно.

На первых этапах обучения целесообразно выбирать более широкую оперативную зону, а затем в процессе решения и уточнения задачи ее сужать. Возможно, для этого придется несколько раз решать задачу, зато не будет упущено главное противоречие, и выявятся сопутствующие трудности. Обязательными элементами зоны должны быть изделие и инструмент.

ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ – время, в которое совершается конфликтующее действие. Для разрешения конфликта может быть использовано время **до** конфликта (предварительная подготовка) или время **после** совершения конфликта (время исправления конфликта). Идеальнее использовать время до конфликта, тогда конфликт не возникнет, и не нужно будет терять время на его устранение. Может быть, полезно рассмотреть и время, когда происходит конфликт.

На этом мы закончим рассмотрение основных понятий АРИЗ. Остальные его особенности будут изложены при рассмотрении структуры АРИЗ.

Все приводимые в книге примеры, так называемые учебные.

УЧЕБНАЯ ЗАДАЧА - это задача, которая когда-то стояла перед инженерами или учеными, и были решены. Как правило, задачи были представлены в виде изобретательской ситуации. Учебная задача переформулирована так, что бы задача была предельно понятна и проста. В ней представлена вся необходимая для решения задачи информация.

Среди представленных в книге задач и примеров, имеются те, которые решал автор.

КОНТРОЛЬНЫЙ ОТВЕТ – наилучшее решение, которое известно автору на время написания, или человеку, который представил эту задачу.

1.6. Практика по формулированию противоречий

Ниже мы приведем еще несколько задач. Попробуйте разобрать их, пользуясь описанной выше последовательностью. Разбор этих задач приведен в параграфе 1.6.2.

1.6.1. Условия задач

Задача 1.18. Шаровая молния

В лаборатории под руководством академика П.Л.Капицы исследовалась искусственная шаровая молния в герметичной кварцевой цилиндрической камере, заполненной гелием под давлением 3 атм. Под действием мощного электромагнитного поля в гелии возникает плазменный шнуровой разряд, стягивающийся в сферический сгусток плазмы – "шаровую молнию". Для удержания "шаровой молнии" в центре камеры используют соленоид, расположенный вокруг камеры. По программе эксперимента нужно было увеличить мощность шаровой молнии, для чего повысить мощность электромагнитного излучения.

Плазма стала более горячей, и, следовательно, менее плотной. Шаровая молния при этом становится легче и всплывает вверх, касаясь стенок камеры и разрушая их. Электромагнитные силы не уравновешивают архимедовы силы. Чтобы удержать молнию в центре камеры, попробовали повысить мощность магнитного поля в соленоиде, но ничего не получилось. Сотрудники предложили строить новую установку с более мощным соленоидом, но П.Л.Капица поступил иначе. Как?

Задача 1.19. Запайка ампул

На фармацевтическом заводе возникла проблема по запайке ампул с лекарством.

1.6. Практика по формулированию противоречий

Ампулы с лекарством устанавливают в кассету. В кассете содержится 25 ампул. Кассету подают к коллективной горелке. Против каждого язычка пламени оказывается ампула. Язычки пламени в горелке точно отрегулировать невозможно, поэтому их пламя не равномерно. Одни язычки пламени большие, а другие маленькие.

Большие язычки пламени хорошо запаивают ампулу, но перегревают (портят) лекарство. Маленькие язычки пламени не портят лекарство, но не запаивают ампулу.

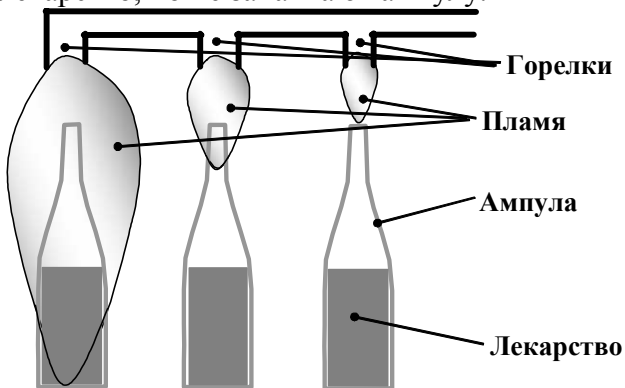


Рис. 1.17

Как сделать, чтобы все ампулы были запаены, но ни одна не испорчена?

Задача 1.20. Колеса вагонов

Колесные пары железнодорожных вагонов или локомотивов изнашиваются, и время от времени их надо приводить в порядок - обтачивать в строгом соответствии с железнодорожными требованиями. Это делается по традиционной схеме: колеса выкатывают из-под вагонов или тепловозов, ставят на огромные токарные станки и обрабатывают.

Специального оборудования на ремонтных заводах для этого недостаточно. Поэтому многие вагоны и тепловозы простаивают, дожидаясь "своей очереди". Кроме того, тратится много времени и сил для снятия и установки колес.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Как более производительнее и с меньшей затратой сил обтачивать колеса с имеющимся оборудованием?

Задача 1.21. Утечка нефти

В последние годы участились аварии танкеров, в результате которых происходят большие потери нефти, и огромные поверхности морей загрязняются ею.

Как при аварии избежать утечки жидкого груза из танков?

Задача 1.22. Снятие пружины с оправки

Обычно пружины изготавливают на токарном станке путем навивки на стержне, который называется оправка. Чтобы пружина была качественная (витки одинакового диаметра) ее нужно плотно навивать на оправку, но при этом пружину трудно снять с оправки. Ситуация усложняется если пружины квадратного или шестигранного сечений.

Обычно оправку выбивают, ослабляют пружину или навивают пружину неплотно.

При этом тратится много времени, нужно использовать специальный инструмент, портится оправка или пружина с самого начала сделана не качественно.

Как быть?

Задача 1.23. Маховик

Маховики используются, как аккумуляторы энергии. Чем больше их диаметры и масса, тем больше энергии они аккумулируют, но чем больше диаметр и скорость вращения, тем больше силы разрыва маховика. Как быть?

Задача 1.24. Растяжение арматуры

Для изготовления напряженного (сжатого) железобетона арматуру растягивают, закрепляют в форме и заливают бетоном. После того как бетон "схватился" (застыл), концы арматуры освобождают. Арматура укорачивается и сжимает (напрягает) бетон.

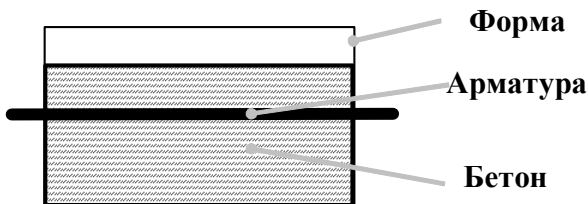


Рис. 1.18

Сначала арматуру растягивали с помощью гидродомкратов. Впоследствии с помощью более простого и надежного способа – электронагрева. Арматура нагревается и удлиняется. Пока напряжения в бетоне требовались не очень большие, использовали арматуру из менее прочной стали. Необходимые удлинения в ней создавались нагревом на 350-400°C. Затем потребовался железобетон с большими напряжениями. Стали применять арматуру из более прочной стали. Для удлинения этой арматуры на расчетную величину ее требовалось нагреть до 700°C. Но нагрев выше 400°C приводит к потере высокопрочных механических свойств арматуры. Даже кратковременный (импульсный) нагрев недопустим. Применять проволоку из жаропрочной стали слишком дорого. Как быть?

Задача 1.25. Торможение танкера

У крупных современных танкеров тормозной путь составляет несколько километров. В связи с этим возрастает вероятность попадания таких судов в аварию.

Что только не предпринимают, чтобы сократить тормозной путь:

2. СТРУКТУРА АРИЗ

- реверс винта,
- поворот руля на 90° ,
- тормозные парашюты – все мало эффективно.

Каким способом можно сократить тормозной путь крупных танкеров?

Задача 1.26. Окраска баллончиков

Завод выпускает большое количество пластмассовых изделий (баллончиков) цилиндрической формы. Их необходимо красить. Внесение краски в полимер невозможно, поэтому изделия покрывают снаружи с помощью краскопульта (распылителя). Для более равномерной окраски цилиндр поворачивают вокруг своей оси.

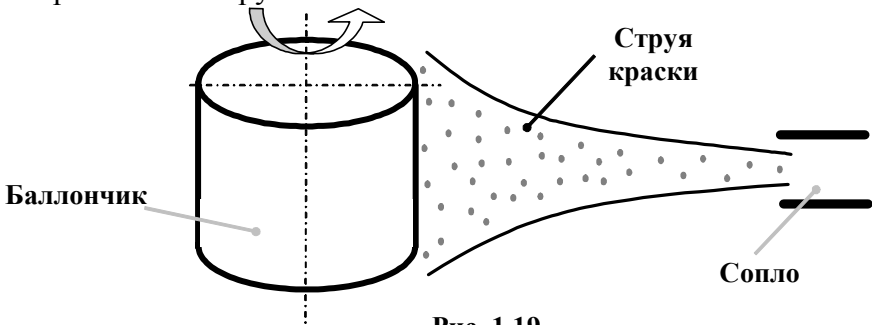


Рис. 1.19

Если распылитель отрегулировать на минимальный режим, то легко уловить момент, когда на баллончик будет нанесен нужный слой, но при этом процесс значительно замедляется, а, следовательно, снижается производительность. Применение электростатического способа в данном случае исключено.

Как сделать процесс окраски качественным и производительным?

Задача 1.27. Разлив металла

Разлив жидкого металла из ковша осуществляется из донного отверстия под действием гравитации (рис. 1.20).

1.6. Практика по формулированию противоречий

Такой разлив осуществляется неравномерно, так как зависит от высоты столба жидкого металла (от гидростатического напора). Как сделать разлив равномерным?

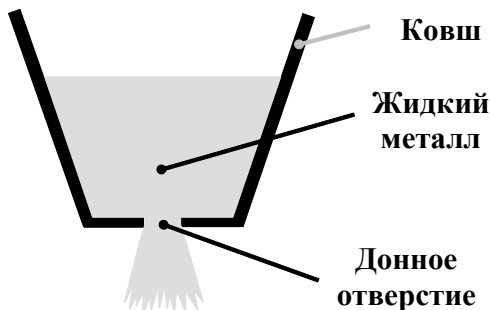


Рис. 1.20

Задача 1.28. Абразивная обработка

Аппарат для абразивной обработки деталей сложной формы представляет собой коаксиально расположенные две трубы. По внутренней трубе движется воздух, а по наружной - частицы абразива. На конце наружной трубы расположено сопло, формирующее струю абразива (см. рис. 1.21). Сопло быстро изнашивается, и его приходится менять. Как сделать не изнашиваемое сопло?

2. СТРУКТУРА АРИЗ

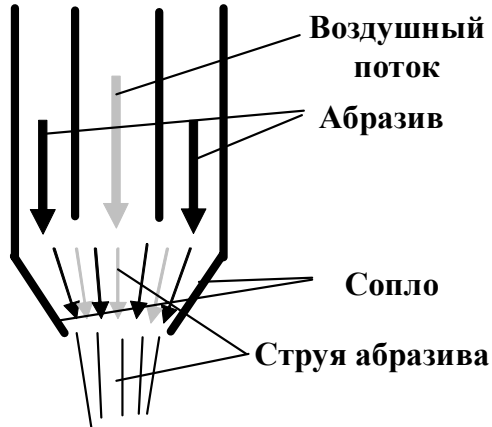


Рис. 1.21

Обычно стараются сопло делать из более износостойких материалов, но даже и они изнашиваются, а стоимость таких материалов значительно больше.

1.29. Подводное крыло

При движении судна на подводных крыльях, на крыле, вследствие кавитации⁴³, образуется эрозия (разъедание материала) и крыло теряет свою эффективность (рис.1.22). Как быть?

⁴³ **Кавитация** – образование капельной жидкости пузырьков, заполненных газом, паром или их смесью. Такие пузырьки при определенных условиях захлопываются (разрываются) происходит своего рода гидравлический удар. Если таких пузырьков много и они находятся на поверхности или вблизи от объекта (например, подводного крыла), то многократно повторяющиеся удары приводят к разрушению (так называемой кавитационной эрозии) поверхности объекта.

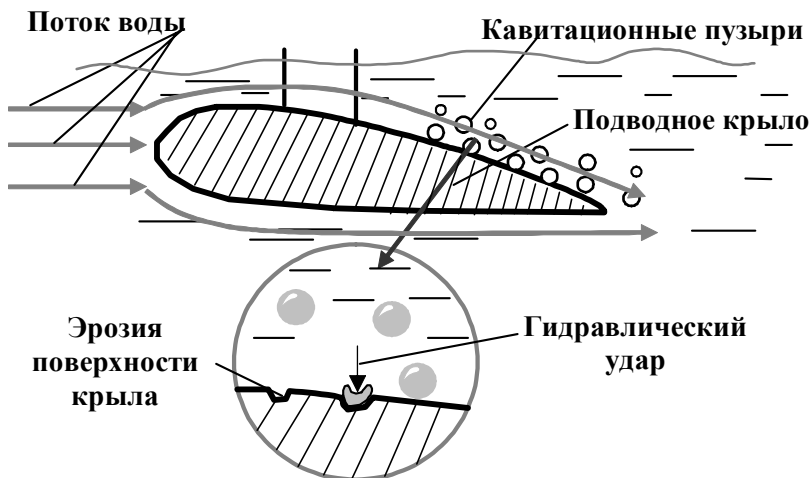


Рис. 1.22.

1.30. Нить для платья

Моды постоянно меняются, и вот пришла мода делать платья из большого количества кусков материалов различного цвета или из материалов с разноцветными рисунками.

Но как подобрать цвет нитки, чтобы шов не был виден?

1.6.2. Разбор задач по основной линии АРИЗ

Задача 1.18. Шаровая молния (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Нужно не допустить порчу камеры. Нежелательный эффект – анти А (порча камеры). Требование А – качество камеры (камера не испорченная).

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. УП₁: Если мощность электромагнитного поля большая, то создается нужная (мощная) шаровая молния, но при этом портится камера.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Б – анти А. Требование **Б** – мощная шаровая молния.
Требование **анти А** – порча камеры.

2.2. **УП₂**: Если мощность электромагнитного поля **маленькая**, то **не портится камера**, но шаровая молния **не мощная (не нужная)**.

А – анти Б. Требование **А** – камера не испорченная.
Требование - **анти Б** – слабая шаровая молния.

3. **Идеальный конечный результат (ИКР).**

Мощная шаровая молния (Б) и камера не испорченная (А).

4. **Обостренное противоречие (ОП).**

4.1. **ОП₁**: Мощность электромагнитное поле должно быть **большой (свойство С)**, чтобы **обеспечить мощную шаровую молнию (Б)**, и должно быть **малой (анти С)**, чтобы **не испортить камеру (А)**.

Продолжим дальше анализ для определения первопричин

4.2. **ОП₂**: **Большая** мощность электромагнитного поля (свойство **С**) делает **более горячую** плазму – шаровую молнию (свойство **С₁**), **малая** мощность электромагнитного поля (свойство **анти С**) делает **менее горячую** плазму (свойство **анти С₁**).

4.3. **ОП₃**: **Более горячая** плазма (свойство **С₁**) становится **менее плотной (свойство С₂)**, **менее горячая** плазма (свойство **анти С₁**) **более плотная (свойство анти С₂)**

4.4. **ОП₄**: **Менее плотная плазма (свойство С₂)** **более легкая (свойство С₃)**, а **более плотная (свойство анти С₂)** **менее легкая (свойство анти С₃)**.

4.5. **ОП₅**: **Более легкая** плазма (свойство **С₃**) **всплывает (свойство С₄)** и **портит камеру**, а **более плотная (свойство анти С₃)** **не всплывает (свойство анти С₄)** и **не портит камеру**, но она не нужна по эксперименту.

4.6. Чтобы плазма **не всплывала (свойство анти С₄)** **нужно** на нее **воздействовать (свойство анти С₅)**, и чтобы плазма **всплывала (свойство С₄)** **не нужно** на нее **воздействовать (свойство С₅)**

4.7. Краткая формулировка:

Воздействие на плазму должно быть и не должно быть.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Воздействие на плазму должно быть со стороны стенок камеры (в центр камеры).

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) во времени.

Воздействие должно быть во все время существования горячей плазмы.

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) в структуре.

Воздействие создается полем, поэтому необходимо говорить о структуре поля воздействия на плазму (шаровую молнию).

Напомним, что плазма плавает в гелии и плазма легче гелия. В соответствии с законом Архимеда плазма всплывает. Значит структура поля, должна быть такой, чтобы компенсировать силы Архимеда. Для компенсации Архимедовых сил используют крыло и поток или центробежные силы. У нашего случая нет потока, да и крыло в плазме сгорит. Значит нужно использовать **центробежные силы**.

Контрольный ответ. П.Л.Капица предложил завертеть газ, придавая ему непрерывное вращение, которое осуществлялось воздуходувками, хорошо знакомые всем по домашнему пылесосу. Впрочем, именно домашний пылесос и был использован на первых порах⁴⁴.

Задача 1.19. Запайка ампул (продолжение).

Сформулируем для данной задачи цепочку противоречий и разберем логику АРИЗ.

1. Поверхностное противоречие (ПП).

Сформулируем для данной задачи два ПП.

1.1. ПП₁: Нужно ликвидировать **порчу лекарства** в ампулах.

Нежелательный эффект – анти А (испорченное лекарство). Требование А – **хорошее лекарство**.

1.2. ПП₂: Нужно **запаять ампулы**. Требование Б – **запайка ампул**.

2. Углубленное противоречие (УП).

⁴⁴ Химия и Жизнь, № 3, 1971, с. 8.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

2.1. УП₁: Если язычок пламени **большой**, то ампула **запаивается**, но при этом **портится лекарство**.

Б - анти А. Требование **Б – запайка ампул.** Требование **анти А – испорченное лекарство.**

2.2. УП₂: Если язычок пламени **маленький**, то **не портится лекарство**, но ампула **не запаивается**.

А - анти Б. Требование **А - хорошее лекарство.** Требование **- анти Б – не запаивается.**

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Запайка ампул (Б) без порчи лекарства (А).

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. Пламя должно быть **большим** (свойство **С**), чтобы **обеспечить запайку ампул (Б)**, и должно быть **малым** (**анти С**), чтобы **не испортить лекарство (А)**.

4.2. Краткая формулировка:

Пламя должно быть (свойство **С**), чтобы **обеспечить запайку ампул (Б)**, и не должно быть (**анти С**), чтобы **не испортить лекарство (А)**.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (**ОП**) в пространстве.

Пламя должно быть большое в верхней части, и должно **быть маленьким** в нижней части (рис. 1.23).

Верхняя часть пламени должна быть, а нижней части пламени **не должно быть** (рис. 1.24).

5.2. Разделение противоречивых свойств (**ОП**) во времени.

Пламя подается импульсами горизонтально.

5.3. Разделение противоречивых свойств (**ОП**) в структуре.

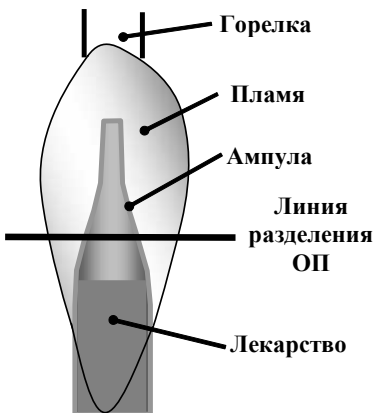


Рис. 1.23

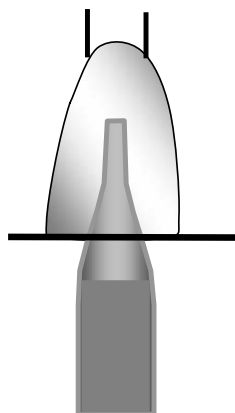


Рис. 1.24

Используем фазовые переходы структуры. Сейчас около ампулы газ, значит, его нежно сделать или твердым или жидким.

Контрольный ответ. Мы можем налить воды в кассету, выше уровня лекарства (рис. 1.25).

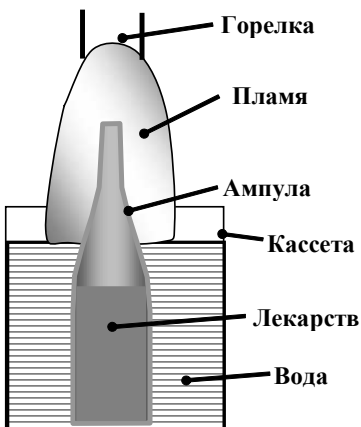


Рис. 1.25

Задача 1.20. Колеса вагонов (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Обточка колес требует **снятия** и последующего **установления** колесной пары на что тратится много времени, сил и средств. **Нежелательный эффект – анти А (снятие колес)**. Требование **А – колеса не снимаются**.

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. **УП₁:** Если обточку производить **на токарном станке**, то колесную пару **нужно снимать**, но при этом **колеса обрабатываются удобно и точно**.

Б – анти А. Требование **Б – удобство и точность обработки**. Требование **анти А – колеса снимаются**.

2.2. **УП₂:** Если обточку производить **не на токарном станке (на вагоне)**, то колесную пару **не нужно снимать**, но при этом непонятно как обрабатывать колеса и **обработка не удобная и не точная**.

А – анти Б. Требование **А – колеса не снимаются**.
Требование - **анти Б – обработка не удобная и не точная**.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Обработка удобная и точная (Б) и колеса не снимаются (А). Токарный станок сам обтачивает колесо, не снимая его с транспорта.

Выделим весь токарный станок кроме резца. Можно не рассматривать и передний суппорт (патрон), так как колеса закреплены на транспорте. Значит, выделенная часть - это устройство подачи резца и привод, вращающий деталь (колесо).

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **ОП₁:** Токарный станок должен быть **большой** (свойство С), чтобы **обрабатывать было удобно и точно (Б)**, и должен быть **маленький (анти С)**, чтобы **не снимать колеса (А)**.

Напомним, что токарный станок состоит из привода, коробки передач, переднего суппорта (патрона), заднего суппорта, устройства подачи резца, станины. Наиболее громоздкие части: станина, коробка передач, привод патрон.

Продолжим дальше анализ для определения первопричин

1.6. Практика по формулированию противоречий

4.2. ОП₂: Чтобы токарный станок был **большим** (свойство С), он должен содержать **все части** (свойство С₁), а чтобы был **маленький (анти С)**, должен содержать только резец (свойство **анти С₁**).

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Все большие части токарного станка не должны быть на локомотиве или вагоне, но их функции должны выполняться.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) во времени.

Обработка колес должна вестись во время движения локомотива и вагонов

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) в структуре с использованием **ресурсов в системе**.

Колеса закреплены на транспорте, так, что они выполняют функцию переднего суппорта (патрона).

Весь вопрос заключается в приводе. Можно, конечно, установить его на транспорте (вагоне). Да нужно ли это?

Ведь идеальный привод – привода нет, а функция его (вращать колеса) остается. Значит, колеса должны вращаться без специального привода. Функцию привода и коробки передач – вращение колес – может осуществить тепловоз во время движения. Колеса вращаются в процессе движения транспорта.

Теперь, по-видимому, уже всем стало очевидным, что резец с системой его подачи необходимо непосредственно установить на колесе, закрепленном на транспорте.

Контрольный ответ. Такое решение предложили работники Ижорского завода⁴⁵. Устройство, предложенное ими, крепится к корпусу тепловоза или вагона и обтачивает бандажи во время движения поезда, на перегонах. Простоя подвижного состава на ремонте колес не стало.

⁴⁵ А.с. № 479673. ИР, 1979, № 2, с. 2

Задача 1.21. Утечка нефти (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

При потере герметичности цистерны происходит потеря нефти и загрязнение поверхности моря. Как избежать утечки жидкого груза при разгерметизации цистерн?

ПП: Нужно не допустить **вылив нефти** из танкера при аварии.
Нежелательный эффект – **анти А (вылив нефти)**.
Требование А – **нефть не выливается (нефть в танкере)** при аварии.

Вылив нефти значительно уменьшится если сделать большое количество непроницаемых перегородок (каждый отсек сделать очень маленьким).

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. **УП₁:** Если отсеки **большие**, то **легко заливать и выкачивать** нефть из танкера, но при этом при аварии **много нефти выливается**.

Б – **анти А**. **Требование Б** – **легко заливать и выкачивать нефть (легкость обслуживания и простота устройства танкера)**. **Требование анти А** – **много нефти выливается**.

2.2. **УП₂:** Если отсеки **маленькие**, то **трудно заливать и выкачивать** нефть из танкера, но при этом при аварии **мало нефти выливается**.

А – **анти Б**. **Требование А** – **мало нефти выливается**.
Требование - анти Б – **трудно заливать и выкачивать нефть (трудность обслуживания и сложность устройства танкера)**.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Танкер простой и легкий в обслуживании (Б), а нефть при аварии не выливается (А).

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **ОП₁:** Отсеки танкера должны быть **большие** (свойство **С**), чтобы **танкер был простой (Б)**, и должно быть **малые (анти С)**, чтобы **нефть не выливалась (А)**. В пределах отсеки должны быть **очень большие** – полностью с танкер (**один отсек**) и **очень маленькие** (с размер одной **молекулы** нефти).

Продолжим дальше анализ для определения первопричин.

4.2. **ОП₂:** **Малые** отсеки (свойство **анти С**) должны быть, чтобы удерживать нефть от **растекания** (свойство **анти С₁**), и

1.6. Практика по формулированию противоречий

отсеки должны быть **большие** (свойство С), чтобы нефть свободно **растекалась** (свойство С₁) внутри танкера (чтобы танкер сделать простым).

4.3. ОП₃: Чтобы нефть **не растекалась** (свойство анти С₁) **необходимо воздействие** (свойство анти С₂) на нефть, и чтобы нефть свободно **растекалась** (свойство С₁) внутри танкера, **не нужно воздействия на нефть** (свойство С₂).

4.4. ОП₄: Чтобы **было воздействие** (свойство анти С₂) на нефть, **необходимо создавать силы** (свойство анти С₃), а чтобы **не было воздействие** (свойство С₂) на нефть, **не нужно создавать силы** (свойство С₃).

4.5. Краткая формулировка:

Нужно создавать силы и не нужно создавать силы.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Силы должны быть направлены от бортов к продольной оси танкера.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) во времени.

Силы должны создаваться во время разгерметизации (аварии).

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) в структуре.

Силы должны создаваться или за счет изменения внутренней структуры емкости (танка) или за счет имеющихся ресурсов.

Контрольный ответ 1. Внутри танкера может быть капиллярно-пористый материал⁴⁶. Тогда даже при полном разрушении танкера нефть не выльется наружу. Это пионерское изменение в конструкции танкеров, поэтому оно требует внешних и внутренних изменений в танкере:

- Нет смысла в жестком корпусе. Именно жесткий корпус танкера "ломается" на высокой волне и разрушается при столкновении с подводными скалами. Корпус должен быть мягким. В идеале в виде пленки, мешка.
- Для эффективной загрузки и выгрузки необходимо использовать капиллярные эффекты (ультразвуковой

⁴⁶ Это комплекс изобретений разработанных автором.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

капиллярный эффект, электрокапиллярный эффект, термокапиллярный эффект, геометрический капиллярный эффект).

5.4. Разделение противоречивых свойств использованием ресурсов.

Нефть должна удерживаться природными силами. Например, давлением воды.

Контрольный ответ 2. Чтобы избежать утечки жидкого груза из трюмов, шведские кораблестроители сконструировали танкер с водяной рубашкой. Сверху донизу вдоль стенок танка свешиваются толстые резиновые или пластмассовые листы. Сначала в танк наливают немного воды, а потом нефть. Под тяжестью нефти вода из донного слоя переливается в пространство между стенкой и резиновой завесой, образуя водяную рубашку. При повреждении корпуса танкера вода не выливается наружу, ее уровень лишь несколько падает – до уровня моря за бортом. Не выливается и нефть⁴⁷.

Задача 1.22. Снятие пружины с оправки (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Пружину трудно снять с оправки. **Нежелательный эффект – анти А (трудно снять).** Требование А – пружина снимается легко.

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. УП₁: Если пружину натягивать с натягом, то пружина получится **качественная** (нужного диаметра и равномерные витки), но снимать ее с оправки очень **тяжело**.

Б – анти А. Требование Б – **качественная пружина.**

Требование **анти А – трудно снимать.**

2.2. УП₂: Если пружину натягивать **без натяга**, то пружина получится **не качественная** (не нужного диаметра и не равномерные витки), но снимать ее с оправки **легко**.

А – анти Б. Требование А – **легко снимать.** Требование - анти Б – **не качественная пружина.**

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

⁴⁷ Химия и жизнь, 1975, № 3, с. 21

Пружина качественная (Б) и легко снимается с оправки (А). Пружина снимается САМА или оправка САМА ослабляет натяг пружины.

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. ОП₁: Намотка пружины должна осуществляться с **натягом** (свойство С), чтобы *получить качественную пружину (Б)*, и намотка должна осуществляться **без натяга** (свойство анти С), чтобы *легко снимать (А)* пружину с оправки.

4.2. ОП₂: Между пружиной и оправкой должно быть **сильное взаимодействие** (свойство С₁), чтобы наматывать с **натягом** (свойство С), и **слабое** (отсутствующее) **взаимодействие** (свойство анти С₁), чтобы наматывать **без натяга** (свойство анти С).

4.3. ОП₃: Чтобы обеспечить **сильное взаимодействие** (свойство С₁) между пружиной и оправкой, необходимо создавать **силу** (свойство С₂), а чтобы обеспечить **слабое** (отсутствующее) **взаимодействие** (свойство анти С₁), **не нужно** создавать **силу** (свойство анти С₂).

4.4. Краткая формулировка:

Нужно создавать силу и **не нужно** создавать силу.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) в **пространстве**.

Силы должны быть направлены **к оси и от оси** оправки.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) **во времени**.

Силы должны быть направлены к оси во время намотки и от оси во время снятия пружины с оправки.

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) **в структуре**.

Оправка должна менять свой диаметр. Во время намотки диаметр должен быть необходимого диаметра, а при снятии меньшего диаметра.

5.4. Разделение противоречивых свойств (ОП) **использованием эффектов**.

5.4.1. **Использование геометрических эффектов**.

5.4.1.1. **Эффект клина**.

Контрольный ответ 1. Оправка может быть сделана из двух частей- клиньев (цилиндр, разрезанный по "диагонали").

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Когда нужно снимать пружину, клинья раздвигаются в стороны (смещаться друг относительно друга) – диаметр уменьшается и пружина освобождается от оправки.

5.4.1.2. Набор отдельных элементов.

Контрольный ответ 2. Оправка может быть сделана из нескольких прутков. Один из прутков (лучше центральный) вынимается.

5.4.2. Использование физических эффектов.

5.4.2.1. Эффект температурного расширения.

Контрольный ответ 3. Можно, например, наматывать пружину на нагретый стержень. Когда стержень остынет, пружина легко снимется.

Контрольный ответ 4. Достаточно легко сделать наоборот – нагревать пружину, например, подключить ее специальным образом к сварочному трансформатору.

5.4.2.2. БИ-эффект

Более эффективное управление осуществляется использованием этого же эффекта с материалами, у которых различные коэффициенты температурного расширения (так называемый **БИ-эффект**).

Контрольный ответ 5. Материал оправки подбирается с коэффициентом температурного расширения, меньшим, чем коэффициент температурного расширения металла пружины. Если нагреть пружину с оправкой, то пружина расширится больше, и ее можно будет легко снять.

5.4.2.3. Фазовый переход 1-го рода

Фазовый переход 1-го рода – это изменение фазового состояния. Переход от газообразного к жидкому и твердому состоянию и обратно.

Контрольный ответ 6. Оправка полностью или ее внешняя часть делается из легкоплавкого материала. После навивки пружины. Расплавляют оправку.

5.4.2.4. Эффект "памяти формы"

Покажем применение еще одного физэффекта - "памяти формы". Определенные материалы, например, никелид титана

(нитинол) "вспоминает" заранее заданную форму при конкретной температуре.

Контрольный ответ 7. Например, оправка, сделанная из такого материала, при комнатной температуре должна иметь диаметр, необходимый для намотки. При высокой температуре диаметр становится маленьким, и пружина свободно снимается.

5.4.3. Использование химических эффектов.

Продемонстрируем и самый простой химический эффект - горение.

Контрольный ответ 8. Оправку оборачивают легкогорящим материалом, например, навивают на оправку бумажную ленту и сверху навивают пружину. Затем помещают пружину с оправкой в печь с температурой 400 град. С, - бумага сгорает, и пружина легко снимается.

Задача 1.23. Маховик (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Маховик большого диаметра и массы при больших скоростях вращения **разрывается. Нежелательный эффект – анти А (разрыв маховика).** Требование А – маховик не разрывается.

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. **УП₁:** Маховик большого диаметра и массы при больших скоростях вращения, **запасает много энергии, но при этом разрывается.**

Б – анти А. Требование Б – **запасать много энергии.**

Требование анти А – **разрыв маховика.**

2.2. **УП₂:** Маховик малого диаметра и массы при малых скоростях вращения, **запасает мало энергии, но при этом не разрывается.**

А – анти Б. Требование А – **маховик не разрывается.**

Требование - анти Б – **не запасать энергию (запасать мало энергии).**

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Маховик большого диаметра и массы при больших скоростях вращения, запасает много энергии (Б) и не разрывается (А).

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. ОП₁: Маховик должен быть **большого диаметра и массы** (свойство С), чтобы **запасать много энергии** (Б) при быстром вращении, и должен быть **малого диаметра и массы (анти С)**, чтобы **не разрываться** (А).

Можно обостренное противоречие сформулировать и иначе.

4.2. ОП₂: На маховик должны воздействовать силы направленные **к центру маховика** (свойство С₁), чтобы не допустить разрыва маховика, и воздействуют силы направленные **от центра маховика** (свойство **анти С**), так как возникают центробежные силы.

4.3. Краткая формулировка:

Нужно чтобы диаметр и масса маховика должны быть **большими и малыми**

Силы должны быть направлены **к центру и от центра** маховика.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) **в пространстве.**

Большая масса должна быть около оси маховика и малая по периферии.

Контрольный ответ 1. В начале XX века изобретатели маховиков старались отодвинуть основную массу как можно дальше от центра, не понимая, что при этом центробежным силам тем легче разорвать маховик, чем больше обороты. Инженер самоучка А.Уфимцев поступил иначе. Он сделал диск массивным в центре и утончающимся к периферии. На больших скоростях вращения маховик становится равнопрочным и не разрывается. Соответственно росла энергоемкость маховика. Ее пределом служила прочность материала, из которого сделан диск.

Контрольный ответ 2. Маховик можно сделать в виде колокола и двигатель поместить внутрь его.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) **во времени.**

Силы, направленные к центру маховика должны появляться во время раскручивания маховика. Чем сильнее раскручивается

1.6. Практика по формулированию противоречий

маховик, тем больше должны появляться силы направленные к оси маховика.

Контрольный ответ 3. Маховик представляет собой полый тор, заполненный жидкостью и шарами из ферромагнитного материала. Тор надет на ступицу, а на ободке тора закреплен соленоид. Момент инерции маховика можно плавно регулировать, изменяя магнитное поле в соленоиде.

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) в структуре.

Контрольный ответ 4. Прочность маховика повышается, если его выполнить из туго намотанной и скрепленной стальной ленты.

Контрольный ответ 5. Маховик наматывается из сдвоенных изолированных лент. В процессе работы на ленты подается разноименное напряжение - создается сила прижатия лент друг к другу.

Задача 1.24. Растяжение арматуры (продолжение).

Сформулируем для данной задачи цепочку противоречий и разберем логику АРИЗ.

1. Поверхностное противоречие (ПП).

Сформулируем для данной задачи два ПП.

1.1. ПП₁: Нужно не допустить **порчу арматуры.**

Нежелательный эффект – анти А (испорченная арматура). Требование А – **хорошая арматура.**

1.2. ПП₂: Нужно **удлинить арматуру.** Требование Б – **удлинение арматуры.**

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. УП₁: Если температура **большая**, то **арматура удлиняется**, но при этом **она портится.**

Б - анти А.

Требование **Б – удлинение арматуры.** Требование **анти А – испорченная арматура.**

2.2. УП₂: Если температура **маленькая**, то **не портится арматура**, но она **не удлиняется.**

А - анти Б.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Требование А - хорошая арматура. Требование - анти Б – не удлиняется.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Удлинение арматуры (Б) без ее порчи (А).

4. Обостренное противоречие (ОП).

Температура должна быть **большой** (свойство С), чтобы *обеспечить удлинение арматуры (Б)*, и должно быть **маленькой** (анти С), чтобы *не испортить арматуру (А)*.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Температура должна быть **большой** вне рабочей части арматуры (**вне формы**), и должна быть **маленькой** в рабочей части арматуры (**внутри формы**) (рис. 1.26).

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) во времени.

В данной задаче не осуществимо. В одно и тоже время арматура должна быть сильно и слабо нагрета.

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) в структуре.

Структура материала той части арматуры, которая сильно нагревается (**вне формы**) должна быть изменена. Ее нужно сделать из жаропрочной стали. Жаропрочная сталь значительно дороже обыкновенной, но так как вне рабочей зоны арматура не расходуемая, ее можно многократно использовать, то она может быть дорогой – жаропрочной.

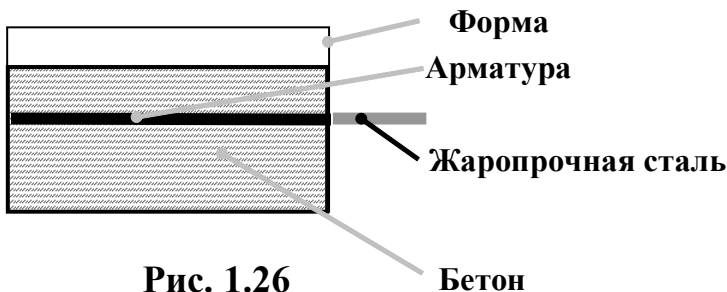


Рис. 1.26

1.6. Практика по формулированию противоречий

Как известно, удлинение Δl пропорционально коэффициенту линейного расширения α , разнице температур Δt и первоначальной длине нагреваемого объекта l_0 .

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta t$$

Поэтому, можно взять арматуру из обычного материала в 2,5-3 раза длиннее и нагревать ее до 400° .

Задача 1.25. Торможение танкера (продолжение).

Сформулируем для данной задачи цепочку противоречий и разберем логику АРИЗ.

1. Поверхностное противоречие (ПП).

Сформулируем для данной задачи ПП.

ПП: При торможении судно проходит **большой** тормозной путь

Нежелательный эффект - анти А (**большой** тормозной путь). **Требование А** – **малый** тормозной путь.

2. Углубленное противоречие (УП).

УП: Судно имеет требуемые **мореходные качества** (скорость, маневренность и т. д.), но при торможении судно проходит **большой** тормозной путь.

анти А - Б.

Требование анти А - **большой** тормозной путь.

Требование Б – хорошие **мореходные качества**.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Малый тормозной путь (**А**), хорошие **мореходные качества** (**Б**).

Судно само мгновенно останавливается (при необходимости), не ухудшая свои мореходные качества.

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **ОП₁:** Соппротивление корпуса судна воде должно быть **малым** (свойство **С**), чтобы судно имело хорошие **мореходные качества** (**Б**), и **большим** (**анти С**), чтобы иметь **малый** тормозной путь (**А**).

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Сформулируем следующий уровень **ОП**, которые должны обеспечить свойства **С** и **анти С**.

- 4.2. **ОП₂**: Чтобы сопротивление корпуса судна воде было **малым** (свойство **С**), ширина корпуса судна должна быть **малой** (корпус должен быть **узкий**) - свойство **С₁**, а чтобы сопротивление корпуса судна воде было **большим** (**анти С**), ширина корпуса судна должна быть **большой** (корпус должен быть **широкий**) - свойство **анти С₁**.

Определим альтернативные или более общие свойства, которые должны обеспечить свойства **С** и **анти С**.

- 4.3. **ОП₃**: Чтобы сопротивление корпуса судна воде было **малым** (свойство **С**), **не должны** создаваться дополнительные **силы** - свойство **С₂**, а чтобы сопротивление корпуса судна воде было **большим** (**анти С**), **должны** создаваться дополнительные **силы** - свойство **анти С₂**.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств во времени.

Во время **торможения** ширина корпуса судна **большая**, во время хода - **малая** (нормальная).

5.2. Разделение противоречивых свойств (**ОП**) в пространстве.

В Гданьском политехническом институте (ПНР) носовую часть судна предложили делать раскрывающейся, подобно створкам ворот. При этом тормозной путь сокращается на 35%⁴⁸.

5.3. Разделение противоречивых свойств в структуре.

Раскрывается весь корпус судна (см. рис. 1.27) или обшивка корпуса (фальшборт)⁴⁹. Между двумя половинками корпуса имеется система тросов, которые сматываются при раскрывании корпуса и наматываются при закрытии корпуса. Наиболее

⁴⁸ Изобретатель и рационализатор, 1979, № 2, МИ 0206

⁴⁹ Это изобретения разработанные автором.

практично сделать танкер в виде катамарана, который раскрывается таким же образом (см. рис. 1.28).

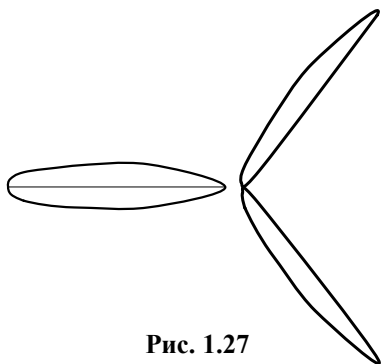


Рис. 1.27

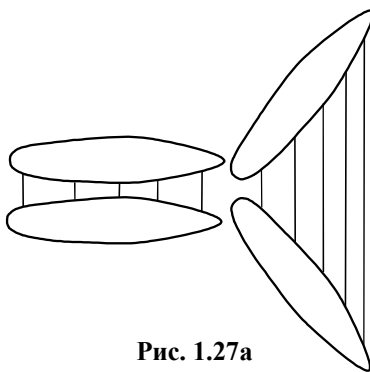


Рис. 1.27а

5.4. Разделение противоречивых свойств использованием технологических эффектов.

Можно использовать **геометрические эффекты**.

Если раскрывающийся нос или все судно выполнить в виде эллипсоида, то набегающий поток будет фокусироваться и создавать противопоток.

5.5. Разделение противоречивых свойств использованием ресурсов.

Из имеющихся ресурсов создает силу набегающий поток воды. Частично мы его использовали в предыдущем шаге. Например, можно, что бы противопоток воды раскручивал турбины, которые могут создавать противопоток различными путями, например⁵⁰:

- Турбина сама создает противопоток
- Турбина раскручивает гребной винт, который создает противопоток
- Турбина использует принцип водомета и т.д.

⁵⁰ Это комплекс изобретений разработанных автором.

Задача 1.26. Окраска баллончиков (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

Сформулируем для данной задачи два ПП.

ПП₁: Нужно не допустить **нанесение избытка краски** на баллончик. **Нежелательный эффект - анти А (избыток краски)**. Требование **А – нужное количество краски**.

ПП₂: Нужно **быстро (производительно) окрашивать баллончик**. Требование **Б – быстрое (производительно) нанесение краски на баллончик**.

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. **УП₁**: Если струя краски **сильная**, то баллончик **окрашивается быстро**, но при этом **наносится избыток краски**.

Б – анти А.

Требование **Б – быстрая окраска баллончика**. Требование **анти А – нанесение избытка краски**.

2.2. **УП₂**: Если струя краски **слабая**, то **наносится нужный слой краски** на баллончик, но при этом **окрашивание происходит медленно**.

А – анти Б.

Требование **А - нужное количество краски**. Требование – **анти Б – окрашивание происходит медленно**.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Быстрое нанесение (Б) нужного слоя краски (А).

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **Обостренное противоречие (ОП₁)**.

Струя краски должна быть **сильной** (свойство **С₁**), чтобы **обеспечить быструю окраску (Б)**, и должно быть **слабой** (**анти-С₁**), чтобы **не наносить избыток** краски на баллончик (**А**).

4.2. **Краткая формулировка (ОП₂)**.

Струя краски должна **быть (С₂)** и струя краски **не должна быть (анти-С₂)**.

4.3. **ОП₃**. Для обеспечения свойства **С₂** должна быть **сила направленная к баллончику**, а для обеспечения свойства **анти-С₂** должна быть **сила направленная от баллончика**

5. Решение задачи (РЗ).

Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Сила, направленная к баллончику, должна быть только для слоя 1 (рис. 1.28), а для всех остальных слоев (2, 3, 4 и т.д.) должна быть сила нулевая или направленная в противоположную сторону - от баллончика. Слой 1 – минимально необходимый слой.

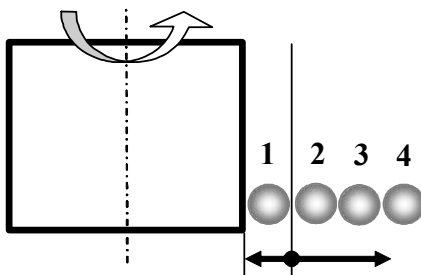


Рис. 1.28

5.1. Разделение противоречивых свойств (ОП) во времени.

До нанесения слоя 1 сила должна быть направлена к баллончику, после нанесения слоя 1 (слои 2, 3, 4 и т.д.) должна быть направленная от баллончика.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) в структуре.

В данной задаче этот шаг не используется.

Вводим новые виды разделения противоречий (использование ресурсов и использование технологических эффектов).

5.3. Разделение противоречивых свойств (ОП) за счет использование ресурсов.

В данной задаче необходимо использование сил (полей), поэтому мы, прежде всего, должны выявить полевые ресурсы. В качестве полевых ресурсов имеются струя краски (движение частиц краски с помощью сжатого воздуха) и поле вращения баллончика.

Струя краски уже использована для нанесения необходимого слоя на баллончик (сила направленная к

2. СТРУКТУРА АРИЗ

баллончику). Необходимо создание силы, направленной от баллончика. Такую силу могут создать центробежные силы.

Контрольный ответ. Баллончик окрашивают большой струей краски (окунают в краску) и вращают. Центробежная сила сбрасывает лишнюю краску. Толщиной слоя управляют, регулируя скорость вращения баллончика⁵¹.

Задача 1.27. Разлив металла (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Разлив жидкого металла через донное отверстие из ковша осуществляется **неравномерно**.

Нежелательный эффект - анти А (неравномерный разлив). Требование А – **равномерный** разлив.

2. Углубленное противоречие (УП).

УП: Жидкий металл выливается **самостоятельно** (с помощью силы гравитации), но **неравномерно**.

Б – анти А

Требование **Б** – **самостоятельный** вылив металла.

Требование **анти А** – **неравномерный** разлив.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Жидкий металл выливается **самостоятельно (Б)** и **равномерно (А)**.

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **ОП₁:** Толщина металла (высота столба жидкого металла) должна быть **постоянной** (свойство С), чтобы разлив был **равномерный (А)**, и должна быть **переменной** (свойство **анти С**), так как металл выливается **самостоятельно (Б)** (через донное отверстие).

4.2. Краткая формулировка (**ОП₂**).

ОП₂: Высота столба жидкости должен быть **постоянной** и **переменной**.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств во времени.

⁵¹ А.с. № 242 714

1.6. Практика по формулированию противоречий

Во время разлива высота столба жидкого металла должна быть постоянной.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Над донным отверстием высота столба жидкого металла должна быть постоянной.

5.3. Разделение противоречивых свойств в структуре.

Чтобы сделать разлив равномерным необходимо компенсировать действие силы гравитации, т.е. воздействовать на жидкий металл другим (не гравитационным) полем.

5.4. Разделение противоречивых свойств (ОП) использованием физических эффектов.

Контрольный ответ 1: Высоту металла над отверстием разливочного ковша (гидростатический напор) можно регулировать с помощью центробежных сил. Т.е. необходимо вращать металл в ковше. Это можно осуществить или механически, вращая ковш или металл электромагнитным полем. Легче вращать металл, чем вращать тяжелый ковш.

Задача 1.28. Абразивная обработка (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Сопло быстро изнашивается, и его приходится менять

Нежелательный эффект - анти А (износ сопла).

Требование А – сопло не изнашивается.

2. Углубленное противоречие (УП).

УП: Сопло направляет поток абразива (формирует струю), но из-за трения абразива о стенки сопла оно **быстро изнашивается.**

Б – анти А

Требование Б – направление потока абразива.

Требование анти А – износ сопла.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Сопло направляет поток абразива (формирует струю) (Б) и не изнашивается(А).

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1.ОП₁: Сопло должно соприкасаться (свойство С) со струей абразива, для **формирования**

2. СТРУКТУРА АРИЗ

струи (Б), и не должно соприкасаться (свойство анти С) со струей абразива, чтобы не изнашиваться (А).

4.2. Краткая формулировка (ОП₂).

ОП₂: Контакт между соплом и абразивом должен быть и не должен быть.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств во времени.

Не разрешается.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Не разрешается.

5.3. Разделение противоречивых свойств в структуре.

Контакт должен осуществляться через посредник или не осуществляться совсем

Опишем некоторые из возможных решений⁵².

Таким образом, имеется два направления решения:

1. Сопло должно удерживать на внутренней поверхности частицы абразива

1.1. Частички удерживаются с помощью вакуума.

Контрольный ответ 1. Сопло представляет собой сетку, на которой создается отсос (вакуум). Частички абразива притягиваются к сетке (рис.1.29)⁵³. Теперь сопло (сетка) "защищены" частичками абразива. Когда эти частички изнашиваются, на их месте появляются новые из потока.

Вакуум в данном изобретении создается за счет имеющегося потока воздуха. Для этого сделан канал 8. Схема действия этого физического явления показана на рис. 1.30. Поток газа или жидкости, проходящий перпендикулярно концу трубки создает в ней отсос (вакуум).

⁵² Описаны некоторые из изобретений В.Петрова, относящиеся к данной задаче.

⁵³ А.с. № 971 639

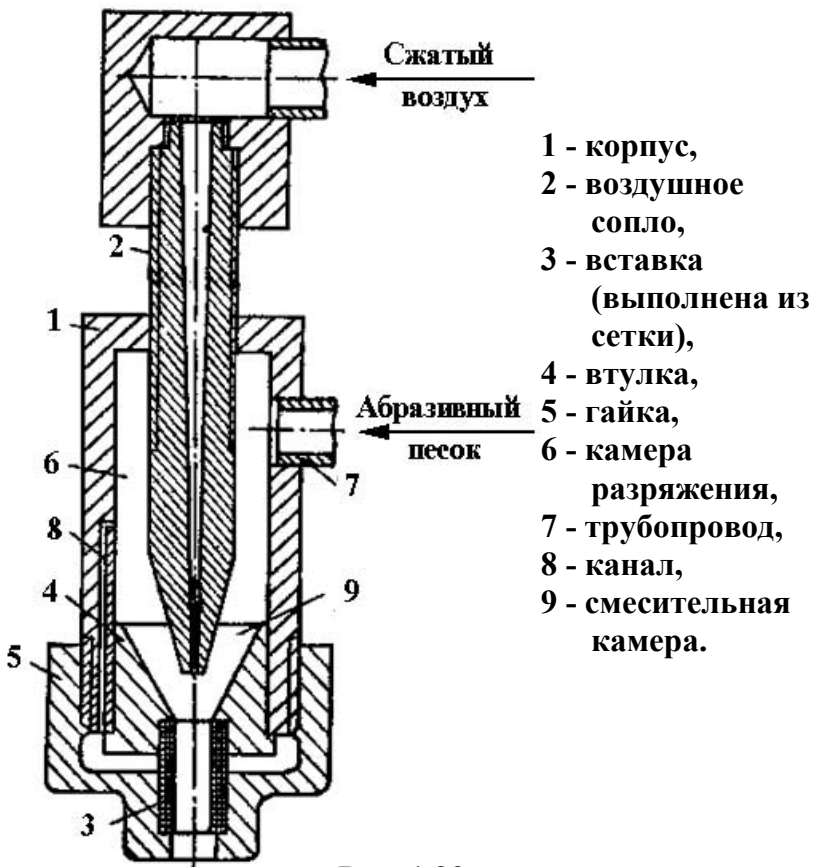


Рис. 1.29.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Поток газа или жидкости

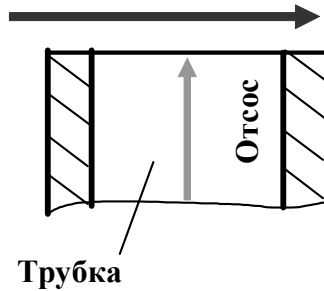


Рис. 1.30.

1.2. Частички удерживаются с помощью магнитного поля.

Контрольный ответ 2. Абразив может быть выполнен ферромагнитным, например, спечен с ферромагнитными частицами. Сопло выполняется магнитным. Частички притягиваются к соплу. Остальное аналогично п. 1.1.

1.3. Частички удерживаются за счет сил гравитации и трения.

Контрольный ответ 3. В сопле могут быть сделаны "кармашки" 10 для абразива⁵⁴ (рис. 1.31). Тогда струя абразива будет тереться о частицы застрявшего абразива, и застрявшие частицы будут предохранять сопло от истирания (рис. 1.32). Остальное аналогично п. 1.1.

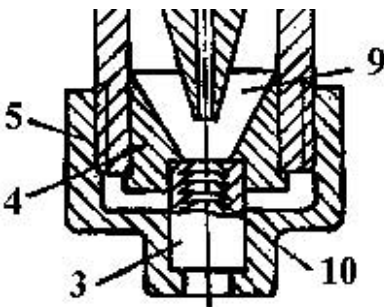


Рис. 1.31

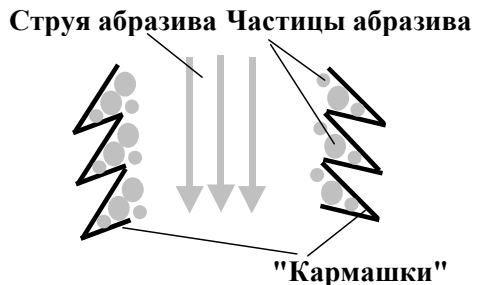


Рис. 1.32

Контрольный ответ 4. В

⁵⁴ А.с. № 1 184 653.

стенках сопла имеются направляющие для сжатого воздуха. Они расположены тангенциально с наклоном к выходу сопла (рис. 1.33). Через направляющие подается сжатый воздух, который отталкивает частички абразива от стенок сопла.

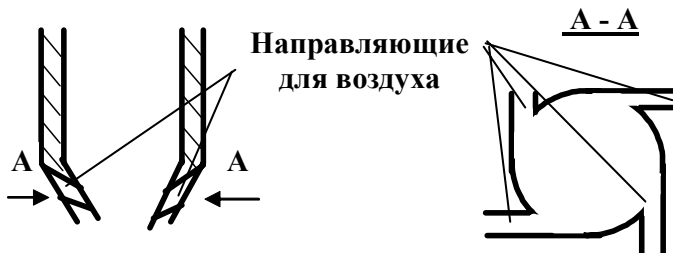


Рис. 1.33.

Кроме того, струи воздуха закручивают поток абразива и формируют струю. При определенной конструкции и давлении воздуха, можно отказаться от основной струи воздуха.

Контрольный ответ 5. Проще всего поменять местами воздух и абразив (рис. 1.34).

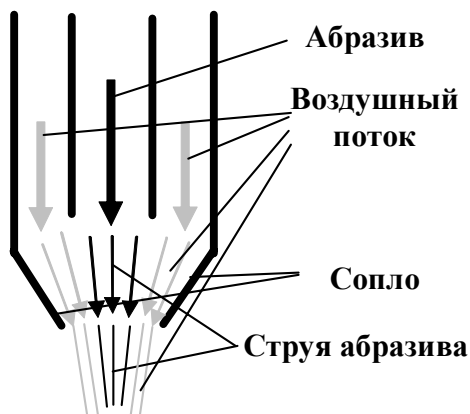


Рис. 1.34.

1.29. Подводное крыло (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

2. СТРУКТУРА АРИЗ

III: Поток воды **портит** подводное крыло, и его приходится ремонтировать

Нежелательный эффект - анти А (портит крыло).

Требование А – крыло **не изнашивается**.

2. Углубленное противоречие (УП).

УП: Поток воды с помощью подводного крыла **поддерживает судно**, но создает кавитацию и **портит** подводное крыло.

Б – анти А

Требование **Б** – **поддерживает судно**.

Требование **анти А** – **портит крыло**.

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Поток воды с помощью подводного крыла **поддерживает судно (Б)** и **не изнашивает (А)** подводное крыло.

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **ОП₁:** Крыло **должно соприкасаться** (свойство **С**) с потоком воды, для **поддержания судна (Б)**, и **не должно соприкасаться** (свойство **анти С**) с потоком воды, чтобы **не портить** крыло (**А**).

4.2. Краткая формулировка (**ОП₂**).

ОП₂: Контакт между крылом и потоком воды **должен быть и не должен быть**.

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств во времени.

Не разрешается.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

Не разрешается.

5.3. Разделение противоречивых свойств в структуре.

Контакт должен осуществляться через посредник или не осуществляться совсем

Контрольный ответ 1: Для предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например, подводных крыльев, защитный слой создают непрерывным намораживанием на поверхности корки льда (рис. 1.35) По мере ее разрушения от кавитации, толщину защитного слоя поддерживается в

1.6. Практика по формулированию противоречий

установленных пределах, исключающих оголение поверхности и ее эрозию под действием кавитации⁵⁵.

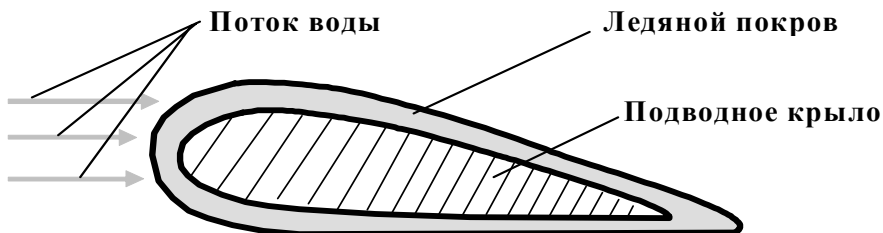


Рис. 1.35.

Контрольный ответ 2: Крыло будем нагревать (рис. 1.36). Вокруг него будет образовываться паровой пузырь (паровая каверна). Каверна позволит не только предохранить крыло от эрозии, но и позволить уменьшить сопротивление движению крылу в воде.

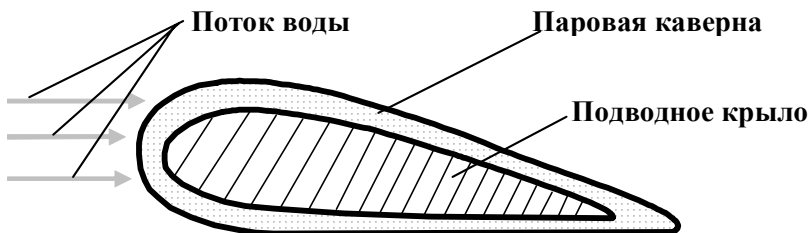


Рис. 1.36.

Контрольный ответ 3: Может быть использована сама вода. В крыле можно сделать сквозные вертикальные каналы (рис. 1.37).

⁵⁵ А.с. № 412 062.

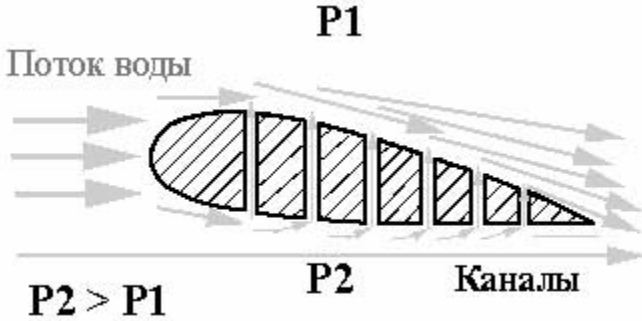


Рис. 1.37.

За счет разности давлений на верхней P_1 и нижней P_2 поверхностях крыла вода поднимается по каналам и обтекает крыло "смывая" кавитационные пузыри.

Контрольный ответ 4: Можно на поверхности крыла сделать лунки (рис. 1.38). Поток воды будет закручиваться в них, и образуемый слой воды не будет допускать кавитационные пузыри к поверхности крыла.

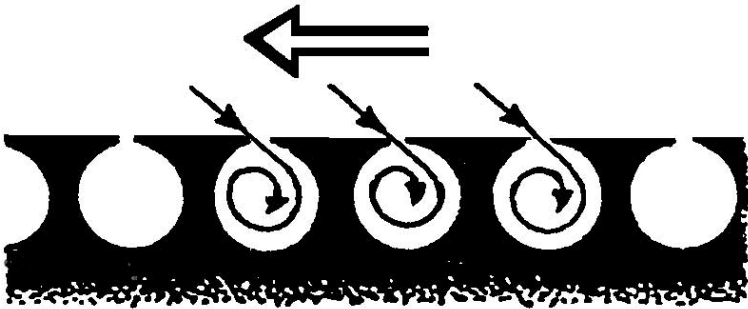


Рис. 1.38.

Контрольный ответ 5: Можно изменить форму крыла, так чтобы кавитационные пузыри образовывались только на задней кромке крыла и потоком воды выносились за его пределы. Таким образом, всхлопывание пузырей будет происходить не на крыле (рис. 1.39).

Контрольный ответ 6: Можно изменить форму крыла, так чтобы оно сама создавала воздушную каверну. Это осуществляется за

счет создания суперкавитации. Передняя часть крыла делается тупой. Возникает удар, который разбивает поток воды, и он как бы обходит крыло (рис. 1.40).

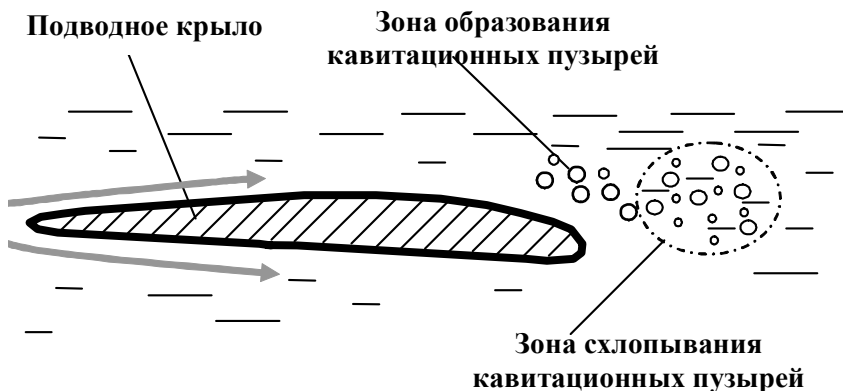


Рис. 1.39.

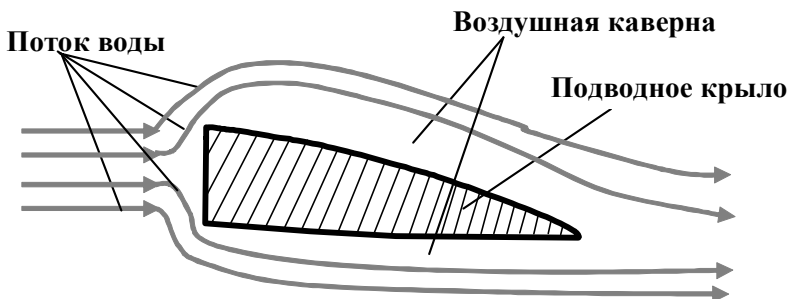


Рис. 1.40.

Контрольный ответ 7: Такое же решение применяется в быстро идущих торпедах (рис. 1.41). Они делаются "тупорылыми" или к ним на нос приделывается специальная "тарелка", которая создает суперкавитацию и вода как бы расступается.

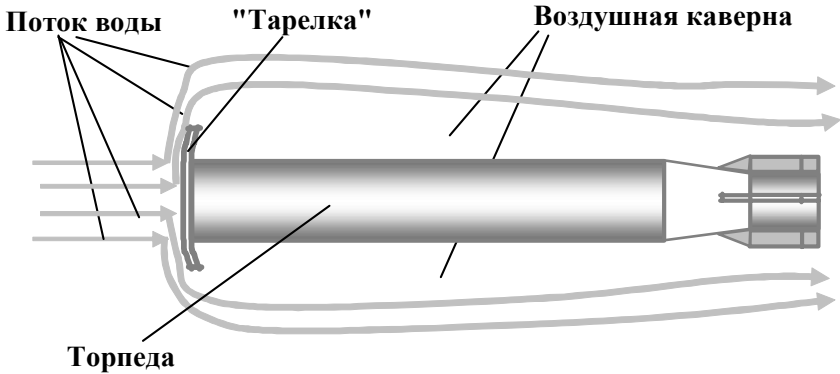


Рис. 1.41.

1.30. Нить для платья (продолжение).

1. Поверхностное противоречие (ПП).

ПП: Нужно чтобы **не был виден шов** на ткани со многими цветами

Нежелательный эффект - анти А (виден шов). Требование **А – не виден шов.**

2. Углубленное противоречие (УП).

2.1. **УП₁:** Если нитка одного цвета (одна нить), то легко шить платье, но при этом шов **виден** на участках ткани отличающейся от цвета нитки.

Б – анти А.

Требование **Б – легко шить.** Требование **анти А – виден шов.**

2.2. **УП₂:** Если нитка **разного цвета (много ниток - шьют малыми кусочками разноцветных ниток, соответствующих цвету каждого участка ткани)**, то **трудно шить** платье, но при этом шов **не виден.**

А – анти Б.

Требование **А – шов не виден.** Требование – **анти Б – трудно шить.**

3. Идеальный конечный результат (ИКР).

Шьется одной ниткой (легко шить) **пусть (Б), шов не виден (А).**

4. Обостренное противоречие (ОП).

4.1. **ОП₁**: Нить должна быть **одного цвета - одна нить** (свойство С), чтобы **легко шить** (Б), и **разного цвета – разные куски нити** (анти С), чтобы **не был виден шов** (А).

5. Решение задачи (РЗ).

5.1. Разделение противоречивых свойств во времени.

Не разрешается.

5.2. Разделение противоречивых свойств (ОП) в пространстве.

На каждом участке нить должна принимать свой цвет.

5.3. Разделение противоречивых свойств в структуре.

Контрольный ответ 1: Использовать бесцветную капроновую нитку.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

2.1. Общие сведения

АРИЗ – пошаговая программа для анализа и решения изобретательских задач.

Первая модификация появилась в 1959 г. (АРИЗ-59)⁵⁶. Имелись модификации АРИЗ-61⁵⁷, АРИЗ-64⁵⁸, АРИЗ-71⁵⁹,

⁵⁶ Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. - Вопросы психологии, 1956, № 6, с. 37-49.

⁵⁷ Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. - Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с.

Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. – Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд., 1964, 240 с.

⁵⁸ Корнеев С. Алгебра и гармония. - Тамбов: Кн. изд., 1964, 64 с.

1.6. Практика по формулированию противоречий

АРИЗ-77⁶⁰, АРИЗ-82, АРИЗ-85-В⁶¹. Основная линия решения задач по АРИЗ уже была рассмотрена. Последние модификации АРИЗ включали три основные компоненты (см. рис. 1): **программу, информационное обеспечение и методы управления психологическими факторами** (см. "Введение").

⁵⁹ **Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения.** - М: Московский рабочий, 1969. - 272 с.

Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. - М: Московский рабочий, 1973.-296 с.

⁶⁰ **Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука.** Теория решения изобретательских задач. - М.: Сов. радио, 1979.-184 с. - Кибернетика.

Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи. - Петрозаводск.: Карелия, 1980, 224 с.

⁶¹ **Альтшуллер Г.С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. - Новосибирск: Наука, 1986. 209 с.

Альтшуллер Г.С. АРИЗ – значит победа. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В.- Правила игры без правил/ Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с. - (Техника - молодежь - творчество), с. 11-50.

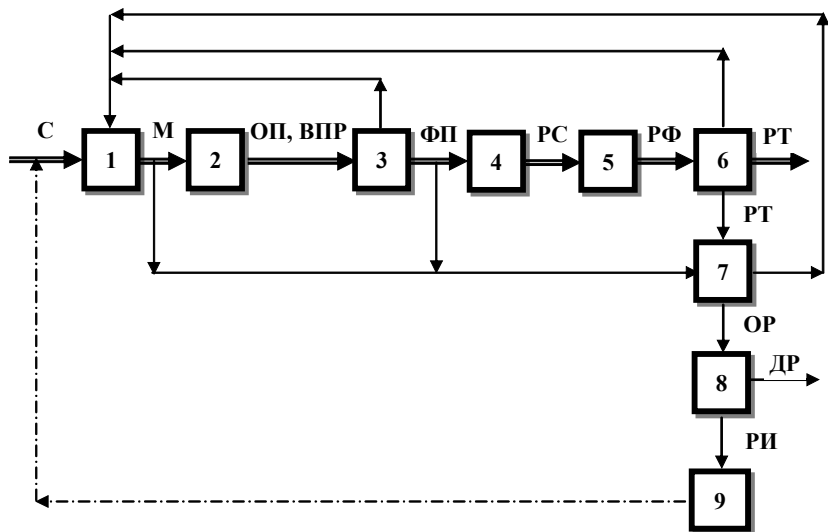


Рис. 2.1. Структурная схема АРИЗ-85-В

Где: 1-9 - части АРИЗ:

1. Анализ задачи. 2. Анализ модели задачи. 3. Определение ИКР и ФП.

4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов. 5. Применение информационного фонда.

6. Изменение и/или замена задачи. 7. Анализ способа устранения ФП. 8. Применение полученного ответа.

9. Анализ хода решения.

С - ситуация, М - модель, ОП - оперативные параметры, ВПР - вещественно-полевые ресурсы, ФП - физическое противоречие, РС - структурное решение, РФ - физическое решение, РТ - техническое решение, ОР - оценка решения, ДР - другие решения, РИ - развитие идей.

Рассмотрим структуру модификации АРИЗ-85-В [9, 10], видоизмененный текст, которого приводится в приложении 2. Текст алгоритма снабжен комплексом правил, пояснений и примеров, которые хотя и увеличивают объем методики, но зато упрощают ее использование.

Все вспомогательные комментарии и правила нужны лишь при освоении алгоритма, в последствии (после освоения) становятся почти ненужными.

АРИЗ-85-В содержит 9 частей.

- 1. Анализ задачи.**
- 2. Анализ модели задачи.**
- 3. Определение ИКР и ФП.**
- 4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов.**
- 5. Применение информационного фонда.**
- 6. Изменение и/или замена задачи.**
- 7. Анализ способа устранения ФП.**
- 8. Применение полученного ответа.**
- 9. Анализ хода решения.**

Структурная схема АРИЗ-85-В представлена на рис. 2.1.

2.2. Первая часть

Прежде чем приступить к решению задачи по АРИЗ, целесообразно сформулировать задачу. Это необходимо сделать в связи с тем, что чаще всего заказчик предоставляет не задачу, а достаточно туманную **ситуацию (С)**. Такую ситуацию называют **изобретательской**, и, как правило, она содержит несколько поверхностных противоречий (ПП):

$$C = f(ПП_1, ПП_2 \dots ПП_n).$$

Выбор задачи из изобретательской ситуации сводится практически к выбору поверхностного противоречия. Этот

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

процесс частично рассматривался раньше, а детально – в учебном пособии по АРИЗ.

Цель **первой части** АРИЗ – перейти от поверхностного противоречия "ПП" к модели "М" задачи, представляющей собой два элемента системы: **конфликтующую пару** и **углубленное противоречие (УП)** между ними.

АРИЗу свойственно постепенное сужение анализируемой области (области рассмотрения) в системе. Вначале рассматривается изобретательская ситуация со многими элементами и конфликтами. Из всех элементов отбирают только два – конфликтующую пару (изделие и инструмент), а затем переходят от пары элементов к одному, который и исследуется на следующих частях АРИЗ.

В конце первой части модель представляют в вепольном виде и, преобразуют эту модель в соответствии с тенденциями развития вепольных систем. Иногда это приводит к решению задачи.

Тогда рекомендуется проверить решение – перейти к седьмой части (на рис. 2.1 это показано стрелкой вниз), и даже если оно удовлетворяет, продолжить решение задачи по АРИЗ, начиная со второй части. При этом, возможно, получим решение еще лучшее.

2.3. Вторая часть

Во **второй части** АРИЗ в модели задачи (М) предельно сужают область исследования, определяя **оперативные параметры (П)**: оперативную зону, оперативное время и **вещественно-полевые ресурсы (ВПр)**.

2.4. Третья часть

На **третьей части** АРИЗ определяют **идеальный конечный результат (ИКР)** и **обостренное противоречие (ОП)**.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Формулируя ОП необходимо следить за выполнением логики АРИЗ, если она не соблюдена, то следует вернуться к первой части и откорректировать модель задачи (стрелка обратной связи, показанная на схеме рис. 2.1 наверху). Кроме того, осуществляют попытку получить структурное решение, используя стандарты на решение изобретательских задач. Если решение найдено, то его проверяют, переходя к седьмой части (стрелка внизу на рис. 2.1) и продолжают решение, начиная с четвертой части.

2.5. Четвертая часть

На **четвертой** части мобилизуют и применяют **вещественно-полевые ресурсы (ВПр)**, выявленные на второй части. Использование ВПр позволяет получить решение более идеальное.

2.6. Пятая часть

Пятая часть АРИЗ предназначена для **разрешения обостренного противоречия (ОП)**. Для этой цели используется информационный фонд (стандарты на решение изобретательских задач, задачи-аналоги, технологические эффекты, приемы). Если решение найдено, то переходят к седьмой части и проверяют его, а затем продолжают решение по 6-9 частям.

2.7. Шестая часть

Основная цель **шестой части** АРИЗ – переход от физического решения к техническому. Для этого необходимо сформулировать технический способ осуществления физического решения, разработать конструктивное воплощение и технологическую реализацию. Если решение не получено, то

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

рекомендуется вернуться к первой части (на рис. 2.1 это показано в виде петли обратной связи), заново сформулировать УП и решать задачу. Если и в этом случае не получено решение, то снова формулируют модель задачи, выбрав другое ПП. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз – с переходом к надсистеме (системе более высокого ранга).

2.8. Седьмая часть

В **седьмой части** алгоритма осуществляется **анализ полученного решения** и определение его пригодности для конкретных производственных условий, т.е. проводится **оценка решения (ОР)**. Один из приемов оценки решения - это сравнение его с ИКР. Степень близости полученного решения к ИКР определяет качество полученного решения.

В результате оценки решения могут возникнуть две ситуации: полученное решение приемлемо или неприемлемо (удовлетворяет или не удовлетворяет требованиям ИКР и задачедателя). В первом случае идею решения развивают с помощью восьмой части и оценивают ход решения в девятой части. Когда решение по каким-то причинам не устраивает, то целесообразно вернуться к первой части (петля обратной связи на рис. 2.1 показана штрихпунктирной линией) и сформулировать другую модель задачи. Если решение годится, то следует проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения и выявить подзадачи, возникающие при технической разработке полученной идеи, записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные. После этого развивают идею решения и оценивают ход решения в соответствии с восьмой и девятой частями.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

2.9. Восьмая часть

В восьмой части развивается идея решения по трем направлениям. Первоначально определяется соответствие полученного решения надсистеме, куда должна входить рассматриваемая в задаче система. Такое соответствие зависит от уровня полученного решения: принципиально новое – "пионерское" (например, изобретение самолета, радио, лазера, компьютера и т.п.) и не принципиально новое – не пионерское.

Если решение не "пионерское", то решение подстраивается под систему и надсистему. Прежде всего следует выяснить взаимосвязи разработанной системы с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных явлений. Это осуществляется в соответствии с законами развития технических систем, например, согласованием параметров, форм, связей, веществ и полей вновь создаваемой системы с надсистемой и окружающей средой. Кроме того, осуществляется согласование процессов по времени, в частности, согласование ритмики работы.

Если при этом выявляются какие-то недостатки, то они устраняются. Часто в таких случаях устранение этих недостатков является новой задачей, которая тоже может быть решена по АРИЗ.

После этого решение дорабатывается конструктивно, технологически, разрабатываются мероприятия по использованию полученного решения.

Если решение "пионерское", то для его осуществления, как правило, следует изменить надсистему.

Пожалуй, с особым упорством психологическая инерция проявляется в сохранении старой формы в новых изобретениях. Много таких примеров хранит история техники. Вспомним некоторые из них:

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

Пример 2.1. Первое паровое судно, построенное в конце XVIII века американским изобретателем Фитчем, приводилось в движение ... веслами. Гребцы были заменены паровым двигателем, в остальном старая форма корабля не изменилась (рис. 2.2).

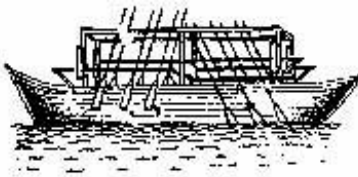


Рис. 2.2.

Пример 2.2. Первый электродвигатель копировал паровую машину(рис. 2.3).

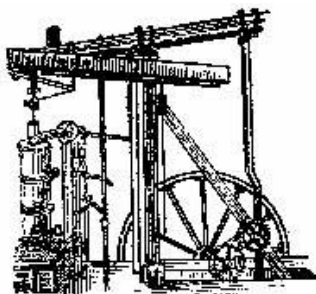


Рис. 2.3.

Эволюция развития электродвигателей показана на рис. 2.4.

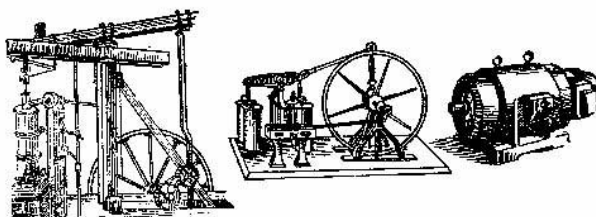


Рис. 2.4.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Пример 2.3. В качестве движителя первого паровоза были... ноги (рис. 2.5).

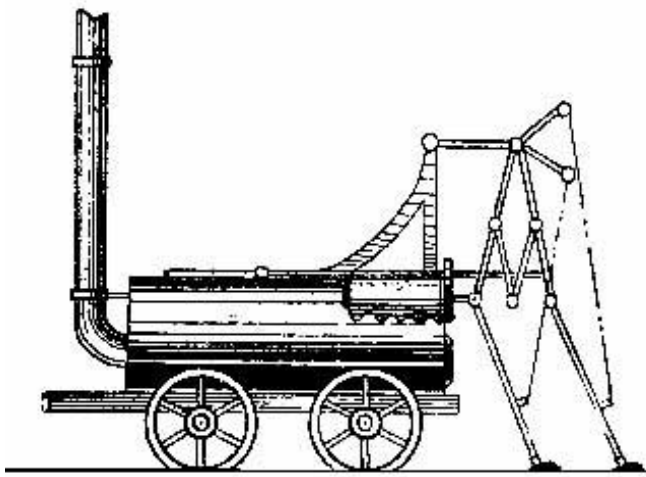


Рис. 2.5.

Пример 2.4. Наиболее характерным примером сохранения старой формы может служить история появления и развития автомобиля. Первый автомобиль повторял форму привычной коляски. Двигатель этого автомобиля был расположен впереди в специальном кожухе, выполненным в форме... крупа лошади. Интересно, что и управление этой машиной осталось традиционным. Повороты осуществлялись с помощью привычных ... вожжей⁶². Характерно и то, что "атавизмы" кареты оставались еще очень долго.

⁶² Рисунок из книги: Енё Р. Сабо. Революция машин. История промышленного переворота. Из-во. "Корвина". - Будапешт. 1979, с.97.

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ



Рис. 2.6.

Однако, иногда старая форма может быть следствием психологической инерции потребителей, отдающих предпочтение привычному, традиционному представлению об изделии. Все большее распространение получают изделия в стиле "ретро".

Второе направления развития идеи решения – использование полученного решения по новому назначению – для выполнения других функций, для других систем.

Третье направление – применение полученной идеи решения для решения других задач. Так формулируются новые стандарты на решение изобретательских задач. Таким образом, на выходе восьмой части мы получаем **развитие идеи (РИ)** и **дополнительные решения (ДР)**.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

2.10. Девятая часть

Цели девятой части – совершенствование навыков пользования АРИЗ и усовершенствование самого АРИЗ. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения задачи по всем шагам АРИЗ с реальным.

Тем самым производится оценка хода решения.

После получения решения достаточно легко представить идеальный ход решения, ибо "с вершины" полученного решения легче увидеть наиболее быстрый, легкий и точный путь, который ведет к вершине этого решения. При сравнении реального решения с идеальным легче обнаружить просчеты и неточности, допущенные при решении. Следует тщательно разобраться в причинах этих ошибок, запомнить их и учесть при решении других задач. За счет такого анализа совершенствуется методика решения, значительно эффективнее и быстрее происходит ее освоение.

Иногда ошибки совершаются не потому, что вы не знаете АРИЗ, а из-за его несовершенства. Тогда такие ошибки собираются и систематизируются, чтобы устранить недостатки АРИЗ.

Так постепенно совершенствуется АРИЗ.

3. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

Цель этой части перейти от исходной ситуации "ИС" к модели "М" задачи. Таким образом, первая часть преобразует туманную (расплывчатую) ситуацию "ИС" в четко построенную и предельно простую модель задачи "М", что изображено на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Функция 1-ой части АРИЗ-85-В
Где: 1 - номер части АРИЗ-85-В,
ИС – изобретательская ситуация,
М – модель задачи.

Исходная (изобретательская) ситуация (ИС), как правило, содержит несколько поверхностных противоречий (ПП)

$$ИС = f(ПП1, ПП2, \dots, ППn).$$

Выбор задачи из изобретательской ситуации сводится практически к оставлению одного поверхностного противоречия. Этот процесс рассматривается в разделе "Выбор задачи", которая отсутствует в АРИЗ-85-В.

В первой части АРИЗ-85-В осуществляется переход от поверхностного противоречия (ПП) к углубленному противоречию (УП). Схематически это изображено на рис. 3.2.

2. СТРУКТУРА АРИЗ



Рис. 3.2. Функция 1-ой части АРИЗ-85-В

Где: 1 - номер части АРИЗ-85-В,

ПП - поверхностное противоречие,

УП - углубленное противоречие.

Что же представляет собой модель задачи? Она, как и любая модель, должна представлять основную суть проблемы.

Как мы уже писали раньше модель задачи (**М**) это совокупность конфликтующей пары (**КП**) и обостренного противоречия (**ОП**). Для наглядности представим модель задачи в виде условного выражения

$$M = КП + УП,$$

Где: М - модель задачи,

КП - конфликтующая пара,

УП - углубленное противоречие.

В свою очередь, конфликтующая пара состоит из изделия или объекта (**О**) и инструмента (**И**)

$$КП = О + И.$$

Где: КП - конфликтующая пара,

О – объект (изделие),

И – инструмент.

Элементы конфликтующей пары могут быть сдвоены, например, действие одного инструмента направлено на два

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

объекта, или объект обрабатывается сразу двумя инструментами.

Детальная технология выявления модели задачи описана в тексте АРИЗ-85-В. Общая последовательность показана на рис.3.3. Она следующая:

- На шаге 1.1 из поверхностного противоречия (ПП) формулируется мини-задачи (МЗ).
- На шаге 1.2 – выявляют конфликтующую пару (КП).
- На шаге 1.3 – определяют обостренное противоречие (ОП).
- На шаге 1.4 – выбирают состояние конфликта (СК).
- На шаге 1.5 – усиливают конфликт (УК).
- На шаге 1.6 – формулируют модель задачи (М).
- На шаге 1.7 – строят структурную (вепольную) модель задачи (СМ).

2. СТРУКТУРА АРИЗ



Рис. 3.3. Анализ задачи

- Где: 1.1 - 1.7 - шаги первой части АРИЗ-85-В,
- 1.1. Записать условия мини-задачи
 - 1.2. Сформулировать конфликтующую пару
 - 1.3. Сформулировать углубленное противоречие (УП)
 - 1.4. Выбор конфликтующей пары
 - 1.5. Усилить конфликт
 - 1.6. Записать формулировку модели задачи
 - 1.7. Применение вепольного анализа.
- ПП – поверхностное противоречие,
МЗ – мини-задача,
КП – конфликтующая пара,
УП – углубленное противоречие,
СК – состояние конфликта,
УК – усиление конфликта,
М – модель задачи,
СМ – структурная (вепольная) модель.

Необычность решения задач по АРИЗ заключается в усилении, а не сглаживании конфликта. Это проводится для того, чтобы у решателя не появился бы соблазн найти компромисс, сглаживая противоположные стороны конфликта. Усиление конфликта приводит к выявлению более глубоких причин, породивших углубленное противоречие.

Для АРИЗ свойственно постепенное сужение анализируемой области (области рассмотрения) в системе. Вначале рассматривается изобретательская ситуация со многими элементами и конфликтами. Затем из всех элементов отбирают только два элемента – конфликтующая пара с двумя состояниями инструмента. Дальнейшее сужение области рассмотрения происходит за счет выбора одного состояния инструмента, реализующего главную полезную функцию, и перехода от пары элементов к одному, который и будет в

3.1. Основные понятия и структура первой части АРИЗ

дальнейшем исследоваться. Заранее этот элемент не известен, поэтому его принято называть **икс-элемент**. В результате решения икс-элемент может быть чем угодно, каким-то изменением в системе, не только вещественным, но и полевым. Например, изменение давления, температуры, электрических параметров, агрегатного состояния и т.п.

Следует отметить, что после выбора одного из двух состояний инструмента, второе его состояние исключается из дальнейшего рассмотрения. "Вцепившись" в одно состояние инструмента, необходимо в процессе решения задачи добиться, чтобы при этом состоянии инструмента появилось положительное свойство, присущее другому его состоянию.

Часто бывает полезно после решения задачи вернуться к рассмотрению другого состояния инструмента и еще раз осуществить анализ по всем остальным шагам АРИЗ.

Рассмотрим каждый шаг первой части в отдельности.

3.2. Формулировка мини-задачи

На шаге 1.1 формулируется **мини-задача**.

Напомним, что основная цель при решении мини-задачи – не изменять существующую техническую систему. Она должна оставаться практически без изменений, без изменений или упроститься, но лишиться недостатков (должен быть устранен нежелательный эффект) или в системе должно появиться новое необходимое (требуемое) свойство.

Таким образом, при решении мини-задачи мы вводим дополнительные требования: результат должен быть получен "без ничего". Тем самым происходит обострение конфликта и заранее отсекает пути к компромиссным решениям.

Излагать мини-задачу следует без **специальных терминов**, чтобы избавиться от психологической инерции, навешанной

2. СТРУКТУРА АРИЗ

этими терминами. Термины относятся к любым частям системы. Они навязывает применение традиционных технологий, характерных для данного объекта (термина). Например, "мясорубка". В этом термине указывается способ измельчения мяса – его необходимо рубить, но мясо можно резать, рвать или разделять каким-то другим способом, например, используя электрогидравлический удар.

Поэтому термин мясорубка следовало бы заменить более общим понятием, например, мясоразделялка или еще более общее мясообработывалка, а лучше всего "разделалка" или "обработывалка".

Рекомендуется любой термин заменять более общим понятием, объектом, выполняющим более общую функцию.

В мини-задаче формулируются:

- основная функция или назначение системы,
- состав системы (перечень основных элементов системы),
- нежелательный эффект (недостатки системы),
- ожидаемый результат (результат, который должен быть получен при минимальных изменениях в системе, чтобы достичь желаемый результат).

В перечне элементов следует указать не только технические части, но и природные, взаимодействующие с техническими.

Структурная схема шага 1.1 показана на рис. 3.4.

3.3. Формулировка конфликтующей пары



Рис. 3.4. Шаг 1.1 первой части АРИЗ-85-В.

Где: 1.1.1-1.1.4 - подшаги шага 1.1. Записать условия мини-задачи.

1.1.1 – формулировка основной функции (назначение) системы,

1.1.2 – описать состав системы (перечень основных элементов системы),

1.1.3 – выявить нежелательный эффект (недостатки системы),

1.1.4 – описать ожидаемый результат (результат, который должен быть получен при минимальных изменениях в системе, чтобы достичь желаемый результат),

ПП – поверхностное противоречие,

МЗ – мини-задача,

КП – конфликтующая пара,

УП – углубленное противоречие,

СК – состояние конфликта,

УК – усиление конфликта,

М – модель задачи,

СМ – структурная (вепольная) модель.

Рассмотрим формулировку мини-задачи на примере.

Задача 3.1. Газопровод

В магистральных газопроводах возникают пожары.

Как не допустить распространения огня?

Формулировка задачи в таком виде представляет собой **изобретательскую ситуацию**. Эта проблема может быть решена, используя многие направления:

- создать устройство, которое предотвращало бы распространения огня в газопроводе;
- разработать систему тушения огня;

2. СТРУКТУРА АРИЗ

– другие направления.

Чтобы перейти от изобретательской ситуации к задаче необходимо выбрать одно из направлений, а затем сформулировать конкретное поверхностное противоречие и уточнить условия задачи.

Выберем первое направление – предотвращение распространение огня. Для этого рассмотрим одну из существующих технологий предотвращения распространения огня в магистральных газопроводах с помощью огнепреградителя.

Огнепреградители представляют собой поперечные керамические вставки с отверстиями. Такие вставки частично предотвращают распространение огня, но затрудняют прохождение газа по трубопроводу. Как уменьшить сопротивление потоку газа?

Это формулировка задачи.

Практически сейчас сформулировано поверхностное противоречие в виде нежелательного эффекта – *затруднение прохождению газа*.

Теперь сформулируем мини-задачу, которая рассматривается на шаге 1.1 АРИЗ-85-В.

1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов).

Огнепреградитель – специальный термин. В дальнейшем будем его называть преградитель.

1.1.1. Основная функция системы.

Для газопровода основная функция – проводить газ.

Для преградителя – предотвращение распространения огня.

1.1.2. Состав системы.

Труба, газ, преградитель, пламя.

1.1.3. Нежелательный эффект.

Преградитель затрудняет прохождение газа.

1.1.4. Ожидаемый результат.

Необходимо при минимальных изменениях в системе сделать, чтобы преградитель не затруднял прохождение газа.

3.3. *Формулировка конфликтующей пары*

Перейдем к рассмотрению шага 1.2, на котором формулируется конфликтующая пара.

Необходимо указать изделие и инструмент.

Правило 1. *Если инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба состояния.*

Правило 2. *Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.*

Для инструмента желательно указать два предельных состояния (мало - много, сильный - слабый, проводник - диэлектрик, дешевый - дорогой и пр.). Если указать второе состояние инструмента затруднительно, то или специально выдумывается второе предельное состояние, или задача решается только с одним состоянием инструмента. Выявление двух предельных состояний инструмента позволяет глубже разобраться в задаче.

Если конфликтующую пару определить нелегко, то можно или составить таблицу взаимодействий (см. табл. 1.2), или воспользоваться следующим методом.

Из состава системы постепенно мысленно убирают по одному элементу, считая при этом, что все остальные связи остались.

Если при этом конфликт исчез, то такой элемент является одним из компонентов конфликтующей пары. Так постепенно перебираются все элементы.

В конфликте могут участвовать и более двух элементов, например, два инструмента или сдвоенный инструмент. Возможны случаи сдвоенных изделий.

Например, даны два разных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент

2. СТРУКТУРА АРИЗ

мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действия одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому.

При выборе элементов конфликтующей пары желательно обращать внимание не только на нежелательный эффект, но и на положительный эффект (ожидаемый результат), который сформулирован в п. 1.1.4, и на основную функцию системы. Очень часто именно в этих элементах кроится "болезнь".

Структурная схема шага 1.2 показана на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Шаг 1.2 первой части АРИЗ-85-В.

Где: 1.2.1-1.2.3 – подшаги шага 1.2. Формулировка конфликтующей пары.

1.2.1 – выбор объекта (изделия),

1.2.2 – выбор инструмента,

1.2.3 – описать два предельных состояния,

МЗ – модель задачи,

О – объект (изделие),

КП – конфликтующая пара,

СИ – состояния (предельные) инструмента.

Продолжим разбор задачи 3.1 о газопроводе.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

1.2. Сформулировать конфликтующую пару.

Для определения конфликтующей пары составим таблицу взаимодействия элементов системы (см. табл. 3.1). Основными элементами системы являются: труба, газ, преградитель, пламя.

3.3. Формулировка конфликтующей пары

Таблица 3.1.

Элементы системы	1. Труба	2. Газ	3. Преградитель	4. Пламя
1.Труба		-	-	+
2.Газ			+	+
3.Преградитель				-
4.Пламя				

Из таблицы видно, что имеются конфликты между: трубой и пламенем (пламя нагревает трубу), газом и преградителем (преградитель мешает свободному прохождению газа), газом и пламенем (пламя сжигает газ).

Итак, мы выявили три конфликтующих элемента: газ, преградитель и пламя. Возможны следующие пары: газ-преградитель, газ-пламя и преградитель-пламя.

Главным элементом в данной системе является газ – именно для его передачи и создан газопровод. Поэтому газ является изделием.

Тогда преградитель и пламя являются инструментами. Так ли это? Давайте разберемся.

Инструмент должен обрабатывать изделие. Что в данном случае "обрабатывает" газ?

Огонь? Газ горит, но нежелательный эффект не в этом (см. п. 1.1.3). У нас не поставлена задача как не допустить загорание газа. Так что для газа огонь не является инструментом.

Поэтому в таблице следует скорректировать взаимосвязь газ-пламя и "+" исправить на "-".

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Преградитель? Он затрудняет прохождение газа, т.е. является инструментом для газа.

Осталось выяснить взаимосвязь преградитель-пламя. Преградитель препятствует распространению пламени. В этой паре: пламя – изделие, преградитель – инструмент.

Итак, в данной задаче два изделия газ и огонь, и один инструмент – преградитель.

Теперь перейдем к описанию подшагов шага 1.2.

1.2.1. Изделие – газ (Г), огонь (О).

1.2.2. Инструмент – преградитель (П).

На следующем подшаге нам нужно выбрать два предельных состояния инструмента.

Преградитель может быть с большими и малыми отверстиями.

1.2.3. Состояния (действия) инструмента – преградителя (П).

1.2.3.1. Одно предельное состояние – преградитель с большими отверстиями (П>).

1.2.3.2. Противоположное предельное состояние – преградитель с малыми отверстиями (П<).

3.4. Формулировка углубленного противоречия

На шаге 1.3 – формулируют углубленное противоречие.

Углубленное противоречие формулируется для каждого предельного состояния инструмента.

Записывают одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что – плохо. Затем точно также записывают противоположное состояние этого же элемента.

Для наглядности и уточнения словесной формулировки делается условное графическое представление (схема) конфликта для каждого из состояний инструмента, изображенная на рис. 3.6.

3.4. Формулировка углубленного противоречия

Если они не соответствуют друг другу, то корректируется или словесная формулировка или ее графическое представление.

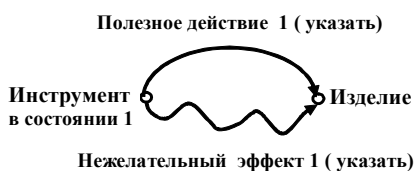


Рис. 3.6.1.

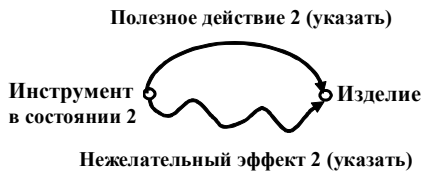


Рис. 3.6.2.

Схемы типичных конфликтов приведены в приложении 2.

Желательно, чтобы формулировки углубленных противоречий для противоположных состояний были обратными, т.е. положительное действие в одном состоянии (например, 1) должно быть отрицательным (нежелательным эффектом) в другом (например, нежелательный эффект 2) и наоборот.

Кроме того, необходимо проверить соответствие конфликтующей пары и углубленного противоречия. Если его нет, необходимо вернуться к шагу 1.2 (на рис. 3.7 это показано в виде петли обратной связи) и откорректировать или конфликтующую пару или углубленное противоречие.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

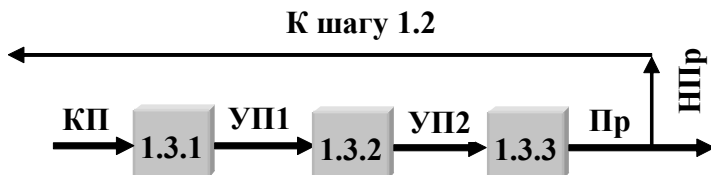


Рис. 3.7. Шаг 1.3 первой части АРИЗ-85-В.

Где: 1.3.1-1.3.3 – подшаги шага 1.3. Формулировка углубленного противоречия.

1.3.1 – формулировка углубленного противоречия для 1-го предельного состояния,

1.3.2 – формулировка углубленного противоречия для 2-го предельного состояния,

1.3.3 – проверка правильности выполнения шагов 1.3.1-1.3.2,

КП – конфликтующая пара,

УП1 – углубленное противоречие для 1-го предельного состояния,

УП2 – углубленное противоречие для 2-го предельного состояния,

Пр – правильное выполнение шагов,

НПр – неправильное выполнение шагов.

Перейдем к рассмотрению задачи 3.1 о газопроводе.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

1.3. Формулировка углубленного противоречия (УП).

1.3.1. УП-1 (Состояние 1, соответствующее 1.2.3.1 – преградитель с большими отверстиями (П>):

1.3.1.1. Словесная формулировка УП-1.

Преградитель с большими отверстиями свободно пропускает газ, но не задерживает огонь.

3.4. Формулировка углубленного противоречия

1.3.1.2. Графическое представление УП-1.



1.3.1.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

"Прочитаем" по графическому представлению формулировку УП-1.

П> - означает "преградитель с большими отверстиями".

Над прямой стрелкой (указывающей полезное действие) написано "**Свободно пропускает**".

Под волнистой стрелкой (указывающей нежелательное действие или эффект) написано "**не задерживает**".

Итак, получается: "Преградитель с большими отверстиями свободно пропускает газ, но задерживает огонь".

Полное соответствие графической формулировки со словесной.

1.3.2. УП-2 (Состояние 2, соответствующее 1.2.3.2, *преградитель с малыми отверстиями (П<)*):

1.3.2.1. Словесная формулировка УП-2.

Преградитель с малыми отверстиями задерживает огонь, но затрудняет прохождение газа.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

1.3.2.2. Графическое представление УП-2.



1.3.2.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

Проверка аналогична описанному в 1.3.1.3. Полное соответствие.

1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1-1.3.2.

В данных формулировках полное соответствие так мы тщательно выбрали конфликтующую пару.

Представим, что на шаге 1.2 конфликтующая пара была бы огонь и преградитель или преградитель и газ, тогда на данном шаге пришлось бы откорректировать конфликтующую пару.

Такие возвраты необходимы для точной формулировки противоречий и выявления первопричин.

Иногда в условиях задачи дано **только изделие**, инструмента нет, поэтому нет явного УП. В этих случаях УП получают, условно рассматривая **два состояния (изделия)**, хотя одно из них заведомо недопустимо.

3.4. Формулировка углубленного противоречия

Задача 3.2. Наблюдение микрочастиц⁶³

Как наблюдать невооруженным глазом микрочастицы, взвешенные в образце оптически чистой жидкости, если эти частицы настолько малы, что свет обтекает их?

УП-1: Если частицы малы, жидкость остается оптически чистой, но частицы невозможно наблюдать невооруженным глазом.

УП-2: Если частицы большие, они хорошо наблюдаемы, но жидкость перестает быть оптически чистой, а это недопустимо.

Условия задачи, казалось бы, заведомо исключают рассмотрение УП-2: изделие менять нельзя! Действительно, в дальнейшем мы будем исходить (в данном случае) из УП-1, но УП-2 даст дополнительные требования к изделию: маленькие частицы, оставаясь маленькими, должны стать большими...

3.5. Выбор конфликтующей пары

Перейдем к рассмотрению шага 1.4 – выбора конфликтующей пары. На этом шаге мы выбираем ту из конфликтующих пар, которая лучше позволяет выполнить основную функцию системы, указанную на шаге 1.1.1.

Технология выбора достаточно проста:

– *уточнить основную функцию системы, указанную на 1.1.1.*

Процесс анализа задачи на шагах 1.1-1.3 может уточнить задачу или показать ее с другой стороны и возникнет необходимость в незначительном (но может быть существенном) уточнении основной функции.

⁶³ Задача взята из: **Правила игры без правил/** Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с. - (Техника - молодежь - творчество), с. 12

2. СТРУКТУРА АРИЗ

Принципиальное изменение основной функции, как правило, приводит к постановке новой задачи. Поэтому первоначально рекомендуется довести анализ первоначально поставленной задачи, а потом перейти к решению вновь поставленной.

- *выбрать из углубленных противоречий (УП), описанных на шаге 1.3 вид УП, соответствующий уточненной основной функции.*
- *уточнить состояние инструмента в выбранной конфликтующей паре.*

После того, как решение задачи доведено до конца, целесообразно выбрать другое состояние инструмента и еще раз провести анализ задачи с этим состоянием инструмента. Не исключено, что мы можем получить другое решение.

Структурная схема шага 1.4 первой части АРИЗ-85-В показана на рис. 3.8.

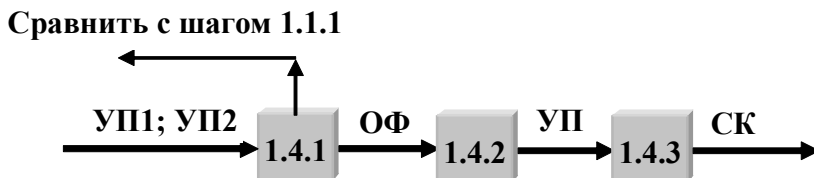


Рис. 3.8. Шаг 1.4 первой части АРИЗ-85-В.

Где: 1.4.1-1.4.3 – подшаги шага 1.4. Выбор конфликтующей пары.

1.4.1 – переформулировка основной функции,

1.4.2 – выбор УП,

1.4.3 – выбор состояния инструмента,

УП1 и УП2– углубленные противоречия для 1-го и 2-го предельных состояний,

ОФ – основная функция,

УП – выбранное углубленное противоречие,

СК – состояние конфликта.

Перейдем к рассмотрению задачи 3.1 о газопроводе.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

1.4. Выбор конфликтующей пары.

1.4.1. Основная функция.

Вернемся к шагу 1.1.1 и посмотрим, как там описана основная функция системы. В данной задаче описаны две основные функции. В подобных случаях следует идти по двум направлениям. Могут быть получены два принципиальных решения или одно удовлетворяющее сразу двум направлениям.

а) Для работы газопровода важно, чтобы газ проходил свободно без препятствий.

б) Для нормальной работы преградителя – предотвращение распространения огня.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

В дальнейшем будем идти по двум направлениям.

1.4.2. Выбрать из описанных на 1.3 вид УП, соответствующий 1.4.1.

- а) газ проходит без препятствий в УП-1.
- б) огонь не распространяется в УП-2.

1.4.3. Состояние инструмента.

- а) отверстия большие ($\Pi >$).
- б) отверстия малые ($\Pi <$).

3.6. Усиление конфликта

На шаге 1.5 усиливают конфликт. Наиболее часто это делают путем устремления состояния инструмента к пределу и, соответственно, усиливая противоположные действия.

Усиление должно быть таким, чтобы гарантировать 100% выполнения полезного действия. Этим, как правило, мы добиваемся и 100% нежелательного эффекта. Такое состояние и называется **усиленным** (предельным) **конфликтом**.

Правило 3. *Часто задачи содержат конфликты типа "много элементов" и "мало элементов", "сильный элемент" - "слабый элемент" и т. д. Конфликты типа "мало элементов" при усилении надо приводить к одному виду - "ноль элементов" ("отсутствующий элемент").*

Теперь мы знаем, каким образом можно добиться максимума полезного действия. Далее мы будем выявлять возможность уст ранения нежелательного эффекта.

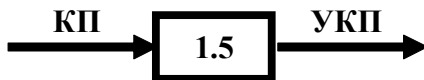
Этот шаг необходим и для снятия психологической инерции.

Обычно мы ищем компромисс. "Чуть-чуть улучшим одно, немного ухудшим другое..." Поэтому появляется желание сгладить противоречие, сформулированное на шаге 1.4. В таком случае мы снова приходим к исходной ситуации. Чтобы не сбиваться с логики АРИЗ и не возвращаться назад, мы еще

3.6. Усиление конфликта

больше усиливаем конфликт, доходя до его предельного состояния.

Этот шаг схематически представлен на рис. 3.9.



**Рис. 3.9 Шаг 1.5 первой части АРИЗ-85-В.
Усиление конфликта**

Где: 1.5 – шаг первой части АРИЗ-85-В.

КП – конфликтующая пара,

УКП – усиленная конфликтующая пара.

Перейдем к рассмотрению задачи 3.1 о газопроводе.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

а) Отверстия в преградителе очень большие – равны внутреннему диаметру трубы – преградитель отсутствует.

б) Отверстия в преградителе очень маленькие – в пределе равны нулю – преградитель сплошная стена (без отверстий).

3.7. Формулировка модели задачи

Переходим к рассмотрению шага 1.6, на котором формулируется модель задачи. Для этого:

- *уточняют конфликтующую пару для состояния, выбранного на шаге 1.5,*
- *составляют усиленную формулировку конфликта,*
- *вводится икс-элемент, который должен устранить (или не допустить) нежелательный эффект и*

2. СТРУКТУРА АРИЗ

сохранить (или не мешать) полезному действию инструмента.

Следует задать вопрос: Что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что он должен устранить, улучшить, обеспечить и т.д.)?

Икс-элемент может быть в последствие чем угодно. Какой-то механизм, часть имеющихся элементов в системе или надсистеме, внешняя среда, физическое или химическое превращение и т.д.

Икс-элемент - воображаемый абстрактный искомый элемент помогающий устранить нежелательный эффект.

На дальнейших шагах необходимо выявить свойства, которыми должен обладать икс-элемент.

После выполнения шага 1.6 следует снова вернуться к шагу 1.1 (на рис. 3.10 показано в виде петли обратной связи) и проверить соблюдается ли логика АРИЗ для построения модели задачи.

Такой возврат позволит уточнить все шаги и сформулировать более точно модель задачи.

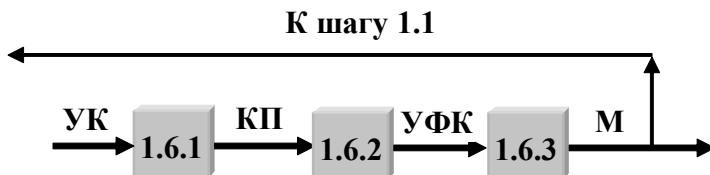


Рис. 3.10. Шаг 1.6 первой части АРИЗ-85-В.

Где: 1.6.1-1.6.3 – подшаги шага 1.6. Формулировка модели задачи.

1.6.1 – формулировка конфликтующей пары,

1.6.2 – составление усиленной формулировки конфликта,

1.6.3 – описание функций икс-элемента,

УК – усиление конфликта,

КП – конфликтующая пара,

УФК – усиленная формулировка конфликта,

М – модель задачи.

Перейдем к рассмотрению задачи 3.1 о газопроводе.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

1.6. Записать формулировку модели задачи

1.6.1. Конфликтующая пара

а) Газ, огонь и преградитель с очень большими отверстиями (отсутствующий преградитель).

б) Газ, огонь и преградитель с очень маленькими отверстиями (сплошная стенка).

1.6.2. Усиленная формулировка конфликта

а) Преградитель с очень большими отверстиями (отсутствующий преградитель) совсем не мешает прохождению газа, но совсем не задерживает огонь.

2. СТРУКТУРА АРИЗ



не задерживает

б) Преградитель с очень маленькими отверстиями (сплошная стенка) совсем не пропускает огонь, но и не пропускает газ.



не пропускает

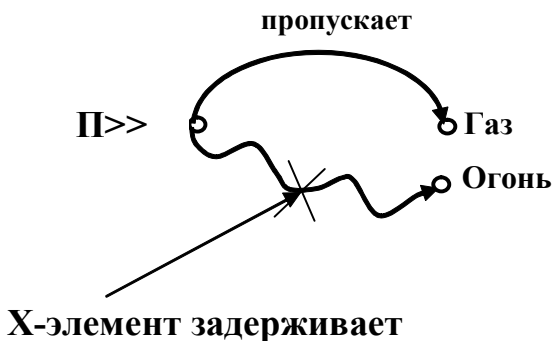
1.6.3. Функции X-элемента.

а) Икс-элемент позволяет газу свободно проходить, не мешая преградителю в виде стенки задерживать огонь.



3.7. Формулировка модели задачи

б) Икс-элемент не пропускает (задерживает) огонь, не мешая прохождению газа.



3.8. Представление вепольной модели задачи

Рассмотрим последний шаг в первой части АРИЗ.

На шаге 1.7 составляется структурная (вепольная) модель задачи.

Модель представляют в виде вепольной структуры и используя закономерности развития веполей преобразуют эту модель.

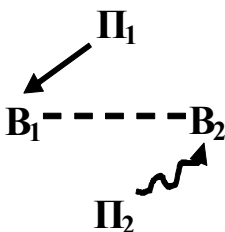
Таким образом, проводится первоначальный вепольный анализ существующей системы.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

1.7. Применение вепольного анализа.

Изобразим для начала полную вепольную схему

2. СТРУКТУРА АРИЗ



а) Преградителя нет

где B_1 – газ;

B_2 – преградитель (отсутствующий);

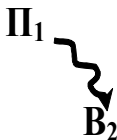
Π_1 – давление газа, создающее поток;

Π_2 – огонь.

Между B_2 и Π_2 существует вредная связь (обозначенная волнистой стрелкой) – огонь не задерживается. Между газом (B_1) и отсутствующим преградителем неэффективная (отсутствующая) связь, которая обозначена пунктирной линией.

Вредная связь между газом (B_1) и преградителем (B_2) преградитель не пропускает газ. В данном веполе Π_2 (огонь) не несет эвристической нагрузки, поэтому его не имеет смысл рассматривать.

Веполюная структура теперь будет иметь вид

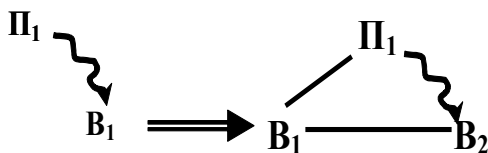


где B_1 – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями),

Π_1 – огонь.

Система не веполюная – ее необходимо достроить до веполя

3.8. Представление вепольной модели задачи

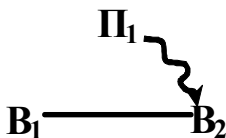


где \mathbf{B}_1 – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями),

$\mathbf{\Pi}_1$ – огонь,

\mathbf{B}_2 – введенное вещество, задерживающее огонь.

Может быть представлена и другая вепольная структура

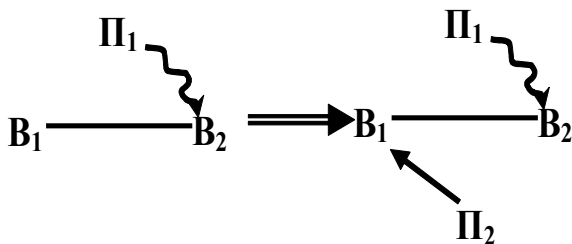


где \mathbf{B}_1 – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями),

$\mathbf{\Pi}_1$ – огонь,

\mathbf{B}_2 – газ.

Необходимо ввести второе поле $\mathbf{\Pi}_2$



где \mathbf{B}_1 – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями),

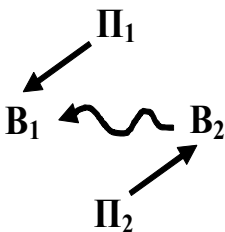
$\mathbf{\Pi}_1$ – огонь,

\mathbf{B}_2 – газ,

$\mathbf{\Pi}_2$ – поле, задерживающее огонь.

2. СТРУКТУРА АРИЗ

б) Преградитель сплошной



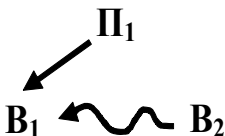
где V_1 – газ;

B_2 – преградитель (стенка);

Π_1 – давление газа, создающее поток;

Π_2 – огонь.

Вредная связь между газом (V_1) и преградителем (B_2) преградитель не пропускает газ. В данном веполе Π_2 (огонь) не несет эвристической нагрузки, поэтому его не имеет смысл рассматривать.

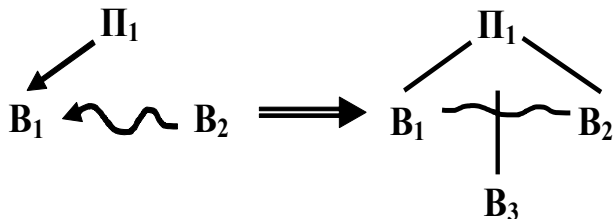


Вепольная структура будет иметь вид

где V_1 – газ;

B_2 – преградитель (стенка);

Π_1 – давление газа, создающее поток;



Приведем возможные вепольные преобразования

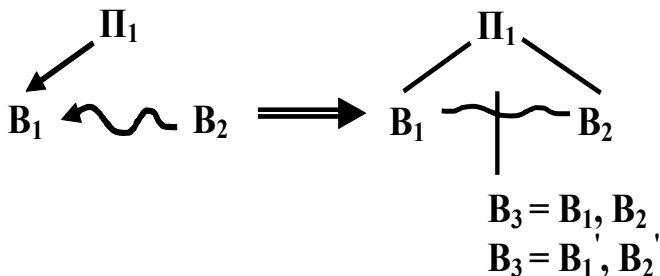
где V_1 – газ;

B_2 – преградитель (стенка);

3.8. Представление вепольной модели задачи

Π_1 – давление газа, создающее поток.

\mathbf{B}_3 – вещество, которое должно способствовать прохождению газа.



где \mathbf{B}_1 – газ;

\mathbf{B}_2 – преградитель (стенка);

Π_1 – давление газа, создающее поток.

\mathbf{B}_3 – вещество преградителя, которое может быть сделано или из \mathbf{B}_1 (газа) или из \mathbf{B}_2 (преградителя) или из их модификаций ($\mathbf{B}_1', \mathbf{B}_2'$). Очевидно, что идеальнее \mathbf{B}_3 сделать из газа.

Перейдем к рассмотрению второй части АРИЗ.

4. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

4.1. Основные понятия и структура второй части АРИЗ

Цель второй части АРИЗ – выявить имеющиеся в системе ресурсы, которые можно использовать для решения задачи. На этой части определяют оперативные параметры, рассматривая оперативную зону икс-элемента, оперативное время и часть вещественно-полевых ресурсов (ВПР), находящихся в оперативной зоне. Среди этих ресурсов могут быть любые из оперативных параметров.

Вещественно-полевые ресурсы – это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают внутренние (внутрисистемные), внешние (внешнесистемные) и надсистемы (надсистемные). Выявление вещественно-полевых ресурсов удобно систематизировать с помощью таблицы (см. табл. 4.1).

4.1. Основные понятия и структура второй части АРИЗ

Таблица 4.1

ВНР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент (указать)	(указать)	(указать)
1.2. Изделие (указать)	(указать)	(указать)
2. Внешняя среда (указать)	(указать)	(указать)
2.1. Среда (указать)	(указать)	(указать)
2.1.1. Инструмента (указать)	(указать)	(указать)
2.1.2. Изделия (указать)	(указать)	(указать)
2.2. Общие	Воздух, вода и т.п.	"фоновые": гравитационное, магнитное поле Земли
3. Надсистема		
3.1. (указать)	(указать)	(указать)
3.2. Отходы (указать)	(указать)	(указать)
3.3. Дешевые (указать)	(указать)	(указать)

При решении мини-задачи в первую очередь желательно использовать внутренние ВНР. При развитии полученной идеи и при прогнозировании развития систем (макси-задачи), необходимо максимально использовать все виды ресурсов.

Особо следует обратить внимание на ресурсы изделия. Как мы уже отмечали раньше, изделие – неизменяемый элемент. Изделие действительно нецелесообразно изменять при решении мини-задачи. Иногда изделие может:

- изменяться само;
- допускать расходование (т.е. изменение) какой-то части, когда его (изделия) в целом неограниченно много (например, ветер и т.д.);

4. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

- допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);
- допускать использование микроуровневых структур;
- допускать соединение с "ничем", т.е. с пустотой;
- допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно легко менять, не меняя.

ВПР – это имеющиеся ресурсы. Их выгодно использовать в первую очередь. Если они окажутся недостаточными, можно привлечь другие вещества и поля. Анализ ВПР на шаге 2.3 является предварительным.

Итак, во второй части уточняются и конкретизируются параметры модели задачи, предельно сужая область исследования. С другой стороны, выявляются остальные ресурсы в системе, надсистеме и окружающей среде. Расширяя область представления о задаче. Эти знания используются после точной формулировки задачи (выявление ОП) для получения решения.

Функция второй части АРИЗ – переход от модели задачи (М) к ее вещественно-полевым ресурсам (ВПР).



Рис. 4.1. Функция 2-ой части АРИЗ-85-В
Анализ модели задачи

Где: 2 – номер части АРИЗ-85-В,
М – модель задачи,
ВПР – вещественно-полевые ресурсы.

4.1. Основные понятия и структура второй части АРИЗ

Более детально последовательность выявления ВПР представлена структурной схемой, показанной на рис. 4.2.

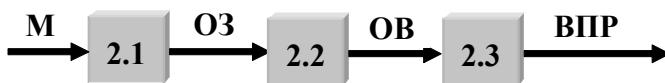


Рис. 4.2. Анализ модели задача.

Где: 2.1-2.3 –шаги 2-й части АРИЗ-85-В.

2.1 – Определить оперативную зону (ОЗ),

2.2 – Определить оперативное время (ОВ),

2.3 – Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР),

М – модель задачи,

ОЗ – оперативная зона,

ОВ – оперативное время,

ВПР – вещественно-полевые ресурсы.

Определения оперативной зоны и оперативного времени были даны в п.1.5 ("Вспомогательные понятия АРИЗ").

4.2. Определение оперативной зоны

Оперативная зона (ОЗ) является частью измененного элемента, в пределах которого обеспечивается противоречивость требований, обуславливающих наличие конфликта. ОЗ частично или полностью располагается на поверхности изделия или проникает в него.

Однако такое проникновение возможно лишь тогда, когда оно (проникновение) не нарушает условий задачи. Геометрически ОЗ может включать и весь изменяемый элемент. При этом слова "часть элемента" означают составную часть, распределенную во всем пространстве (например, радиоволны – часть окружающего пространства – атмосферы). Если в ОЗ

4. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

действуют какие-либо силы, то источники этих сил (устройства) могут находиться за пределами этой ОЗ.

Перейдем к рассмотрению конкретных шагов этой части АРИЗ.

Итак, на шаге 2.1 определяется оперативная зона – зона конфликта. Выполним этот шаг для рассматриваемой задачи.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Напомним, что мы на шаге 1.6 в модели задачи рассматривали два варианта преградителей:

- а) отсутствующий,
- б) сплошной.

2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Для этой модели задачи оперативная зона – узкая часть внутреннего объема трубы или еще более точно – круг, вписанный в трубу.

В учебных целях для лучшего усвоения понятия оперативной зоны покажем ее предельные значения (область возможных значений). Предыдущая формулировка – это предельно широкое рассмотрение ОЗ. Посмотрим, как можно сформулировать предельно узкое значение ОЗ.

Предположим, что усиленную формулировку конфликта мы не сделали, тогда ОЗ можно рассматривать как зону одного отверстия и прилегающий к нему периметр преградителя. Еще более узкое рассмотрение оперативной зоны – это точка.

Для данной задачи мы показали предельные значения, между которыми можно рассматривать ОЗ.

4.3. Определение оперативного времени

Как мы уже говорили, что оперативное время (ОВ) – это время конфликта (Т1). Для разрешения конфликта может быть использовано время Т2 - до конфликта (предварительная подготовка) или время Т2 - после совершения конфликта (время исправления конфликта). Идеальнее использовать время до

4.4. Определение вещественно-полевых ресурсов

конфликта, тогда конфликт не возникнет, и не нужно будет терять время на его устранение. Может быть, полезно рассмотреть и время, когда происходит конфликт.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

2.2. Определить оперативное время.

На этом шаге рассматривается два времени: T_1 – конфликтное время (время в течение которого происходит конфликт), и время до конфликта T_2 . Конфликт иногда может быть предотвращен в течение T_2 .

T_1 – время возникновения пожара.

T_2 – время прохождения газа (часто его рассматривают как резерв времени до конфликта).

4.4. Определение вещественно-полевых ресурсов

Ресурсы могут быть вещественные, полевые (энергетические и информационные), пространственные, временные и функциональные. Они могут рассматриваться в системе, подсистеме и надсистеме. Ресурсы могут быть в готовом виде или можно использовать видоизменение имеющихся ресурсов. Ресурсы можно менять в пространстве и времени. Кроме того, в качестве ресурсов могут использоваться отходы и "даровые" ресурсы (ресурсы, которые имеются в большом количестве). Для решения задач по АРИЗ ресурсы удобно представлять в виде таблицы 4.1.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВНР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.

4. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

2.3.1. Составить список ВПР.

Для этого необходимо заполнить таблицу (см. табл. 4.2)

Таблица 4.2.

ВПР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент – преградитель	керамика	-
1.2. Изделие – газ	газ	Давление, движение
2. Внешняя среда – газ	газ	Давление, движение
2.1. Среда	газ	Давление, движение
2.1.1. Инструмента – преградителя	газ	Давление, движение
2.1.2. Изделия – газ	газ	Давление, движение
огонь		Температура
2.2. Общие	Воздух, вода и т.п.	"фоновые": гравитационное, магнитное поле Земли
3. Надсистема		
3.1. труба	металл	давление
3.2. Отходы – продукты сгорания газа	Угарный газ	температура
3.3. Дешевые – газ	газ	давление

2.3.2. Определить оперативные параметры – внутрисистемные ВПР. Выписать их из таблицы (см. п. 2.3.1).

Из таблицы ВПР можно определить другие оперативные параметры модели задачи. Напомним, что оперативные параметры находятся в ОЗ и их следует рассматривать в ОВ. Таким образом, для рассмотрения оперативных параметров следует рассматривать только внутрисистемные ВПР, к которым относятся керамика, газ, давление и температура. Эти параметры будут использованы при дальнейшем анализе задачи. Остальные ВПР могут быть использованы при разрешении противоречий и получения решения.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

5.1. Основные понятия и структура третьей части АРИЗ

Цель третьей части АРИЗ – формулировка обостренного противоречия (ОП), которое формулируется из модели задачи с учетом ее оперативных параметров, рассматриваемых как ВПР.



**Рис. 5.1. Функция 3-ой части АРИЗ-85-В.
Определение ОП.**

**Где: 3 – номер части АРИЗ-85-В,
М – модель задачи,
ВПР – вещественно-полевые ресурсы,
ОП – обостренное противоречие.**

Технология выявления обостренного противоречия (ОП) представлена блок схемой на рис.5.2.

Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ.

Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по четвертой части.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

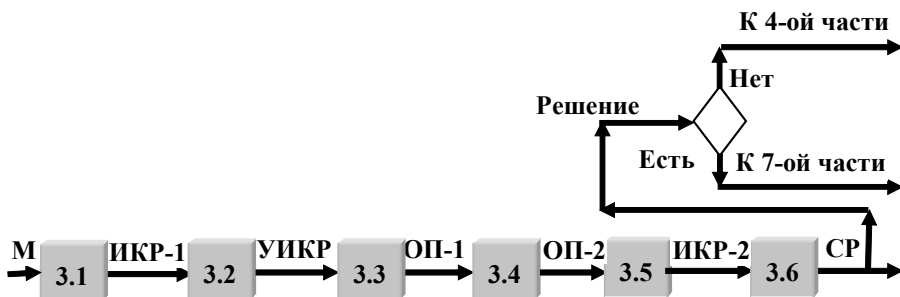


Рис. 5.2. Определение ОП

Где: 3.1 - 3.6 – шаги 3 части АРИЗ-85-В,

3.1. Записать формулировку ИКР-1

3.2. Усиление формулировки ИКР-1 (использование ВПР)

3.3. Формулировка обостренного противоречия (ОП) на макроуровне

3.4. Формулировка обостренного противоречия (ОП) на микроуровне

3.5. Формулировка идеального конечного результата ИКР-2

3.6. Применение системы стандартов.

М – модель задачи,

ИКР-1 – идеальный конечный результат (ИКР) 1,

УИКР – усиленная формулировка ИКР,

ОП – обостренное противоречие,

ОП-1 – обостренное противоречие на макроуровне,

ОП-2 – обостренное противоречие на микроуровне или более обостренное противоречие, чем ОП-1,

ИКР-2 – идеальный конечный результат (ИКР) 2,

СР – структурное решение.

5.2. Формулировка идеального конечного результата - ИКР

Третья часть начинается с формулировки идеального конечного результата – ИКР. Это осуществляется на шаге 3.1. В общем виде ИКР формулируется следующим образом.

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает или устраняет (указать вредное действие) в течение ОВ в пределах ОЗ,

5.2. Формулировка идеального конечного результата

сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

Кроме конфликта "вредное действие связано с полезным действием", возможны и другие конфликты, например, "введение нового полезного действия, вызывает усложнение системы" или "одно полезное действие несовместимо с другим (или ослабляет другое действие)". Поэтому приведенная выше формулировка ИКР – только образец, по типу которого необходимо записывать ИКР. Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или недопущение или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

3.1. Записать формулировку ИКР-1:

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает распространения огня в течение ОВ (во время образования пожара) в пределах ОЗ (в пределах внутреннего объема трубы), сохраняя способность преградителя свободно пропускать газ.

5.3. Усиленная формулировка ИКР

На следующем шаге, вводятся еще два вида более ИДЕАЛЬНЫХ формулировок ИКР. Напомним, что идеального объекта нет, а его функции выполняются. Поэтому идеальный икс-элемент, которого нет, т.е. в системе остаются только изделие и инструмент. Еще более идеальнее, когда изделие все совершает само, т.е. без инструмента.

Итак, можно рассматривать три вида ИКР, расположим их по степени увеличения идеальности:

- изделие, инструмент, икс-элемент;
- изделие, инструмент;

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

– изделие.

В дальнейшем анализе целесообразно проследить все эти линии.

Кроме того, каждая из этих трех линий может быть расширена введением в рассмотрение только ресурсов. Вместо каждого из элементов, вставляются один из его ресурсов, и проводится анализ задачи. В дальнейшем используют другой ресурс и снова проводят анализ задачи и т.д.

Представим стандартные формулировки усиленных ИКР для инструмента и изделия.

Инструмент (указать) или его ВПР (указать), не вызывая вредных явлений, не допускает плохого действия (указать) в течение ОВ в пределах ОЗ, совершает полезное действие.

Изделие (указать) или его ВПР (указать), САМО совершает полезное действие (указать).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

3.2. Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.

3.2.1. Усиленная формулировка ИКР-1 для изделия и инструмента может быть представлена.

Для рассматриваемой задачи:

а) Отсутствующий преградитель (газ, давление или температура) не допускает распространения огня в течение ОВ (во время образования пожара) в пределах ОЗ (в пределах внутреннего объема трубы), пропуская газ.

б) Сплошной преградитель (керамика, газ, давление или температура), пропускает газ и не допускает распространения огня в течение ОВ в пределах ОЗ.

3.2.2. Усиленная формулировка ИКР-1 для изделия может быть представлена.

Газ сам препятствует распространению огня.

5.4. *Формулировка обостренного противоречия*

Давление само препятствует распространению огня.
Температура сама препятствует распространению огня.

5.4. *Формулировка обостренного противоречия*

На следующих шагах формулируются обостренные противоречия (ОП). Они формулируются на макро и микроуровнях, с углубленностью, до той степени, которой требует конкретная задача.

Первоначально ОП формулируется для икс-элемента, затем для инструмента, а потом для изделия.

Главное требование при формулировке ОП – найти свойство и анти-свойство, которым должен обладать икс-элемент, чтобы удовлетворить требованиям ИКР. Т.е. свойство икс-элемента, чтобы не допустить или устранить вредное действие и анти-свойство, чтобы сохранить полезное действие.

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на макро уровне для икс-элемента.

Икс-элемент внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить (указать вредное конфликтующее действие), и не должен быть (указать анти-свойство), чтобы сохранить (указать полезное конфликтующее действие).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Для рассматриваемой задачи:

3.3. Формулировка обостренного противоречия на макроуровне.

3.3.1. Формулировка обостренного противоречия на макро уровне для икс-элемента.

Икс-элемент внутри трубы во время появления огня должен не пропускать поток, чтобы преградить путь (не допустить распространение) огню, и должен пропускать поток, чтобы не мешать прохождению газа.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на макро уровне для инструмента.

Инструмент (указать) или его ВПП (указать) внутри ОЗ в течение ОБ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить (указать вредное конфликтующее действие), и не должен быть (указать анти-свойство), чтобы сохранить (указать полезное конфликтующее действие).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Для рассматриваемой задачи:

3.3.2. Формулировка обостренного противоречия на макро уровне для инструмента.

Преградитель во время появления огня должен препятствовать прохождению потока, чтобы не допустить распространение огня, и должен пропускать поток, чтобы не мешать прохождению газа.

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на макро уровне для изделия.

Изделие (указать) или его ВПП (указать) внутри ОЗ в течение ОБ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить (указать вредное конфликтующее действие), и не должен быть (указать анти-свойство), чтобы сохранить (указать полезное конфликтующее действие).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Для рассматриваемой задачи:

3.3.3. Формулировка обостренного противоречия на макро уровне для изделия.

Газ должен создавать сопротивление прохождению потока, чтобы не допустить распространение огня, и не должен создавать сопротивление прохождению потока (должен пропускать поток), чтобы не мешать прохождению газа.

Перейдем к рассмотрению формулировки обостренного противоречия на микроуровне. Этот шаг может рассматриваться двояко:

5.4. Формулировка обостренного противоречия

- дальнейшее углубление обостренного противоречия,
- переходу к рассмотрению обостренного противоречия для микроструктуры системы.

Можно рассматривать и то и другое.

Углубление обостренного противоречия лучше всего довести до выявления противоположных сил. В этом случае обостренное противоречие для микроструктуры должно выявить частицы, которые должны обеспечить действие, выявленных ранее противоположных сил.

Этап определения противоположных сил, при необходимости (для определения первопричин) может быть продолжен и дальше. Структура выявления этих свойств C_i была показана нами раньше при рассмотрении логики АРИЗ (п. 1.4).

Приведем стандартную формулировку обостренного противоречия на микроуровне.

В оперативной зоне должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое действие), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3 макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3 другое макросостояние).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

3.4. Формулировка обостренного противоречия на микроуровне.

Частицы ОЗ должны соединяться, чтобы препятствовать прохождению потока, и не должны соединяться, чтобы не препятствовать прохождению потока.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

Частицы ОЗ должны создавать силу, чтобы создавать сопротивление прохождению потока, и не должны создавать силу, что бы не создавать сопротивление прохождению потока.

Перейдем к рассмотрению шага 3.5, где происходит формулировка идеального конечного результата ИКР-2.

5.5. Формулировка ИКР-2

Приведем стандартную формулировку ИКР-2.

Оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечивать (указать противоположные физические макро- или микросостояния).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

3.5. Формулировка идеального конечного результата ИКР-2.

Часть пространства трубы во время возникновения пожара должна препятствовать прохождению огня и не препятствовать прохождению газа (должна создавать силу и не создавать силу).

5.6. Применение системы стандартов

На последнем шаге (3.6) третьей части АРИЗ-85-В проверяют возможность применения системы стандартов на решения изобретательских задач для задачи, сформулированной в виде ИКР-2.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

3.6. Применение системы стандартов.

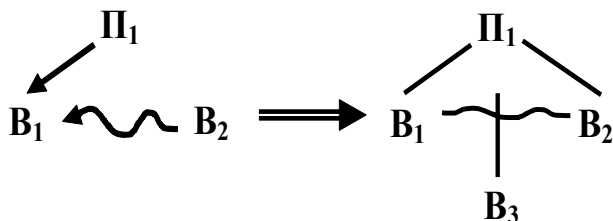
Мы уже построили возможные вепольные структуры на шаге 1.7. Выберем из них те, которые соответствуют формулировке ИКР-2, и дополним их при необходимости стандартными решениями.

Задача заключается в устранении вредных связей. Следовательно, мы должны рассматривать стандарты группы 1.2 – разрушение веполей.

Стандарт 1.2.1. Устранение вредной связи введением В₃

5.6. Применение системы стандартов

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное - действия (причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно), задачу решают введением между двумя веществами постороннего третьего вещества, дарового или достаточно дешевого:



Приведем возможные вепольные преобразования

где V_1 – газ;

V_2 – преградитель (стенка);

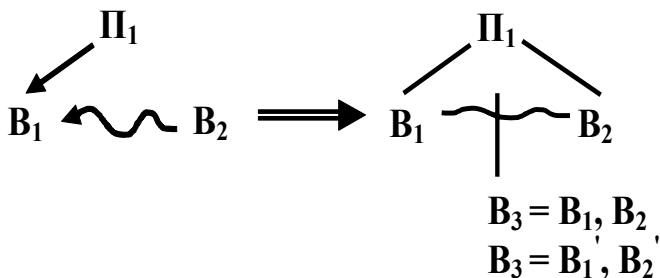
Π_1 – давление газа, создающее поток.

V_3 – вещество, которое должно способствовать прохождению газа.

Стандарт 1.2.2. Устранение вредной связи введением видоизмененных V_1 и/или V_2

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное - действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно, а использование посторонних веществ запрещено или нецелесообразно, задачу решают введением между двумя веществами третьего, являющегося их видоизменением (см. вепольную формулу ст. 1.2.1).

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП



где V_1 – газ;

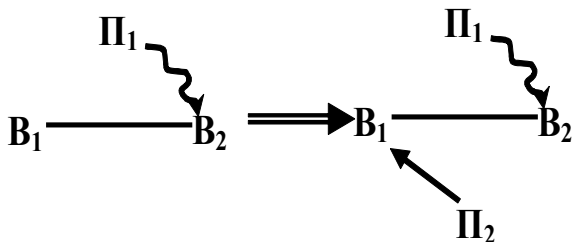
V_2 – преградитель (стенка);

Π_1 – давление газа, создающее поток.

V_3 – вещество преградителя, которое может быть сделано или из V_1 (газа) или из V_2 (преградителя) или из их модификаций (V_1', V_2'). Очевидно, что идеальнее V_3 сделать из газа.

Стандарт 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью Π_2

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные - полезное и вредное - действия, причем непосредственное соприкосновение веществ - в отличие от стандартов 1.2.1 и 1.2.2 - должно быть сохранено, задачу решают переходом к двойному веполу, в котором полезное действие остается за полем Π_1 , а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет Π_2 :



5.6. Применение системы стандартов

где **V₁** – отсутствующий преградитель (преградитель с очень большими отверстиями),

П₁ – огонь,

V₂ – газ,

П₂ – поле, задерживающее огонь.

Итак, стандарты подсказывают, что необходимо вводить дополнительное вещество **V₃**, которое должно препятствовать прохождению огня, но не мешать прохождению, газа, когда огня нет. Значит, это вещество должно появляться только в момент (Т1) появления огня. Стандарт 1.2.2 говорит, что этим веществом может быть или преградитель (**V₁**) или газ (**V₂**). Идеальнее не вводит дополнительных преградителей, т.е. использовать вещество **V₂** – газ.

6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ

6.1. Основные понятия и структура четвертой части АРИЗ

Цель шестой части АРИЗ-85-В – повышение эффективности использования вещественно-полевых ресурсов (ВПР).



Рис. 6.1. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В
Мобилизация и применение ВПР
Где: **6** – номер части АРИЗ-85-В,
ОП – обостренное противоречие,
ВПР – вещественно-полевые ресурсы.

На шаге 2.3 были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР.

***Правило 4.** Каждый вид частиц, находясь в одном физическом состоянии, должен выполнять одну функцию. Если частицы А не справляются с действиями 1 и 2, надо ввести частицы Б; частицы А выполняют действие 1, а частицы Б действие 2.*

***Правило 5.** Введенные частицы Б можно разделить на две группы Б-1 и Б-2. Это позволяет "бесплатно" - за счет взаимодействия между уже*

6.2. Применение метода ММЧ

имеющимися частицами Б - получить новое действие - 3.

Правило 6. *Разделение частиц на группы выгодно и в тех случаях, когда в системе должны быть только частицы А: одну группу частиц А оставляют в прежнем состоянии, у другой группы меняют главный для данной задачи параметр.*

Правило 7. *Разделенные или введенные частицы после обработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.*

Правила 4-7 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ.

Детальная технология выявления и использования ВПР описана в тексте АРИЗ-85-В. Общая последовательность показана на рис.6.2. Она следующая:

4.1. Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ).

4.2. Шаг назад от ИКР.

4.3. Смесь ресурсных веществ.

4.4. Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

4.5. Применение веществ, производных от ресурсных (или применение смеси этих производных веществ с "пустотой").

4.6. Использование ресурсных полей и их сочетаний

4.7. Поле и отзывчивое вещество.

6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР



Рис. 6.2. Мобилизация и применение ВПР

Где: 4.1 - 4.7 - шаги 4-ой части АРИЗ-85-В,

4.1. Метод ММЧ

4.2. Шаг назад от ИКР

4.3. Смесь ресурсных веществ

4.4. Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой

4.5. Применение веществ производных от ресурсных

4.6. Использование ресурсных полей и их сочетаний

4.7. Поле и отзывчивое вещество.

ОП – обостренное противоречие,

ИР – идея решения.

Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы. Цель иная – при минимальном расходе ресурсов получить хотя бы один максимально сильный ответ.

6.2. Применение метода ММЧ

Метод моделирования маленькими человечками (ММЧ) – один из методов развития творческого воображения (РТВ)⁶⁴. Основная функция метода ММЧ снять психологическую инерцию. Кроме того, с помощью этого метода легко представить модель системы или процесса. В процессе моделирования с помощью толпы маленьких человечков легче представить идею решения. Моделирование лучше всего начинать с построения условий задачи. Для этого делается рисунок или серия рисунков (чтобы показать динамику). Как

⁶⁴ Подробно метод рассмотрен в учебных пособиях:

Злотин Э., Петров В. Введение в ТРИЗ. Тель-Авив, 1999

Петров В. Основы ТРИЗ. – Тель-Авив, 2002.-430 с.

6.2. Применение метода ММЧ

минимум делается два рисунка: конфликтная ситуация и возможный путь ее разрешения. В процессе моделирования человек должны разрешить обостренное противоречие. При этом человек могут быть как веществом, так и полем.

"Конфликтующие требования" – это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5.

На рисунке желательно показать действует большого числа "маленьких человечков" (группа, несколько групп, "толпа"). Изображать в виде "маленьких человечков" следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, экс-элемент).

Итак, метод ММЧ рекомендуется применять в следующей последовательности:

- 4.1.1. построить схему конфликта, используя метод ММЧ;
- 4.1.2. изменить схему так, чтобы "маленькие человечки" действовали, не вызывая конфликта;
- 4.1.3. перейти к технической схеме.

Иногда шаг 4.1.2 можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

Типичная ошибка, совершаемая на шаге 4.1, что, ограничиваются беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки:

- а) выразительны и понятны без слов;
- б) дают дополнительную информацию об обостренном противоречии, указывая в общем виде пути его устранения.

Шаг 4.1 – вспомогательный. Он нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР нагляднее представить что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие ("что надо сделать") без физики ("как это сделать"). Благодаря этому снимается психологическая инерция, фокусируется работа воображения. Таким образом, ММЧ –

6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

метод психологический. Но моделирование "маленькими человечками" осуществляется с учетом законов развития технических систем. Поэтому ММЧ нередко приводит к техническому решению задачи. Прерывать решение в этом случае не надо, мобилизация ВПР обязательно должна быть проведена.

Продемонстрируем Метод ММЧ на рассматриваемой задаче.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

4.1. Метод ММЧ.

4.1.1. Построить модель конфликта

Преградитель представим себе в виде "маленьких человечков".

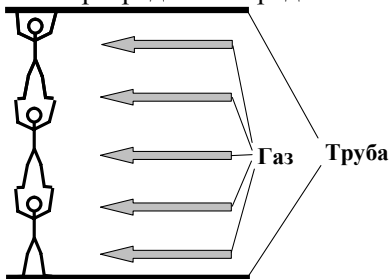


Рис. 6.3

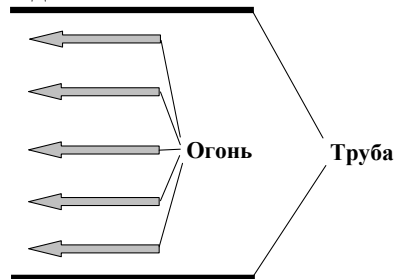


Рис. 6.4

На рис. 6.3 показана модель конфликта, когда преградитель представляет собой сплошную стену, а на рис. 6.4 – отсутствующий преградитель. На рисунках показаны только конфликтные действия.

4.1.2. Изменить схему, представленную на шаге 4.1.1 так, чтобы "маленькие человечки" действовали не вызывая конфликта.

Как нужно перестроить модель, чтобы устранить конфликт?

6.2. Применение метода ММЧ

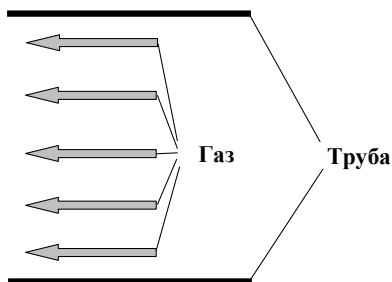


Рис. 6.5

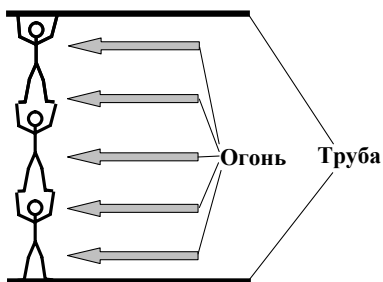


Рис. 6.6

На рис. 6.5 показано, что пока нет огня, человечков (преградителя) не должно быть, но когда появляется огонь, человечки должны или перекрыть трубу (рис. 6.6) или воздействовать с силой на огонь, препятствуя его прохождению (рис. 6.7). Видимо, на рис. 6.6 человечком можно представить в виде вещества, а на рис. 6.7 – в виде поля.

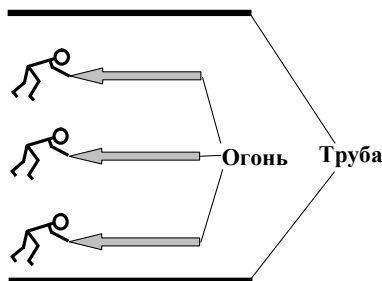


Рис. 6.7

6.3. Шаг назад от ИКР

Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, можно использовать метод "шаг назад от ИКР". Изображают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение.

6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект?

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

Перейдем к рассмотрению шага 4.2 - шаг назад от ИКР.

4.2. Шаг назад от ИКР.

4.2.1. ИКР - (указать).

4.2.2. Шаг назад - (осуществить).

4.2.3. Что сделать, чтобы от 4.2.2 перейти к 4.2.1? (описать).

6.4. Применение преобразованных ВПР

Эта группа шагов нацелена на максимально эффективное использование имеющихся ресурсов. Для этого с ними проделывают различные преобразования, объединения и комбинации.

4.3. Смесь ресурсных веществ.

Далеко не всегда можно получить решение использованием ресурсных веществ в том виде, в каком они даны. Часто для решения задачи нужны новые вещества, но введение их связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т.д. Суть работы с ВПР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы разрешить это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

Первоначально нужно использовать ресурсы оперативной зоны. Для этого, прежде всего, нужно описать все вещества внутри оперативной зоны.

В простейшем случае шаг 4.3. состоит в переходе от двух моновеществ к *неоднородному* бивеществу.

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моновещества к *однородному* бивеществу или поливеществу? Аналогичный переход от системы к однородной бисистеме или полисистеме применяется очень широко (см. закон перехода в надсистему и стандарт 3.1.1). Но в этом стандарте речь идет об объединении *систем*, а на шаге 4.3. рассматривается объединение *веществ*. При объединении двух одинаковых систем возникает новая система. А при объединении двух "кусков" вещества происходит простое увеличение количества.

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются *границы* между объединившимися системами. Так, если моносистема – лист, то полисистема – блокнот, а не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота).

Отсюда шаг 4.4. – создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго - граничного вещества играет пустота. Правда, пустота - необычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны. Но новое качество появляется, а именно это и нужно.

4.4. Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

Пустота – исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полые и пористые структуры, пену, пузырьки и т.д.

Пустота – это не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком. Для вещественных структур определенного уровня

6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

пустотой являются структуры нижних уровней, которые будут описаны на следующем шаге. Так для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, для молекул отдельные атомы и т.д.

Под "пустотой" можно понимать и вкрапление веществ меньшей плотности в вещества с большей плотностью.

4.5. Применение веществ, производных от ресурсных (или применение смеси этих производных веществ с "пустотой").

Этот шаг должен развить идею, полученную на шаге 4.3.

Производные ресурсные вещества получают изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ. Если, например, ресурсное вещество жидкость, к производным относятся лед и пар. Производными считаются и продукты разложения ресурсных веществ. Так, для воды производными будут водород и кислород. Для многокомпонентных веществ производные - их компоненты. Производными являются также вещества, образующие при разложении или сгорании ресурсные вещества.

Правило 8. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

Суть правила: новое вещество можно получить обходным путем разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему.

Правило 9. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно

6.3. Применение преобразованных ВПР

получить их непосредственно или по правилу 8, требуемые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

Суть правила: достройка менее крупных структур.

Правило 10. При применении правила 8 простейший путь - разрушение ближайшего вышестоящего "целого" или "избыточного" (отрицательные ионы) уровня, а при применении правила 9 простейший путь - достройка ближайшего нижестоящего "нецелого" уровня.

Суть правила 10: разрушать выгоднее "целые" частицы (молекулы, атомы), поскольку нецелые частицы (положительные ионы) уже частично разрушены и сопротивляются дальнейшему разрушению; достраивать, наоборот, выгоднее нецелые частицы, стремящиеся к восстановлению.

Правила 8-10: указывают эффективные пути получения производных ресурсных веществ из "недр" уже имеющихся или легко вводимых веществ. Правила наводят на физэффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:

- минимальное обработанное вещество (например, проволока);
- "сверхмолекулы": кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;
- сложные молекулы;
- молекулы;

6. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

- части молекул, группы атомов;
- атомы;
- части атомов;
- элементарные частицы;
- поля.

4.6. Использование ресурсных полей и их сочетаний

Прежде всего, нужно описать ресурсные поля.

Если использование ресурсных веществ (имеющихся и производных) недопустимо по условиям задачи, надо использовать ресурсные поля. Например, электроны - подвижные (ток) или неподвижные. Электроны - "вещество", которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же, электроны - вещество в сочетании с полем, что обеспечивает высокую управляемость.

4.7. Поле и отзывчивое вещество.

Например, "магнитное поле - ферровещество", "ультрафиолет - люминофор", "тепловое поле - металл с памятью формы" и т.д. Другие пары приведены в таблице "Соответствие веществ и полей" (см. приложение 5).

На шаге 2.3 рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги 4.3-4.5 относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг 4.6 – частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят "посторонние" поля. Шаг 4.7 – еще одно отступление: вводят "посторонние" вещества и поля.

Решение мини-задачи тем идеальнее, чем меньше затраты ВПР. Однако, не каждая задача решается при малом расходе ВПР. Иногда приходится отступать, вводя "посторонние" вещества и поля. Делать это надо только при действительной необходимости, если никак нельзя обойтись наличным ВПР.

7. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

7.1. Основные понятия и структура пятой части АРИЗ

На пятой части АРИЗ-85-В применяют информационный фонд для разрешения обостренного противоречия. Структура этой части представлена рис. 7.1.



Рис. 7.1. Функция 5-ой части АРИЗ-85-В.

Применение информационного фонда.

Где: 5 – номер части АРИЗ-85-В,

ОП – обостренное противоречие,

Р – решение.

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после 4.7 нет решения, надо пройти пятую часть.

Цель пятой части АРИЗ - использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется – становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

На пятой части используется:

1. система стандартов;
2. задачи-аналоги;
3. типичные преобразования (представлены в таблице 7.1);
4. технологические эффекты;

7. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

- физические эффекты;
- химические эффекты;
- биологические эффекты;
- геометрические эффекты.

Представим это в виде структурной схемы (см. рис. 7.2).

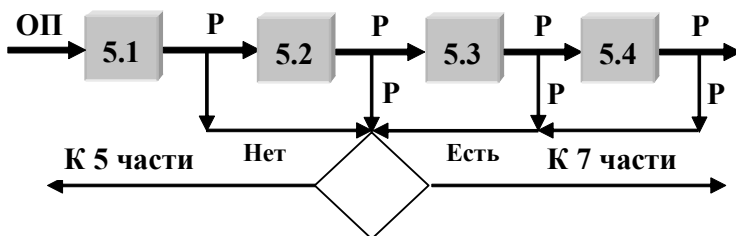


Рис. 7.2. 5-я часть АРИЗ-85-В.

Применение информационного фонда

Где: 5.1-5.4 – шаги 5-ой части АРИЗ-85-В.

5.1 – Использование стандартов,

5.2 – Использование задач-аналогов,

5.3 – Использование типовых преобразований,

5.4 – Использование технологических эффектов.

ОП – обостренное противоречие,

P – решение.

7.2. *Использование системы стандартов*

На шаге 5.1 рекомендуется использовать систему стандартов на решение изобретательских задач. Мы уже частично на шаге 3.6 рассматривали стандарты для решения задачи. На шагах 4.6 и 4.7 мы по существу тоже использовали стандарты. До этих шагов главной идеей было использование имеющихся ВПР – по возможности, избегая новых веществ и полей. Если задачу не удастся решить в рамках имеющихся и производных ВПР, придется вводить новые вещества и поля.

7.4. Использование типовых преобразований

Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок. Поэтому на шаге 5.1 рекомендуется просмотреть по всей системе стандартов.

Перейдем к рассмотрению задачи

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

5.1. Использование стандартов.

Мы уже частично рассматривали стандарты на шаге 3.6. Для решения данной задачи мы опустим этот шаг.

7.3. Использование задач-аналогов

При бесконечном многообразии изобретательских задач число обостренных противоречий, на которых "держатся" эти задачи, сравнительно невелико.

Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное обостренное противоречие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа – на уровне обостренного противоречия.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

5.2. Использование задач-аналогов

В данной задаче мы не будем рассматривать этот шаг.

7.4. Использование типовых преобразований

Правило 11. Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

5.3. Использование типовых преобразований (см. табл. 7.1)

В пространстве - противоречие не разрешается.

Во времени – преградитель или силы препятствующие распространению огня появляются только в момент появления огня, во все остальное время их нет.

7. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

Переход на микроуровень – силы должны появляться за счет использования эффектов.

Фазовые переходы – за счет повышения температуры должны происходить фазовые превращения, с помощью которых перекрывается трубопровод.

Контрольный ответ 1. Именно такая идея положена в основу конструкции аварийного клапана для трубопроводов, предложена японским инженером Тойоки Киросава. Основная деталь клапана – пластиковое кольцо (из какого именно пластика – не сообщается). При нормальной температуре кольцо не препятствует потоку жидкости или газа. Но стоит в результате пожара или взрыва температуре подняться – кольцо плавится, образуя пену, которая надежно закупоривает магистраль. Слегка изменив конструкцию клапана, его можно использовать и с противоположной целью – для открывания трубопровода при повышении температуры⁶⁵.

Можно использовать *фазовый переход второго рода*, например, эффект памяти формы.

Контрольный ответ 2. Вставка выполнена из материала, обладающего обратимым эффектом памяти формы (ЭПФ). Эта вставка при высокой температуре будет "вспоминать" форму с отсутствием отверстий, а при нормальных условиях с отверстием, равным внутреннему диаметру трубопровода.

⁶⁵ Химия и жизнь, 8/79, с.13

7.4. Использование типовых преобразований

Таблица 7.1: Типовые преобразования – разрешение физического (углубленного) противоречия

Вид преобразования (разрешения противоречия)	Конкретные преобразования
1. В пространстве	
2. Во времени	
3. В структуре	
3.1. Системные переходы	
<i>3.1.1. Объединение систем (элементов)</i>	
3.1.1.1. Однородных	
3.1.1.2. Неоднородных	
– - <i>Альтернативных</i>	
– - <i>Антагонистических</i>	
<i>3.1.2. Изменение свойств.</i> Сочетание свойства и антисвойства (противоположные свойства целого и частей)	
<i>3.1.3. Переход на микроуровень</i>	
3.2. Фазовые переходы	
<i>3.2.1. Замена фазового состояния части системы или внешней среды</i>	
<i>3.2.2. Двойственное фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).</i>	
<i>3.2.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.</i>	
<i>3.2.4. Замена однофазного вещества двухфазным</i>	
3.3. Физико-химический переход: возникновение - исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации.	

7. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

Контрольный ответ 3. Взрыв транспортируемого газа сам запирает трубопровод⁶⁶. В трубчатом корпусе помещен цилиндр, в обычном режиме закрепленный в корпусе гибкой проволокой, и газ проходит между стенками корпуса и цилиндра. При взрыве цилиндр расточенным на конус концом распрессовывается на конусообразный кольцевой выступ стенки и наглухо закрывает путь газу.

Системный переход. Вся система наделяется одним свойством, а ее часть противоположным – антисвойством.

Отверстие пропускает газ и не пропускает огонь.

Контрольный ответ 4. Это может быть выполнено на микроуровне. В огнепреградителе на электроды керамической вставки подается высокое напряжение⁶⁷. Электрическое поле надежно задерживает пламя в отверстиях, диаметр которых в три раза больше критического.

7.5. Применение технологических эффектов

Рассмотреть возможность устранения обостренного противоречия с помощью "Указателей применения технологических эффектов" [14,15].

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

5.4. Применение технологических эффектов

5.4.1. *Использование указателя физических эффектов*

5.4.2. *Использование указателя химических эффектов*

5.4.3. *Использование указателя биологических эффектов*

5.4.4. *Использование указателя геометрических эффектов*

Мы использовали один физический эффект. Остальные разделы эффектов для решения данной задачи мы продемонстрировать не будем.

⁶⁶ Заявка запатентована в Англии № 1 360 331. ИР, 4/75, МИ 0408

⁶⁷ А.с. 369 913.

8. ИЗМЕНЕНИЕ И/ЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Цель шестой части АРИЗ-85-В – перейти от структурного (СР) или физического решения (ФР) к техническому (ТР). Это представлено на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В.

Изменение и/или замена задачи.

Где: 6 – номер части АРИЗ-85-В,

ОП – обостренное противоречие,

СР – структурное решение,

ФР – физическое решение,

ТР – техническое решение

Таким образом, в этой части мы должны получить окончательное (техническое) решение.

Простые задачи решаются буквальным преодолением обостренного противоречия, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи - снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными.

Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

На схеме (см. рис. 8.2) показан алгоритм действий, когда решение получено или не получено.

8. ИЗМЕНЕНИЕ И/ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Если решение получено (на схеме это обозначено "Есть"), то мы должны перейти к шагу 6.1 и разработать техническое решение (ТР).

Если решение не получено (на схеме это обозначено "Нет"), то мы должны перейти к шагу 6.2, который нас возвращает к первой части АРИЗ-85-В, где необходимо сделать соответствующие преобразования.

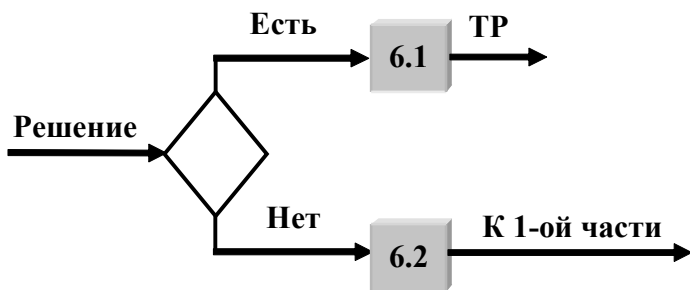


Рис. 8.2. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В.

Изменение и/или замена задачи.

Где: 6.1-6.2 – шаги 6-ой части АРИЗ-85-В.

6.1 – перейти к техническому решению,

6.2 – сделать изменения в 1-ой части,

ТР – техническое решение.

Более детальная схема показана на рис. 8.3.

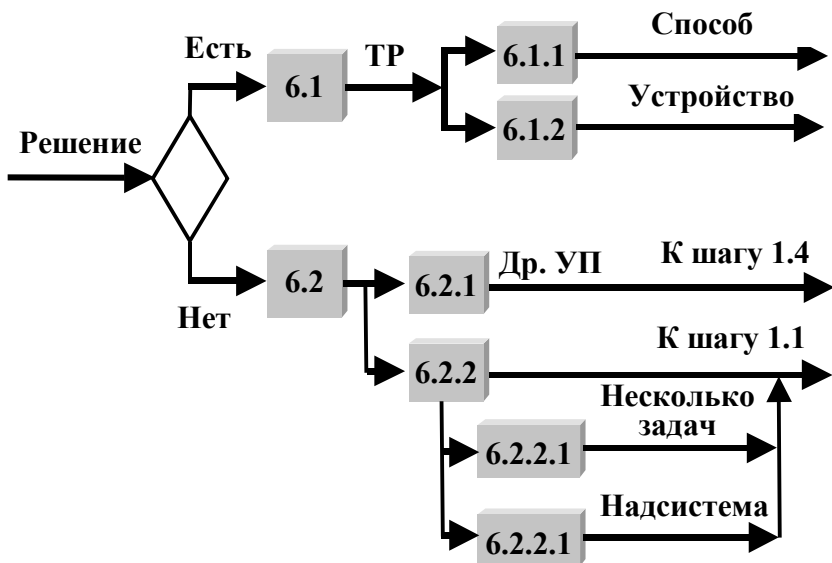


Рис. 8.3. Функция 6-ой части АРИЗ-85-В.

Изменение и/или замена задачи.

Где: 6.1-6.2 – шаги 6-ой части АРИЗ-85-В.

6.1 – перейти к техническому решению,

6.2 – сделать изменения в 1-ой части,

6.2.1-6.2.2 и 6.2.2.1, 6.2.2.2 – подшаги шага 6.2

ТР – техническое решение,

Др. УП – другое углубленное противоречие.

Разработка технического решения (шаг 6.1), как минимум должна включать:

- формулировку способа осуществления технического решения (шаг 6.1.1).
- дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ (шаг 6.1.2).

8. ИЗМЕНЕНИЕ И/ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Как правило, способ и устройства защищаются в виде патентов. На этих шагах желательно, как минимум стоит составить формулы изобретений.

Если решение не получено (шаг 6.2), то возможно:

- перейти к шагу 1.4 и сформулировать другое углубленное противоречие (шаг 6.2.1);
- перейти к шагу 1.1 (шаг 6.2.2). Это возможно по двум причинам:

6.2.2.1. формулировка задачи является сочетанием нескольких задач. Тогда необходимо сформулировать их, выбрать главную задачу и решать ее снова. Если и в этом случае нет решения - решать другие задачи.

6.2.2.2. заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз с переходом к наднадсистеме и т.д.

Приведем примеры, когда решение не получено (шаг 6.2).

Первоначально разберем случай, когда необходимо вернуться к шагу 1.4 сформулировать другое углубленное противоречие (шаг 6.2.1).

При решении задач на измерение и обнаружение выбор другого ТП часто означает отказ от усовершенствования измерительной части и изменение всей системы так, чтобы необходимость в измерении вообще отпала (стандарт 4.1.1).

Характерный пример – решение задачи о последовательной перекачке нефтепродуктов по одному нефтепроводу.

Задача 8.1. Перекачка нефти⁶⁸

Трубопровод не всегда удается загрузить одним нефтепродуктом. Поэтому использовали последовательную транспортировку по одному трубопроводу разные нефтепродукты (один за другим). Способ имеет большое преимущество: вместо нескольких параллельных трубопроводов можно построить один. Но имеется и недостаток. При перекачке одного нефтепродукта за другим в зоне их соприкосновения неизбежно происходит смешивание. В связи с этим возникают сложные технические проблемы. Например, точно установить, когда кончиться чистый бензин и начинается смесь его с дизельным топливом? А где кончается эта смесь и начинается последующий чистый продукт? Как своевременно отделить смесь от чистых продуктов и избежать загрязнения топлива, ранее поступившего в резервуары конечного продукта перекачки?

Проводили измерения смеси, первоначально в лабораториях, а в дальнейшем автоматизировали этот процесс. В брак уходило большое количество чистых продуктов.

В дальнейшем перешли от задачи на измерения к задаче на изменение. Стали использовать разделители. Первоначально механические – диски с манжетами и щеточными уплотнителями, но и через зазоры между стенками трубы и уплотнителями просачивались нефтепродукты. Кроме того, они застревают в трубопроводах и не проходят через насосы, которые через определенное расстояние расположены на трассе. Приходилось разбирать трубы и вынимать разделители.

В дальнейшем это противоречие разрешили - стали использовать жидкие разделители (вода, лигроин). На первый взгляд, это удачное решение: такой разделитель не застревает, легко проходит через насосные станции, дешев. Но и такой разделитель в процессе транспортировки смешивается с нефтепродуктами. Не жалко выбросить отработанную воду, но как отделить ее от нефтепродуктов? Мы снова вернулись к задаче на измерение.

⁶⁸ Задача из книги: Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973, с. 207-209, 270-271.

8. ИЗМЕНЕНИЕ И/ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

При применении жидкого разделителя или прямой (без разделителя) транспортировке, задача состоит в возможно более точном контроле за составом "стыковых" участков перекачиваемых нефтепродуктов.

Эта измерительная задача была превращена в "изменяющуюся": как вообще избежать смешивания нефтепродуктов с разделительной жидкостью?

Итак, твердые и жидкие разделители имеют серьезные недостатки. Газообразные вообще не подходят: газ поднимается в верхнюю часть трубопровода и перестает играть роль разделителя.

Возникает обостренное противоречие: разделитель должен быть жидким, что бы разделять нефтепродукты, и он должен быть газообразным, чтобы не осуществлять операции измерения и, чтобы не выбрасывать смешанные нефтепродукты, которые смешались с разделительной жидкостью. Разделение этого противоречия должно проходить во времени.

Решение: пусть жидкости бесконтрольно смешиваются, но в конечном пункте жидкость-разделитель должна сама превращаться в газ и уходить из резервуара.

Идея решения есть. Теперь надо сформулировать требования к веществу разделителя. Это вещество должно:

- Не растворяться в нефтепродуктах;
- Быть химически инертным по отношению к углеводам;
- Иметь (в жидком состоянии) плотность, примерно равную плотности перекачиваемых нефтепродуктов;
- Не замерзать при температуре по крайней мере до -50° ;
- Быть безопасным и дешевым.

Этим требованиям удовлетворяет аммиак: он не растворяется в нефтепродуктах и не взаимодействует с ними, имеет требуемую плотность, легко сжижается, не замерзает до -77° . Жидкий аммиак достаточно дешев, его, например, применяют в сельском хозяйстве для удобрения почвы.

Приведем пример, когда формулировка задачи является сочетанием нескольких задач (шаг 6.2.2.1).

Задача 8.2. Золотая цепочка

Как запаивать звенья тонких и тончайших золотых цепочек? Вес 1 метра такой цепочки всего 1 грамм. Нужен способ, позволяющий запаивать за день десятки и сотни метров цепочки.

Задача разбивается на ряд подзадач:

- а) как ввести микродозы припоя в зазоры звеньев?
- б) как обеспечить нагрев внесенных микродоз припоя без вреда для всей цепочки?
- в) как убрать излишки припоя, если они есть?

Главная задача – внесение микродоз припоя в зазоры.

Приведем пример, когда необходимо заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к *надсистеме* (шаг 6.2.2.2).

Задача 8.3. Холодильный костюм

Первоначально была поставлена задача на создание холодильного костюма.

Холодильный костюм для горноспасателей должен мало весить (не более 28 кг), чтобы он смог работать. Кислородный аппарат весит более 12 кг, инструменты - 7 кг и остается 9 кг на сам костюм и холодильный агрегат (хладовещество и оборудование).

В качестве хладовещества применяют: сухой лед, фреон, сжиженные газы. Этого веса не достаточно, чтобы обеспечить холодильную мощность для работы не менее двух часов (это условие, поставленное заказчиком). Необходим запас не менее 15-20 кг.

Обеспечить требуемую холодильную мощность при заданном весе системы оказалось физически невозможно.

Задача была решена переходом к надсистеме. Создан газотеплозащитный скафандр, одновременно выполняющий функции холодильного костюма и дыхательного защитного прибора. Скафандр работает на жидком кислороде, который сначала испаряется и нагревается, обеспечивая теплоотвод, а потом идет на дыхание.

8. ИЗМЕНЕНИЕ И/ЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Отпадает необходимость в тяжелом дыхательном аппарате, что позволяет во много раз увеличить запас холодильного вещества⁶⁹.



Рис. 8.4. Газотеплозащитный костюм для горноспасателей. Изобретение Г.С.Альтшуллера а.с. № 111 144

Переход к надсистеме позволил в 2-3 раза увеличить допустимый весовой предел.

На рис. 8.4 показано устройство газотеплозащитного костюма. Жидкий кислород размещен в ранцевом резервуаре 1. Испаряясь, кислород поступает в инжектор 2, расположенный по оси сквозного канала 3. Вытекая из инжектора, кислород смешивается с теплым воздухом подкостюмного пространства и охлаждает его.

Перейдем к рассмотрению задачи о газопроводе.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

6.1. Решение есть – разработать техническое решение.

Решения получены и описаны выше.

Остальные шаги этой части не нужны.

⁶⁹ Это изобретение Г.Альтшуллера. Оно описано в книге: Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. - М :Московский рабочий, 1973.-296 с. (с. 110-111).

9. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ОП

9.1. Основные понятия и структура седьмой части АРИЗ

Цель седьмой части АРИЗ-85-В – оценка качества полученного решения. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, "без ничего". Лучше потратить 2-3 часа на получение нового – более сильного решения, - ответа, чем потом устранять недостатки слабого решения.



**Рис. 9.1. Функция 7-ой части АРИЗ-85-В.
Анализ способа устранения ОП.**

**Где: 7 – номер части АРИЗ-85-В,
Р – решение,
ОР – оценка решения.**

Детальная последовательность 7-ой части АРИЗ-85-В показана на рис.9.2. Она следующая:

- 7.1 – Контроль решения,
- 7.2 – Предварительная оценка полученного решения,
- 7.3 – Проверка формальной новизны,
- 7.4 – Определение подзадач.

9. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ОП

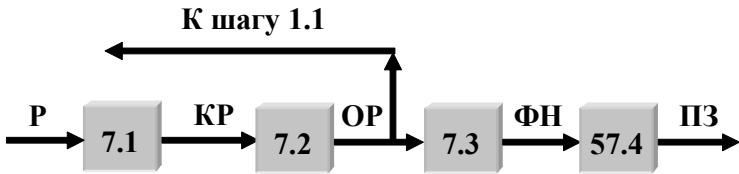


Рис. 9.2. 7-я часть АРИЗ-85-В.
Анализ способа устранения ОП.

Где: 7.1-7.4 – шаги 7-ой части АРИЗ-85-В.

7.1 – Контроль решения,

7.2 – Предварительная оценка полученного решения,

7.3 – Проверка формальной новизны,

7.4 – Определение подзадач.

Р – решение.

КР – корректировка решения

ОР – оценка решения,

ФН – формальная новизна,

ПЗ – подзадачи.

9.2. Контроль решения

На шаге 7.1 осуществляют проверку качества решения. Для этого рассматривают вводимые вещества и поля и выясняют:

- можно ли не вводить новые вещества и поля, а использовать ВПР, в имеющемся виде или виде их производных?
- можно ли использовать саморегулируемые вещества?

При необходимости нужно внести соответствующие поправки в техническое решение.

Саморегулируемые вещества – это такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при

9.2. Контроль решения

изменении внешних условий, например, теряют магнитные свойства при нагревании выше точки Кюри. Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

7.1. Контроль ответа.

Рассмотреть вводимые вещества и поля.

7.1.1. Можно ли не вводить новые вещества и поля, использование ВПР – имеющиеся и производные?

Полученные решения не удовлетворяют этому требованию. Имеющиеся вещественные ресурсы: газ и материал трубы. Среди полевых ресурсов: давление газа, огонь и температура. Остановить (погасить) огонь газом невозможно. Материал трубы, тоже не представляется возможным. Погасить огонь можно прекращением доступа кислорода. Для этого нужно герметизировать участок трубы, т.е. создать перегородку. Создать управляемую перегородку из газа или материала трубы не представляется возможным. Может быть использовать огонь. Известен способ гасить пожар пожаром, пущенным навстречу. Это решение в данных условиях осуществить достаточно сложно, оно будет несравненно дороже, предложенных.

7.1.2. Можно ли использовать саморегулируемые вещества?

Мы использовали саморегулирующееся вещество – вещество с обратимой памятью формы.

Внести соответствующие поправки в техническое решение.

Решения остались прежними, поэтому не нужно вносить поправки.

9.3. Оценка решения

На шаге 7.2 проводят предварительную оценку полученного решения. Для этого используют контрольные вопросы:

9. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ОП

- Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?
- Какое обостренное (физические) противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?
- Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?
- Годится ли решение, найденное для "одноцикловой" модели задачи, в реальных условиях со многими "циклами"?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов вернуться к 1.1. Это показано на рис. 9.2.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

7.2. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

7.2.1. Обеспечить ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?

Да!

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

Устранено обостренное противоречие

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

Во всех предложенных решениях содержатся управляемые элементы (вещества или электрическое поле).

7.2.4. Годится ли решение, найденное для "одноцикловой" модели задачи, в реальных условиях со многими "циклами"?

Решения с эффектом обратимой памяти формы и с использованием электрического поля – многоцикловые.

9.4. Определение новизны и подзадач

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов вернуться к 1.1.

Решение удовлетворяет всем контрольным вопросам. Возвращаться к шагу 1.1. не нужно.

9.4. Определение новизны и подзадач

На шаге 7.3 проверяют по патентным данным формальную новизну полученного решения.

На шаге 7.4 определяют, какие подзадачи возникают при технической разработке полученной идеи? Необходимо записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

Часть приведенных решений уже запатентованы (это учебная задача).

7.4. Какие подзадачи возникают при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

Необходимо сделать опытные образцы и провести испытание.

10. РАЗВИТИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИДЕИ

10.1. Основные понятия и структура восьмой части АРИЗ

После получения удовлетворяющего нас решения, мы не всегда задумываемся над тем, как можно развивать и где еще можно использовать данную идею. В лучшем случае рассматривается вопрос о "совместимости" выбранного решения с имеющейся сейчас системой.

Сущность данной стадии в дальнейшем развитии найденной идеи.

Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам. Восьмая часть АРИЗ имеет целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.



Рис. 10.1. Функция 8-ой части АРИЗ-85-В.

Анализ способа устранения ОП.

Где: 8 – номер части АРИЗ-85-В,

ОР – оценка решения.

РИ – развитие идеи.

Развитие идеи решения осуществляется (как мы уже писали) по трем направлениям:

- согласование полученного решения с системой и надсистемой, в которые входит данное решение;
- использование полученного решения по новому назначению;

10.2. Согласование полученного решения

- использование найденной идеи при решении других задач.

Более детальная структурная схема показана на рис. 10.2

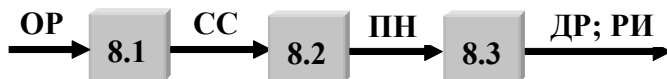


Рис. 10.2. Развитие идеи решения.

Где: 8.1-8.3 –шаги 8-й части АРИЗ-85-В.

8.1 – Согласование полученного решения,

**8.2 – Использование полученной системы по
новому назначению,**

8.3 – Использование идеи решения,

ОР – оценка решения,

СС – согласованная система

ПН – применение решения по-новому

ДР - дополнительные решения,

РИ - развитие идеи.

10.2. Согласование полученного решения

Согласование, прежде всего, зависит от уровня полученного решения. Решение может быть принципиально новое – "пионерское" (например, изобретение самолета, радио, лазера, компьютера и т.п.) и не пионерское.

Если решение **не "пионерское"**, то решение подстраивается под систему и надсистему. Прежде всего следует выяснить взаимосвязи разработанной системы с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных явлений. Это осуществляется согласованием параметров, форм, связей, веществ и полей вновь создаваемой системы с надсистемой и окружающей средой. Кроме того, осуществляется согласование процессов по

10. РАЗВИТИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИДЕИ

времени, в частности, согласование ритмики работы. Если при этом выявляются какие-то недостатки, то они устраняются. Часто в таких случаях устранение этих недостатков является новой задачей, которую может быть тоже следует решить по АРИЗ. После этого решение дорабатывается конструктивно, технологически, разрабатываются организационно-технические мероприятия по использованию полученного решения.

Если решение "**пионерское**", то для его осуществления, как правило, следует изменить надсистему.

Пожалуй, с особым упорством психологическая инерция проявляется в сохранении старой формы в новых изобретениях. Примеры приведены раньше (примеры 2.1-2.3 – рис. 2.2, 2.3, 2.5).

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

В рассматриваемой задаче решение не пионерское, поэтому нужно согласовать с системой газопровода.

10.3. Использование полученной системы по новому назначению

Разработав новую систему, необходимо не только заботиться о придании ей соответствующей формы. прежде всего следует выяснить ее взаимосвязи с другими системами, надсистемой и внешней средой и обеспечить процесс их взаимодействия так, чтобы не вызывать взаимных отрицательных явлений. При этом возможны частные или даже полные изменения надсистемы или по лученного решения. Подобный подход уже был нами рассмотрен в главе "Выбор задачи".

Побочные исследования могут выявить необходимость изменения технологического или организационного обслуживания.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

Описанные решения могут использоваться для герметизации, а решение с электрическим полем, для управления огнем в различных устройствах.

10.4. Использование идеи решения

Использование полученной идеи решения можно осуществлять по следующим направлениям:

- *Сформулировать в общем виде полученный принцип решения.*
- *Рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач.*
- *Рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному.*
- *Построить морфологическую таблицу* (например, типа "расположение частей - агрегатные изделия" или "использованные поля - агрегатные состояния внешней среды") и рассмотреть возможные перестройки решения по позициям этих таблиц.
- *Рассмотреть возможность изменения найденного принципа при предельных изменениях параметров системы.*

Постепенно изменяют параметры от существующих к нулю, бесконечности и минус бесконечности, определяя, где происходят качественные изменения. Эти качественные изменения могут привести к качественным решениям и новым использованиям полученного решения.

Более детально рассмотрим некоторые из указанных направлений использования полученной идеи.

10. РАЗВИТИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИДЕИ

Наиболее эффективно решение будет использовано тогда, когда для него будут найдены и другие применения. Такая работа не проходит зря и обоюдовыгодна как изобретателю, так и заказчику. В изобретательском праве некоторых стран в качестве объекта изобретения признается и применение ранее известных устройств, способов, веществ по новому назначению. Нахождение нового применения разработанной системы расширяет рынок для фирмы заказчика.

Идея, полученная при решении данной задачи, может быть использована при решении других задач. На этом этапе желательно выяснить все многообразие сторон полученной идеи. Для этого рассматривают идеи, обратные полученной, и проводится своеобразный морфологический анализ полученного решения⁷⁰.

Решение представляется в виде модели: два взаимодействующих объекта и энергии их взаимодействия (энергия может быть и в виде информации). Два взаимодействующих элемента назовем объектом (О) и инструментом (И). Энергия представляется в виде поля и обозначается "П". Взаимное пространственное расположение этих элементов будет:

ПИО; ПОИ; ИПО.

В некоторых случаях такие элементы используются парно, которые могут располагаться симметрично или ассиметрично. Общее количество их пространственных расположений будет определяться числом сочетаний, которое можно записать:

1. ПИОИП; 2. ИПОПИ; 3. ПОИОП;

⁷⁰ Здесь приводится видоизмененная идея морфологического анализа, описанного в [6] и изложенная автором в [11].

**4. ОПИПО; 5. ОИПИО; 6. ИОПОП;
7. ПИОПИ; 8. ПОИПО; 9. ОИПОИ.**

Здесь в случаях 1 и 2 в центре расположен объект, в 3 и 4 – изделие, а в 5 и 6 поле. Так, в формуле 1 объект (О) окружает инструмент (И), а за ним расположен источник поля (П).

Кроме чисто пространственного расположения элементов можно рассмотреть их взаимодействие. Например, предоставив в следующей форме:

- A. П → И; B. П → И; C. П → И; D. П → О;
E. П → О; F. О → П; G. О → П; H. О → П;
I. О → И; J. И → П; K. И → П; L. И → О.**

Тогда общую картину возможных вариантов расположений и взаимодействий можно представить в виде таблицы 10.1.

Их число в данном случае составляет 108.

Инструмент, обрабатывающий объект, может находиться в различных агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном, а в соответствии с тенденцией дробления (см. рис. 10.3) таких состояний значительно больше⁷¹. Это можно представить в виде морфологической матрицы.

⁷¹ Более детальная последовательность показана в книге: **Петров В., Злотина Э. Законы развития систем.** – Тель-Авив, 1992.

10. РАЗВИТИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИДЕИ

Таблица 10.1. Возможных взаиморасположений и взаимосвязей объекта, инструмента и источника энергии.

Расположения	Взаимодействия										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											

Поле, в соответствии с тенденцией изменения управляемых полей, описывается последовательностью представленной в (см. рис. 10.4).⁷²

Аналогичным образом можно представить объект. Кроме того, можно рассмотреть различные виды сред и ее взаимодействие с объектом и инструментом.

⁷² Более детальная последовательность показана в книге: **Петров В., Злотин Э. Законы развития систем.** – Тель-Авив, 1992.

УВЕЛИЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ

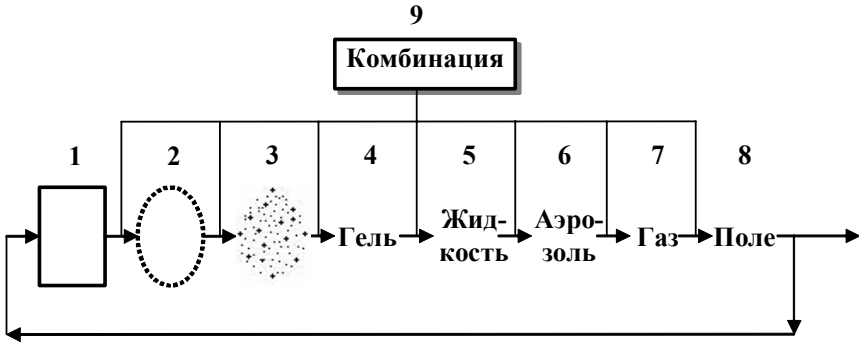


Рис. 10.3

Таким образом, получается многообразие различных решений, развивающих полученное. Напомним, что решения будут более прогрессивные, если применять вещества и поля, в соответствии с тенденция их изменения (см. рис. 10.3 и 10.4).



Рис. 10.4

Для задачи о газопроводе предлагаем читателям проделать все эти построения и преобразования самостоятельно.

11. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

Цель девятой части – совершенствование навыков пользования АРИЗ. Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. Такая операция проводится путем сопоставления идеального хода решения **ИХР** задачи по всем шагам АРИЗ с реальным ходом решения (**РХР**). Структурная схема представлена на рис. 11.1. Тем самым производится оценка хода решения (**ОХР**). Для наглядности такую операцию можно представить в виде условной формулы:

$$\text{ОХР} = \text{ИХР} - \text{РХР}.$$



**Рис. 11.1. Функция 9-ой части АРИЗ-85-В.
Анализ хода решения.**

**Где: 9 – номер части АРИЗ-85-В,
ХР – ход решения.
ОХР – оценка хода решения.**

Детальная схема девятой части АРИЗ-85-В представлена на рис. 11.2.

11. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

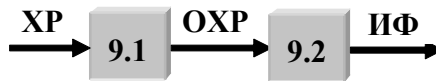


Рис. 11.2. Анализ хода решения.

Где: 9.1-9.2 – шаги 9-й части АРИЗ-85-В.

9.1 – Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим,

9.2 – Сравнить полученный ответ с данными информационного фонда ТРИЗ

XR – ход решения.

OXR – оценка хода решения

ИФ – информационный фонд.

На шаге 9.1 сравнивают реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, их фиксируют. Это необходимо для усовершенствования навыков решения по АРИЗ и для усовершенствования самого АРИЗ.

После получения решения достаточно легко представить **идеальный ход решения (ИХР)**, ибо "с вершины" полученного решения легче увидеть наиболее быстрый, легкий и точный путь, который ведет к решению. При сравнении реального хода решения с идеальным, легче обнаружить просчеты и неточности, допущенные при решении. Следует тщательно разобраться в причинах этих ошибок, запомнить их и учесть при решении других задач. За счет такого анализа методика осваивается значительно эффективнее и быстрее.

Кроме того, на шаге 9.1 накапливаются "сбои" решений на различных шагах АРИЗа. Такая информация используется для его усовершенствования. Таким образом, шаг 9.1 помогает усовершенствовать АРИЗ и навыки пользования им.

11. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

На шаге 9.2 сравнивают полученное решение с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, эффекты, приемы, ресурсы).

Если в информационном фонде нет подобного принципа, его записывают в предварительный накопитель.

Задача 3.1. Газопровод (продолжение)

9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать.

Реальный ход решения не отличается от теоретического, так как задача учебная.

9.2. Сравнить полученный ответ с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, эффекты, приемы). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

Решения, полученные в данной задаче, могут быть использованы в виде:

- Задачи-аналога,*
- Физического эффекта.*

Обостренное противоречие в выявленной задаче аналоге: *пропускать – не пропускать.*

В указателе физических эффектов не представлен эффект описанный в а.с. 369 913.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рекомендации по использованию АРИЗ

Выше были описан АРИЗ-85-В. Осталось только посоветовать читателю, когда использовать АРИЗ-85-В при решении практических задач.

Напомним, что решения задач по АРИЗ будут тем эффективнее, чем лучше решатель знает все инструменты ТРИЗ.

Когда и как использовать АРИЗ зависит как от самой задачи, так и от опыта использования ТРИЗ (и АРИЗ в частности) человеком, который решает эту задачу.

АРИЗ-85-В в полном объеме достаточно сложный инструмент. Он предназначен для решения сложных задач.

Рассмотрим два предельных варианта: новичок и опытный решатель.

Разница определяется в том, что опытный решатель сразу видит недостатки в исследуемой системе и неосознанно формулирует в голове противоречия. К каждому виду противоречий имеются стандартные пути их разрешения и решенные задачи-аналоги. Стандартные пути решения, чаще всего комбинация из конкретных стандартов на решение изобретательских задач, эффектов, ресурсов и приемов.

Новичку лучше всего начинать решение практических задач с АРИЗ или системы стандартов, если он ее знает.

Опытный решатель в соответствии со структурной схемой ТРИЗ (см. рис. 1) определяет для него это стандартная задача (у него есть задача-аналог) или нет.

Общий алгоритм применения инструментов ТРИЗ показан на рис. Алг. 1. Подробный алгоритм изображен на рис. Алг. 2.

Рекомендации по использованию АРИЗ

АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ТРИЗ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

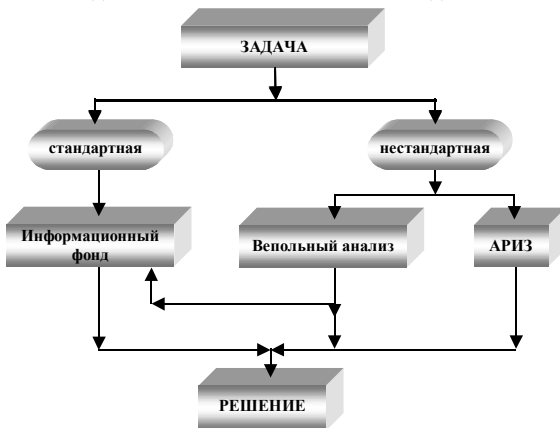


Рис. Алг.1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Алгоритм применения инструментов ТРИЗ для решения изобретательских задач

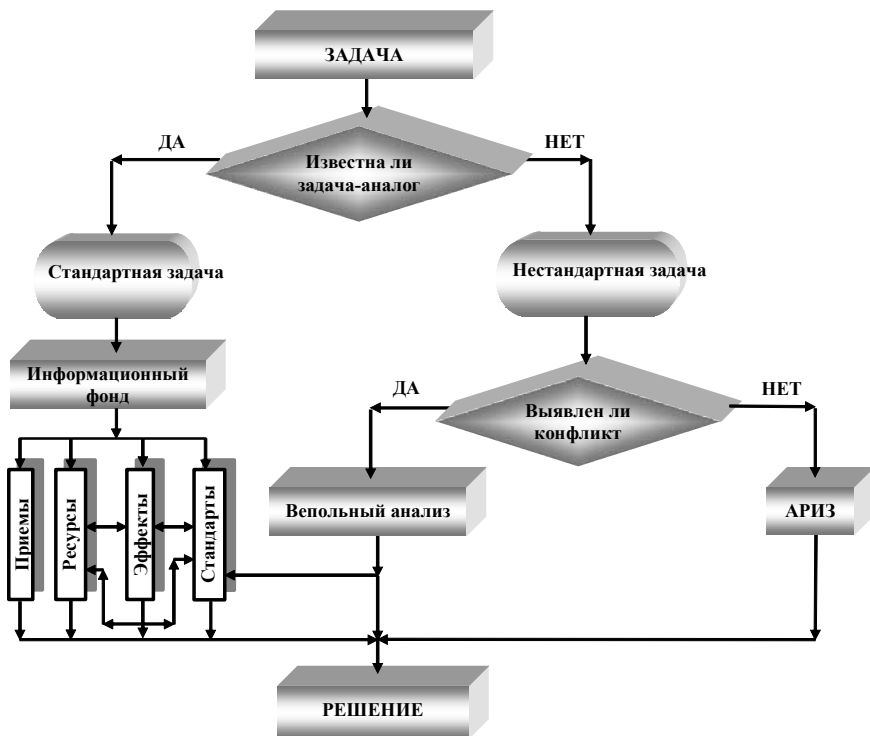


Рис. Алг. 2

Для начала следует разобраться, что в ТРИЗ называется стандартной задачей.

Стандартная задача с позиций ТРИЗ, задача, в которой известный тип противоречия, разрешаемый известными (стандартными) способами. Эти задачи часто называют задачи-аналоги. Они имеют решения или в виде применения одного или нескольких стандартов на решение изобретательских задач, одного или нескольких эффектов, ресурсов, приемов, или их сочетаний.

Рекомендации по использованию АРИЗ

Если задача стандартная, то ее решают с помощью информационного фонда (стандарты, эффекты, приемы и ресурсы).

Если задача не стандартная, то новичку в первую очередь рекомендуем использовать АРИЗ. Опытный решатель в этом случае, как правило, исследует задачу с помощью вепольного анализа. Он строит модель задачи и далее использует или вепольную систему преобразований или систему стандартов на решение изобретательских задач (на рис. Алг. 2 показано стрелкой к блоку стандартов).

Опытный решатель от неопытного, в данном случае, отличаются умением формулировать в голове модель задачи, в первую очередь, конфликтующую пару. Напомним, что модель задачи включает конфликтующую пару и обостренное (техническое) противоречие.

Если задача достаточно сложная и в ней трудно сразу выделить одну конфликтующую пару, то задачу решают по АРИЗ. При этом опытный решатель первоначально использует не весь АРИЗ, а только ее основную цепочку (см. п. 1.3, цепочка 1). Если решение не получено, то переходят к разбору задачи по всем пунктам АРИЗ.

Рекомендации по совершенствованию навыков использования АРИЗ

Эта книга из серии книг, рассчитанных на серьезное (профессиональное) овладение ТРИЗ. Данная книга предназначена для углубленного изучения АРИЗ.

Мы описали все элементы и понятия АРИЗ, разобрали его логику и показали все тонкости его использования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объем изложенных материалов позволяет не только познакомиться с основными частями АРИЗ, но и иметь материал для практического использования. В концентрированном виде весь материал содержится в приложениях. Это сделано для удобства пользования книгой как справочником.

Как известно, овладение любым предметом происходит в три этапа:

- **Знания**
- **Умения**
- **Навыки**

Прочитав книгу, Вы получили только некоторые *знания* о АРИЗ, но теория без практики мертва. Нельзя научиться плавать на берегу, пользуясь самым лучшим учебником. *Умения* вырабатываются практикой. Неоднократное применение конкретных элементов приводит к автоматизму этих действий – получению *навыков*.

Совершенствование, полученных вами знаний может идти по нескольким направлениям:

- Усовершенствование знаний, описанных в книге.
- Углубление знаний, описанных в книге.
- Расширение знаний. Изучение других АРИЗ и алгоритмических методов и других областей ТРИЗ.

По каждому из этих направлений необходимо выработать умения, а лучше всего навыки.

Если Вы хотите получить не только навыки в использовании АРИЗ, но изменить свое мышление, сделать его изобретательским, ТРИЗным, то необходима кропотливая направленная работа. Вам будет необходимо не только выполнить нижеследующие рекомендации, но и почти ежедневно целенаправленно развивать мышление. Для этой цели лучше всего использовать следующие разделы ТРИЗ:

1. **Законы развития систем** в полном объеме.
2. **АРИЗ** и, прежде всего, его основную линию (см. п.п. 1.3, 1.4).
3. **Методы развития творческого воображения.**

Вы должны применять каждый из перечисленных инструментов для развития окружающих вас предметов и понятий. Эта работа должна для вас стать привычной и ежедневной. Такой же, как для спортсмена тренировки или репетиции для музыканта.

Используйте систему законов для развития существующих объектов, попробуйте предсказать объекты будущего. Вдумчиво и неторопливо используйте каждый из законов и закономерностей развития. Обращайте особое внимание на оригинальность идеи, а не на ее осуществимость в настоящее время. Для развития практического мышления необходимы специальные упражнения. На начальном этапе развития изобретательского мышления не пытайтесь одновременно развивать фантазию (творческое воображение) и практическое мышление. Первоначально отрабатывайте их отдельно. Получите навыки в использовании фантазии, а затем в практическом мышлении. Только после этого объединяйте эти противоположные стили мышления.

При решении задач по основной линии АРИЗ обращайтесь, прежде всего, внимание на четкую формулировку противоречий и на соблюдение логики. Если разбор задача не соответствует логике АРИЗ, вернитесь к тому месту, где произошел "сбой" и разберите задачу еще раз. Делайте это до тех пор, пока ваш разбор задачи не будет полностью соответствовать логике АРИЗ. Первоначально это лучше проделывать с задачами, где известен ответ.

Хотелось бы дать некоторые рекомендации по способам овладения, указанных направлений.

Усовершенствование знаний, описанных в книге

Рекомендации по усовершенствованию знаний:

1. Еще раз внимательно проработайте книгу.

Прорешайте самостоятельно все задачи и разберите примеры. Ответы на задачи и примеры вы уже знаете. Поэтому вы не будете все свое внимание и фантазию направлять на получение решения. Вы не будете отвлекаться. При повторном разборе обращайтесь основное внимание на правильность применения АРИЗ – на методическую сторону, а не на получение ответа. Так вы будете оттачивать умения пользования АРИЗ.

Первоначально разбирайте задачи только по основной линии решения задач по АРИЗ. Это необходимо делать до тех пор, пока вы не убедитесь, что всегда соблюдаете логику АРИЗ. В дальнейшем постепенно подключайте другие части АРИЗ. Например, разберите не менее 10 задач по четвертой части АРИЗ-85-В, затем эти же задачи разберите по 5 части и т.д. Вдумчиво продельвайте каждый шаг. Не торопитесь. Главное не скорость решения задач, а четкость выполнения каждого шага и понимание техники выполнения этого шага.

Попытайтесь увидеть все нюансы каждой из частей АРИЗ.

Когда вы проработаете все части АРИЗ, попробуйте найти другие, может быть еще лучшие, чем указаны в книге решения.

2. Прочитайте и проработайте другие книги, указанные в списке литературы по ТРИЗ.

3. Проработайте материалы из основных сайтов в Internet. Там вы найдете материалы по другим модификациям АРИЗ. Познакомьтесь и с ними.

- 4. Решайте практические задачи** из вашей или соседних областей. Постарайтесь решить задачи ваших знакомых. Начинайте с разбора уже решенных задач в вашей или соседней области. Это поможет вам увидеть нюансы решения задач по вашей области знаний. Постепенно подключайте нерешенные задачи.

Углубление знаний по ТРИЗ

Если Вы хотите углубить свои знания по разделам ТРИЗ, то вам, в первую очередь, следует прочитать и серьезно проработать книгу "**Основы ТРИЗ**"⁷³..

Цели, которые вы хотите достичь с помощью ТРИЗ, могут быть самые разнообразные. Рассмотрим некоторые, часто встречающиеся, из них:

- 1. Решать задачи, прогнозировать развитие систем и получать перспективные решения.**

Решать задачи из:

- своей области знаний (чаще всего это относится к технике);
- смежных областей знаний;
- любой области знаний.

Прогнозировать развитие систем:

- Прогноз в своей области знаний (чаще всего это относится к технике);
- Прогноз в смежных областях знаний;
- Прогноз в любой области знаний.

- 2. Преподавать ТРИЗ.**
- 3. Заниматься исследованиями и разработками в ТРИЗ.**

⁷³ Петров В. Основы ТРИЗ. - Тель-Авив, 2002

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тем, кто собирается применять ТРИЗ для решения технических задач и прогнозирования развития техники в конкретных областях, необходимо освоить следующие разделы ТРИЗ:

1. **Законы развития систем**⁷⁴,
2. **Вепольный анализ**⁷⁵.
3. **Информационный фонд:**
 - 3.1. *Приемы разрешения противоречий*
 - *углубленных (технических) противоречий*⁷⁶;
 - *приемы разрешения обостренных (физических) противоречий - парные приемы (прием-антиприем)*⁷⁷
 - 3.2. *Технологические эффекты:*

⁷⁴ Петров В., Злотин Э. Закономерности развития систем. - Тель-Авив, 1992

⁷⁵ Петров В., Злотина Э. Структурный вещественно-полевой анализ. Учебное пособие. Тель-Авив, 1992.

⁷⁶ Список приемов описан в [2].

⁷⁷ Парные приемы (прием-антиприем) рассмотрены в Петров В. Основы ТРИЗ. - Тель-Авив, 2002.

- **Физические эффекты**⁷⁸;
- **Химические эффекты**⁷⁹;
- **Биологические эффекты**⁸⁰;
- **Геометрические эффекты**⁸¹;

3.3. Стандарты на решение изобретательских задач⁸².

Эти разделы могут быть полезны так же для людей, занимающимися другими направлениями ТРИЗ.

4. Диверсионный анализ⁸³ подробно изложен в компьютерной программе⁸⁴

Этот раздел применяется для выявления причин брака, причин возникновения и предупреждения аварий и чрезвычайных экологических ситуаций.

5. Развитие творческих способностей

6.1. Развитие творческого воображения

⁷⁸ Некоторые физические эффекты изложены в [10].

⁷⁹ Некоторые химические эффекты изложены в [11].

⁸⁰ **Тимохов В.И. Биологические эффекты.** Познание. Информационно-методический сборник для учителей и учащихся. Вып. 5, Рига: Научно-технический центр "Прогресс". Лаборатория педагогической технологии. 1993. - с. 4-31.

Тимохов В.И. Карточка биологических эффектов. В помощь учителю биологии. Гомель, 1993. <http://www.trizminsk.org/e/247001.htm>

Сборник творческих задач по биологии, экологии и ТРИЗ (Учебное пособие) Авт. сост. В.И.Тимохов. - С.Петербург: Изд-во ТОО "ТРИЗ-ШАНС". 1996.- 105 с.

Бухвалов В.А., Мурашковский Ю.С. Изобретаем черепаху. Как применять ТРИЗ в школьном курсе биологии. Книга для учителей и учащихся. Рига. - 1993. - 124 с.

⁸¹ Геометрические эффекты изложены в [12].

⁸² Схема стандартов и алгоритм их применения для решения задач представлена **Петров В. Основы ТРИЗ.** - Тель-Авив, 2002 Текст стандартов и примеры к ним изложены в [11].

⁸³ **Злотин Б.Л., Зусман А.В. Решение исследовательских задач.** Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Карта Молдовеняскэ, 1991.

⁸⁴ **Anticipatory Failure Determination** – компьютерная программа, выпускаемая в США фирмой Ideation International Inc.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курс развития творческого воображения полностью был описан только в рукописях⁸⁵, частично он изложен некоторых изданиях⁸⁶ и в [14].

6.2. Теория развития творческой личности наиболее полно изложена в [17].

6.3. Теория развития коллективов изложена в нескольких работах Б.Злотина и А.Зусман.⁸⁷

Если вы собираетесь стать преподавателем ТРИЗ, то вам помимо отличного знания всех разделов ТРИЗ и навыков в его использовании, необходимы навыки ораторского искусства, лекторского мастерства и знания основ педагогики и психологии общения.

Исследователю ТРИЗ, помимо перечисленных умений и навыков, необходимы наблюдательность, умение анализировать, сжимать и систематизировать информацию,

⁸⁵ Амнуэль П. **Научно-фантастическая литература**. Учебное пособие для инженеров и изобретателей. Баку: ОЛМИ, 1974. - 347 с. (ротапринт)

Злотин Б. **Развитие творческого воображения**. - Л. 1976. - 70 с. (рукопись)

Злотин Б., Литвин С. **Развитие творческого воображения**. Учебное пособие для II курса УИР. - Л.: ЛОП НТО "Машпром", 1977. - 72 с. (рукопись)

Злотин Б., Литвин С. **Курс развития творческого воображения**. - Л. 1978. - 70 с. (рукопись)

Литвин С. **Развитие творческого воображения**. Учебно-методическое пособие для инженеров и изобретателей. - Л. 1978. - 98 с. (рукопись)

⁸⁶ Альтов Г. **Судьба приключений Жюль Верна**. Мир приключений, вып. 9, 1968 и Дальневосточное кн. Изд-во. Владивосток, 1972 и "Фантастика и реальность" вып. 1, М.: 1996.

Альтов Г. **Перечитывая Уэлса**. Азербайджанское гос. изд-во. Баку, 1996 и "Фантастика и реальность" вып. 2, М.: 1997.

Альтов Г. **Гадкие утята фантастики. Пятьдесят идей Александра Беляева**. - Полус риска – Баку: Азербайджанское гос. изд-во, 1970 и в кн.: Талисман.- Л.: Детская литература, 1973. и "Фантастика и реальность" вып. 3, М.: 1997.

Альтов Г. **Шкала "Фантазия"** в [14] и в "Фантастика и реальность" вып. 4, М.: 1999.

⁸⁷ Злотин Б.Л., Зусман А.В., Каплан Л.А. **Закономерности развития коллективов**. - Кишинев: МНТЦ "Прогресс", 1990.

выдвигать новые, даже кажущиеся на первый взгляд "бредовые идеи", умение развивать их.

Любому человеку, занимающемуся ТРИЗ, необходимо вести личную картотеку. Эта работа достаточно кропотливая, так для получения интересующей вас информации приходится "перерывать" много литературы и проводить часы в Internet.

Получение знаний из других областей ТРИЗ

ТРИЗ получил широкое распространение при обучении детской аудитории различных возрастов – школьного⁸⁸ и до

⁸⁸ **Альтов Г. И** тут появился изобретатель. М.: Дет. лит. 1984, 1987, 1989, 2000.

Злотин Б.Л., Зусман А.В. Месяц под звездами фантазии: Шкала развития творческого воображения. Кишинев: Лумина, 1988. - 271 с.

Злотин Б.Л., Зусман А.В. Изобретатель пришел на урок. Кишинев: Лумина, 1989. - 255 с.

Иванов Г.И. И начинайте изобретать: Научно-популярная книга.- Иркутск: Восточно-сибирское кн. Изд-во. 1987.- 240 с.

Саламатов Ю.П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества: кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1990. - 240 с.

Викентьев И.Л., Кайков И.К. Лестница идей. Основы ТРИЗ в примерах и задачах. Новосибирск, 1992. – 104 с.

Познание. Информационно-методический сборник для учителей и учащихся. Вып. 1-4. – Рига, 1992 ; Вып. 5.- Рига, 1993.- 126 с.

Плакать погодим! Книга для учителей начальной школы и родителей. Составитель С.И.Гин. Методическое пособие. Гомель. ИПП «Сож». 1995.- 90 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

школьного возраста⁸⁹. Все большее распространение получает проникновение ТРИЗ в педагогику⁹⁰. Имеются работы по

Учителям о ТРИЗ. Сборник методических материалов по преподаванию теории решения изобретательских задач в школе – СПб. Вып. 1, 1995; Вып 2, 1997. – 180 с.; Вып. 3, 1999. – 184 с.

Педагогика + ТРИЗ. Сборник статей для учителей, воспитателей, менеджеров образования. Вып. 1. - Гомель: ИПП "Сож", 1996. – 48 с.; Вып. 2, 1997. – 48 с.; Вып. 3. – Минск: ПК "ПолиБиг", 1997. – 64 с.; Вып. 4. – Гомель: ТРИЗ-ШАНС", 1998. – 64 с.

Котова А.А., Смирнова Л.К., Таратенко Т.А. Учимся творчеству: Рабочая тетрадь по ТРИЗ для младших школьников (первый год обучения). – СПб: ТОО Фирма "Икар", 1999. – 60 с.

Рубина Р.В. Программа по курсу развития творческого воображения (РТВ) для начальных классов средней школы (на основе теории решения изобретательских задач). - Петрозаводск, 1999. – 35 с.

Рубина Н.В. Город фантазии. Курс развития творческого воображения (на основе теории решения изобретательских задач). Рабочая тетрадь. 2 класс. 2 полугодие. - Петрозаводск, 1998. – 35 с.

Рубина Н.В. Город фантазии. Курс развития творческого воображения (на основе теории решения изобретательских задач). Методическое руководство для второго полугодия 2-х классов. - Петрозаводск, 1999. – 35 с.

Рубина Н.В. Школа Сказок. Курс развития творческого воображения (на основе теории решения изобретательских задач). Рабочая тетрадь. Ч 1. - Петрозаводск, 1998. – 35 с.

Гин С.И. Мир фантазии: Методическое пособие для учителя начальной школы/Библиотека учителя начальной школы.- М.: Вита-Пресс, 2001. – 128 с.

⁸⁹ **Шустерман З.Г. Новые приключения Колобка, или Наука думать для больших и маленьких.** - М.: Педагогика-Пресс, 1993. - 256 с.

Шустерман М.Н., Шустерман З.Г. Новые приключения колобка, или Наука думать для больших и маленьких. - М., 1995. - 47 с (продолжение).

Шустерман М.Н., Шустерман З.Г., Вдовина В.В. "Поваренная" книга воспитателя. - Норильск, 1994. - 52 с.

Нестеренко А. Страна загадок. - Ростов н/Д.: Изд-во Рост. Ун-та, 1993, – 32 с.

Чернихович Е.М. Вини-Пух решает вслух: Карточка сказочных задач. Гомель: ИПП «Сож», 1995. – 48 с.

Мурашкова И.И., Валюмс Н.П. Картинка без записки (методика рассказа по картинке). – СПб.: Изд-во ТОО «ТРИЗ-ШАНС». 1995. - 39 с.

Фантастика и реальность. Вып. 1- 4, М. 1996-1999.

История про ...(пособие для воспитателей дошкольных учреждений и учителей начальных классов). / Сост. Сидорчук Т.А., Ардашева Н.И., Гуткович И.Я. ,

развитию музыки⁹¹ и искусства⁹² с помощью ТРИЗ. Выявлены приемы журналистики⁹³, рекламы⁹⁴, менеджмента и предвыборной борьбы⁹⁵. Читается курс социального ТРИЗ (решение жизненных проблем).

Костракова И.М. (пособие для воспитателей дошкольных учреждений и учителей начальных классов). – Самара: СИПК работников образования, 1994. – 64 с.

Сидорчук Т.А., Гуткович И.Я. Методы развития воображения дошкольников. Пособие для педагогов детских дошкольных учреждений. – Ульяновск, 1997. – 44с.

Сидорчук Т.А., Гуткович И.Я. Обучение дошкольников творческому рассказыванию по картинке / Пособие для педагогов детских дошкольных учреждений. – Ульяновск: УлГТУ, 1997. – 74 с.

Сидорчук Т.А. Программа формирования творческих способностей дошкольников: Пособие для педагогов детских дошкольных учреждений. – Обнинск: ООО "Росток", 1998. – 64 с. – (ТРИЗ школьникам).

Гуткович И.Я. Самойлова О.Н. Сборник дидактических игр по формированию системного мышления дошкольников: Пособие для воспитателей детских садов. / под ред. Т.А.Сидорчук. – Ульяновск, 1998.

Ардашева Н.И., Сидорчук Т.А. Научно-методический центр "Садко". Сборник нормативн-правовых и научно-методических материалов из опыта работы центра. – Ульяновск, 1999.- 65 с.

⁹⁰ **Бухвалов В.А.** Алгоритмы педагогического творчества. - М.: Просвещение, 1993.- 96 с.

⁹¹ **Злотина Э.С.** Закономерности развития музыкальных форм. Л.: 1985. (С этой работой можно познакомиться в журнале «Технология творчества» №1, 1999). Эта работа легла в основу специализированного курса, который читался в некоторых музыкальных училищах и консерваториях бывшего СССР, Чехословакии и Израиле.

⁹² **Мурашковский Ю.С., Сокол А.Б.** Плюс один процент. Информационно-методический сборник для учителей и учащихся. Рига: Межрегиональная лаборатория педагогических технологий, 1993. - 70 с.

Молдавер А. Анатомия сюжета. – Иерусалим, 2002. – 128 с.

⁹³ **Викентьев И.Л.** Приемы журналистики. Л.:

⁹⁴ **Викентьев И.Л.** Приемы рекламы. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1993.- 138 с.
Викентьев И.Л. Приемы рекламы и Public Relations, Ч.1, СПб, Изд-во ТОО "ШАНС-ТРИЗ", 1995.-228 с.

⁹⁵ **Фарер С.А.** Приемы стратегии и тактики предвыборной борьбы: PR-секреты общественных отношений. «Ловушки» в конкурентной борьбе. Механизмы политической карьеры. – СПб: изд-во «Стольный град», 1998.-136 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ТРИЗ постоянно развивается и проникает в другие области знаний. Полагаем, что одним из исследователей и разработчиком ТРИЗ будете вы дорогой читатель.

Желаем вам больших успехов в расширении своих творческих возможностей.

Замечания и предложения можно посылать по адресу:

Vladimir Petrov

Israel

E-mail: ATrI@bigfoot.com

Алфавитный указатель

А

Административное противоречие, 13
АРИЗ-85-В, 230

В

Вепольный анализ, 225

Д

Диверсионный подход, 226

З

Знания, 209

И

Идеальная техническая система, 24
Идеальная форма, 30
Идеальное вещество, 29
Идеальный конечный результат (ИКР), 24
Идеальный процесс, 30
Идеальный ход решения задачи, 202
Изделие, 58
Изобретательская ситуация, 51, 108
Икс-элемент, 122, 138
Инструмент, 58
Информационное обеспечение, 8

К

Кавитация, 71
Контрольный ответ, 64
Конфликтующая пара, 57

М

Макси-задача, 56
Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений, 226
Методы развития творческого воображения, 226
Методы управления психологическими факторами, 8
Мини-задача, 56, 121
Модель задачи, 58

Н

Навыки, 209
Нежелательный эффект (НЭ), 14

О

Обостренное противоречие, 17
Оперативная зона, 63
Оперативное время, 63
Оперативный параметр, 62
Оценка хода решения, 202

П

Поверхностное противоречие, 13
Положительный эффект, 40
Послойное изучение предмета, 10
Программа АРИЗ, 8
Противоречие, 12

Р

Реальный ход решения задачи, 202
РТВ, 226

С

Специальный термин, 121
Стандартная задача, 207
Структурный вещественно-полевой анализ, 226

Т

Теория развития творческих коллективов, 227
Теория развития творческой личности, 226
Техническое противоречие, 13

У

Углубленное противоречие, 14
Умения, 209
Учебная задача, 64

Ф

Физическое противоречие, 13, 18

Литература

1. **Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества.** - Вопросы психологии, 1956, №6, с. 37-49.
2. **Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать.** - Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с.
3. **Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства.** - Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд., 1964, 240 с.
4. **Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения.** - М: Московский рабочий, 1969.-272 с.
5. **Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения.** 2-е изд. - М: Московский рабочий, 1973.-296 с.
6. **Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука.** Теория решения изобретательских задач. - М.: Сов. радио, 1979.-184 с.- Кибернетика.
7. **Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара:** Как решать изобретательские задачи. - Петрозаводск.: Карелия, 1980, 224 с.
8. **Альтшуллер Г.С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. - Новосибирск: Наука, 1986. 209 с.
9. **Альтшуллер Г.С. АРИЗ - значит победа.** Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В.- Правила игры без правил/ Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с.-(Техника - молодежь - творчество), с. 11-50.
10. **Поиск новых идей: от озарения к технологии** (Теория и практика решения изобретательских задач)/ Г.С.Альтшуллер, Б.Л.Злотин, А.В.Зусман, В.И.Филатов.- Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989.-381 с.

11. Жуков Р.Ф., Петров В.М. Современные методы научно-технического творчества. - Л: ИПК СП, 1980.-88 с.
12. Жуков Р.Ф., Петров В.М. Методы научно-технического творчества (учебное пособие), Ч.1-3.-Л., 1982.-356 с.
13. Злотина Э.С., Петров В.М. Методы научно-технического творчества. - Л.: ЛДНТП, 1987.-20 с.
14. Дерзкие формулы творчества/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1987. - 269 с.-(Техника-молодежь-творчество).
15. Нить в лабиринте/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1988.-277 с.-(Техника - молодежь - творчество).
16. Правила игры без правил/ Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с.-(Техника - молодежь творчество).
17. Как стать еретиком/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991.-365 с.-(Техника - молодежь творчество).
18. Шанс на приключение/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991.-304 с.-(Техника - молодежь творчество).
19. Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач - основа прогнозирования развития технических систем. -Л.:Квант,-Прага: ЧДНТО, 1989, 92 с.
20. Петров В.М., Злотина Э.С. Структура и основные понятия теории решения изобретательских задач. Тель-Авив, 1991.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Структура и функции ТРИЗ

1.1. Функции ТРИЗ

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) разработана советским ученым Генрихом Альтшуллером. Первая работа по ТРИЗ была опубликована в 1956 г.⁹⁶. Основная суть ТРИЗ - выявление и использование законов, закономерностей и тенденций развития технических систем.

Опишем подробнее **функции ТРИЗ**:

1. **Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без перебора вариантов.**
2. **Решение научных и исследовательских задач.**
3. **Выявление проблем и задач при работе с техническими системами и при их развитии.**
4. **Выявление и устранение причин брака и аварийных ситуаций.**
5. **Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем.**
6. **Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).**
7. **Объективная оценка решений.**
8. **Систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки.**
9. **Развитие творческого воображения и мышления.**

⁹⁶ Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. - Вопросы психологии, 1956, № 6, с. 37-49.

10. Развитие качеств творческой личности.

11. Развитие творческих коллективов.

1.2. Структура ТРИЗ

В состав ТРИЗ (см. рис. 1.1 и табл. 1) входят:

- 1. Законы развития технических систем (ТС).**
- 2. Информационный фонд.**
- 3. Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем.**
- 4. Алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ.**
- 5. Методы развития творческого воображения.**

Информационный фонд состоит из:

- **системы стандартов на решение изобретательских задач** (типовые решения определенного класса задач);
- **технологических эффектов** (*физических, химических, биологических, математических*, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время - *геометрических*) и таблицы их использования;
- **приемов** устранения противоречий и таблицы их применения;
- **ресурсов** природы и техники и способов их использования.

АРИЗ представляет собой **программу** (**последовательность действий**) по **выявлению и разрешению противоречий, т.е. решению задач**. АРИЗ включает: собственно **программу, информационное обеспечение**, питающееся из информационного фонда (на рис.1.1 показано стрелкой), и **методы управления психологическими факторами**, которые входят составной частью в методы развития творческого воображения. Кроме того, в АРИЗ предусмотрены части, предназначенные для выбора задачи и оценки полученного решения. Модификация АРИЗ-85-В описана в приложении 1, а оригинал АРИЗ-85-В приведен в книгах Г.Альтшуллера.



Рис. 1.

Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) позволяет представить структурную модель исходной технической системы, выявить ее свойства, с помощью специальных правил преобразовать модель задачи, получив тем самым структуру решения, которое устраняет недостатки исходной задачи. Вепольный анализ – это специальный язык формул, с помощью которого легко описать любую техническую систему в виде определенной (структурной) модели. Построенная таким образом модель преобразуют по специальным правилам и закономерностям, получая структурное решение задачи.

Классификация системы стандартов на решение изобретательских задач и сами стандарты построены на основе *вепольного анализа* технических систем. Кроме того,

ПРИЛОЖЕНИЯ

он включен в программу АРИЗ (это показано стрелками на рис.1.1).

Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений⁹⁷ разработан Злотиным Б.Л. и Зусман А.В. и назван "**диверсионным**" **подходом**. Он основан на использовании ТРИЗ, функционального, системного и морфологического анализов, диаграммы Исикавы и специально разработанных списков контрольных вопросов. С помощью этой методики "изобретаются" для данной системы аварийные ситуации и нежелательные явления, рассматривается вероятность их появления. При этом проводится анализ существующей ситуации и тенденции ее изменения, формулируются и разрешаются противоречия, возникающие при решении проблемы. Кроме того, изыскиваются и анализируются способы, предотвращающие возникновение чрезвычайных ситуаций и нежелательных явлений.

Методы развития творческого воображения⁹⁸ позволяют уменьшить психологическую инерцию при решении творческих задач.

Разработаны **теории развития творческой личности**⁹⁹ и **творческих коллективов**¹⁰⁰.

Теория развития творческой личности описывает качества и знакомит с жизненной стратегией творческой личности. **Теория развития творческих коллективов**

⁹⁷ Злотин Б.Л., Зусман А.В. Решение исследовательских задач. - Кишинев: МНТЦ "Прогресс", Картя Молдовеняскэ, 1991. - 204 с.

⁹⁸ Альтшуллер Г. Краски для фантазии. Прелюдия к теории развития творческого воображения. Шанс на приключение/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991. - 304 с. - (Техника - молодежь творчество).

⁹⁹ Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. – Мн: Белорусь, 1994. – 479 с.

¹⁰⁰ Злотин Б.Л., Зусман А.В., Каплан Л.А. Закономерности развития коллективов. - Кишинев: МНТЦ "Прогресс", 1990.

выявляет и использует законы развития творческих коллективов.

Использование различных элементов ТРИЗ для конкретных функций показано в таблице 1: "Функции и структура ТРИЗ". При **прогнозировании развития техники, поиске и выборе задач и оценке полученного решения** используются система **законов развития техники** и система **стандартов на решение изобретательских задач, вепольный анализ**.

Для **развития творческого воображения** могут использоваться все элементы ТРИЗ, но основной упор делается на **методы развития творческого воображения**.

Решение изобретательских задач осуществляется с помощью **законов развития технических систем, информационного фонда, вепольного анализа, АРИЗ** и, частично, с помощью *методов развития творческого воображения*.

С помощью ТРИЗ решаются **стандартные и нестандартные типы задач**. Под стандартным (известным) для ТРИЗ типом задач понимается задача с известным типом противоречия, а нестандартным (неизвестным) – задачи с неизвестным типом противоречия.

Стандартные (известные) типы изобретательских задач решаются с использованием **информационного фонда**, а **нестандартные** (неизвестные) – применением **АРИЗ**. По мере накопления опыта решения класс известных типов задач пополняется и структурируется.

В настоящее время разработаны **компьютерные программы**, основанные на ТРИЗ, обеспечивающих интеллектуальную помощь инженерам и изобретателям при решении технических задач, а также выявлению и прогнозированию аварийных ситуаций и нежелательных явлений.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим более подробно отдельные разделы ТРИЗ. Блок-схему ТРИЗ для функции **решения задач** приведена на рис. 1.1.

Таблица 1. ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА ТРИЗ

Функции		Структура												
		Законы развития ТС	АРИЗ	Вепольный анализ	ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД						МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ			
					Стандарты	Технологические эффекты				Приемы	Ресурсы	Воображения	Личности	Коллективов
						Физ.	Хим.	Био.	Матем.					
1	Прогнозирование развития ТС	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Поиск задачи	1	-	2	1	3	3	3	3	4	3	4	-	-
3	Выбор задачи	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Решение задачи	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	-	-
5	Оценка решения	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Развитие творческого воображения	2	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	-	-
7	Развитие творческой личности	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
8	Развитие творческих коллективов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Примечание. В таблице цифрами обозначена очередность применения, что примерно соответствует степени важности этого элемента для данной функции. Знак "-" показывает, что данный элемент для этой функции не используется.

Приложение 2. Сокращенный текст АРИЗ-85-В, видоизмененный автором.

**Г. Альтшуллер
АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ
ЗАДАЧ - АРИЗ-85-В¹⁰¹**

1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

1.1. Записать условия мини-задачи

(без специальных терминов и без существенного изменения имеющейся технологии)

1.1.1. Основная функция системы (указать)

1.1.2. Состав системы (указать)

1.1.3. Нежелательный эффект.

Что плохого в системе (указать)

1.1.4. Ожидаемый результат.

Результат, который должен быть получен. Что нужно получить (сделать)?

Необходимо при минимальных изменениях в системе (указать) не допустить (или устранить) нежелательный эффект (или указать другой результат, который должен быть достигнут).

1.2. Сформулировать конфликтующую пару.

1.2.1. Изделие (указать)

1.2.2. Инструмент (указать)

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

1.2.3. Состояние (действие) инструмента:

1.2.3.1. Состояние 1. Одно предельное состояние (указать)

¹⁰¹ Сокращенный текст АРИЗ-85-В, видоизмененный Э. Злотин и В. Петровым.


1.2.3.2. Состояние 2. Противоположное предельное состояние (указать).

Примечание. Если сложно выбрать элементы конфликтующей пары (изделие и инструмент) или непонятно с какими элементами связан конфликт, то можно составить таблицу взаимосвязи (конфликтования) элементов (табл.1).

Таблица 1.

Элементы системы	1	2	...	n
1.		+		
2.				
...				...
n				

Примечание. В таблице обозначено:

- + - Наличие конфликта;
- - Отсутствие конфликта;
-  - Связь не рассматривается
- n - Количество элементов в системе

1.3. Сформулировать углубленное противоречие - УП.

1.3.1. УП-1 (УП для состояния 1, соответствующее п.1.2.3.1. указать).

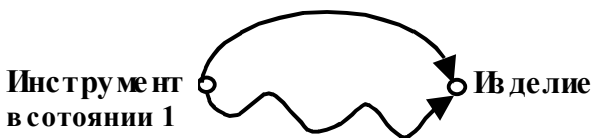
1.3.1.1. Словесная формулировка УП-1.

Инструмент (указать - см. п. 1.2.1) в состоянии 1 (указать см. п.1.2.3.1), осуществляет полезное действие 1 (указать) на изделие (указать см. п.1.2.2), это вызывает нежелательный эффект 1 (указать).

1.3.1.2. Графическое представление УП-1.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Полезное действие 1 (указать)



Нежелательный эффект 1 (указать)

1.3.1.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

Примечание. Графическое изображение и надписи должны быть выполнено так, чтобы по нему можно было прочесть словесную формулировку.

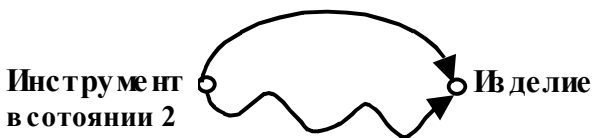
1.3.2. УП-2 (УП для состояния 2, соответствующее п.1.2.3.2, указать).

1.3.2.1. *Словесная формулировка УП-2*

Инструмент (указать см. п.1.2.1) в состоянии 2 (указать см. п.1.2.3.2), осуществляет полезное действие 2 (указать) на изделие (указать см. п.1.2.2), это вызывает нежелательный эффект 2 (указать).

1.3.2.2. *Графическое представление УП-2.*

Полезное действие 2 (указать)



Нежелательный эффект 2 (указать)

1.3.2.3. Проверить соответствие графической формулировки словесной.

1.3.3. Проверка правильности выполнения шагов 1.3.1 - 1.3.2.

Правило. УП сформулировано правильно, если полезное действие 1 в противоположном (анти) состоянии является нежелательным эффектом 2, а нежелательный эффект 1 в противоположном состоянии - полезное действие 2. Это требование не обязательное, но такая формулировка, как правило, позволяет сохранить логику АРИЗ и на последующих шагах провести более глубокий анализ и выявить первопричины - получить решение более высокого уровня.

1.4. Выбор конфликтующей пары.

1.4.1. Основная функция системы (указать).

Сравнить формулировку с шагом 1.1.1, уточнить и выбрать соответствующую.

1.4.2. Выбрать из описанных на шаге 1.3 вид УП, соответствующий п. 1.4.1 (указать).

1.4.3. Выбранное состояние инструмента (указать).

1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Правило. Усиление должно быть таким, чтобы гарантировать 100% выполнения полезного действия. Этим, как правил, мы добиваемся и 100% нежелательную эффекта. Такое состояние и называется усиленным (предельным) конфликтом.

1.6. Записать формулировку модели задачи

1.6.1. Конфликтующая пара, учитывая 1.5 (указать).

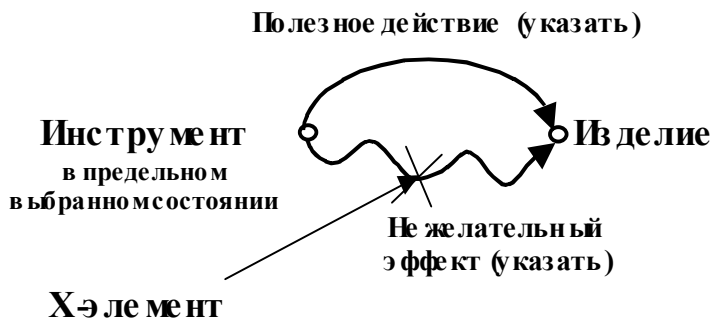
1.6.2. Усиленная формулировка конфликта (указать).

1.6.3. Функции X-элемента.

Что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что он до должен устранить, улучшить, обеспечить и т.д.).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Икс-элемент не допускает (или устраняет) плохое действие (указать), не мешая инструменту



(указать) выполнять полезное действие (указать).

1.7. Применение вепольного анализа.

Представить модель задачи в виде исходной вепольной структуры и выявить возможные преобразования.

2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Оперативная зона - место, где происходит конфликт.

Зона (указать).

2.2. Определить оперативное время (ОВ).

Оперативное время - это имеющиеся ресурсы времени:

конфликтное T_1 и время до конфликта T_2 . Конфликт иногда может быть устранен (предотвращен) в течение T_2 .

T_1 - время конфликта (указать).

T_2 - время до конфликта (указать).

2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВНР)

рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.

2.3.1. Составить список ВПР, заполнив таблицу

Таблица 2

ВПР	Вещество	Поле
1. Внутренние		
1.1. Инструмент (указать)	(указать)	(указать)
1.2. Изделие (указать)	(указать)	(указать)
2. Внешняя среда		
2.1. Среда		
2.1.1. Инструмента (указать)	(указать)	(указать)
2.1.2. Изделия (указать)	(указать)	(указать)
2.2. Общие	Воздух, вода и т.п.	"фоновые": гравитационное: магнитное поле Земли
3. Надсистема		
3.1. (указать)	(указать)	(указать)
3.2. Отходы (указать)	(указать)	(указать)
3.3. Дешевые (указать)	(указать)	(указать)

2.3.2. Определить оперативные параметры - внутри системные ВПР. Выписать из таблицы (см. 2.3.1).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ОП

3.1. Записать формулировку ИКР-1.

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает (или устраняет) плохое действие (указать) в течение 0В в пределах 0З, не мешая инструменту (указать инструмент из шага 1.5) совершать полезное действие.

3.2. Усиление формулировки ИКР-1 - использование ВПР.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- 3.2.1. **Инструмент** (указать) или его ВПР (указать), не вызывая вредных явлений, не допускает (или устраняет) плохое действие (указать) в течение ОВ в пределах ОЗ, совершает полезное действие (указать).
- 3.2.2. **Изделие** (указать) или его ВПР (указать), САМО совершает полезное действие (указать).
- 3.3. **Формулировка обостренного противоречия - ОП - на макроуровне,**
- 3.3.1. *Формулировка обостренного противоречия на макроуровне для икс-элемента.*
Икс-элемент внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить или устранить (указать выбранное вредное действие), и должен быть (указать антисвойство), чтобы сохранить (указать полезное действие).
- 3.3.2. *Формулировка обостренного противоречия на макроуровне для инструмента.*
Инструмент (указать) или его ВПР (указать) внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить или устранить (указать выбранное вредное действие), и должен быть (указать антисвойство), чтобы сохранить (указать полезное действие).
- 3.3.3. *Формулировка обостренного противоречия на макроуровне для изделия.*
Изделие (указать) или его ВПР (указать) внутри ОЗ в течение ОВ должен быть (указать свойство), чтобы не допустить или устранить (указать выбранное вредное действие), и должен быть (указать антисвойство), чтобы сохранить (указать полезное действие).
- 3.4. **Формулировка обостренного противоречия - ОП - на микроуровне.**

В оперативной зоне должны быть частицы вещества, (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое в 3.3 свойство), и не должны быть такие частицы, чтобы обеспечить (указать требуемое в 3.3 антисвойство).

Примечание. Аналогично 3.3, сформулировать ОП на микроуровне для икс-элемента, инструмента и изделия.

3.5. Формулировка идеального конечного результата ИКР-2

Оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечить (указать противоположные состояния и свойства, описанные в, 3.3 и 3.4).

3.6. Применение системы стандартов.

4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВИР

4.1. Метод ММЧ

4.2. Шаг назад от ИКР.

4.2.1. ИКР - (указать).

4.2.2. Шаг назад - (осуществить).

4.2.3. Что сделать, чтобы от 4.2.2 перейти к 4.2.1? (описать)

4.3. Смесь ресурсных веществ.

Внутри оперативной зоны есть вещества: (описать).

4.4. Замена веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

4.5. Применение веществ, производных от ресурсных (или применение смеси этих производных веществ с "пустотой").

Этот шаг должен развить идею, полученную на шаге 4.3.

**4.6. Использование ресурсных полей и их сочетаний
Ресурсные поля: (описать).**

4.7. Поле и отзывчивое вещество.

ПРИЛОЖЕНИЯ

5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМФОНДА

5.1. Использование системы стандартов.

5.2. Использование типовых преобразований.

Таблица 3: Типовые преобразования - разрешение физического (углубленного) противоречия

Вид преобразования (разрешения противоречия)	Конкретные преобразования
1. В пространстве	
2. Во времени	
3. В структуре	
3.1. Системные переходы	
<i>3.1.1. Объединение систем (элементов)</i>	
3.1.1.1. Однородных	
3.1.1.2. Неоднородных	
- <i>Альтернативных</i>	
- <i>Антагонистических</i>	
<i>3.1.2. Изменение свойств</i> Сочетание свойства и антисвойства (противоположные свойства целого и частей)	
<i>3.1.3. Переход на микроуровень</i>	
3.2. Фазовые переходы	
<i>3.2.1. Замена фазового состояния части системы или внешней среды</i>	
<i>3.2.2. Двойственное фазовое состояние</i> одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).	
<i>3.2.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.</i>	
<i>3.2.4. Замена однофазного вещества двухфазным</i>	
3.3. Физико-химический переход: возникновение - исчезновение вещества за счет разложения-соединения, ионизации-рекомбинации.	

5.3. Применение технологических эффектов

Использование таблицы: функция - технологический эффект. Если решение не найдено, рассмотреть отдельные указатели эффектов

5.3.1. Использование указателя физических эффектов

5.3.2. Использование указателя химических эффектов

5.3.3. Использование указателя биологических эффектов

5.3.4. Использование указателя геометрических эффектов

6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

6.1. Решение есть - разработать техническое решение.

6.1.1. Сформулировать способ, например, в виде формулы изобретения.

6.1.2. Разработать принципиальную схему устройства, осуществляющего способ.

6.2. Решения нет.

6.2.1. Вернуться к шагу 1.4 и выбрать другое УП и продолжить решение.

6.2.2. Вернуться к шагу 1.1.

6.2.2.1. *Проверить, не является ли формулировка задачи сочетанием нескольких задач.*

Сформулировать их, выбрать главную задачу и решать ее снова. Если и в этом случае нет решения - решать другие задачи.

6.2.2.2. *Заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к подсистеме.*

При необходимости такое возвращение совершают несколько раз с переходом к наднадсистеме и т.д.

7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ОП

7.1. Контроль ответа.

Рассмотреть вводимые вещества и поля.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- Можно ли не вводить *новые* вещества и поля, а использовать ВПР - имеющиеся и производные?
- Можно ли использовать саморегулируемые вещества?

Внести соответствующие поправки в техническое решение.

7.2. Провести предварительную оценку полученного решения

Контрольные вопросы:

- 7.2.1. Обеспечить ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?
- 7.2.2. Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?
- 7.2.3. Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?
- 7.2.4. Годится ли решение, найденное для "одно-цикловой" модели задачи, в реальных условиях со многими "циклами"?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к 1.1.

7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

7.4. Какие подзадачи возникают при технической разработке полученной идея?

Записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские", расчетные, организационные

8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО РЕШЕНИЯ

8.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

8.2. Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

8.3. Использовать полученное решение при решении других технических задач.

8.3.1. *Сформулировать в общем виде полученный принцип решения.*

8.3.2. *Рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач.*

8.3.1. *Рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному.*

8.3.4. *Построить морфологическую таблицу*

(например, типа "расположение частей - агрегатные изделия" или "использованные поля - агрегатные состояния внешней среды") и рассмотреть возможные перестройки решения по позициям этих таблиц.

8.3.5. *Рассмотреть возможность изменения найденного принципа при предельных изменениях параметров системы.*

Постепенно изменяют параметры от существующих к нулю, бесконечности и минус бесконечности, определяя, где происходят качественные изменения. Эти качественные изменения могут привести к качественным решениям и новым использованиям полученного решения.

9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ).

Если есть отклонения, записать.

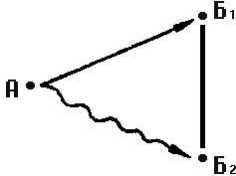
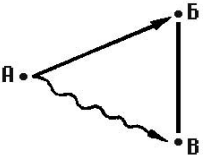
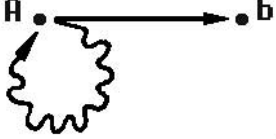
9.2. Сравнить полученный ответ с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, эффекты, приемы).

Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

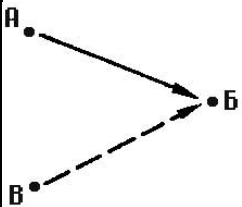
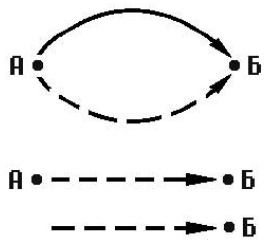

Приложение 2. Схемы типовых конфликтов в моделях задач

Конфликт	Пояснения
<p>1. Противодействие</p> 	<p>А действует на Б полезно (сплошная стрелка), но при этом постоянно или на отдельных этапах возникает обратное вредное действие (волнистая стрелка). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное действие.</p> <p>Примеры. Задача об отделении опалубки после затвердевания бетона (Техника и наука. 1981. №5-7); задача о размыкателе (Техника и наука. 1981. №3-5); задача о мешалке для расплава стали (Техника и наука. 1981. №8).</p>
<p>2. Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на Б в чем-то оказывается вредным действием на это же Б (например, на разных этапах работы одно и то же действие может быть то полезным, то вредным). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.</p> <p>Пример. Задача о вводе порошка в расплав металла (Техника и наука. 1980. №8).</p>


Приложение 2. Схемы типовых конфликтов в моделях задач

Конфликт	Пояснения
<p>3. Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на одну часть В оказывается вредным для другой части В.</p> <p>Требуется устранить вредное действие на В₂, сохранив полезное действие на В₁.</p> <p style="text-align: center;">Пример.</p> <p>Задача о "Бегушей по волнам" (Техника и наука. 1981. №2).</p>
<p>4. Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на В является вредным действием на В' (причем А, В и В' образуют систему).</p> <p>Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему.</p> <p style="text-align: center;">Пример.</p> <p>Задача о кабине стратостата (Техника и наука. 1980. №2).</p>
<p>5. Сопряженное действие</p> 	<p>Полезное действие А на В сопровождается вредным действием на само А (в частности, вызывая усложнение А).</p> <p>Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное.</p> <p style="text-align: center;">Пример.</p> <p>Задача о паяльнике (Техника и наука. 1980. №4)</p>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Конфликт	Пояснения
<p>6. Несовместимые действия</p> 	<p>Полезное действие А на В несовместимо с полезным действием В на А (например обработка несовместима с измерением).</p> <p>Требуется обеспечить действие В на А (пунктирная стрелка), не меняя действия А на В.</p> <p style="text-align: center;">Примеры.</p> <p>Задача об измерении диаметра шлифовального круга в процессе работы (Техника и наука. 1980. №7); задача о киноаппарате и гермошлеме (Техника и наука. 1981. №9).</p>
<p>7. Неполное действие</p> 	<p>А оказывает на В одно действие, а нужны два равных действия. Или А не действует на В. Иногда А вообще не дано: надо изменить В, а каким образом - неизвестно.</p> <p>Требуется обеспечить действие на В при минимально простом А.</p> <p style="text-align: center;">Примеры.</p> <p>Задача о смазке валков при прокате (Техника и наука. 1981. №7-8); задача о получении высокого давления (Техника и наука. 1979. №6).</p>
<p>8. "Безмолвие"</p> 	<p>Нет информации (волнистая пунктирная стрелка) об А, В или взаимодействии А и В. Иногда дано только В.</p> <p>Требуется получить необходимую информацию.</p>

Приложение 2. Схемы типовых конфликтов в моделях задач

Конфликт	Пояснения
<p>9. Нерегулируемое (в частности, избыточное) действие</p>  <p>The diagram shows a horizontal dashed line with an arrowhead pointing to the right. The line starts at a point labeled 'А' and ends at a point labeled 'Б'. There are three small dots on the dashed line between 'А' and 'Б'.</p>	<p>А действует на Б нерегулируемо (например постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное). Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрих-пунктирная стрелка).</p> <p>Примеры. Задача о сливе стекла из ковша (Техника и наука. 1979. №10); задача об ампуле (Техника и наука. 1981. №9).</p>

Приложение 3. Разрешение обостренных противоречий

Принцип	Пример
1. Разделение противоречивых свойств в пространстве.	А.с.№256708: Для пылеподавления при горных работах капельки воды должны быть мелкими. Но мелкие капли образуют туман. Предложено мелкие капли окружать конусом из крупных капель. Стандарт 2.2.3.
2. Разделение противоречивых свойств во времени	А.с.№258490: Ширину ленточного электрода меняют в зависимости от ширины сварного шва. Стандарт 3.1.1.
3. Системный переход 1а: объединение однородных или не однородных систем в надсистему.	А.с.№722624: Слябы транспортируют по рольгангу впритык один к другому, чтобы не охлаждались торцы. Стандарт 3.1.3.
4. Системный переход 1б: от системы к антисистеме или сочетанию системы с антисистемой.	А.с.№523695: Способ остановки кровотечения прикладывают салфетку, пропитанную иногруппной кровью. Стандарт 3.1.5.
5. Системный переход 1в: вся система наделяется свойством С, а ее части свойством анти-С.	А.с.№510350: Рабочие части тисков для зажима деталей сложной формы: каждая часть (стальная втулка) твердая, а в целом зажим податливый, способен менять форму.

Приложение 2. Схемы типовых конфликтов в моделях задач

Принцип	Пример
6. Системный переход 2: переход к системе, работающей на микроуровне.	Стандарт 3.2.1. А.с.№179479: Вместо механического крана "термо-кран" из двух материалов с разными коэффициентами теплового расширения. При нагреве образуется зазор.
7. Фазовый переход 1: замена фазового состояния части системы или внешней среды.	Стандарт 5.3.1. А.с.№252262: Способ энергоснабжения потребителей сжатого газа в шахтах - транспортируют сжиженный газ.
8. Фазовый переход 2: "двойственное" фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы)	Стандарт 5.3.2. А.с.№958837: Теплообменник снабжен прижатыми к нему "лепестками" из никелида титана: при повышении температуры "лепестки" отгибаются, увеличивая площадь охлаждения.
9. Фазовый переход 3: использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.	Стандарт 5.3.3. А.с.№601192: Приспособление для транспортировки мороженных грузов имеет опорные элементы в виде брусков льда (снижение трения за счет таяния).
10. Фазовый переход 4: замена однофазового вещества двухфазовым.	Стандарт 5.3.4 и 5.3.5. А.с.№722740: Способ полирования изделий. Рабочая среда состоит из жидкости (расплава свинца) и ферромагнитных абразивных частиц.
11. Физико-химический переход: возникновение - исчезновение вещества за счет разложения - соединения, ионизации - рекомбинации.	Стандарт 5.5.1 и 5.5.2. А.с.№342761: Для пластификации древесины аммиаком осуществляют пропитку древесины солями аммония, разлагающимися при трении.

Приложение 5. Соответствие веществ и полей

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
1. Гравитационное	
2. Механическое	
2.1. Трение	
2.1.1. Трение покоя	
2.1.2. Сухое трение	
2.1.3. Трение качения	
2.1.4. Жидкостное трение	
2.1.5. Воздушная подушка	
2.1.6. Магнитная подушка	
2.2. Давление	
2.2.1. Повышенное	
- Пневматическое	Газ
- Гидравлическое	Жидкость
- Сжатие	Твердое
	тензочувствительные элементы
	Пьезоматериалы
2.2.2. Пониженное	
- Разряжение	Газ
- Кавитация	Жидкость
- Растяжение	Твердое
	тензочувствительные элементы
	Пьезоматериалы

Приложение 5. Соответствие веществ и полей

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
2.3. Перемещение (движение)	
<i>2.3.1. Поступательное</i>	
<i>2.3.2. Вращательное</i>	
- наклон	
	Маятник
	Пузырек воздуха в жидкости
	Гироскоп (гиромаятник)
- центробежные силы	
	Маятник
	Пузырек воздуха в жидкости
	Двух степенной гироскоп (датчик угловой скорости)
<i>2.3.3. Комбинированное</i>	
спиральное	
более сложное	
2.4. Удар	
	Магнит
	Тензочувствительные элементы
	Пьезоматериалы
	Взрывчатое вещество

ПРИЛОЖЕНИЯ

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
<i>2.5. Колебания</i>	
<i>2.5.1. Вибрация</i>	
	Тензочувствительные элементы
	Пьезоматериалы
<i>2.5.2. Акустическое поле</i>	
	Мембрана, струна
	Пьезоматериалы
	Тензочувствительные элементы
	Магнитострикционные материалы
- Инфразвук	
- Слышимый звук	
- Ультразвук	

Приложение 5. Соответствие веществ и полей

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
3. Тепловое	
	Металлы
	Биметаллы
	Материалы с памятью формы
	Тепловые трубы
	Жидкие кристаллы
3.1. Фазовые переходы (ФП)	
<i>3.1.1. ФП 1-го рода (измен. агрег. состояния)</i>	
	Жидкости
	Гели
	Снег
	Лед
	Воск, парафин и т.п.
	Легкоплавкие металлы
	Соли
<i>3.1.2. ФП 2-го рода</i>	
	Материалы с памятью формы
	Ферромагнитные вещества
	- с точкой Кюри
	- с эффектом Баркгаузана
	- с эффектом Голкинса
	Антиферромагнитные вещества
	- с точкой Нееля

ПРИЛОЖЕНИЯ

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
4. Электромагнитное поле	
4.1. Магнитное поле	
	Ферромагнитные вещества
	- с точкой Кюри
	- с эффектом Баркгаузана
	- с эффектом Гопкинса
	Антиферромагнитные вещества
	- с точкой Нееля
<i>4.1.1. Постоянное</i>	
<i>4.1.2. Переменное</i>	
- Линейное	
- Вращательное	
- Импульсное	
4.2. Рентгеновское и гамма-излучения	Фоточувствительные материалы
	Флюоресцентные вещества
	Натрий йод, тантал йод
	Полупроводники
	Ионизационная камера
	Сульфат цинка
4.3. Радио диапазон	

Приложение 5. Соответствие веществ и полей

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
4.4. Электрическое поле	
	Проводники
	Пьезоматериалы
	- кварц
	- керамика
	Жидкие кристаллы
	Электреты
<i>4.4.1. Постоянное</i>	
<i>4.4.2. Переменное</i>	
<i>4.4.3. Импульсное</i>	
4.5. Оптическое	Фоточувствительные материалы
	Флюоресцентные вещества
	Полупроводники
<i>4.5.1. Видимое</i>	Поляризованные
<i>4.5.2. Инфракрасное</i>	Жидкие кристаллы
<i>4.5.3. Ультрафиолетовое</i>	Люминофоры
5. Поле сильных и слабых взаимодействий	
5.1. Поля ядерных сил	
5.2. Квантовое поле (элементарные частицы)	

ПРИЛОЖЕНИЯ

Вид поля	Вещества отзывчивые (чувствительные) к полям
6. Химическое поле	Растворимые вещества
	Легкоразлагающиеся вещества (фоторазрушаемые)
	Взрывчатые вещества
	Полимеризуемые вещества
	Активные вещества
	Вещества с запахом
	Экзо- и эндотермические
	Инертные среды
	Катализаторы
	Ингибиторы
7. Биологическое поле	Макро и микроорганизмы (фауна и флора)

Приложение 6. Список задач

Приложение 6. Список задач

№ п/п	№ задачи	Наименование задачи	№ страницы		
			Условие задач	Разбор задач	Решение
1.	1.1	Авиадвигатели	14	15	15
2.	1.2	Скорость судна	14	16, 17-18	18
3.	1.3	Мощный двигатель	14	16, 18	18
4.	1.4	Кастрюля	14	16, 18	18
5.	1.5	Микросхема	16	18	18
6.	1.6	Корпус яхты	16	19	18, 19
7.	1.7	Радиотехническое устройство	19	19	19
8.	1.8	Чемоданы	19	19	19
9.	1.9	Мощные транзисторы	19	19-20, 28	20, 28-29
10.	1.10	Винтовка	20	20-21	21
11.	1.11	Радиолокационная станция	34	34-35, 62	35
12.	1.12	Лавина	35	35, 62	35-36
13.	1.13	Нанесение покрытий	36-37	37-39	39-40
14.	1.14	Перекачка газа	43-44	45-46	46-47
15.	1.15	Запас кислорода	47	48	49-50
16.	1.16	Вода в топливном баке	51-52	52	52
17.	1.17	Кубик	59	59-61	61-62
18.	1.18	Шаровая молния	64	71-73	73
19.	1.19	Запайка ампул	64	73-75	75
20.	1.20	Колеса вагонов	65-66	76-77	77
21.	1.21	Утечка нефти	66	78-80	79-80
22.	1.22	Снятие пружины с оправки	66	80-83	81-83
23.	1.23	Маховик	66	83-85	84-85
24.	1.24	Растяжение арматуры	67	85-86	86-87
25.	1.25	Торможение танкера	67-68	87-89	89
26.	1.26	Окраска баллончиков	68	90-92	92
27.	1.27	Разлив металла	69	92-93	93
28.	1.28	Абразивная обработка	70	93-94	94-97
29.	1.29	Подводное крыло	70-71	98	98-102
30.	1.30	Нить для платья	71	102-103	103

31.3.1	Газопровод	124	127-129, 131-133, 136, 138, 139-141, 142-145, 150-163, 168-169, 177-178, 180, 204	178, 180
32.3.2	Наблюдение микрочастиц	134		
33.8.1	Перекачка нефти	185-186		
34.8.2	Золотая цепочка	187		
35.8.3	Холодильный костюм	187	188	188