

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева

С. А. Дмитриев, О. А. Краев, В. А. Федоров

АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика»,
всех форм обучения*

Красноярск 2015

УДК 338.28.001.76(075.8)

ББК 65.011.151я7

Д53

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор А. В. ПРОШКИН
(ООО «РУСАЛ ИТЦ»);

кандидат технических наук, доцент В. А. ДМИТРИЕВ
(Сибирский федеральный университет)

Дмитриев, С. А.

Д53

Алгоритмы решения нестандартных задач : учеб. пособие /
С. А. Дмитриев, О. А. Краев, В. А. Федоров ; Сиб. гос. аэрокосмич.
ун-т. – Красноярск, 2015. – 142 с.

Рассмотрены инструментальные средства теории решения изобретательских задач (ТРИЗ): типовые приемы разрешения технических противоречий, система изобретательских стандартов СИС-76, алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85В.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с программой дисциплины «Алгоритмы решения нестандартных задач» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», всех форм обучения.

Пособие может быть полезно для студентов, магистрантов, аспирантов, инженерно-технических работников, преподавателей вузов и других специалистов, готовящихся или участвующих в создании новой техники.

УДК 338.28.001.76(075.8)

ББК 65.011.151я7

© Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2015

© Дмитриев С. А., Краев О. А., Федоров В. А., 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТРИЗ – НАУЧНАЯ ОСНОВА ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	6
Контрольные вопросы и задания	10
2. ТИПОВЫЕ ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ	12
Контрольные задачи	38
3. СТАНДАРТНЫЕ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.....	39
Контрольные задачи	95
4. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ АРИЗ-85-В.....	97
Контрольные задачи	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	121
ПРИЛОЖЕНИЯ	122

ВВЕДЕНИЕ

Есть нечто более сильное, чем все на свете войска: это идея, время которой пришло.

Виктор Мари Гюго

С появлением теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) во второй половине XX в. произошли революционные перемены в сфере изобретательской деятельности. Радикальные изменения коснулись не только непосредственного процесса получения новых идей, но также процесса обучения людей изобретательской деятельности, подготовки и организации деятельности изобретателей во всех сферах разработки, производства и совершенствования техники.

Приведенная в данном пособии редакция инструментальных средств ТРИЗ была сформирована в ТРИЗ к концу 80-х годов и является в настоящее время «классикой», которая распространяется во всем мире. Умение пользоваться этим инструментарием является обязательным требованием к системе аттестации специалистов по ТРИЗ, проводимой Международной, национальными и региональными ассоциациями ТРИЗ. Каждый раздел пособия содержит необходимый минимум, как теоретических сведений, так и примеров, заданий, рекомендуемых специалистам, изучающим ТРИЗ.

Дисциплина «Алгоритмы решения нестандартных задач», по мнению авторов, является одной из основных составляющих образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика». Любой инновационный процесс начинается со сравнительно небольшого по трудоемкости, но чрезвычайно ответственного этапа – поиска и выбора идей преобразования объекта. Практика показывает, что допущенные на этом этапе ошибки увеличивают стоимость проекта на 2–3 порядка из-за необходимости внесения изменений на всех последующих этапах проекта: разработки конструкторской и технологической документации, проведения опытно-конструкторских работ, подготовки производства. Именно по этой причине целесообразно на этапе поиска нового решения использовать инструменты ТРИЗ – специальные методики поиска, разработанные на основе анализа десятков тысяч изобретений достаточно высокого уровня. Но даже отличное знание ТРИЗ и владение инструментами ТРИЗ недостаточно для успешности инновационного проектирования. В конкретных преобразованиях объекта необходимо видеть проявления общих законов развития технических систем, которые также

сформулированы в ТРИЗ. Отнюдь не случайно ТРИЗ называют философией техники, так как сформулированные законы являются конкретными проявлениями общих законов диалектики.

Именно такое сочетание «философского видения» и владения конкретными алгоритмами применения инструментов ТРИЗ создают базис инновационного мышления, обеспечивающие успешность инновационной деятельности специалистов.

Необходимо отметить, что ограниченный объем учебного пособия не позволяет полностью раскрыть тему алгоритмизации решения нестандартных задач. Учитывая «прикладной» характер деятельности бакалавров, авторы данного пособия решили уделить больше внимания инструментарию решения нестандартных задач. В основном рассматриваются инструменты решения технических (изобретательских) задач, разработанных отечественными учеными в рамках развития ТРИЗ.

Более глубокие знания по ТРИЗ читатель самостоятельно получить, ознакомившись с обширной литературой по этой теме. Хочется рекомендовать читателю книги и статьи, непосредственно написанные автором ТРИЗ Г. Альтшуллером, а также его ближайшими учениками: В. Петровым, Б. Злотиным, А. Зусман, Г. Ивановым, С. Литвиным, В. Герасимовым, Ю. Саламатовым и др.

1. ТРИЗ – НАУЧНАЯ ОСНОВА ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Будучи изобретателем, 20-летний Генрих Альтшуллер в 1946 г. начал разработку собственной методики для помощи изобретателям в их деятельности. Работая в патентном отделе с патентной литературой, он обратил внимание на тот факт, что в разное время разными изобретателями разные задачи решались сходными приемами. Это наблюдение стало решающим для создания научно обоснованной методики изобретательства. Вместо исследования документированных рассуждений изобретателей при поиске решения проблемы, которые встречаются крайне редко, Альтшуллер стал исследовать закономерности преобразования технических объектов, отраженные в патентной литературе.

Все описания изобретений, точнее – формулы изобретений, во всем мире составляются по сходным правилам, позволяющим выделить цели преобразования технического объекта, а также конкретные изменения прототипа, позволяющие этих целей достигнуть.

Многомиллионный организованный фонд изобретений, накопленный во всем мире, отражает историю эволюции техники, является документальным свидетельством ошибок и удач изобретательского творчества и одновременно служит базисным фондом для исследования и научных обобщений.

Построение научной теории развития техники потребовало перехода от конкретных объектов техники к обобщенному понятию технической системы. Это объединило ТРИЗ с системным анализом, позволило перенести понятия и представления системного анализа в ТРИЗ.

К базовым понятиям ТРИЗ относятся «противоречие» и «идеальный конечный результат». Проектирование новых технических систем, перепроектирование существующих осуществляется с целью улучшения полезных показателей и характеристик. В технических системах выявлена интересная закономерность: улучшая одни характеристики системы (или подсистемы) мы невольно ухудшаем другие характеристики системы или другой подсистемы. Таким образом, возникает противоречие.

Обычно возникшее противоречие пытаются сгладить путем достижения компромиссов в характеристиках. Однако правильным подходом с точки зрения ТРИЗ является выявление причин возникновения противоречия и его разрешение (устранение).

Идеальный конечный результат (ИКР) – это идеальная техническая система, которой нет, а ее функции выполняются. Идеальная машина определяется как устройство, которого нет, но необходимая работа выполняется. Идеальное вещество – это отсутствие вещества, но его свойства (прочность, непроницаемость и пр.) присутствуют.

Научной целью исследований в ТРИЗ является исследование процессов эволюции технических систем, выявление и детализация закономерностей их эволюции. Проявление закономерностей развития ТС имеет стохастический (вероятностный) характер, однако все технические системы, независимо от назначения, принципа действия развиваются по объективным законам. Эти законы познаваемы и могут сознательно использоваться для решения практических задач.

Основой ТРИЗ являются законы развития технических систем (рис. 1.1). Закон развития технических систем (ТС) – это существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между элементами внутри системы и с внешней средой в процессе прогрессивного развития, то есть перехода системы от одного состояния к другому с целью увеличения ее полезной функции.

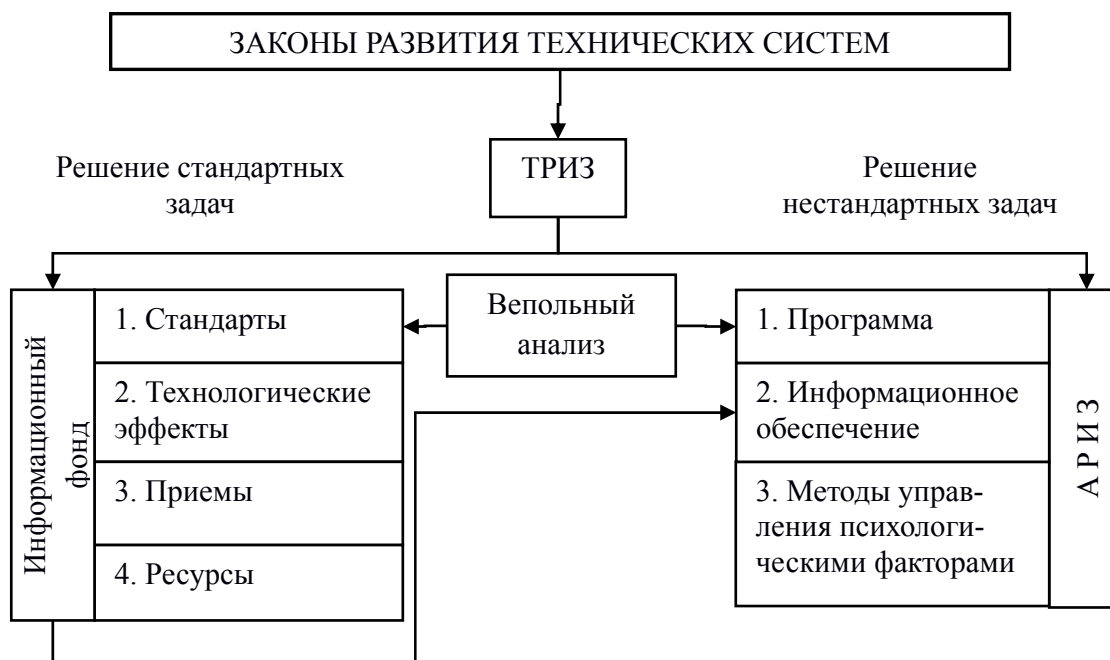


Рис. 1.1. Структура ТРИЗ

В настоящее время выявлены и сформулированы следующие законы развития технических систем.

«Статические» законы

1. *Закон полноты частей системы.* Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

Следствие из закона 1. Чтобы система была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой.

2. *Закон «энергетической проводимости» системы.* Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии по всем частям системы.

Следствие из закона 2. Чтобы часть технической системы была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между этой частью и органами управления.

3. *Закон согласования ритмики частей системы.* Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы.

«Кинематические» законы

4. *Закон увеличения степени идеальности системы.* Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

5. *Закон неравномерности развития частей системы.* Развитие частей системы идет неравномерно; чем сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей.

6. *Закон перехода в надсистему.* Исчерпав возможности развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей; при этом дальнейшее развитие идет уже на уровне надсистемы.

«Динамические» законы

7. *Закон перехода с макроуровня на микроуровень.* Развитие рабочих органов системы идет сначала на макро-, а затем на микроуровне.

8. *Закон увеличения степени вепольности.* Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности (более подробная информация о веполе дана в гл. 3).

Законы развития технических систем являются проявлением общих законов диалектики, применительно к технике. Но, несмотря на детализацию, применять в изобретательской практике сформулированные законы развития затруднительно по нескольким причинам.

Первая причина. Формулировки законов развития имеют общий характер и не связаны с конкретной технической системой. Разработчики нового технического объекта, всегда мыслят очень конкретными образами. Для того чтобы применить на практике законы ТРИЗ, необходимо абстрагироваться от конкретных «предметных» образов

технического объекта или его элементов к функциональным образам, преобразовать новые образы и вновь осуществить переход от абстрактного видения к конкретному. Такие мыслительные операции достаточно сложны и требуют определенных навыков.

Вторая причина. Законы развития технических систем носят вероятностный характер, т. е. проявление действий этих законов зависит от стадии развития системы, ее назначения, физической природы объекта техники, появления новых научных разработок, материалов, проявления социально-экономических, юридических и даже гендерных ограничений. Однако действие этого множества факторов лишь создает индивидуальность проявления главного закона развития технических систем – повышения степени идеальности в процессе развития.

Закон повышения идеальности развития может быть интерпретирован следующей математической зависимостью:

$$I = \frac{\sum F_{\text{useful}}}{\sum \text{Costs}} \Rightarrow \infty,$$

где I – идеальность системы; $\sum F_{\text{useful}}$ – полезность системы (число и уровень полезных функций); $\sum \text{Costs}$ – суммарные затраты на функционирование системы.

Из зависимости следует, что существуют два пути повышения идеальности. Первый путь – повышение числа и уровня выполнения полезных функций. Вторым путем – снижение затрат.

Идеальная система – та, которой нет, затраты на функционирование которой равны нулю, а функция ее выполняется. Если при изменении системы достигается повышение идеальности, то такое изменение является развитием системы.

Третья причина. Применение законов требует от создателя новой техники развитого воображения, т. е. способности представить объекты и процессы, которых нет в его опыте и для которых может отсутствовать «толчковая» информация.

Для решения стандартных задач используется информационный фонд ТРИЗ (см. рис. 1.1), который 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.

Решение нестандартных задач требует применения алгоритмов решения изобретательских задач (АРИЗ), представляющих собой программу (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, т. е. решению задач. АРИЗ включает: собственно программу, информационное обеспечение из информационного фонда, 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.

Типовые приемы разрешения технических противоречий являются наиболее ранним инструментом ТРИЗ, появившимся в 60-е годы. Все многообразие технических систем может быть описано 39 типовыми параметрами (например, адаптация, производительность, затраты вещества и т. д.). Типовое притиворечие – это противоречие между типовыми параметрами, например «скорость – потери энергии», которое разрешается типовыми приемами.

Типовые приемы позволяют получать новые идеи и просто поочередным применением приемов к объекту, подлежащему улучшению.

Контрольные вопросы и задания

1. Действие каких законов развития технических систем проявилось в следующих изобретениях:

- а) многоядерный вычислительный процессор;
- б) твердотельное запоминающее устройство (SSD);
- в) 3D-принтер;
- г) смартфон;
- д) очки дополнительной реальности («умные» очки);
- е) проекционная клавиатура;
- ж) безэкранный дисплей;
- з) сенсорный экран смартфона;
- и) управление смартфоном жестами?

2. Обычно строят суда с симметричной кормой и симметричным расположением гребного винта. В Германии начали строить суда с асимметричным расположением винта. Увеличивается КПД, и судно не отклоняется от курса. Какое противоречие устраняется при этом?

3. В ТРИЗ сформулированы законы развития. Что, если эти законы вступают в противоречие друг с другом?

4. Прогнозы, сделанные в 1910-м на 2000 г. содержали следующие предположения:

- а) летательные аппараты – большие дирижабли;
- б) пошив одежды полностью автоматизирован;
- в) звукозапись осуществляется на поверхности сменных цилиндрических носителей.

Почему не сбылись прогнозы, сделанные в 1910 г. относительно 2000 г.? Рассмотрите с позиций нарушения законов развития технической системы.

2. ТИПОВЫЕ ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ*

Анализ многих тысяч изобретений позволил выявить, что при всем многообразии технических противоречий большинство из них решается 40 основными приемами.

Работа по составлению списка таких приемов была начата Г. С. Альтшуллером еще на ранних этапах становления теории решения изобретательских задач. Для их выявления понадобился анализ более 40 тысяч авторских свидетельств и патентов. Приемы эти и сейчас представляют для изобретателей большую эвристическую ценность. Их знание во многом позволяет облегчить поиск ответа. Но эти приемы показывают лишь направление и область, где могут быть сильные решения. Конкретный же вариант решения они не подсказывают. Эта работа остается за человеком, точнее за его воображением.

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

Прием 1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ

- А. Разделить объект на независимые части.
- Б. Выполнить объект разборным.
- В. Увеличить степень дробления объекта.

Примеры

Патент США № 2859791. Пневматическая шина, состоящая из двенадцати независимых секций. Разделение шины осуществляется, чтобы повысить надежность. Но это далеко не единственный повод для использования столь сильного приема. Дробление – одна из ведущих тенденций в развитии современной техники.

Авторское свидетельство № 168195. Ковш одноковшового экскаватора со сплошной полукруглой режущей кромкой, отличающийся тем, что для обеспечения быстрой и удобной замены сплошной режущей кромки последняя выполнена из отдельных съемных секций.

Авторское свидетельство № 184219. Способ непрерывного разрушения горных пород зарядами ВВ, отличающийся тем, что с целью получения мелких фракций непрерывное разрушение поверхностного слоя производят микрозарядами.

* При написании данной главы использованы материалы кн.: Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать. М., 1994.

Прием 2. ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ

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

Примеры

Авторское свидетельство № 153533. Устройство для защиты от рентгеновских лучей, отличающееся тем, что с целью защиты от ионизирующего излучения головы, плечевого пояса, позвоночника, спинного мозга и гонад пациента при флюорографии, например, грудной клетки оно снабжено защитными барьерами и вертикальным, соответствующим позвоночнику стержнем, изготовленным из материала, не пропускающего рентгеновские лучи. Целесообразность этой идеи очевидна.

Изобретение выделяет наиболее вредную часть потока и блокирует ее. Заявка подана в 1962 г.; между тем это простое и нужное изобретение могло быть сделано значительно раньше.

Мы привыкаем рассматривать многие объекты как набор традиционных и неотъемлемых друг от друга частей. В набор вертолета, например, входят и баки с горючим. Действительно, обычный вертолет вынужден возить горючее. Однако в тех случаях, когда вертолет курсирует по определенному маршруту, горючее можно оставить на земле. На электровертолете бензиновый двигатель заменен электромотором, а баков вообще нет.

Прием 3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА

А. Перейти от одной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной.

Б. Разные части объекта должны иметь (выполнять) различные функции.

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

Примеры

Авторское свидетельство № 256708. Способ подавления пыли в горных выработках, отличающийся тем, что с целью предотвращения распространения тумана по выработкам и сноса его с источника пылеобразования вентиляционным потоком подавление пыли производят одновременно тонкодиспергированной и грубодисперсной водой, причем вокруг конуса тонкодиспергированной воды создают пленку из грубодисперсной воды.

Принцип местного качества отчетливо отражается в историческом развитии многих машин: они постепенно дробились, и для каждой части создавались наиболее благоприятные местные условия.

Первоначально паровой двигатель представлял собой цилиндр, выполнявший одновременно функции парового котла и конденсатора. Вода заливалась непосредственно в цилиндр. Огонь обогревал цилиндр, вода закипала, пар поднимал поршень, после чего жаровню с огнем убирали, а цилиндр поливали холодной водой. Пар конденсировался, и поршень под действием атмосферного давления шел вниз.

Позднее изобретатели догадались отделить паровой котел от цилиндра двигателя. Это позволило существенно сократить расход топлива.

Однако отработанный пар по-прежнему конденсировался в самом цилиндре, что вызывало огромные тепловые потери. Нужно было сделать следующий шаг – отделить от цилиндра конденсатор. Эту идею выдвинул и осуществил Джеймс Уатт: «После того как я всячески обдумывал вопрос, я пришел к твердому заключению: для того чтобы иметь совершенную паровую машину, необходимо, чтобы цилиндр всегда был так же горяч, как и входящий в него пар. Однако конденсация пара для образования вакуума должна происходить при температуре не выше 30 градусов...

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

Прием 4. ПРИНЦИП АСИММЕТРИИ

А. Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной.

Б. Если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии (подприем был введен в более поздних редакциях).

Машины рождаются симметричными. Это их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются нарушением симметрии.

Примеры

Фары автомобиля должны работать в разных условиях: правая должна светить ярко и далеко, а левая – так, чтобы не слепить водителей встречных машин. Требования разные, а устанавливались фары

всегда одинаково. Лишь несколько лет назад возникла идея несимметричной установки фар: левая освещает дорогу на расстоянии до 25 м, а правая – значительно дальше.

Патент США № 3435875. Асимметричная пневматическая шина имеет одну боковину повышенной прочности и сопротивляемости ударам о бордюрный камень тротуара.

Принцип асимметрии использован в дуговой печи, в которой электроды сдвинуты в сторону, противоположную загрузочному окну, что позволяет загружать шихту непрерывно.

Авторское свидетельство № 242325. Дуговая электропечь для плавки чугуна с боковой загрузкой твердой шихты, отличающаяся тем, что с целью создания непрерывности процесса плавления ее подина выполнена асимметрично вогнутой, расширенной к загрузочному окну.

Прием 5. ПРИНЦИП ОБЪЕДИНЕНИЯ

А. Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.

Б. Объединить во времени однородные или смежные операции.

Примеры

Авторское свидетельство № 235547. Рабочее оборудование роторного экскаватора, включающее ротор и стрелу, отличающееся тем, что с целью уменьшения усилия резания оно выполнено с устройством для разогрева мерзлого грунта, имеющим форсунки, смонтированные, например, на секторах по обоим торцам ротора.

В данном случае срабатывает принцип объединения: раньше приходилось останавливать роторный экскаватор, чтобы разогреть мерзлый грунт; теперь форсунки установлены непосредственно на роторе.

Прием 6. ПРИНЦИП УНИВЕРСАЛЬНОСТИ

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

Примеры

В Японии рассматривается возможность постройки танкера, оборудованного нефтеперегонной установкой. Смысл проекта – совмещение во времени процессов транспортировки и переработки нефти.

Авторское свидетельство № 160100. Способ транспортировки материала, например табачных листьев, к сушильным установкам с помощью водяного потока в гидротранспортере, отличающийся тем,

что с целью одновременного осуществления промывки табачных листьев и фиксации их цвета используют воду, нагретую до 80–85 °С.

Прием 7. ПРИНЦИП «МАТРЕШКИ»

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

Б. Один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

Примеры

Авторское свидетельство № 186781. Ультразвуковой концентратор упругих колебаний, состоящий из скрепленных между собой полуволновых отрезков, отличающийся тем, что с целью уменьшения длины концентратора и увеличения его устойчивости полуволновые отрезки выполнены в виде конусов, вставленных один в другой.

Авторское свидетельство № 110596. Способ хранения и транспортировки разнородных по вязкости нефтепродуктов в корпусе плавающей емкости, отличающийся тем, что хранение их с целью уменьшения потерь тепла высоковязких продуктов производят в отсеках емкости, расположенных внутри отсеков, заполненных невязкими сортами нефтепродуктов.

Прием 8. ПРИНЦИП АНТИВЕСА

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

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

Примеры

Авторское свидетельство № 187700. Способ спуска в скважину и извлечение из нее стреляющей и взрывной аппаратуры, отличающийся тем, что с целью удешевления и упрощения прострелочных и взрывных работ спуск стреляющей и взрывной аппаратуры производят свободно под действием собственного веса, а подъем к устью скважины – с помощью встроенного в корпус реактивного двигателя.

При создании сверхмощных турбогенераторов возникла сложная задача: как уменьшить давление ротора на подшипники? Решение нашли в том, что над турбогенератором установили сильный электромагнит, компенсирующий давление ротора на подшипники.

Иногда приходится решать обратную задачу: компенсировать недостаток веса. При создании и эксплуатации шахтных электровозов возникает явное техническое противоречие: для увеличения тяги нужно утяжелять электровоз, а для уменьшения его мертвого веса

следует делать электровоз возможно более легким. Для устранения этого противоречия предложено смонтировать в ведущих колесах мощный электромагнит; который создает магнитное поле, охватывающее колеса и рельсы; сила сцепления резко возрастает, а вес электровоза может быть снижен.

Прием 9. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНТИДЕЙСТВИЯ

А. Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям.

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

Примеры

Авторское свидетельство № 84355. Заготовку турбинного диска устанавливают на вращающийся поддон. Нагретая заготовка по мере охлаждения сжимается. Но центробежные силы (пока заготовка не потеряла пластичности) как бы отштамповывают заготовку. Когда же деталь остынет, в ней появятся сжимающие усилия.

На этом принципе основана вся технология предварительного напряжения железобетона: чтобы бетон лучше работал на растяжение, его предварительно укорачивают. Это едва ли не единственный случай, когда строительная техника использует более передовые методы, нежели машиностроение. Предварительно напряженные конструкции применяются в машиностроении еще очень редко, между тем использование этого приема могло бы дать колоссальные результаты.

Прием 10. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

А. Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично).

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

Примеры

Авторское свидетельство № 61056. Черенки многих плодовых и других культур, посаженные в почву, не укореняются вследствие недостатка питательных веществ в черенке. По данному изобретению предлагается создавать запас питательных веществ заранее, насыщая перед посадкой черенки в ванне с питательной смесью.

Авторское свидетельство № 162919. Способ снятия гипсовых повязок с помощью проволочной пилы, отличающийся тем, что с целью предупреждения травм и облегчения снятия повязки пилу помещают в предварительно смазанную подходящей смазкой трубку,

выполненную, например, из полиэтилена, и заранее загипсовывают под повязку при ее наложении. Благодаря этому распиливать повязку можно от тела наружу – без опасения задеть тело.

Прием 11. ПРИНЦИП «ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ»

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

Примеры

Авторское свидетельство № 264626. Способ снижения токсического действия химических соединений с помощью присадок, отличающийся тем, что с целью уменьшения опасности отравления химическими веществами, а также продуктами их превращений в организме, присадки добавляют непосредственно в исходные токсичные химические соединения при их изготовлении.

Авторское свидетельство № 297361. Способ предотвращения распространения лесного пожара посредством создания заградительных полос из растений, отличающийся тем, что с целью придания огнестойкости растениям, образующим заградительную полосу, в почву вносят биологически усваиваемые или химические элементы, тормозящие процесс их воспламенения.

Патент США № 2879821. Жесткий металлический диск заранее располагается внутри автомобильной шины и позволяет продолжать движение на спущенной шине без повреждения покрышки.

Прием 12. ПРИНЦИП ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ

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

Примеры

Авторское свидетельство № 264769. Предложено устройство для перемещения пресс-форм в зоне пресса. Устройство выполнено в виде прикрепленной к столу пресса приставки с рольгангом.

Авторское свидетельство № 110661. Контейнеровоз, в котором груз не поднимается в кузов, а только приподнимается гидроприводом и устанавливается на опорную скобу. Такая машина работает без крана и перевозит значительно более высокие контейнеры.

Прием 13. ПРИНЦИП «НАОБОРОТ»

А. Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать).

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

В. Перевернуть объект «вверх ногами».

Примеры

Авторское свидетельство № 184649. Способ вибрационной очистки металлоизделий в абразивной среде, отличающийся тем, что с целью упрощения процесса очистки, движения вибрации сообщают обрабатываемой детали.

Авторское свидетельство № 109942. Это изобретение решает важную проблему отливки крупногабаритных тонкостенных деталей. При отливке таких деталей желательно, чтобы металл поступал в форму сверху, и затвердение шло снизу вверх. Но лить металл в форму («дождевой» способ) допустимо с высоты не более пятнадцати сантиметров, иначе металл сгорит или пропитается газами. А как быть, если форма имеет высоту два-три метра? Если подавать металл снизу, то первые порции его затвердеют, не успев подняться к верхней части формы.

Изобретатель решил эту задачу просто и изящно: металл идет по трубкам, опущенным ко дну литейной формы. По мере заполнения форма движется вниз, и, таким образом, каждая порция металла подается именно туда, где она должна застыть.

Литье всегда осуществлялось так, что двигался металл, а форма была неподвижной. Здесь все наоборот: движется форма, а залитый в нее металл остается неподвижным.

Прием 14. ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ

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

Б. Использовать ролики, шарики, спирали.

В. Перейти к вращательному движению, использовать центробежную силу.

Примеры

Патент ФРГ № 1085073. Устройство для сварки труб в трубную решетку, в котором электродами служат катящиеся шарики.

Авторское свидетельство № 262045. Исполнительный орган проходческого комбайна, включающий породоразрушающие электроды, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности разрушения крепких горных пород породоразрушающие электроды выполнены

в виде свободно вращающихся клиновых роликов, установленных на изолирующей оси.

Авторское свидетельство № 260874. Способ отделения нитей корда от резины, например, в каркасе изношенных покрышек, включающий выдержку покрышки в углеводородах, обработку ее высоконапорными струями жидкости, механическое расчесывание нитей и их обрезку, отличающийся тем, что с целью повышения производительности труда обработку покрышки ведут в процессе ее вращения со скоростью, ослабляющей связь между частицами резины.

Прием 15. ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ

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

Б. Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.

В. Если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся.

Примеры

Авторское свидетельство № 317390. Ласта плавательная резиновая, отличающаяся тем, что с целью обеспечения регулирования жесткости ее рабочей лопасти для различных по скорости и длительности плавания режимов, она имеет внутренние продольные полости, весь объем которых заполнен инертной несжимаемой жидкостью, статическое давление которой по необходимости изменяется на берегу или под водой.

Авторское свидетельство № 161247. Транспортное судно, корпус которого имеет цилиндрическую форму, отличающееся тем, что с целью уменьшения осадки судна при полной загрузке его корпус выполнен из двух раскрывающихся, шарнирно сочлененных полуцилиндров.

Патент СССР № 174748. Автомобиль с шарнирно соединенными секциями рамы, которые могут поворачиваться при помощи гидроцилиндров. Такой автомобиль обладает повышенной проходимостью.

Прием 16. ПРИНЦИП ЧАСТИЧНОГО ИЛИ ИЗБЫТОЧНОГО РЕШЕНИЯ

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

Примеры

Авторское свидетельство № 181897. Способ борьбы с градом, основанный на кристаллизации с помощью реагента (например, йодистого серебра) градового облака, отличающийся тем, что с целью

резкого сокращения расхода реагента и средств его доставки осуществляют кристаллизацию не всего облака, а крупнокапельной (локально) его части.

Авторское свидетельство № 262333. Устройство для дозирования металлических порошков, содержащее бункер с дозатором, отличающееся тем, что с целью обеспечения равномерной подачи порошка к дозатору бункер снабжен внутренней приемной воронкой и каналом с электромагнитным насосом для подачи (с избытком) порошка к воронке.

Прием 17. ПРИНЦИП ПЕРЕХОДА В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

А. Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то есть на плоскости). Соответственно, задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, устраняются при переходе к пространству трех измерений.

Б. Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.

В. Наклонить объект или положить его «набок».

Г. Использовать обратную сторону данной площади.

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

Примеры

Авторское свидетельство № 150938. Полупроводниковый диод, отличающийся тем, что с целью увеличения мощности диода в нем применен профилированный электронно-дырочный переход и профилированный омический контакт без увеличения периметра полупроводниковой пластины. Переход от плоского контакта к объемному позволяет при прежних габаритах диода получить большую площадь пластины полупроводника и, следовательно, большую мощность, снимаемую с электронно-дырочного перехода.

Авторское свидетельство № 180555. Способ механизации обмена вагонеток в горизонтальном проходческом забое, отличающийся тем, что с целью устранения подрыва кровли и устройства разъездов обмен груженых вагонеток на порожние производят посредством перенесения порожней вагонетки с возможным поворотом ее на угол 90° над составом под погрузку.

Авторское свидетельство № 259449. Устройство для магнитографической дефектоскопии, отличающееся тем, что с целью повышения срока службы кольцевая магнитная лента выполнена с двусторонним магниточувствительным покрытием и изогнута в виде листа Мёбиуса.

Авторское свидетельство № 244783. Теплица для круглогодичного выращивания овощных культур, отличающаяся тем, что с целью улучшения светового режима растений за счет использования солнечных лучей она снабжена вогнутым отражательным экраном, установленным поворотом с северной стороны теплицы.

Прием 18. ПРИНЦИП МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

- А. Привести объект в колебательное движение.
- Б. Если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой).
- В. Использовать резонансную частоту.
- Г. Применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы.
- Д. Использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

Примеры

Авторское свидетельство № 220380. Способ вибродуговой наплавки и сварки деталей под слоем флюса с низкочастотными колебаниями электрода, отличающийся тем, что с целью повышения качества наплавленного металла на низкочастотные колебания накладывают высокочастотные ультразвуковые колебания порядка, например, 20 кГц.

Авторское свидетельство № 307896. Способ безошечного резания древесины при помощи изменяющего свои геометрические размеры режущего инструмента, отличающийся тем, что с целью снижения усилия внедрения инструмента в древесину резание осуществляют инструментом, частота импульсов которого близка к собственной частоте колебаний перерезаемой древесины.

Патент США № 3239283. Трение покоя резко снижает чувствительность тонких приборов, мешает стрелкам, маятникам и другим подвижным частям легко поворачиваться в подшипниках. Чтобы избежать этого, подшипники заставляют вибрировать, и элементы прибора все время совершают осциллирующее движение относительно друг друга. В качестве источника вибрации обычно используют электромотор. При этом кинематика прибора существенно усложняется, а вес увеличивается. Американские изобретатели Джон Броз и Вильям Лаубендорфер разработали конструкцию подшипника, в котором втулки выполняются из пьезоэлектрического материала и с обеих сторон покрываются тонкой электропроводной фольгой. К фольге припаиваются электроды, по которым подводится переменный ток, создающий вибрацию.

Авторское свидетельство № 244272. Способ осаждения пыли с использованием магнитного поля, отличающийся тем, что ... воздух подвергают одновременному воздействию акустического и магнитного полей.

Прием 19. ПРИНЦИП ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

А. Перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному).

Б. Если действие уже осуществляется периодически – изменить периодичность.

В. Использовать паузы между импульсами для другого действия.

Примеры

Авторское свидетельство № 267772. Известен способ исследования процесса дуговой сварки с использованием дополнительного осветителя. Однако при дополнительном освещении наряду с улучшением видимости твердого и жидкого материала, находящегося в области дуги, ухудшается видимость плазменно-газовой фазы столба дуги (явно техническое противоречие!). Предложенный способ отличается тем, что яркость дополнительного осветителя периодически изменяют от нуля до величины, превышающей яркость дуги. Это позволяет совместить наблюдение как за самой дугой, так и за процессом плавления электрода и переноса металла.

Авторское свидетельство № 302622. Способ контроля исправности термопары путем подогрева ее и проверки наличия в цепи ЭДС, отличающийся тем, что с целью уменьшения времени контроля нагревают термопару периодическими импульсами тока, а в промежутки времени между импульсами проверяют наличие термо-ЭДС.

Прием 20. ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

А. Вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой).

Б. Устранить холостые и промежуточные ходы.

Примеры

Авторское свидетельство № 126440. Способ многоствольного бурения скважин двумя комплектами труб. При одновременном бурении двух-трех скважин применяется ротор с несколькими стволами, включаемыми в работу независимо друг от друга, и два комплекта бурильных труб, поочередно поднимаемых и опускаемых в скважины для смены отработанных долот. Операции по смене долот совмещаются во времени с автоматическим бурением в одной из скважин.

Авторское свидетельство № 268926. Способ транспортировки сахара-сырца на судах, отличающийся тем, что с целью снижения стоимости транспортировки путем утилизации свободных пробегов используют танкеры, которые после разгрузки от нефтепродуктов или других жидких грузов, очистки и обработки моющими средствами загружают сахаром-сырцом.

Прием 21. ПРИНЦИП ПРОСКОКА

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

Примеры

Авторское свидетельство № 241484. Способ скоростного нагрева металлических заготовок в потоке газа, отличающийся тем, что с целью повышения производительности и уменьшения обезуглероживания газ подают со скоростью не менее 200 м/с при сохранении потока постоянным на всем протяжении его контакта с заготовками.

Авторское свидетельство № 112889. При разгрузке палубного лесовоза его накрывают с помощью судна-кренователя. Чтобы в воду свалился весь лес, приходится создавать большой крен лесовоза, а это опасно. Предлагаемый способ состоит в том, что лесовоз быстро (рывком) накрывают на небольшой угол. Возникает динамическая нагрузка и лес разгружается при небольшом угле крена.

Патент ФРГ № 1134821. Устройство для разрезания тонкостенных пластмассовых труб большого диаметра. Особенность устройства – нож рассекает трубу так быстро, что она не успевает деформироваться.

Прием 22. ПРИНЦИП «ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ»

А. Использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта.

Б. Устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором.

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

Примеры

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

сожалел, что не использовал этот «отрицательный эффект»: промышленность могла бы получить метод высокочастотной закалки стальных деталей на много лет раньше, чем он был предложен в действительности.

По-иному сложилась судьба другого выдающегося изобретения – электроискровой обработки металла. Б. Р. Лазаренко и И. Н. Лазаренко работали над проблемой борьбы с электроэрозией металлов. Электрический ток «разъедал» металл в месте соприкосновения контактов реле, и с этим ничего не удавалось сделать. Были испробованы твердые и сверхтвердые сплавы – и все безрезультатно. Исследователи пытались помещать контакты в различные жидкости, но разрушение шло еще интенсивнее. Однажды изобретатели поняли, что этот «отрицательный эффект» можно где-то применить с пользой, и вся работа теперь пошла в другом направлении. 3 апреля 1943 года изобретатели получили авторское свидетельство на электроискровой способ обработки металла.

Авторское свидетельство № 152492. Для защиты подземных кабельных линий от повреждений, вызываемых образованием в грунте морозобойных трещин, заранее прорывают узкие прорезы («трещины») в стороне от трассы кабеля параллельно направлению залегания кабеля.

Прием 23. ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

А. Ввести обратную связь.

Б. Если обратная часть есть – изменить ее.

Примеры

Авторское свидетельство № 283997. Внутри градирни ветер образует циркуляционные зоны, что снижает глубину охлаждения воды. Чтобы повысить эффективность охлаждения, в секциях градирни устанавливают температурные датчики и по их сигналам автоматически изменяют количество подаваемой воды.

Авторское свидетельство № 167229. Способ автоматического запуска конвейера, отличающийся тем, что с целью экономии электроэнергии, потребляемой в момент запуска конвейерного двигателя, измеряют мощность, потребляемую двигателем конвейера во время работы, фиксируют ее в момент остановки конвейера и полученный сигнал, обратно пропорциональный весу материала на конвейере, подают на пусковой двигатель в момент запуска конвейера.

Авторское свидетельство № 239245. Способ автоматического регулирования процесса ректификации путем воздействия на расход

орошения в колонну в зависимости от температуры и давления на выходе продукта, отличающийся тем, что с целью стабилизации содержания одного из компонентов в трехкомпонентной смеси дополнительно вводят коррекцию по удельному весу выходного продукта.

Прием 24. ПРИНЦИП «ПОСРЕДНИКА»

А. Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие.

Б. На время присоединить к объекту другой (легко удаляемый) объект.

Примеры

Авторское свидетельство № 177436. Способ подвода электрического тока в жидкий металл, отличающийся тем, что с целью снижения электрических потерь ток к основному металлу подводят охлаждаемыми электродами через промежуточный жидкий металл, температура плавления которого ниже, а плотность и температура кипения выше, чем у основного металла.

Авторское свидетельство № 178005. Способ нанесения летучего ингибитора атмосферной коррозии на защищаемую поверхность, отличающийся тем, что с целью получения равномерного покрытия внутренних поверхностей сложных деталей через последние продувают нагретый воздух, насыщенный парами ингибитора.

Прием 25. ПРИНЦИП САМООБСЛУЖИВАНИЯ

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

Б. Использовать отходы (энергии, вещества).

Примеры

Авторское свидетельство № 261207. Дробеметный аппарат, корпус которого облицован изнутри износостойчивыми плитами, отличающийся тем, что с целью повышения стойкости облицовки плиты выполнены в виде магнитов, удерживающих на своей поверхности защитный слой дроби. На стенках дробемета возникает, таким образом, постоянно обновляемый защитный слой дроби.

Авторское свидетельство № 307584. Способ сооружения каналов оросительных систем из сборных элементов, отличающийся тем, что с целью упрощения транспортировки изделий после монтажа начального участка канала его торцы закрывают временными диафрагмами, готовый участок канала затопляют водой и последующие элементы, также закрытые с торцов временными диафрагмами, сплавляют по этому участку канала.

Прием 26. ПРИНЦИП КОПИРОВАНИЯ

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

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

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

Примеры

Иногда необходимо (для измерения или контроля) совместить два объекта, которые физически совместить невозможно. В этих случаях целесообразно применять оптические копии. Так была, например, решена задача пространственных измерений на рентгеновских снимках. Обычный рентгеновский снимок не позволяет определить, на каком расстоянии от поверхности тела находится очаг заболевания. Стереоскопические снимки дают объемное изображение, но и в этом случае измерения приходится вести на глаз: ведь внутри тела нет масштабной линейки! Нужно, таким образом, «совместить несовместимое»: тело человека, подвергнутого просвечиванию, и масштабную линейку.

Новосибирский изобретатель Ф. И. Аксенов решил эту задачу, применив метод оптического совмещения. По способу Ф. И. Аксенова стереоскопические рентгеновские снимки совмещаются со стереоскопическими же снимками решетчатого куба. Рассматривая в стереоскоп совмещенные снимки, врач видит «внутри» больного решетчатый куб, играющий роль пространственного масштаба.

Вообще, во многих случаях выгоднее оперировать не с объектами, а с их оптическими копиями. Например, канадская фирма «Крютер Палп» пользуется специальной фотоустановкой для обмера бревен, перевозимых на железнодорожных платформах. По данным фирмы, фотографический обмер балансов раз в 50–60 быстрее ручного, отклонение же результатов фотообмера от данных точного подсчета не превышает 1–2 %.

Авторское свидетельство № 180829. Новый способ контроля поверхности внутренних полостей сферических деталей. В деталь наливают малоотражающую жидкость и, последовательно меняя ее уровень, производят фотографирование на один и тот же кадр. На снимке получают концентрические окружности. Сравнивая после увеличения (в проекционной системе) полученные этим способом линии с теоретическими линиями чертежа, с большой точностью определяют величину отклонения формы детали.

Прием 27. ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

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

Примеры

Одноразовый шприц, одноразовая посуда, одноразовая шариковая ручка (без возможности замены пишущего стержня), одноразовый мобильный телефон являются яркими примерами применения данного приема.

Патент США № 3430629. Пеленка одноразового использования. Содержит наполнитель типа промокашки.

Существует много патентов такого типа: на одноразовые термометры, мусорные мешки, зубные щетки и т. д.

Прием 28. ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А. Заменить механическую систему оптической, акустической или «запаховой».

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

В. Перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся по времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру.

Г. Использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

Примеры

Авторское свидетельство № 163559. Способ контроля износа породоразрушающего инструмента, например, буровых долот, отличающийся тем, что с целью упрощения контроля в качестве сигнализации износа применяют монтируемые в долота ампулы с резко пахучими химическими веществами, например с этилмеркаптаном.

Авторское свидетельство № 261372. Способ проведения процессов, например, каталитических, в системах с движущимся катализатором, отличающийся тем, что с целью расширения области применения создают движущееся магнитное поле и применяют катализатор с ферромагнитными свойствами.

Авторское свидетельство № 144500. Способ интенсификации теплообмена в трубчатых элементах поверхностных теплообменников... отличающийся тем, что с целью повышения коэффициента теплоотдачи в поток теплоносителя вводят ферромагнитные частицы, перемещающиеся под действием вращающегося магнитного поля

преимущественно у стенок теплообменника, для разрушения и турбулизации пограничного слоя.

Французский патент № 1499276. После обработки деталей в галтовочных барабанах или вибрационных установках детали нужно отделить от абразивных зерен. Если детали крупные, это сделать нетрудно, если они ферромагнитные, их можно выловить на магнитных сепараторах. Но если детали не обладают магнитными свойствами, а по размерам не отличаются от абразивных зернышек? По данному изобретению задача решается тем, что абразиву придают магнитные свойства. Это можно сделать спрессовыванием или спеканием смеси абразивных зерен и магнитных частиц – стружек, крупинок и т. п., а также внедрением их в поры абразивов.

Прием 29. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМО- И ГИДРОКОНСТРУКЦИЙ

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

Примеры

Авторское свидетельство № 243809.

Цель изобретения – улучшение тяги и увеличение высоты рассеивания отводимых газов. Это достигается тем, что корпус трубы образован конической спиралью, полые витки которой имеют сопла и соединены с полыми опорами, свободные концы которых, в свою очередь, присоединены к компрессору.

Вместо массивной дымовой трубы – ажурное сооружение: полая спираль, имеющая на витках сопла, через которые подается сжатый воздух, образующий «стенку».

Авторское свидетельство № 312630. Способ окраски крупногабаритных изделий распылением с удалением паров растворителя и окрасочного тумана через вентиляционную засасывающую систему, отличающийся тем, что с целью уменьшения производственных площадей вокруг окрашиваемого изделия создают восходящую на высоту, превышающую высоту изделия, воздушную завесу, верхние концы которой завихряют посредством напольной вентиляционной засасывающей системы.

Авторское свидетельство № 243177. Устройство для передачи усилий от опоры копра на фундамент, отличающийся тем, что с целью обеспечения равномерности передачи давления на фундамент оно выполнено в виде плоского замкнутого сосуда, заполненного жидкостью.

Прием 30. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ТОНКИХ ПЛЕНОК

А. Вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки.

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

Примеры

Чтобы уменьшить потери влаги, испаряющейся через листья деревьев, американские исследователи опрыскивают их полиэтиленовым «дождем». На листьях создается тончайшая пластмассовая пленка. Растение, укрытое пластмассовым одеялом, развивается нормально благодаря тому, что полиэтилен хорошо пропускает свет, кислород и углекислый газ, предотвращая интенсивное испарение влаги.

Авторское свидетельство № 312826. Способ экстракции в системе «жидкость–жидкость», отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса массообмена струю одной фазы подают через слой газа на поверхность другой фазы, перемещаемой пленкой по твердой поверхности.

Прием 31. ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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

Машины всегда строились из плотных (непроницаемых) материалов. Инерция мышления приводит к тому, что задачи, легко решаемые при использовании пористых материалов, зачастую пытаются решить введением специальных устройств и систем, сохраняя все элементы конструкции непроницаемыми. Между тем высокоорганизованной машине присуща проницаемость – примером может служить любой живой организм, начиная с клетки и кончая человеком.

Внутреннее перемещение вещества – одна из важных функций многих машин. «Грубая» машина осуществляет эту функцию с помощью труб, насосов и т. п., «тонкая» машина – с помощью пористых материалов и молекулярных сил.

Примеры

Авторское свидетельство № 283264. Способ внесения добавок в жидкий металл с помощью огнеупорных материалов, отличающийся тем, что с целью улучшения режима внесения добавок в металл погружают пористый огнеупор, предварительно пропитанный материалом добавки.

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

Прием 32. ПРИНЦИП ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ

- А. Изменить окраску объекта или внешней среды.
- Б. Изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.
- В. Для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки.
- Г. Если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.

Примеры

В кузнечных и литейных цехах, на металлургических заводах, всюду, где необходимо защитить рабочих от действия жары, применяют водяные завесы. Такие завесы отлично защищают рабочих от невидимых тепловых (инфракрасных) лучей, однако слепяще-яркие лучи от расплавленного металла беспрепятственно проходят сквозь тонкую жидкую пленку. Чтобы защитить рабочих от них, сотрудники польского Института охраны труда предложили окрашивать воду, из которой создается водяная завеса, – оставаясь прозрачной, она полностью задерживает тепловые лучи и в нужной степени ослабляет силу видимого излучения.

Прием 33. ПРИНЦИП ОДНОРОДНОСТИ

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

Примеры

Патент ФРГ № 957599. Литейный желоб для обработки расплавленного металла звуком или ультразвуком с помощью звукоизлучателя, помещенного в расплавленный металл, отличающийся тем, что находящаяся в соприкосновении с расплавленным металлом часть звукоизлучателя выполнена из того же металла, что и обрабатываемый металл, или из одного из его легирующих компонентов, и частично расплавляется этим расплавленным металлом, а остальная часть звукоизлучателя принудительно охлаждается и остается прочной.

Авторское свидетельство № 234800. Способ смазывания охлаждаемого подшипника скольжения, отличающийся тем, что с целью улучшения смазывания при повышенных температурах в качестве смазывающего вещества берут тот же материал, что и материал вкладыша подшипника.

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

Прием 34. ПРИНЦИП ОТБРОСА И РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ

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

Б. Расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

Примеры

Патент США № 3174550. При аварийной посадке самолета бензин вспенивают с помощью специальных химических веществ, переводя его в негорючее состояние.

Патент США № 3160950. Чтобы при резком старте ракеты не пострадали чувствительные приборы, их погружают в пенопласт, который, выполнив роль амортизатора, быстро испаряется в космосе.

Нетрудно заметить, что этот принцип – дальнейшее развитие принципа динамизации: объект изменяется в процессе действия, но изменяется сильнее.

Авторское свидетельство № 222322. Способ изготовления винтовых микропружин, отличающийся тем, что с целью повышения производительности оправку выполняют из эластичного материала и удаляют путем погружения ее вместе с пружиной в состав, растворяющий эластичный материал.

Авторское свидетельство № 159783. Способ производства полых профилей, отличающийся тем, что с целью получения разнообразных по размерам и форме профилей на сортовых станах прокатке подвергают сварные пакеты, наполненные огнеупорным материалом, например магнетитовым порошком, с последующим удалением наполнителя.

Принцип регенерации иллюстрируют следующие примеры.

Авторское свидетельство № 182492. Способ компенсации износа непрофилированного электрода-инструмента при электроэрозионной

обработке токопроводящих материалов, отличающийся тем, что с целью увеличения срока службы электрода-инструмента на его рабочую поверхность в процессе обработки непрерывно напыляют слой металла.

Авторское свидетельство № 212672. При гидротранспортировании кислых гидросмесей с абразивными материалами внутренние стенки трубопроводов быстро изнашиваются. Защита их футеровки сложна, трудоемка, ведет к увеличению наружного диаметра труб. Описываемый способ защиты труб предусматривает образование на внутренних стенках трубы защитного слоя (гарниссажа). Для этого в транспортируемую гидросмесь периодически вводят известковый раствор. Таким образом, внутренние стенки трубопровода всегда защищены от износа, а сечение трубопровода уменьшается незначительно, так как гарниссаж изнашивается под действием абразивной кислой смеси.

Прием 35. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

- А. Изменить агрегатное состояние объекта.
- Б. Изменить концентрацию или консистенцию.
- В. Изменить степень гибкости.
- Г. Изменить температуру.

Примеры

Авторское свидетельство № 265068. Способ проведения массообменных процессов в системе «газ – вязкая жидкость», отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса вязкую жидкость перед подачей в аппарат предварительно газифицируют.

Авторское свидетельство № 222781. Дозатор сыпучих материалов, например, минеральных удобрений и ядохимикатов, выполненный в виде шнека, заключенного в кожух с выходным отверстием, отличающийся тем, что с целью возможности регулирования шага винтовая поверхность шнека выполнена из эластичного материала с пружинной спиралью на внутренней и наружной сторонах.

Шаг шнека регулируется сжатием пружинной спирали, а эластичный материал винтовой поверхности шнека не препятствует процессу регулировки.

Прием 36. ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

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

Примеры

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

Авторское свидетельство № 225851. Способ охлаждения различных объектов с помощью циркулирующего по замкнутому кругу жидкого теплоносителя, отличающийся тем, что с целью уменьшения количества циркулирующего теплоносителя и снижения энергетических затрат часть теплоносителя переводят в твердую фазу и охлаждение ведут полученной смесью.

«Фазовый переход» – понятие более широкое, чем «изменение агрегатного состояния». К фазовым переходам, в частности, относятся и изменения кристаллической структуры вещества. Так, олово может существовать в виде белого олова (плотность 7,31) и серого олова (плотность 5,75). Переход – при 18 °С – сопровождается резким увеличением объема (значительно большим, чем при замерзании воды; поэтому усилия здесь могут быть получены намного большие).

Полиморфизм (кристаллизация в нескольких формах) присущ многим веществам. Явления, сопровождающие полиморфные переходы, могут быть использованы при решении самых различных изобретательских задач. Например, в патенте США № 3156974 используются полиморфные трансформации висмута и церия.

Прием 37. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

А. Использовать термическое расширение (или сжатие) материалов.

Б. Если термическое расширение уже используется, применить несколько материалов с разными коэффициентами термического расширения.

Примеры

Авторское свидетельство № 309758. Способ волочения труб на подвижной оправке при пониженных температурах, отличающийся тем, что с целью создания зазора между трубой и оправкой после волочения для извлечения последней из трубы без обкатки в охлажденную трубу перед волочением вводят предварительно подогретую, например, до температуры 50–100 °С оправку, извлечение которой после деформации производят после выравнивания температур трубы и оправки.

Смысл приема – в переходе от «грубого» движения на макроуровне к «тонкому» движению на молекулярном уровне. С помощью термического расширения можно создавать большие усилия и давления. Термическое расширение позволяет очень точно «дозировать» движение объекта.

Авторское свидетельство № 242127. Устройство для микроперемещения рабочего объекта, например, кристаллодержателя с затравкой, отличающееся тем, что с целью обеспечения максимальной плавности оно содержит два стержня, подвергаемых электронагреву и охлаждению по заданной программе, находящихся в закрепленных на суппортах термостатируемых камерах и поочередно перемещающих объект в нужном направлении.

Прием 38. ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

А. Заменить обычный воздух обогащенным.

Б. Заменить обогащенный воздух кислородом.

В. Воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями.

Г. Использовать озонированный кислород.

Д. Заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

Основная цель этой цепи приемов – повысить интенсивность процессов. В качестве примеров можно назвать способ спекания и обжига дисперсного материала с применением интенсификации процесса горения путем продувки воздухом, обогащенным кислородом; плазменно-дуговую резку нержавеющей стали, при которой в качестве режущего газа берут чистый кислород; интенсификацию процесса агломерации руд путем ионизации окислителя и газообразного топлива перед подачей в слой шихты и т. д.

Прием 39. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ

А. Заменить обычную среду инертной.

Б. Вести процесс в вакууме.

Этот прием можно считать антиподом предыдущего.

Прием 40. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Перейти от однородных материалов к композиционным.

Примеры

Патент США № 3553820. Легкие прочные тугоплавкие изделия выполнены на основе алюминия и упрочнены множеством покрытых

танталом волокон углерода. Такие изделия характеризуются высоким модулем упругости и используются в качестве материалов для конструирования кораблей воздушного и морского флотов.

Композиционные материалы – составные материалы, которые обладают свойствами, не присущими их частям. Например, пористые материалы, о которых шла речь в приеме № 31, представляют собой композицию из твердого вещества и воздуха; ни твердое вещество, ни воздух порознь не обладают теми свойствами, которые есть у пористых веществ.

Композиционные материалы изобретены природой и широко ею используются. Так, древесина представляет собой композицию целлюлозы с лигнином. Волокна целлюлозы обладают высокой прочностью на разрыв, но легко изгибаются. Лигнин связывает их в единое целое и сообщает материалу жесткость.

Интересный композиционный материал представляет сочетание легкоплавкого вещества (например, сплава Вуда) с волокнами тугоплавкого материала (например, стали). Такой материал легко плавится, а застыв, обладает высокой прочностью. Постепенно происходит взаимная диффузия частиц припоя и волокон, в результате чего образуется сплав с высокой температурой плавления.

Другой композиционный материал – взвесь частиц кремния в масле – способен твердеть в электрическом поле.

С целью организации использования типовых приемов Г. С. Альтшуллером была разработана специальная таблица (прил. 1), в которой по вертикали располагаются характеристики технических систем, которые по условиям задачи необходимо улучшить, а по горизонтали – характеристики, которые при этом существенно ухудшаются.

Допустим, нам необходимо что-то улучшить в нашей системе. Выбираем один из известных методов (средств), способных это сделать. Если улучшение достигается без вредных последствий, то проблема решена, изобретательская задача отсутствует. Если же использование известных методов или средств приводит к какому-либо вредному эффекту (ухудшению другой характеристики), то обращаемся к таблице. На пересечении граф и колонок с наименованиями улучшаемой и ухудшаемой характеристик находим номера приемов, позволяющих с наибольшей вероятностью устранить возникшее техническое противоречие. Таблица охватывает около полутора тысяч наиболее часто встречающихся в изобретательской практике технических противоречий.

Для облегчения выбора приемов разрешения технического противоречия рекомендуется использовать следующий алгоритм (табл. 1).

Алгоритм использования типовых приемов

1. Проблемная ситуация
Прорвало стальную трубу с водой под давлением. Отключать подачу воды нельзя. Струя вырывающегося пара мешает приварить стальную заплату. Как быть?
2. Техническая система (ТС) предназначена для
подачи воды
3. Техническая система состоит из частей
труба, заплата, вода, сварка
4. Недостаток ТС состоит в том, что
вода мешает приварить заплату
5. Выберите из списка (см. п. 3) элемент, улучшение которого снимает недостаток
заплата
6. Какой параметр выбранного элемента необходимо улучшить?
силу прижатия заплата к трубе
7. Типовой параметр, близкий по смыслу к силе прижатия заплата к трубе
10 – сила
8. Известный способ улучшения состоит в том, что
необходимо прижать заплату струбциной или хомутом
9. Выберите из списка (см. п. 3) элемент, свойства которого ухудшаются при использовании способа
сварка
10. Какой параметр трубы ухудшится?
струбцина мешает приварить заплату
11. Типовой параметр, близкий по смыслу к выражению «Струбцина мешает приварить заплату»
34 – удобство ремонта
12. Рекомендуемые таблицей приемы
№ 1, 15, 11
Прием № 1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ – подсказывает, что необходимо разделить заплату на независимые части, выполнить заплату разборной.
Прием № 11. ПРИНЦИП «ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ» подсказывает, что заплата должна быть заготовлена заранее.
Прием № 15. ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ – подсказывает, что нужно менять характеристики заплата так, чтобы они были оптимальными на каждом этапе работы. Разделить заплату на части, способные перемещаться относительно друг друга

Использование выбранных приемов подсказывает конкретное техническое решение возникшей проблемы.

Контрольные задачи

1. На кораблях, особенно военных, каждый метр площади на счету. Очень важно, чтобы любые сооружения занимали минимум места. Но очень трудно сократить вылет трапа, потому что он зависит от высоты и ширины ступенек. Сделать ступени выше (тогда их потребуется меньше) нельзя: затрудняется хождение. И уже сделать каждую ступеньку нельзя: на ней должна уместиться нога. Как быть? Предлагать вместо трапа другие средства – лифт, эскалатор – не следует.

2. Мелкие детали из керамики или цветных металлов при шлифовке приклеивают к столу шлифовального станка при помощи специальной смеси канифоли и парафина. Это дорого и трудоемко. Чем заменить приклейку?

3. В Англии однажды был проведен конкурс на лучшую этикетку для флаконов с ядовитыми жидкостями, которая бы исключила возможность случайного выпивания их взрослым или ребенком. Первый приз был получен за предложение, несколько нарушившее условие конкурса, но зато гарантировавшее требуемый результат. Что было предложено?

4. Установки электрогидравлического удара для очистки литых деталей от остатков литейной земли работают следующим образом. Деталь опускают в ванну с водой, затем следует несколько электрических разрядов, и деталь очищена. Но каждый разряд как удар грома. Чтобы не оглушать людей, необходимо ванну закрывать крышкой. Вся же обработка длится лишь около минуты, и каждый раз закрывать и открывать крышку – большие потери времени. Как быть?

5. Электрические машины, турбореактивные двигатели и другие устройства, в которых тяжелые вращающиеся части (роторы) установлены в подшипниках качения, плохо переносят путешествие по железной дороге: из-за толчков шарики, постоянно оставаясь на одном месте, оставляют вмятинки на обоймах подшипников. Чтобы этого не было, необходимо время от времени хотя бы немного проворачивать роторы. Но не ставить же для этого специальные двигатели или людей! Как быть?

3. СТАНДАРТНЫЕ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ*

С самого начала разработки ТРИЗ было ясно – необходимо иметь мощный информационный фонд, включающий прежде всего типовые приемы устранения технических противоречий. Работа по его созданию велась много лет: было проанализировано свыше 40 000 изобретений, выявлено 40 типовых приемов (вместе с подприемами – более 100).

В глубине технических противоречий – противоречия физические. По самой своей сути физические противоречия (ФП) предъявляют двойственные требования к объекту: быть подвижным и неподвижным, горячим и холодным и т. п. Неудивительно, что изучение приемов устранения ФП привело к выводу, что должны существовать парные (двойственные) приемы, более сильные, чем одинарные. Информационный фонд ТРИЗ пополнился списком парных приемов (дробление – объединение и т. д.).

В дальнейшем выяснилось, что решение сложных задач обычно связано с применением *комплексных* приемов, включающих несколько обычных (в том числе и парных) и физические эффекты. Наконец, были выделены *особо сильные сочетания приемов и физических эффектов*. Они и составили первую, еще немногочисленную группу стандартов на решение изобретательских задач.

Первые стандарты были найдены эмпирически: некоторые сочетания приемов и физических эффектов встречались в практике столь часто и давали решения столь сильные, что сама собой напрашивалась мысль о превращении их в стандарты.

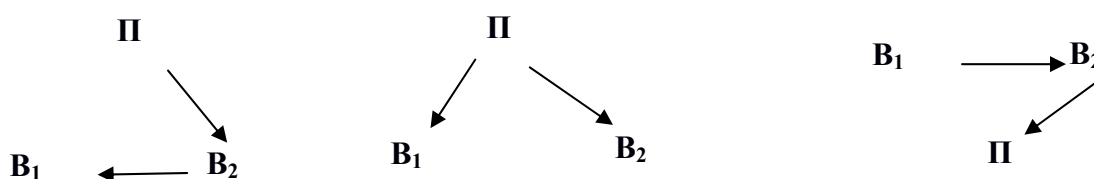
Итак, стандарты – это правила синтеза и преобразования технических систем, непосредственно вытекающие из законов развития этих систем.

Поначалу стандарты не были упорядочены: они включались в фонд по мере выявления. Число их быстро увеличивалось: 5, 9, 11, 18... В 1979 году была составлена первая система, включающая 28 стандартов. Систематизация велась с позиций вепольного анализа.

Термин веполь составлен из двух слов «вещество» и «поле». Веществом обычно является изделие или подлежащая изменению или обнаружению часть изделия и часть инструмента (внешней среды),

* При написании главы использованы материалы книги: Альтшуллер Г. С. Нить в лабиринте // Маленькие необъятные миры. Петрозаводск, 1988. С. 168–230.

непосредственно взаимодействующая с изделием. Эти взаимодействующие вещества обычно принято обозначать как V_1 – изделие, V_2 – инструмент. Взаимодействие этих веществ происходит посредством поля, обозначаемого буквой «П». Различают поля физические: электромагнитные, гравитационные, поля сильных и слабых взаимодействий и поля технические: механические, акустические, тепловые, химические, электрические и магнитные (МАТХЭМ). Связи веществ и полей принято изображать отрезками или стрелками, показывающими направление действия. Веполь должен иметь как минимум две связи, которые объединяют три элемента:



Многие изобретательские задачи решаются по правилу достройки веполя: невепольная система, содержащая только один элемент или неполная вепольная система (два элемента) должны быть достроены до полного веполя.

Применение вепольного анализа благоприятно сказалось на появлении новых стандартов и их более строгую классификацию.

К концу 1984 года в большинстве школ ТРИЗ применялись системы, включающие 54, 59 и 69 стандартов. Практика показала, что стандарты – весьма сильный инструмент ТРИЗ.

В 1983–1986 годах велась интенсивная работа по изучению законов развития технических систем. По современным представлениям развитие систем идет по линии: неполные вепольные системы – полные веполи – сложные веполи – форсированные веполи – комплексно-форсированные веполи. В любом звене этой цепи возможен как переход «вверх» – на следующий системный уровень, так и переход «вниз» – на более низкий системный уровень. Удалось вскрыть некоторые механизмы, реализующие эту общую схему: переход к би- и полисистемам, операции свертывания, переход на микроуровень и т. д. Новые знания о законах развития технических систем позволили внести коррективы в структуру системы стандартов, пополнить ее новыми сильными стандартами. Нововведения были опробованы на семинарах в 1984–1986 годах. Оказалось возможным перейти к системе,

включающей 76 стандартов, основные отличия которой от предыдущих систем заключаются в следующем:

1) классификация стандартов приведена в соответствие с общей схемой развития технических систем: простые веполы – сложные веполы – форсированные веполы – комплексно форсированные веполы – переход в надсистему и к подсистемам;

2) введен ряд новых стандартов. Появление некоторых из них обусловлено углублением знаний о законах развития технических систем, подсказано логикой самой системы стандартов (заполнение «пустых» клеток);

3) значительно увеличено число типичных примеров на стандарты. Примеры дополняют общую формулу стандарта практически важными тонкостями и нюансами. С этой же целью в текст стандартов включены 15 учебных задач.

Стандарты являются эффективными методами устранения технических и физических противоречий. Цель стандартов – преодоление противоречий, в крайнем случае их обход.

Классификация стандартов трехуровневая: стандарты объединены в подклассы, которые, в свою очередь, образуют пять классов.

КЛАСС 1. ПОСТРОЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

1.1. Синтез веполей

1.1.1. Синтез веполя

1.1.2. Переход к внутреннему комплексному веполю

1.1.3. Переход к внешнему комплексному веполю

1.1.4. Переход к веполю на внешней среде

1.1.5. Переход к веполю на внешней среде с добавками

1.1.6. Минимальный режим действия на вещество

1.1.7. Максимальный режим действия на вещество

1.1.8. Избирательно-максимальный режим

1.2. Разрушение веполей

1.2.1. Устранение вредной связи введением постороннего вещества

1.2.2. Устранение вредной связи видоизменением имеющихся веществ

1.2.3. Оттягивание вредного действия поля

1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью поля

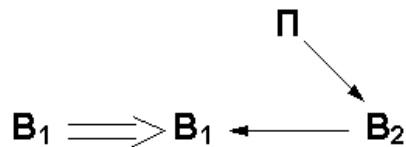
1.2.5. «Отключение» магнитных связей

1.1. Синтез веполей

Главная идея этого подкласса четко отражена в стандарте 1.1.1: для синтеза работоспособной технической системы необходимо – в простейшем случае перейти от невеполя к веполю, нередко построение веполя наталкивается на трудности, обусловленные различными ограничениями на введение веществ и полей. Стандарты 1.1.2–1.1.8 показывают типичные обходные пути в таких случаях.

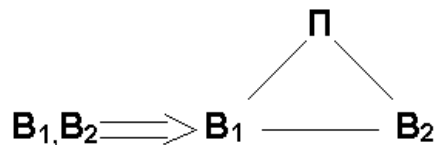
1.1.1. Синтез веполя

Если дан объект, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия не содержат ограничений на введение веществ и полей, задачу решают синтезом веполя, вводя недостающие элементы:

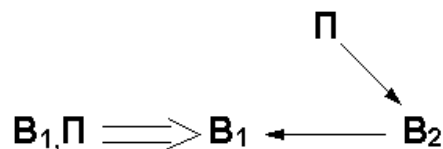


Авторское свидетельство № 283885. Способ деаэрации порошкообразных веществ, отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса деаэрацию проводят под действием центробежных сил.

Даны два вещества – порошок и газ, – сами по себе не взаимодействующих. Введено поле, образовался веполь:



Другой пример. Гравитационное поле и спиленное дерево еще не образуют вепольной системы – нет второго вещества, поэтому поле не обрабатывает дерево. По авторскому свидетельству № 461722 падающее дерево встречает на своем пути ножевое устройство, которое срезает сучья:



Чтобы дозированно подавать сыпучие или жидкие вещества, необходимо нанести их ровным слоем на легко удаляемый материал (например, бумагу). При подготовке такого «бутерброда» происходит

переход от одного вещества к двум, а для удаления основы веполь достраивают введением поля (например, теплового или механического).

Авторское свидетельство № 305363. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов по весу в единице объема, например абразива, при ускоренных износных испытаниях двигателя внутреннего сгорания, отличающийся тем, что с целью повышения точности абразив предварительно наносят равномерным слоем на поверхность гибкой ленты из легковоспламеняющегося вещества, подают ее с заданной скоростью в зону нагрева и сжигают, а абразив отводят к испытываемому объекту.

Задача 1. При горячей прокатке надо подавать жидкую смазку в зону соприкосновения металла с валками. Существует множество систем подачи смазки: самотеком, с помощью разного рода «щеток» и «кистей», под напором (т. е. струйками) и т. д. Все эти системы очень плохи: смазка разбрызгивается, поступает в нужные места неравномерно и в недостаточном количестве, большая часть смазки теряется, загрязняет воздух. Нужно иметь десять разных режимов смазки – известные способы не обеспечивают такую регулировку.

Требуется способ смазки, который обеспечит поступление в нужные зоны необходимого количества смазки – без ее потерь и без существенного усложнения оборудования.

Решение задачи 1 по стандарту 1.1.1

Авторское свидетельство № 589046. Способ подачи жидкой смазки в очаг деформации при горячей прокатке отличается тем, что с целью исключения загрязнения окружающей среды и сокращения расхода жидкой смазкой пропитывают носитель, который подают в очаг деформации с прокаливаемым металлом. В качестве носителя используют материал, ликвидирующийся при температуре деформации, например, в результате сгорания или испарения (в частности, бумажную ленту).

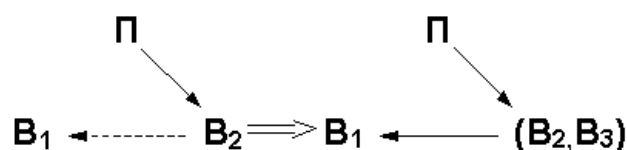
Веполи часто приходится образовывать при решении задач на выполнение операций с тонкими, хрупкими и легко деформирующимися объектами. На время выполнения этих операций объект объединяют с веществом, делающим его твердым и прочным, а затем это вещество удаляют растворением, испарением и т. д.

Авторское свидетельство № 182661. Способ изготовления тонкостенных трубок из нихрома, включающий волочение и промежуточные отжиги в вакууме, отличающийся тем, что с целью получения трубок с толщиной стенок 0,01 мм и обеспечения при этом допуска отклонения по толщине стенки в пределах 0,002–0,003 мм, повышения

выхода годного продукта, волочение на последних операциях доводки осуществляют на алюминиевом стержне, удаляемом после обработки вытравливанием щелочью.

1.1.2. Переход к внутреннему комплексному веполю

Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение добавок в имеющиеся вещества, задачу решают переходом (постоянным или временным) к внутреннему комплексному веполю, вводя в V_1 или V_2 добавки, увеличивающие управляемость или придающие веполю нужные свойства:



Здесь V_1 – изделие, V_2 – инструмент, V_3 – добавка; скобками обозначена внутренняя комплексная связь (внешняя комплексная связь обозначается без скобок).

Авторское свидетельство № 265068. Способ проведения массообменных процессов с вязкой жидкостью. Жидкость предварительно газифицируют.

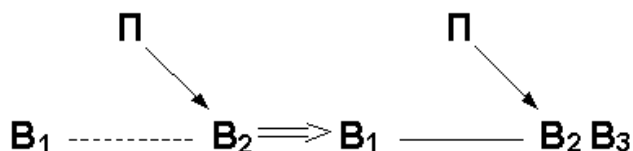
Авторское свидетельство № 1044879. Клапан для токсичных и взрывчатых веществ. Клапан заполнен легкоплавким припоем, в который введены ферромагнитные частицы (с внешней стороны установлен электромагнит).

Нередко по условиям задачи даются два вещества, причем оба они плохо взаимодействуют с полем. Веполю как бы есть (все три элемента заданы) и его как бы нет, он не «складывается». Простейшие обходные пути в этом случае состоят во введении добавок – внутренних (в одно из веществ) и наружных (на одно из веществ). Такие веполи получили название комплексных (стандарты 1.1.2 и 1.1.3).

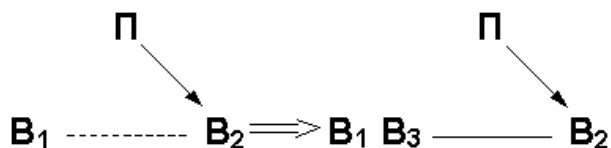
Иногда одно и то же решение – в зависимости от постановки задачи – может быть записано и как постройка веполя, и как постройка комплексного веполя. Например: «Как визуально обнаружить маленькие капельки жидкости?» Решение: синтез веполя – в жидкость предварительно вводят люминофор и освещают зону поиска ультрафиолетовым светом (авторское свидетельство № 277805). Возможна иная постановка той же задачи: «Как обнаружить неплотности в агрегате холодильника?» Здесь веществами являются «неплотности» и протекающие сквозь них капли жидкости. Люминофор – добавка, образующая внутренний комплекс с веществом жидкости.

1.1.3. Переход к внешнему комплексному веполю

Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия содержат ограничения на введение добавок в имеющиеся вещества V_1 или V_2 , задачу решают переходом (постоянным или временным) к внешнему комплексному веполю, присоединяя к V_1 или V_2 внешнее V_3 , увеличивающее управляемость или придающее веполю нужные свойства.



Предположим, в условиях задачи на обнаружение неплотностей в агрегате холодильника имеется ограничение: люминофор нельзя вводить в жидкость. В этом случае вещество-обнаружитель может быть расположено на наружной поверхности агрегата (авторское свидетельство № 311109). Возникает внешний комплексный веполь:



1.1.4. Переход к веполю на внешней среде

Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия содержат ограничения на введение в него или присоединение к нему веществ, задачу решают достройкой веполя, используя в качестве вводимого вещества имеющуюся внешнюю среду.

Авторское свидетельство № 175835. Саморазгружающаяся баржа по авторскому свидетельству № 163914 отличается тем, что с целью повышения надежности возврата баржи в исходное положение после разгрузки при любых углах крена и опрокидывания она выполнена с балластной килевой цистерной, имеющей в наружных стенках отверстия, постоянно сообщающиеся с забортным пространством.

Нужно иметь тяжелый киль и нельзя иметь тяжелый киль. Выход: сделать киль из воды. В воде такой киль ничего не весит, а когда баржа опрокинута, киль оказывается в воздухе и приобретает вес. Вода не успевает вытечь из отверстий – киль возвращает баржу в нормальное положение.

Если необходимо менять вес движущегося тела, а это сделать нельзя, то телу надо придать форму крыла и, меняя наклон крыла к направлению движения, получить дополнительную направленную вверх или вниз силу.

Авторское свидетельство № 358689. Центробежный датчик угловой скорости, содержащий двуплечие рычаги и грузы, отличающийся тем, что с целью уменьшения габаритов и веса грузы выполнены в виде крыла для создания дополнительной подъемной силы при вращении.

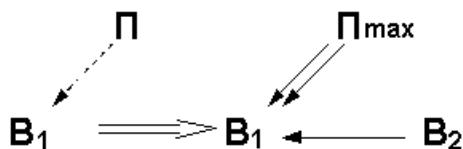
1.1.5. Переход к веполю на внешней среде с добавками

Если внешняя среда не содержит веществ, необходимых для построения веполя по стандарту 1.1.4, эти вещества могут быть получены заменой внешней среды, ее разложением или введением в нее добавок.

Авторское свидетельство № 796500. В опорном узле скольжения используют смазку (в данном случае это внешняя среда). Для улучшения демпфирования смазку газифицируют, разлагая ее электролизом.

1.1.6. Минимальный режим действия на вещество

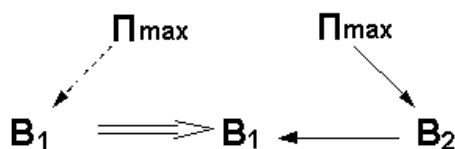
Если нужен минимальный (дозированный, оптимальный) режим действия, а обеспечить его по условиям задачи трудно или невозможно, надо использовать максимальный режим, а избыток убрать. При этом избыток поля убирают веществом, а избыток вещества – полем. Избыточное действие обозначено двумя стрелками:



Авторское свидетельство № 242714. Для получения тонкого слоя краски на изделие наносят избыточное покрытие, окуная изделие в бак с краской. Затем изделие вращают, и центробежные силы сбрасывают избыток краски.

1.1.7. Максимальный режим действия на вещество

Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество, а это по тем или иным причинам недопустимо, максимальное действие следует сохранить, но направить его на другое вещество, связанное с первым:



Авторское свидетельство № 120909. При изготовлении предварительно напряженного железобетона нужно растянуть стальные стержни. Для этого их нагревают. От тепла стержни удлиняются, и в таком виде их закрепляют. Однако, если вместо стержней использовать проволоку, ее надо нагревать до 700 °С, а допустим нагрев только до 400 °С (при большом нагреве проволока теряет свои свойства). Предложено нагревать нерасходуемый жаропрочный стержень, который от нагрева удлиняется и в таком виде соединяется с проволокой. Охлаждаясь, стержень укорачивается и растягивает проволоку, оставшуюся холодной.

1.1.8. Избирательно-максимальный режим

Если нужен избирательно-максимальный режим (максимальный в определенных зонах при сохранении минимального в других), поле должно быть максимальным.

1.1.8.1. Избирательно-максимальный режим: поле максимальное

В первом случае в места, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество.

1.1.8.2. Избирательно-максимальный режим: поле минимальное

Во втором – в места, где необходимо максимальное воздействие, вводят вещество, дающее локальное поле, например, термитные составы – для теплового воздействия, взрывные составы – для механического воздействия (1.1.8.2).

Авторское свидетельство № 264619. Для запайки ампулы с лекарством горелку включают на максимальный режим, а избыток пламени отсекают, погружая корпус ампулы в воду (так, что высовывается только верхушка ампулы).

Задача 2. Имеются полистироловые катушки с тонким изолированным проводом и металлическими ножками. Припайку провода к ножкам осуществляли окунанием в ванну с припоем при 280 °С. Однако при этом требовалась зачистка концов провода. С целью повышения производительности было предложено вести пайку при температуре припоя 380 °С. При этой температуре изоляция провода сгорает, происходит лужение провода. Однако при такой температуре ножки катушки перегреваются, полистирол размягчается и ножки перекашиваются, а это недопустимо. Как быть?

Решение задачи 2 по стандарту 1.1.8.2

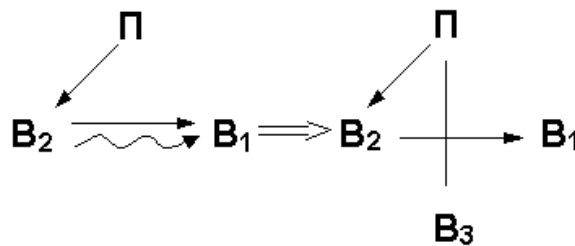
Ножки с концами проводов предварительно окунают в экзотермическую смесь с температурой сгорания 350–400 °С, а затем пайка ведется как раньше – окунанием в припой с температурой 280 °С. Изоляция сгорает при вспышке экзотермической смеси, а полистирольная катушка не размягчается.

1.2. Разрушение веполей

В подкласс 1.2 входят стандарты на разрушение веполей и устранение или нейтрализацию вредных связей в них. Наиболее сильная идея этого подкласса – мобилизация необходимых элементов за счет использования имеющихся вещественно-полевых ресурсов. Особенно важен стандарт 1.2.2, по которому функции нового вещества выполняет уже имеющееся в системе, но видоизмененное вещество.

1.2.1. Устранение вредной связи введением постороннего вещества

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия (причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно), задачу решают введением между веществами постороннего третьего вещества, дарового или достаточно дешевого:



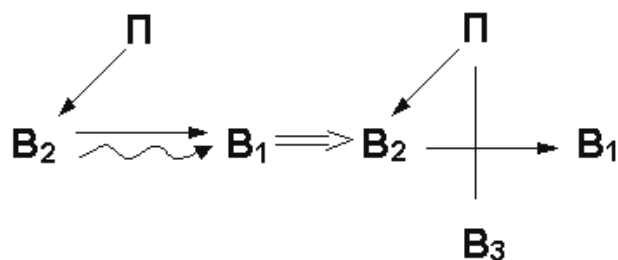
(Волнистой стрелкой обозначено взаимодействие, которое по условиям надо устранить.)

Авторское свидетельство № 724242. Способ гибки ошипованной трубы намоткой ее в холодном состоянии на гибочный шаблон отличается тем, что с целью повышения качества при гибке трубы на радиус менее трех наружных диаметров трубы при намотке трубы ее шипы погружают в слой эластичного материала, например полиуретана.

Авторское свидетельство № 880889. Способ упаковки и консервации изделий со сложно-рельефной поверхностью, предусматривающий окунание их в расплав полимера. Отличается тем, что с целью облегчения съема упаковки перед окунанием в расплав вводят подслой, содержащий парообразующее вещество.

1.2.2. Устранение вредной связи видоизменением имеющихся веществ

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 веществами третьего, являющегося их видоизменением:



Вещество B_3 может быть введено в систему извне в готовом виде или получено (действием Π_1 или Π_2) из имеющихся веществ. В частности, B_3 может быть «пустотой», пузырьками, пеной и т. д.

Авторское свидетельство № 783154. Способ транспортирования пульпы по трубопроводу, включающий подачу пульпы в трубопровод и перемещение по нему. Отличается тем, что с целью снижения износа трубопровода наружную стенку последнего охлаждают до образования на внутренней его поверхности слоя замороженной пульпы.

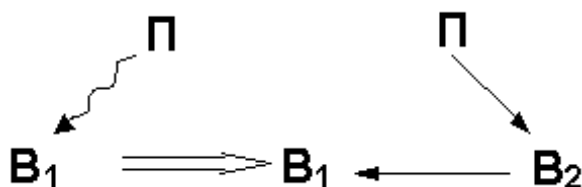
Задача 3. При осаждении металлов электролизом из водных растворов возникает проблема отделения осадка (продукции) от катода (инструмента). Операция эта весьма трудоемкая и производится вручную (красноречиво само название операции – «сдирка»). Как быть?

Решение задачи 3 по стандарту 1.2.2

Между катодом и слоем осажденного на катод металла должна быть прослойка – легко образующаяся, электропроводная, легко разрушающаяся. По авторскому свидетельству № 553309 такую прослойку получают, покрывая катод рыхлым губчатым слоем осаждаемого металла, который наносят электролитически в режиме предельного тока.

1.2.3. «Оттягивание» вредного действия поля

Если необходимо устранить вредное действие поля на вещество, задача может быть решена введением второго элемента, оттягивающего на себя вредное действие поля:

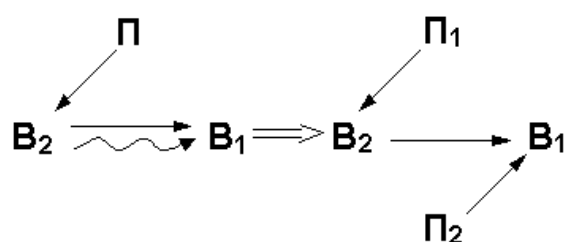


Авторское свидетельство № 152492. Для защиты подземных кабельных линий от повреждений, вызываемых образованием в грунте морозобойных трещин, заранее прорывают узкие прорезы («трещины») в стороне от трассы кабеля.

Для защиты труб от разрыва при замораживании в трубе размещают надувную пластмассовую вставку (шланг). Замерзая, вода расширяется и сдавливает мягкую вставку, а труба остается целой.

1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью поля

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 :

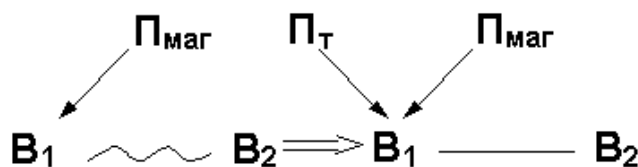


Авторское свидетельство № 755247. Для опыления цветов обдувают воздухом. Но цветок от ветра закрывается. Предложено раскрыть цветок воздействием электрического заряда.

Авторское свидетельство № 589482. Автоматическая система с обратной связью возбуждает в фундаментных опорах колебания, равные по величине, но противоположные по направлению колебаниям, возникающим при работе технологического оборудования.

1.2.5. «Отключение» магнитных связей

Если надо разрушить веполь с магнитным полем, задача может быть решена с применением физических эффектов, «отключающих» ферромагнитные свойства веществ, например, размагничиванием при ударе или при нагреве выше точки Кюри:



Авторское свидетельство № 397289. Способ контактной приварки ферропорошков. Перед подачей в зону приварки порошок нагревают до точки Кюри. Это предотвращает выталкивание порошка магнитным полем сварочного тока.

Авторское свидетельство № 312746. Способ внутреннего шлифования путем воздействия на изделие ферромагнитной средой, которую приводят в движение посредством вращающегося магнитного поля. Отличается тем, что с целью интенсификации обработки изделий из ферромагнитного материала последние нагревают до температуры, равной или выше точки Кюри.

КЛАСС 2. РАЗВИТИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

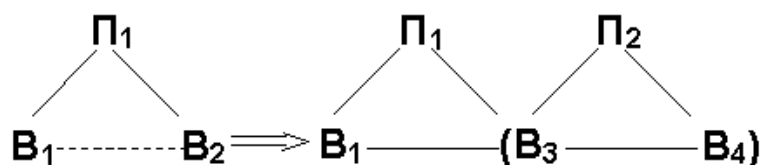
- 2.1. Переход к сложным веполям
 - 2.1.1. Переход к цепному веполю
 - 2.1.2. Переход к двойному веполю
- 2.2. Форсирование веполей
 - 2.2.1. Переход к более управляемым полям
 - 2.2.2. Дробление инструмента
 - 2.2.3. Переход к капиллярно-пористому веществу
 - 2.2.4. Динамизация веполя
 - 2.2.5. Структуризация поля
 - 2.2.6. Структуризация вещества
- 2.3. Форсирование согласованием ритмики
 - 2.3.1. Согласование ритмики поля и изделия (или инструмента)
 - 2.3.2. Согласование ритмики используемых полей
 - 2.3.3. Согласование несовместимых или ранее независимых действий
- 2.4. Феполи (комплексно-форсированные веполи)
 - 2.4.1. Переход к «протофеполю»
 - 2.4.2. Переход к феполю
 - 2.4.3. Использование магнитной жидкости
 - 2.4.4. Использование капиллярно-пористой структуры феполя
 - 2.4.5. Переход к комплексному феполю
 - 2.4.6. Переход к феполю на внешней среде
 - 2.4.7. Использование физических эффектов
 - 2.4.8. Динамизация феполя
 - 2.4.9. Структуризация феполя
 - 2.4.10. Согласование ритмики в феполе
 - 2.4.11. Переход к эполю – веполю с взаимодействующими токами
 - 2.4.12. Использование электрореологической жидкости

2.1. Переход к сложным вепольм

Повышение эффективности вепольей может быть достигнуто прежде всего переходом от простых вепольей к сложным – цепным и двойным. Усложнение здесь относительно небольшое, между тем переход обеспечивает появление новых и усиление уже имеющихся качеств, прежде всего управляемости системы.

2.1.1. Переход к цепному веполью

Если нужно повысить эффективность вепольной системы, задачу решают превращением одной из частей веполья в независимо управляемый веполь и образованием цепного веполья:



V_3 или V_4 , в свою очередь, может быть развернуто в веполь.

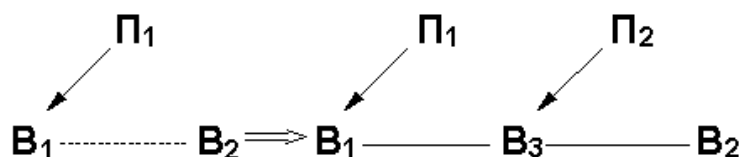
Авторское свидетельство № 428119. Устройство для заклинивания, содержащее клин и клиновую прокладку с нагревательным элементом, отличающееся тем, что с целью облегчения извлечения клина клиновое прокладку выполнена из двух частей, одна из которых легкоплавкая.

Если в технической системе имеется объект, который движется или должен двигаться под действием силы тяжести вокруг некоторой оси, и надо управлять движением этого объекта, задача решается введением в данный объект вещества, управляемо движущегося внутри объекта и вызывающего своим движением перемещение центра тяжести системы.

Авторское свидетельство № 271763. Самоходный кран с подвижным противовесом.

Авторское свидетельство № 508427. Трактор с подвижным центром тяжести для работы на крутых склонах.

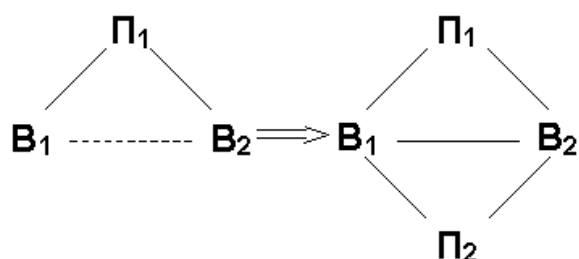
Цепной веполь может образовываться и при развертывании связей в веполье. В этом случае связь $V_1 \text{ --- } V_2$ встраивается в звено $P_2 \text{ --- } V_3$:



Патент Англии 824047. Предлагается устройство для передачи вращения с одного вала к другому (муфта), содержащее наружный и внутренний роторы, охваченные электромагнитом. В зазоре между роторами находится магнитная жидкость, твердеющая в магнитном поле. Если электромагнит не включен, роторы свободно вращаются относительно друг друга. При включении электромагнита жидкость приобретает твердость и жестко связывает роторы, то есть позволяет передавать вращающий момент.

2.1.2. Переход к двойному веполю

Если дан плохо управляемый веполь и нужно повысить его эффективность, причем замена элементов этого веполя недопустима, задача решается постройкой двойного веполя путем введения второго поля, хорошо поддающегося управлению:



Авторское свидетельство № 275331. Способ регулируемого расхода жидкого металла из разливочного ковша, отличающийся тем, что с целью безаварийной разливки гидростатический напор регулируют высотой металла над отверстием разливочного стакана, вращая металл в ковше электромагнитным полем.

Задача 4. Установка для получения искусственных шаровых молний представляет собой реактор («бочку»), внутри которого находится гелий (давление до 3 атм.). Под действием мощного электромагнитного излучения в гелии возникает плазменный шнуровой разряд, стягивающийся в сферический сгусток плазмы. Для удержания этого сгустка в центральной части «бочки» используют соленоид, кольцеобразно расположенный вокруг «бочки». Изменились условия опыта – резко повысилась мощность ЭМ-излучения. Плазма стала горячее и, следовательно, менее плотной, более легкой. Плазменный шар стал всплывать вверх. Чтобы удержать молнию в центре «бочки», попробовали повысить мощность соленоидного кольца. Ничего не получилось: молния поднималась вверх – только чуть медленнее. Сотрудники П. Л. Капицы предложили демонтировать установку, строить новую, имеющую значительно более сильную соленоидную систему. Но П. Л. Капица нашел другое решение. Какое?

Решение задачи 4 по стандарту 2.1.2

Дан неэффективный (неуправляемый) веполь: гравитационное поле, плазменный разряд, газ. Необходимо ввести второе (управляемое) поле. Каким оно может быть? Гравитационные, тепловые, электромагнитные поля отпадают по условиям задачи. Остаются различные механические поля, прежде всего – поле центробежных сил.

«Идея заключалась в том, чтобы завертеть по кругу газ... Вместе с газом завертелся и сам разряд и перестал всплывать... А заставляли газ непрерывно вращаться самые обычные воздуходувки, хорошо знакомые всем по домашнему пылесосу. Впрочем, именно пылесос и был использован на первых порах» (Чернова А. Похищение молнии // Химия и жизнь, 1971, № 3, с. 8).

2.2. Форсирование веполей

Общая идея шести стандартов, входящих в этот подкласс, заключается в увеличении эффективности веполей – простых и сложных – без введения новых полей и веществ. Достигается это форсированным использованием имеющихся вещественно-полевых ресурсов.

2.2.1. Переход к более управляемым полям

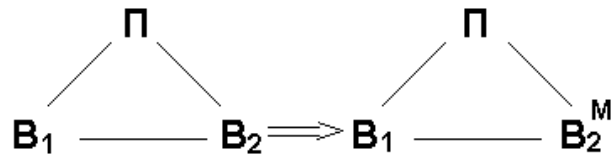
Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена заменой неуправляемого (или плохо управляемого) рабочего поля управляемым (хорошо управляемым) полем, например, заменой гравитационного поля механическим, механического – электрическим и т. д.

Авторское свидетельство № 989386. Способ определения поверхностного натяжения жидкостей методом максимального давления в капле, выдавливаемой из капилляра, отличающийся тем, что с целью экономии дорогостоящих материалов, повышения воспроизводимости результатов и расширения круга исследуемых материалов максимальное давление создают с помощью центробежных сил, при этом измеряют скорость вращения жидкости в капилляре в момент выдавливания капли.

Авторское свидетельство № 496146. Способ очистки электролита в процессе электромеханической обработки, основанный на отделении продуктов анодного растворения, отличающийся тем, что с целью повышения качества очистки электролит до входа в рабочий зазор пропускают через электростатическое поле.

2.2.2. Дробление инструмента

Если дана вепольная система, то ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени дисперсности (дробления) вещества, играющего роль инструмента:



Примечания:

1. Символом V^M обозначено вещество, состоящее из множества мелких частиц (песчинки, порошок, дробинки и т. д.).

2. Стандарт 2.2.1 отражает одну из основных закономерностей развития технических систем – тенденцию к измельчению инструмента или его части, непосредственно взаимодействующей с изделием.

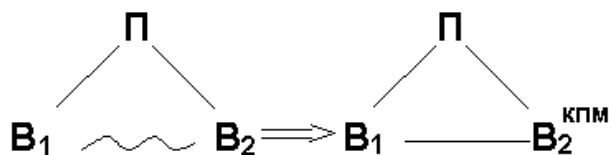
Авторское свидетельство № 272737. При последовательной перекачке разных жидкостей по одному трубопроводу использовались поршневые и шаровые разделители. Работали они плохо, быстро истирались, застревали и т. д. Предложено ввести в зону контакта жидкостей разделитель из дробинки размерами 0,3–0,5 мм с плотностью равной средней плотности жидкостей.

Авторское свидетельство № 354145. В щите для выемки угольных пластов вместо балок большого диаметра предложено использовать пучки из тонкомерных стержней. Видна линия дальнейшего развития: от пучков стержней к пучкам нитей.

2.2.3. Переход к капиллярно-пористому веществу

Особый случай дробления вещества – переход от сплошных веществ к капиллярно-пористым. Переход этот осуществляется по линии «сплошное вещество → сплошное вещество с одной полостью → сплошное вещество со многими полостями (перфорированное вещество) → капиллярно-пористое вещество → капиллярно-пористое вещество с определенной структурой (и размерами) пор».

По мере развития этой линии увеличивается возможность размещения в полостях-порах жидкого вещества и использования физических эффектов:



Авторское свидетельство № 243177. Устройство для передачи усилий от опоры копра на фундамент. Отличается тем, что с целью обеспечения равномерности давления на фундамент выполнено в виде плоского замкнутого сосуда, заполненного жидкостью.

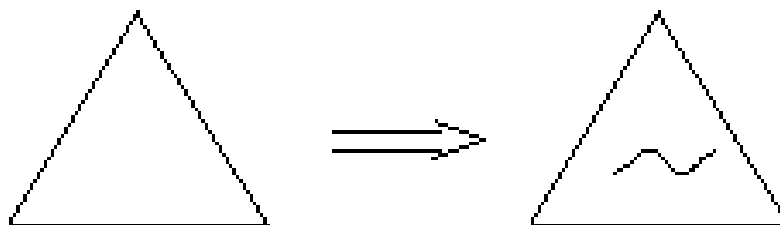
Авторское свидетельство № 878312. Огнепреградитель, содержащий корпус с размещенными между решеток гранулами насадки, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности работы огнепреградителя гранулы насадки выполнены полыми из легкоплавкого материала и заполнены огнетушащим веществом.

Авторское свидетельство № 403517. Нагревательный стержень-паяльник выполнен не сплошным, а капиллярно-пористым. Благодаря этому можно отсасывать припой при демонтаже паяных соединений.

Авторское свидетельство № 493252. Пучок капиллярных трубок (вместо одного крупного баллончика) образует устройство, аккуратно наносящее клей.

2.2.4. Динамизация веполя

Если дана веполевая система, ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени динамизации, то есть перехода к более гибкой, быстро меняющейся структуре системы:



Примечания:

1. Треугольным символом с волнистой линией обозначена динамичная веполевая система, перестраивающаяся в процессе работы.
2. Динамизация B_2 чаще всего начинается с разделения B_2 на две шарнирно соединенные части. Далее динамизация идет по линии «один шарнир → много шарниров → гибкое B_2 ».
3. Динамизация Π в простейшем случае осуществляется переходом от постоянного действия поля (или Π совместно с B_2) к импульсному действию.

Авторское свидетельство № 324990. Опора для шпалерных насаждений, выполненная в виде столба для крепления шпалерной проволоки, отличающаяся тем, что с целью использования самой опоры для осеннего пригибания ветвей, подвязанных к проволоке, она выполнена из двух шарнирно соединенных частей.

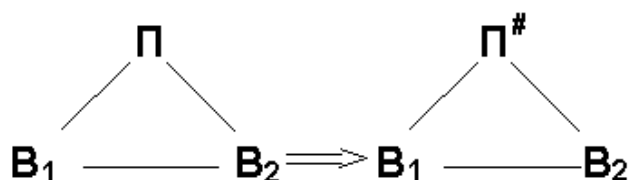
Авторское свидетельство № 943392. Способ обработки тампонажного раствора путем воздействия на него магнитным полем, отличающийся тем, что с целью повышения качества тампонажного раствора воздействие магнитным полем ведут в импульсном режиме.

Эффективная динамизация системы может быть осуществлена за счет использования фазовых переходов первого рода (например, замерзание воды или таяние льда) или второго рода (например, эффект «памяти формы»).

Авторское свидетельство № 280867. Способ соединения токоподводящих шин электролизных ванн легкоплавким составом, помещенным в зазоры между концами шин. Отличается тем, что с целью снижения окисления сплава и улучшения электрического контакта между шинами количество тепла, отводимое от контактного соединения, регулируют так, чтобы при работе ванны поддерживать сплав в твердом состоянии, а при демонтаже и монтаже контактного соединения – в жидком.

2.2.5. Структуризация поля

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от полей однородных или имеющих неупорядоченную структуру к полям неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную):



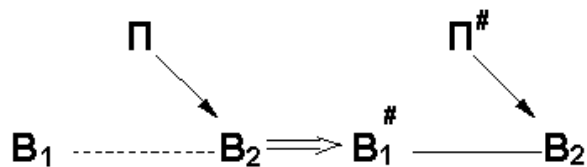
Примечание. Значок # над буквой «П» указывает, что поле имеет определенную пространственно-временную структуру.

Авторское свидетельство № 504538. Способ фумигации (окуривания ядовитым газом) помещений на судах. Пункт 1 формулы изобретения: используют звуковое поле. Пункт 3: источники звука работают в противофазе и создают стоячие волны.

Авторское свидетельство № 715341. Частицы порошка заряжают разноименным электричеством. Наносят слой одного порошка на слой другого и перемещают их в неоднородном электрическом поле. При движении порошки быстро смешиваются.

Авторское свидетельство № 1044333. Для отделения из потока слабомагнитных тонких фракций предложено использовать неоднородное магнитное поле, создаваемое рифленой пластиной.

Если веществу, входящему в веполь (или могущему войти), должна быть придана определенная пространственная структура, то процесс следует вести в поле, которое имеет структуру, соответствующую требуемой структуре вещества:



Авторское свидетельство № 536874. Способ профилирования материала (типа пруткового) путем наложения на заготовку ультразвуковых колебаний и ее пластической деформации, отличающийся тем, что с целью получения на заготовке периодического профиля синусоидального характера заготовку подвергают действию ультразвуковых колебаний так, чтобы расположение пучностей и узлов ультразвуковой волны соответствовало выступам и впадинам профиля, после чего осуществляется процесс пластического деформирования заготовки в осевом направлении.

Если надо перераспределить энергию поля, например с целью концентрации, или, наоборот, создать зоны, где действие поля не проявляется, следует перейти к использованию стоячих волн.

Авторское свидетельство № 1085767. Способ заточки стеклянных микропипеток, установленных под углом к подложке, на которую помещают свободный абразив, отличающийся тем, что с целью повышения производительности из абразива посредством возбуждения стоячей волны формируют валик, в который помещают обрабатываемый кончик микропипетки.

Стандарт 2.2.5 часто используют в сочетании со стандартом 1.2.5 (отключение магнитных связей).

Авторское свидетельство № 729658. Способ изготовления ферритовых изделий со сложным магнитопроводом, включающий пресование ферритовой плиты с последующим обжигом и выполнением в ней нерабочих зон, отличающийся тем, что с целью повышения механической прочности изделий нерабочие зоны выполняют с местным нагревом до потери магнитных свойств.

Задача 5. Предположим, что на одной из планет системы Тау Кита обнаружена жизнь. Правда, всего лишь в виде планктона. Автоматы доставили на Землю образцы воды с крохотными (50–100 микрон) комочками живой материи. Сразу же возникла задача: как наблюдать

«инопланетян» в микроскоп, если они находятся в постоянном броуновском движении? Посмотришь в микроскоп и ничего не разглядишь: тау-китяне, как сказано у поэта, «то явятся, то растворятся...».

Чтобы вести наблюдение с помощью микроскопа, объект нужно остановить и некоторое время (1–2 минуты) подержать на месте. Требуется предложить идею способа фиксирования микрообъектов в жидкости (в условиях, максимально близких к естественным).

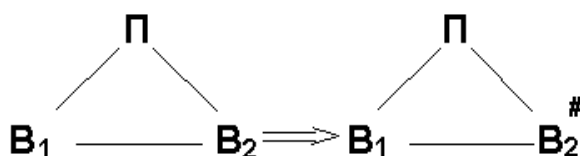
Для сведения. Частицы планктона практически неспособны к самостоятельному передвижению. Они перемещаются вместе с водой, либо за счет броуновского движения.

Решение задачи 5 по стандарту 2.2.5.

Авторское свидетельство № 523397. Создают стоячую волну. Частицы фиксируются в узлах.

2.2.6. Структуризация вещества

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от веществ однородных или имеющих неупорядоченную структуру к веществам неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную):



Примечание. Значок # над буквой «В» указывает, что вещество имеет определенную пространственно-временную структуру.

Авторское свидетельство № 713146. Способ изготовления пористых огнеупоров: для создания направленной пористости используют выгорающие шелковые нити.

Если нужно получить интенсивное тепловое воздействие в определенных местах системы (точках, линиях), в эти места следует заранее ввести экзотермические вещества.

2.3. Форсирование согласованием ритмики

Подкласс 2.3 включает стандарты по форсированию веполей наиболее экономичными способами. Вместо введения или существенного изменения веществ и полей стандарты подкласса 2.3 предусматривают чисто количественные изменения – частот, размеров, массы. Таким образом, значительный новый эффект достигается при минимальных изменениях системы.

2.3.1. Согласование ритмики поля и изделия (или инструмента)

В вепольных системах действие поля должно быть согласовано по частоте (или сознательно рассогласовано) с собственной частотой изделия (или инструмента).

Авторское свидетельство № 614794. Устройство для массажа синхронно с ударами сердца. В стенку ванны, куда помещают больного, вмонтирована диафрагма насоса, передающего лечебной жидкости или грязям импульсы по команде датчика, контактирующего с телом больного.

Авторское свидетельство № 856706. Способ дуговой сварки плавящимся электродом, при котором на дугу воздействуют импульсным высокочастотным магнитным полем, отличающимся тем, что с целью повышения производительности процесса дуговой сварки магнитное поле генерирует с частотой пульсации, равной собственной частоте электрода.

Авторское свидетельство № 307896. Способ безопилочного резания древесины при помощи изменяющего свои геометрические размеры режущего инструмента, отличающийся тем, что с целью снижения усилия внедрения инструмента в древесину резание ее осуществляют инструментом, частота пульсации которого близка к собственной частоте колебаний перерезаемой древесины.

Примеры на антирезонанс

Авторское свидетельство № 714509. Провод электропередачи, содержащий один или несколько повивов проволок, отличающийся тем, что с целью увеличения эксплуатационной надежности провода путем уменьшения амплитуды колебания провода при гололедно-ветровых нагрузках диаметр одной из проволок внешнего повива больше диаметра остальных.

Задача 6. В пятом номере бюллетеня «Изобретения. Открытия» за 1985 год, на с. 99, приведена формула авторского свидетельства № 1138511: «Способ закрепления несвязных пород, включающий нагнетание в породы тампонажного раствора, отличающийся тем, что с целью снижения затрат путем увеличения радиуса закрепления пород во время нагнетания тампонажного раствора ему и окружающим породам сообщают колебания». Спрогнозируйте следующее техническое решение, закономерно развивающее изобретение по авторскому свидетельству № 1138511.

Решение задачи 6 по стандарту 2.3.1

Очевидная аналогия с приведенным выше авторским свидетельством № 317797, по которому ослабление горной породы достигается нагнетанием жидкости в резонанс с частотой разрушаемого массива.

По авторскому свидетельству № 1138511 надо не ослаблять, а укреплять массив горной породы. Таким образом, следующее изобретение рассогласует (а может быть, и согласует) частоту нагнетания тампонажного раствора с собственной частотой горного массива.

2.3.2. Согласование ритмики используемых полей

В сложных вепольных системах должны быть согласованы (или сознательно рассогласованы) частоты используемых полей.

Авторское свидетельство № 865391. Способ обогащения тонкоизмельченных сильномагнитных руд, включающий воздействие на руду бегущим магнитным полем и вибрациями. Отличается тем, что с целью повышения эффективности процесса сепарации бегущее поле включают синхронно вибрациям.

Авторское свидетельство № 521107. Способ нанесения покрытий электрическими разрядами с использованием наносимого материала в виде порошка, включающий импульсную подачу тока с наложением магнитного поля. Отличается тем, что с целью повышения твердости и обеспечения мелкозернистости структуры покрытий наложение магнитного поля осуществляют импульсами, причем каждому импульсу магнитного поля соответствует импульс тока.

2.3.3. Согласование несовместимых или ранее независимых действий

Если два действия, например изменение и измерение, несовместимы, одно действие осуществляют в паузах другого. Помните: паузы в одном действии должны быть заполнены другим полезным действием.

Авторское свидетельство № 336120. Способ автоматического управления термическим циклом контактной точечной сварки (преимущественно деталей малых толщин), основанный на измерении термоэлектродвижущей силы, отличающийся тем, что с целью повышения точности управления при сварке импульсами повышенной частоты измеряют термоэлектродвижущую силу в паузах между импульсами сварочного тока.

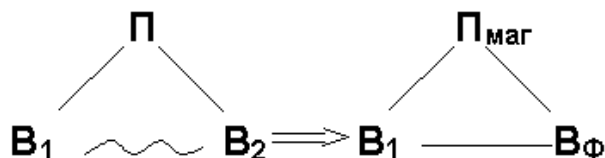
Авторское свидетельство № 778981. Способ электрохимической обработки деталей импульсным рабочим током с индукционным нагреванием их в процессе обработки, отличающийся тем, что с целью повышения производительности труда индукционный нагрев производят в паузах между импульсами рабочего тока.

2.4. Феполи (комплексно-форсированные веполи)

Форсирование может идти сразу несколькими стандартными путями. Наибольшему форсированию поддаются феполи (то есть веполи с дисперсным ферровеществом и магнитным полем).

2.4.1. Переход к «протофеполю»

Если дана веполевая система, ее эффективность может быть повышена путем использования ферромагнитного вещества и магнитного поля:



Примечание. Стандарт о применении ферромагнитного вещества, не находящегося в измельченном состоянии. Речь идет о «протофеполях», «полуфеполях» – структуре на пути к феполям.

Стандарт применим не только к простым веполям, но и к комплексным, а также к веполям, включающим внешнюю среду.

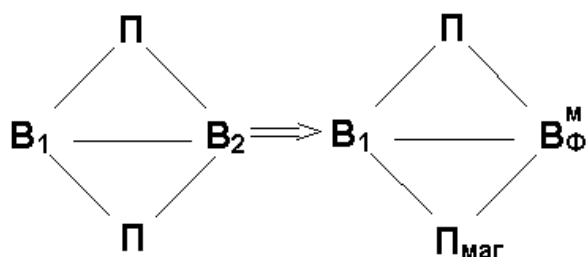
Авторское свидетельство № 794113. Способ укладки дренажа, включающий отрывку траншеи с одновременной укладкой в нее труб, заделку стыков труб фильтрующим материалом и засыпку траншеи грунтом. Отличается тем, что с целью повышения качества укладки путем устранения смещения труб (одна относительно другой) поверхность дренажных труб и фильтрующий материал перед укладкой в траншею покрывают слоем ферромагнетика и намагничивают.

2.4.2. Переход к феполю

Чтобы повысить эффективность управления системой, необходимо перейти от веполя или «протофеполя» к феполю, заменив одно из веществ феррочастицами (или добавив феррочастицы) – стружку, гранулы, зерна и т. д. – и использовав магнитное или электромагнитное поле.

Эффективность управления повышается с увеличением степени дробления феррочастиц, поэтому развитие феполей идет по линии: гранулы – порошок – мелкодисперсные феррочастицы.

Эффективность повышается также с увеличением степени дробления вещества, в которое введены феррочастицы. Развитие здесь идет по линии: «твердое вещество → зерна → порошок → жидкость»:



Примечание. Переход к фепольям можно рассматривать как совместное применение двух стандартов – 2.4.1 (введение ферровещества и магнитного поля) и 2.2.1 (дробление вещества).

Превратившись в феполь, вепольная система повторяет цикл развития веполей – но на новом уровне, так как феполи отличаются высокой управляемостью и эффективностью. Все стандарты, входящие в группу 2.4, можно считать своего рода «изотопами» нормально-го ряда стандартов (группы 2.1–2.3). Выделение «фепольной линии» в отдельную группу 2.4 оправдано (во всяком случае на этом этапе развития системы стандартов) исключительным практическим значением феполей. Кроме того, «фепольный ряд» удобен как тонкий исследовательский инструмент для изучения более грубого «вепольного ряда» и прогнозирования его развития.

Авторское свидетельство № 1006598. Способ предотвращения образования льда на поверхности водоема, включающий создание на защищаемой поверхности теплоизоляционного слоя, образованного из гранул непоглощающего воду теплоизоляционного материала легче воды. Отличается тем, что с целью повышения надежности защиты путем ликвидации сноса теплоизоляционного материала течением теплоизоляционный слой, выполненный из гранул металлизированного ферромагнетиками материала, размещают между противоположно направленными магнитными полями.

Авторское свидетельство № 1068693. Мишень для стрельбы из лука. Выполнена в виде кольцевого электромагнита, заполненного сыпучим ферромагнитным материалом.

Авторское свидетельство № 708108. Способ временного перекрытия трубопровода путем закачки в него композиции, способной отвердевать до образования герметизирующего тампона, отличающийся тем, что перед закачкой в трубопровод с целью повышения эффективности в композицию добавляют дисперсный адсорбент с ферромагнитными свойствами, а в процессе закачки в зоне формирования герметизирующего тампона на композицию воздействуют магнитным полем.

Задача 7. Стальную проволоку изготавливают волочением через фильеру. При этом проволока быстро изнашивает фильеру, диаметр отверстия в ней (а следовательно, и диаметр проволоки) увеличивается, фильеру приходится часто менять. Как быть?

Решение задачи 7 по стандарту 2.4.2

Один из типичных случаев, когда решением является переход от веполя к феполью. Авторское свидетельство № 499912. Способ

бесфильтрного волочения стальной проволоки, включающий деформацию растяжением, отличающийся тем, что с целью получения проволоки постоянного диаметра без перегибов и нагрева, необходимую деформацию осуществляют путем протягивания проволоки через ферромагнитную массу, помещенную в электромагнитное поле.

2.4.3. Использование магнитной жидкости

Эффективность феполей может быть повышена путем перехода к использованию магнитных жидкостей – коллоидных феррочастиц, взвешенных в керосине, силиконе или воде. Стандарт 2.4.3 можно рассматривать как предельный случай развития по стандарту 2.4.2.

Авторское свидетельство № 1124152. Устройство для снижения гидравлического сопротивления в трубопроводе, содержащее средства для создания кольцевого пристеночного слоя маловязкой жидкости, отличающееся тем, что с целью снижения затрат средство для создания кольцевого пристеночного слоя выполнено в виде постоянных магнитов, установленных на внешней поверхности трубопровода на расстоянии, равном 0,5–10 их ширины, при этом в качестве маловязкой жидкости используют магнитную жидкость.

Авторское свидетельство № 740646. Магнитное транспортное устройство, преимущественно для транспортировки внутри герметичных камер, содержащее перемещаемый от привода в немагнитном трубопроводе ведущий магнитный элемент и связанную с ним через постоянный магнит ведомую тележку, расположенную вне трубопровода. Отличается тем, что с целью повышения надежности работы ведущий элемент выполнен из магнитной жидкости.

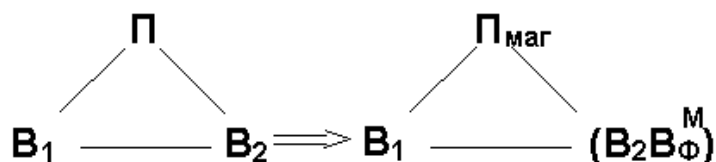
2.4.4. Использование капиллярно-пористой структуры феполя

Эффективность феполей может быть повышена за счет использования капиллярно-пористой структуры, присущей многим фепольным системам.

Авторское свидетельство № 1013157. Устройство для пайки волной припоя выполнено в виде магнитного цилиндра, покрытого слоем ферромагнитных частиц. Основное назначение – удаление излишков припоя. Одновременно пористая структура используется для подачи (как фитиль) флюса из внутренней полости цилиндра.

2.4.5. Переход к комплексному феполю

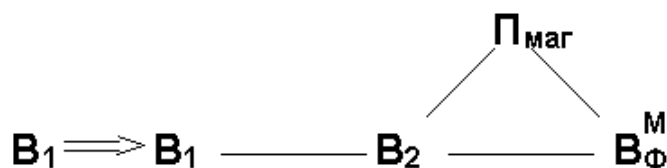
Если нужно повысить эффективность управления системой путем перехода к феполю, а замена веществ феррочастицами недопустима, переход осуществляют построением внутреннего или внешнего комплексного феполя, вводя добавки в одно из веществ:



Авторское свидетельство № 751778. Способ транспортирования деталей с помощью грузоподъемного электромагнита, отличающийся тем, что с целью обеспечения транспортирования немагнитных деталей последние предварительно засыпают магнитомягкими сыпучими материалами.

2.4.6. Переход к феполю на внешней среде

Если нужно повысить эффективность управления системой путем перехода от веполя к феполю, а замена веществ феррочастицами (или введение добавок в вещества) недопустима, то феррочастицы следует ввести во внешнюю среду и, действуя магнитным полем, менять параметры среды, а следовательно, управлять находящейся в ней системой (стандарт 2.4.3):



Авторское свидетельство № 469059. Способ демпфирования механических колебаний путем перемещения металлического ферромагнитного подвижного элемента между полюсами магнита, отличающийся тем, что с целью уменьшения времени демпфирования в зазор между полюсами магнита и подвижным элементом вводят магнитную жидкость и меняют напряженность магнитного поля пропорционально амплитуде колебаний.

Если в системе используются поплавки или одна часть системы является поплавком, то в жидкость следует ввести ферромагнитные частицы и управлять кажущейся плотностью жидкости. Управление можно также вести, пропуская сквозь жидкость ток и действуя электромагнитным полем.

Авторское свидетельство № 527280. Манипулятор для сварочных работ, содержащий поворотный стол и узел, выполненный в виде поплавоквого механизма, шарнирно соединенного со столом через кронштейн и помещенного в емкость с жидкостью. Отличается тем, что с целью увеличения скорости перемещения стола в жидкость введена ферромагнитная смесь, а емкость с жидкостью помещена в электромагнитную обмотку.

В качестве внешней среды могут быть использованы также электрогеологические жидкости, управляемые электрическими полями.

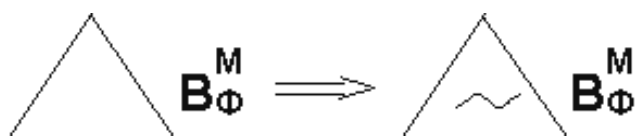
2.4.7. Использование физических эффектов

Если дана фепольная система, ее управляемость может быть повышена за счет использования физических эффектов.

Авторское свидетельство № 452055. Способ повышения чувствительности измерительных магнитных усилителей, заключающийся в использовании термического воздействия на сердечник магнитного усилителя. Отличается тем, что с целью снижения уровня магнитных шумов при работе усилителя поддерживают абсолютную температуру сердечника равной 0,92–0,99 температуры Кюри материала сердечника (использован эффект Гопкинса).

2.4.8. Динамизация феполя

Если дана фепольная система, ее управляемость может быть повышена путем динамизации, то есть перехода к гибкой, меняющейся структуре системы:



Авторское свидетельство № 750264. Устройство для контроля толщины стенок полых изделий из немагнитных материалов, содержащее индуктивный преобразователь с измерительной схемой и ферромагнитный элемент, расположенные по разные стороны контролируемой стенки. Отличается тем, что с целью повышения точности измерения ферромагнитный элемент выполнен в виде надувной эластичной оболочки, покрытой ферромагнитной пленкой.

Авторское свидетельство № 792080. Способ имитации почвенной массы в устройствах для испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин, предусматривающий введение в ее состав ферромагнитных частиц. Отличается тем, что с целью расширения условий испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин на частицы воздействуют электромагнитным полем, напряженность которого регулируют.

Задача 8. Из описания к авторскому свидетельству № 903090: «Известен способ шлифования деталей инструментом в виде баллона из эластичного материала, рабочая поверхность которого покрыта абразивом. Шлифование происходит в условиях постоянного прижима инструмента к заготовке. Для равномерного прижима абразива к обрабатываемой поверхности в баллон вводят ферромагнитные частицы,

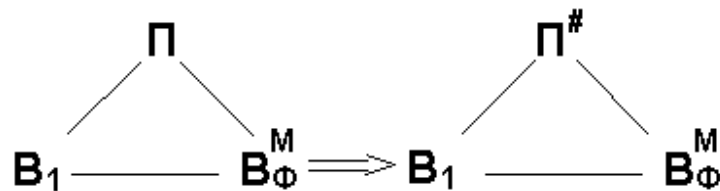
образующие суспензию, а инструмент прижимают путем воздействия на него постоянным магнитным полем. Реализация данного способа позволяет повысить равномерность прижима абразива к обрабатываемой поверхности и точность обработки. Однако одновременно, вследствие увеличения площади контакта круга с заготовкой, в зоне резания повышается температура, усиливается затупление абразива, что приводит к повышению шероховатости обрабатываемых поверхностей и снижает производительность процесса...» Как быть?

Решение задачи 8 по стандартам 2.4.3, 2.4.7, 2.4.8

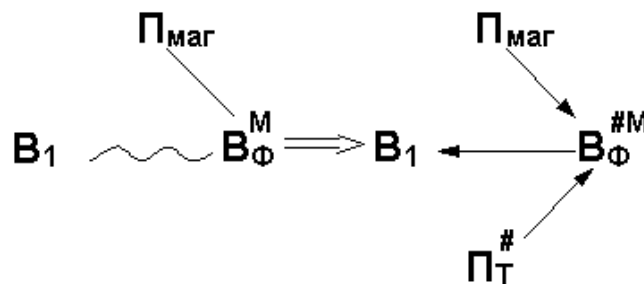
Постоянный прижим абразива заменяют переменным, круг вибрирует, трение уменьшается. С этой целью вводят дополнительное переменное магнитное поле, действующее на ферросуспензию (динамизация). Чтобы действие магнитного поля на ферросуспензию было максимальным, частицы суспензии выполняют из материала с магнотриксционными свойствами (использование физического эффекта).

2.4.9. Структуризация феполя

Если дана фепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от полей однородных или имеющих неупорядоченную структуру, к полям неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную):

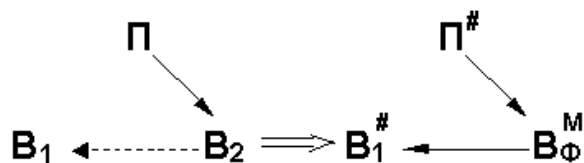


Авторское свидетельство № 545479. Способ магнитной формовки профильных изделий из термопластов. В качестве пуансона используют ферропорошок, на который налагают температурное поле, превышающее в местах наименьшей вытяжки точку Кюри:



Если веществу, входящему в феполь (или могущему войти в феполь), должна быть придана определенная пространственная структура,

то процесс следует вести в поле, со структурой, соответствующей требуемой структуре вещества:



Авторское свидетельство № 587183. Способ получения ворса на поверхности термопластического материала, при котором ворс образуют путем вытяжки поверхностных слоев материала с последующим охлаждением. Отличается тем, что с целью повышения производительности и увеличения возможности управления процессом ворсообразования перед операцией вытяжки в поверхностные слои материала вводят ферромагнитные частицы, производят нагрев термопластического материала до температуры его плавления, а вытяжку осуществляют путем извлечения ферромагнитных частиц посредством их контакта с электромагнитом.

2.4.10. Согласование ритмики в феполе

Если дана «протофепольная» или фепольная система, ее эффективность может быть повышена согласованием ритмики входящих в систему элементов.

Авторское свидетельство № 698663. Предложено при вибромагнитной сепарации материала вращающееся магнитное поле реверсировать синхронно с вибрациями. При этом уменьшается сила сцепления между частицами материала и повышается эффективность разделения.

Авторское свидетельство № 267455. Способ транспортирования ферромагнитных сыпучих и кусковых материалов путем сообщения им отрывной вибрации, отличающийся тем, что с целью повышения скорости транспортирования на вибрируемый материал в начале фазы его отрыва воздействуют импульсным магнитным полем, бегущим по направлению транспортирования. Причем длительность магнитных импульсов устанавливают равной фазе отрыва вибрируемого материала.

2.4.11. Переход к эполю – веполю с взаимодействующими токами

Если введение ферромагнетиков или намагничивание затруднены, следует воспользоваться взаимодействием внешнего электромагнитного поля с контактно подведенными или неконтактно индуцированными токами или взаимодействием этих токов между собой.

Авторское свидетельство № 994726. Способ разрушения горных пород: для силового воздействия пропускают импульсный ток по двум параллельным проводникам.

Авторское свидетельство № 865200. Способ съема ягод со шпалерных культур путем колебания шпалерных проволок с привязанными к ним побегами, отличающийся тем, что с целью снижения затрат труда и снижения повреждений шпалерных культур берут магнит с постоянным по направлению магнитным полем, между полюсами которого располагают шпалерные проволоки, по ним пропускают переменный электрический ток, а вдоль проволок перемещают магнит.

Примечания:

1. Если фэполи – системы, в которые введены ферромагнитные частицы, то эполи – системы, где вместо ферромагнитных частиц действуют (или взаимодействуют) токи.

2. Развитие эполей – как и развитие фэполей – повторяет общую линию: простые эполи – комплексные эполи – эполи на внешней среде – динамизация – структурирование – согласование ритмики.

Материал по эполям накапливается, его анализ покажет, целесообразно ли выделить стандарты по эполям в отдельную группу.

3. Стандарт на эполи предложен И. Л. Викентьевым (Ленинград).

Задача 9. При распиливании драгоценных камней и чистых кристаллов применяют очень тонкие пильные полотна: чем тоньше полотно, тем меньше отходов. Привод полотна может быть любым (ручным, механическим, электромагнитным и т. д.). Сложность состоит в обеспечении строго постоянной по величине и направлению силы прижатия ко дну паза (пропила, разреза). Постоянство величины силы обеспечивает однородность плоскости после разрезания (без помутнений, температурных напряжений и т. д.). Непостоянство силы по направлению – гарантия сколов. Нужна идея способа, дающего строго постоянную силу прижатия полотна.

Решение задачи 9 по стандарту 2.4.11

В приведенном выше авторском свидетельстве № 865200 решается противоположная задача: обеспечение колебаний шпалерной проволоки (проволока ничем в принципе не отличается от тонкого пильного полотна). Решение задачи 9 аналогично авторскому свидетельству № 865200, только ток, естественно, используют не переменный, а постоянный (нужно не возбуждать колебания, а гасить их).

2.4.12. Использование электрореологической жидкости

Особая форма эполей – электрореологическая суспензия (взвесь тонкого кварцевого порошка, например, в толуоле), с управляемой

вязкостью. Если неприменима феррожидкость, может быть использована электрореологическая жидкость.

Авторское свидетельство № 425660. Дебалансный возбудитель колебаний. Дебалансы размещены в электрореологической жидкости.

Авторское свидетельство № 495467. Электрореологическая жидкость с изменяемой вязкостью использована в амортизаторе транспортного средства.

Авторское свидетельство № 931471. Применение электровязкой суспензии в устройстве для резки материалов – в качестве зажимающей среды.

КЛАСС 3. ПЕРЕХОД К НАДСИСТЕМЕ И НА МИКРОУРОВЕНЬ

3.1. Переход к бисистемам и полисистемам

3.1.1. Переход к бисистемам и полисистемам

3.1.2. Развитие связей в бисистемах и полисистемах

3.1.3. Увеличение различия между элементами бисистем и полисистем

3.1.4. Свертывание бисистем и полисистем

3.1.5. Несовместимые свойства системы и ее частей

3.2. Переход на микроуровень

3.2.1. Переход на микроуровень

3.1. Переход к бисистемам и полисистемам

Наряду с «внутрисистемным» совершенствованием (стандартов класса 2) существует линия «внешнесистемного» развития: на любом этапе внутреннего развития система может быть объединена с другими системами в надсистему с новыми качествами.

3.1.1. Переход к бисистемам и полисистемам

Эффективность системы – на любом этапе развития – может быть повышена системным переходом 1-а: с объединением системы с другой системой (или системами) в более сложную бисистему или полисистему.

Авторское свидетельство № 722624. Способ транспортировки горячих слябов транзитом от слябингов к приемному рольгангу широкополосного стана, включающий порезку слябов, их перемещение по рольгангу. Отличается тем, что с целью снижения потерь тепла слябов путем уменьшения поверхности охлаждения каждого сляба перемещение осуществляется пакетом, сложенным, по крайней мере, из двух слябов с последующим их разделением перед подачей в клеть.

Примечания:

1. Для образования бисистем и полисистем в простейшем случае объединяют два или более вещества B_1 или B_2 (бивещественные и поливещественные веполи).

2. Приведенный выше стандарт 2.2.1 также можно рассматривать как переход к полисистемам (хотя точнее его следует считать увеличением степени полисистемности). Единство противоположностей: разделение и объединение приводят к одному и тому же – образуются бисистемы и полисистемы.

Патент США 3567547. Для получения изделий из тонких стеклянных пластинок заготовки склеивают в блок. После этого блок можно подвергнуть машинной обработке без опасения повредить тонкие пластинки.

Здесь хорошо видна одна из главных особенностей полисистем: при образовании полисистемы возникает внутренняя среда (или создаются условия для ее возникновения) с особыми свойствами. В данном случае появляется возможность ввести во внутреннюю среду клей и получить не просто сумму пластинок, а единый блок. Обмазка клеем одной пластинки ничего не дала бы. Прочность одной пластинки можно повысить, заключив пластинку в большую «глыбу» застывшего клея (стандарт 1.1.3), но это увеличит стоимость обработки и снизит производительность.

Другая характерная особенность бисистем и полисистем – эффект многоступенчатости.

Авторское свидетельство № 126079. Способ наращивания скоростей вращения турбобуров, отличающийся тем, что с целью увеличения числа оборотов ротора турбины при соблюдении допустимых величин скоростей движения потока рабочей жидкости турбобур составляют из нескольких секций так, что вал ротора турбины первой секции присоединяют к корпусу турбины второй секции и т. д., при этом скорость вращения валов ротора возрастает от первого к последующим.

Примечание. Возможно образование биполевых и полиполевых, а также вепольных систем, в которых одновременно мультиплицированы поля и вещества. Иногда мультиплицируется пара (П – В) или веполь в целом.

Авторское свидетельство № 321195. Способ электронагрева металлических заготовок под обработку давлением, отличающийся тем, что с целью обеспечения безокислительного нагрева поверхностные слои заготовок в процессе нагревания интенсивно охлаждаются (биполевая система).

Авторское свидетельство № 252036. Задача о получении электрохимическим способом отверстия, которое имеет расширение на середине своей глубины. Электрод продольно разделен на три части, на каждую подают свой потенциал.

Примечание. В предыдущих работах по стандартам переход к надсистеме рассматривался как завершающий этап развития систем. Предполагалось, что система сначала должна исчерпать резервы развития «на своем уровне», а потом перейти к надсистеме. Однако был накоплен обширный материал, свидетельствующий о том, что этот переход может совершаться на любом этапе развития системы. При этом дальнейшее развитие идет по двум линиям: совершенствуется образовавшаяся надсистема и продолжается развитие исходной системы. Нечто подобное имеет место в химии: более сложные химические элементы образуются за счет надстройки новых электронных орбит и за счет достройки незавершенных внутренних орбит.

3.1.2. Развитие связей в бисистемах и полисистемах

Повышение эффективности синтезированных бисистем и полисистем достигается прежде всего за счет развития связей элементов в этих системах.

Новообразованные бисистемы и полисистемы часто имеют «нулевую связь» (термин предложен А. Тимощуком), то есть представляют собой просто «кучу» элементов. Развитие идет в направлении усиления межэлементных связей. С другой стороны, элементы в новообразованных системах иногда бывают соединены жесткими связями. В этих случаях развитие идет в направлении увеличения степени динамизации связей.

Пример «ужесточения» связей. При групповом использовании грузоподъемных кранов (три крана по 60 т поднимают груз в 150 т) трудно синхронизировать работу машин. В авторском свидетельстве № 742372 предложено устройство (жесткий многоугольник), объединяющее стрелы кранов.

Пример динамизации связей. Первоначально катамараны имели корпуса, жестко соединенные между собой. Затем были введены подвижные связи, позволяющие менять расстояние между корпусами (например, авторские свидетельства № 524728 и 1094797).

3.1.3. Увеличение различия между элементами бисистем и полисистем

Эффективность бисистем и полисистем повышается при увеличении различия между элементами системы (системный переход – 1-Б): от одинаковых элементов (набор одинаковых карандашей) к элементам

со сдвинутыми характеристиками (набор разноцветных карандашей), затем – к разным элементам (готовальня) и инверсным сочетаниям типа «элемент и антиэлемент» (карандаш с резинкой).

Авторское свидетельство № 493350. «Двухэтажная пила», у которой нижние зубья разведены больше верхних, – чисто режет волокнистые материалы.

Авторское свидетельство № 546445. При сварке толстых стальных листов электроды располагают один за другим, при этом сварочный ток у каждого последующего электрода и глубина его погружения в разделку кромок больше, чем у предыдущего. (Типичная полисистема со сдвинутыми характеристиками. Эффект достигнут, в основном, за счет перехода от обычной полисистемы к полисистеме со сдвинутыми характеристиками.)

Авторское свидетельство № 1041250. Генератор механических колебаний для сварки, содержащий выполненный в виде ролика фрикционный рабочий элемент, имеющий возможность скользяще-фрикционного взаимодействия с обрабатываемым объектом и соединенный с вращательным приводом. Отличается тем, что с целью улучшения качества сварки за счет увеличения амплитуды и расширения частотного диапазона генерируемых колебаний ролик выполнен в виде набора секций из материалов с различными коэффициентами трения.

Задача 10. Объект – теплица. Спрогнозируйте развитие.

Решение задачи 10 по стандартам 3.1.1 и 3.1.3

По стандарту 3.1.1 следует перейти к «битеплице» (двойной теплице). Чтобы получить при этом какое-то новое качество, нужно обеспечить взаимодействие между частями «битеплицы» или между находящимися в «битеплице» растениями. Максимум взаимодействия, если растения в чем-то противоположные. Ответ: по авторскому свидетельству № 950241 в одном отсеке – растения, поглощающие углекислоту и выделяющие кислород, в другом – растения, поглощающие кислород и выделяющие углекислоту.

3.1.4. Свертывание бисистем и полисистем

Эффективность бисистем и полисистем повышается при их свертывании, прежде всего, за счет сокращения вспомогательных частей, например, двустволка имеет один приклад. Полностью свернутые бисистемы и полисистемы снова становятся моносистемами, цикл может повториться на новом уровне.

Авторское свидетельство № 408586. Тепловая электрическая станция с котельными агрегатами башенного типа, отличающаяся тем,

что с целью сокращения коммуникаций, упрощения монтажных работ и уменьшения опорной площади фундаментов все котельные агрегаты сгруппированы в едином блоке с расположенной над ним общей дымовой трубой.

Авторское свидетельство № 111144. Увеличение защитной мощности холодильного костюма для горноспасателей наталкивалось на весовой барьер. Предложено объединить холодильную и дыхательную системы в единый скафандр, в котором одно холодильное вещество (жидкий кислород) выполняет две функции: сначала испаряется, а потом идет на дыхание. Отпадает необходимость в тяжелом дыхательном аппарате, что позволяет во много раз увеличить запас холодильного вещества.

3.1.5. Несовместимые свойства системы и ее частей

Эффективность бисистем и полисистем может быть повышена распределением несовместимых свойств между системой и ее частями. Это системный переход 1-в: используют двухуровневую систему, в которой вся система в целом обладает свойством С, а ее части (частицы) – свойством анти-С.

Авторское свидетельство № 510350. Рабочая часть тисков для зажима деталей сложной формы: каждая часть (стальная втулка) твердая, а в целом зажим податливый и способен менять форму.

3.2. Переход на микроуровень

Есть два пути перехода к принципиально новым системам: переход к надсистеме («путь вверх» – стандарты подкласса 3.1) и переход к использованию «глубинных» подсистем («путь вниз» – подкласс 3.2).

3.2.1. Переход на микроуровень

Эффективность системы на любом этапе развития может быть повышена системным переходом с макроуровня на микроуровень, когда систему или ее часть заменяют веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемое действие.

Авторское свидетельство № 275751. Регулируемый лабиринтный насос, содержащий цилиндрический ротор и статор с многозаходной нарезкой противоположного направления. Отличается тем, что с целью обеспечения возможности регулирования насоса с помощью изменения температуры ротор и статор выполнены из материалов с разными коэффициентами линейного расширения.

Примечания:

1. Приведенный пример может показаться странным: насос остался насосом, в чем же принципиальная новизна? Из-за несовершенства действующих

норм оформления изобретений запатентован «регулируемый лабиринтный насос». На самом деле насос остается неизменным, новизна в способе его регулирования. Вместо громоздкого и малоэффективного механического способа использован принципиально иной (тепловой) способ регулирования.

2. В предыдущих работах по стандартам предполагалось (как и при рассмотрении перехода к надсистеме – см. прим. 4 к стандарту 3.1.1), что переход на микроуровень целесообразен при исчерпании ресурсов развития системы. По современным представлениям переход на микроуровень возможен на любом этапе развития системы.

3. Переход «макро – микро» является понятием относительным. Существует множество уровней «микро» (домены, молекулы, атомы и т. д.) и, соответственно, имеется много разных переходов на микроуровень, а также множество переходов с одного микроуровня на другой, более низкий. По этим переходам накапливается материал, который, вероятно, приведет к появлению новых стандартов под-класса 3.2.

Задача 11. Для окончательной сверхточной обработки отверстия (хонингования алмазными брусками) в ванадиевых сплавах используют специальный радиально раздвижной инструмент – весьма дорогой и сложный. Для новых изделий потребовалась еще большая точность. Попробовали сделать новый инструмент – по принципу действия такой же, как и раньше, но с более тонкой регулировкой. Ничего не получилось: инструмент оказался слишком сложным, капризным, быстро выходил из строя. Что делать?

Решение задачи 11 по стандарту 3.2.1

Аналогичная задача решена по приведенному выше авторскому свидетельству № 275751. Работу хонинговальной головки регулируют за счет теплового расширения. Способ хонингования отверстий, при котором хонинговальной головке сообщают вращательное и поступательное движения, а бруски настраивают на обрабатываемый размер и жестко закрепляют в этом положении. Отличается тем, что с целью повышения качества обрабатываемой поверхности перед обработкой деталь нагревают и охлаждают в процессе обработки (авторское свидетельство № 709344).

КЛАСС 4. СТАНДАРТЫ НА ОБНАРУЖЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ

4.1. Обходные пути

4.1.1. Вместо обнаружения и измерения – изменение системы

4.1.2. Использование копий

4.1.3. Последовательное обнаружение изменений

4.2. Синтез измерительных систем

- 4.2.1. Синтез измерительного веполя
- 4.2.2. Переход к комплексному измерительному веполю
- 4.2.3. Переход к измерительному веполю на внешней среде
- 4.2.4. Получение добавок во внешней среде
- 4.3. Форсирование измерительных веполей
- 4.3.1. Использование физических эффектов
- 4.3.2. Использование резонанса контролируемого объекта
- 4.3.3. Использование резонанса присоединенного объекта
- 4.4. Переход к фепольным измерительным системам
- 4.4.1. Переход к измерительному «протофеполю»
- 4.4.2. Переход к измерительному феполю
- 4.4.3. Переход к комплексному измерительному феполю
- 4.4.4. Переход к измерительному феполю на внешней среде
- 4.4.5. Использование физических эффектов
- 4.5. Направление развития измерительных систем
- 4.5.1. Переход к измерительным бисистемам и полисистемам
- 4.5.2. Переход к измерению производных

4.1. Обходные пути

Измерения и обнаружения в системах обслуживают главное «измерительное» действие. Поэтому желательно так перестроить главное действие, чтобы оно исключало необходимость (или сводило к минимуму) измерительно-обнаружительного действия без потери точности.

4.1.1. Вместо обнаружения и измерения – изменение системы

Если дана задача на обнаружение или измерение, целесообразно так изменить систему, чтобы вообще отпала необходимость в решении этой задачи.

Авторское свидетельство № 505706. Способ индукционного нагрева деталей. Для самофиксации заданной температуры между индуктором и деталью помещают соль с температурой плавления, равной заданной температуре.

Авторское свидетельство № 471395. Индукционная печь для нагрева токами промышленной частоты, включающая тигель и индуктор, отличается тем, что с целью поддержания заданного режима нагрева тигель выполнен из ферромагнитного материала, точка Кюри которого равна заданной температуре нагрева.

4.1.2. Использование копий

Если дана задача на обнаружение или измерение и при этом нельзя применить стандарт 4.1.1, то целесообразно заменить непосредственные операции над объектом операциями над его копией или снимком.

Вместо непосредственного обмера бревен, погруженных на железнодорожную платформу, измерение ведут по фотоснимку, сделанному в определенном масштабе.

Если нужно сравнить объект с эталоном с целью выявления отличий, то задачу решают оптическим совмещением изображения объекта с эталоном, причем изображение объекта должно быть противоположно по окраске эталону или его изображению. Аналогично решают задачи на измерение, если есть эталон или его изображение.

Авторское свидетельство № 350219. Контроль пластинки с просверленными отверстиями ведут, совмещая желтое изображение пластинки с синим изображением эталона. Если на экране появляется желтый цвет, значит, в контролируемой пластинке отсутствует отверстие. Появление синего цвета означает, что на пластинке есть лишнее отверстие.

4.1.3. Последовательное обнаружение изменений

Если дана задача на измерение и нельзя применить стандарты 4.1.1 и 4.1.2, то целесообразно перевести ее в задачу на последовательное обнаружение изменений.

Авторское свидетельство № 186366. При добыче медных руд камерным способом образуются огромные подземные залы, камеры. От взрывов и по другим причинам потолок (кровля) камер местами отслаивается, падает. Необходимо регулярно следить за состоянием потолка, измерять образующиеся «ямы». Но как это сделать, если потолок на высоте пятиэтажного дома? Предложено при подготовке камер заранее бурить в кровле скважины сбоку, над потолком и закладывать в них разноцветные, люминесцирующие вещества. Если в каком-то месте выпала порода и образовался купол, это легко обнаружить по свечению люминофора. А по его цвету можно судить о высоте образовавшегося купола.

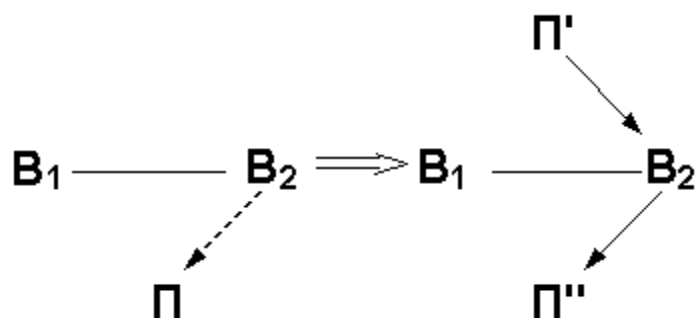
Примечание. Любое измерение производится с определенной степенью точности. Поэтому в задачах на измерение, даже если речь в них идет о непрерывном измерении, всегда можно выделить элементарный акт измерения, состоящий из двух последовательных обнаружений. Рассмотрим, например, задачу об измерении диаметра шлифовального круга. Измерение надо вести с определенной (и отнюдь не безграничной) точностью. Допустим, требуется точность в 0,01 мм. Это значит, что круг можно рассматривать состоящим из концентрических окружностей, причем расстояние между окружностями 0,01 мм. Задача сводится к вопросу: как обнаружить, что совершился переход от одной окружности к другой? Фиксируя такие переходы и зная их число, мы всегда можем вычислить диаметр круга. Переход от расплывчатого понятия «измерение» к четкой модели «два последовательных обнаружения» резко упрощает задачу.

4.2. Синтез измерительных систем

В синтезе измерительных систем проявляется тактика, типичная для синтеза «измерительных» систем: любым путем достроить веполь, вводя недостающие вещества или поля. Отличается синтез измерительных веполей тем, что структура веполя должна обеспечить получение поля на выходе.

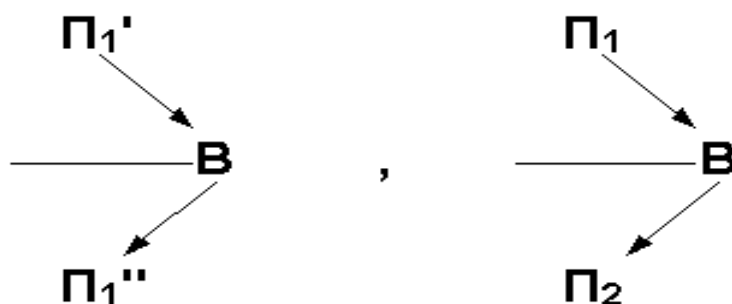
4.2.1. Синтез измерительного веполя

Если невепольная система плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают, достраивая простой или двойной веполь с полем на выходе:



Авторское свидетельство № 269558. Способ обнаружения момента начала кипения жидкости (то есть появления в жидкости пузырьков V_2). Через жидкость пропускают ток – при появлении пузырьков резко возрастает электрическое сопротивление.

Примечание. Вепольные группы типичны для ответов на задачи по обнаружению и измерению:



Задача 12. Как зафиксировать образование первых трещин при испытаниях на усталость металлических образцов, например шатуна?

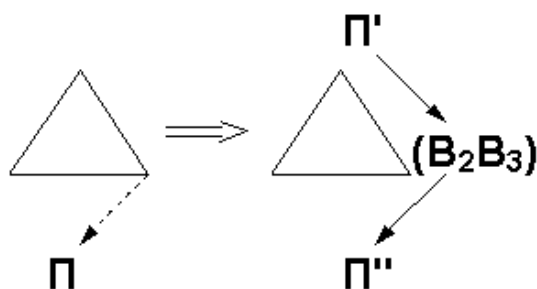
Решение задачи 12 по стандарту 4.2.1

Авторское свидетельство № 246901. От приведенного выше изобретения по авторскому свидетельству № 269558 ситуация отличается

только агрегатным состоянием исследуемого вещества. Но электрическое сопротивление твердого тела при появлении трещин резко возрастает – как и электрическое сопротивление жидкости при появлении пузырьков. Предложено пропускать по исследуемому образцу электрический ток.

4.2.2. Переход к комплексному измерительному веполю

Если система (или ее часть) плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают переходом к внутреннему или внешнему комплексному веполю, вводя легко обнаруживаемые добавки:

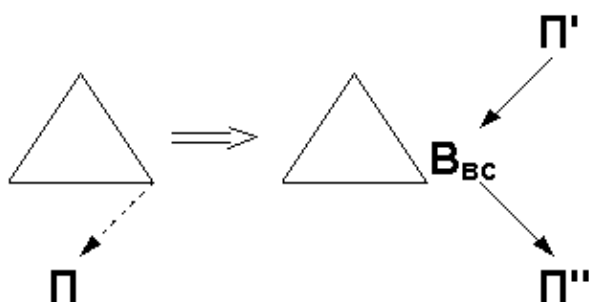


Авторское свидетельство № 277805. Способ обнаружения неплотностей в холодильных агрегатах, заполненных фреоном и маслом (преимущественно в домашних холодильниках), отличающийся тем, что с целью повышения точности определения мест утечек в агрегат вместе с маслом вводят люминофор, освещают агрегат в затемненном месте и определяют места утечки по свечению люминофора в просачивающемся через неплотности масле.

Авторское свидетельство № 110314. Способ определения фактической площади контакта поверхностей, отличающийся тем, что для окрашивания поверхностей применяют люминесцентные краски.

4.2.3. Переход к измерительному веполю на внешней среде

Если систему трудно обнаружить или измерить в какой-то момент времени и нет возможности ввести в объект добавки, то эти добавки, создающие легко обнаруживаемое и легко измеряемое поле, следует ввести во внешнюю среду, по изменению состояния которой можно судить об изменении состояния объекта:



Авторское свидетельство № 260249. Для контроля износа двигателя нужно определить количество «стершегося» металла. Частицы его поступают во внешнюю среду – масло. Предложено добавлять в масло люминофоры: металлические частицы являются гасителями свечения.

4.2.4. Получение добавок во внешней среде

Если во внешнюю среду нельзя извне ввести добавки по стандарту 4.2.3, то эти добавки могут быть получены в самой среде, например, ее разложением или изменением агрегатного состояния.

В частности, в качестве таких добавок нередко используют газовые или паровые пузырьки, полученные электролизом, кавитацией и другими способами.

Задача об измерении скорости потока жидкости в трубе (введение добавок извне исключено по условиям задачи). Решение: метку получают, используя кавитацию, дающую скопление мелких и потому устойчивых пузырьков.

4.3. Форсирование измерительных веполей

Измерительные веполы могут быть форсированы применением физических эффектов и за счет согласования ритмики.

4.3.1. Использование физических эффектов

Если дана вепольная система, то эффективность обнаружений и измерений может быть повышена за счет использования физических эффектов.

Авторское свидетельство № 170739. Исчезновение люминесцентных свойств у некоторых веществ в присутствии очень небольшого количества влаги.

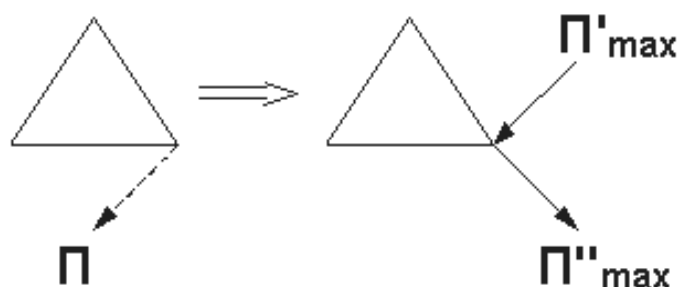
Авторское свидетельство № 415516. Резкое изменение показателя преломления света у алмазного зерна при изменении температуры.

В частности, желательно, чтобы вещества в веполе образовывали термопару, «безвозмездно» дающую сигналы о состоянии системы. «Сигнальное поле» может быть получено также за счет индукции.

Авторское свидетельство № 715838. Подшипник скольжения, содержащий подключенную к блоку защиты термопару и антифрикционный вкладыш, установленный в токопроводящей обойме, контактирующей с токопроводящим корпусом. Отличается тем, что с целью повышения быстроты действия защиты от перегрева термопара образована обоймой и корпусом.

4.3.2. Использование резонанса контролируемого объекта

Если невозможно непосредственно обнаружить или измерить происходящие в системе изменения, а также пропустить сквозь систему поле, то задачу решают возбуждением в системе резонансных колебаний (во всей системе или какой-то ее части), по изменению частоты которых можно определить происходящие в системе изменения:



Авторское свидетельство № 271051. Способ измерения массы вещества (например, жидкого) в резервуаре, отличающийся тем, что с целью повышения точности и надежности измерения возбуждают механические резонансные колебания системы «резервуар – вещество», измеряют их частоту, по величине которой судят о массе вещества.

Авторское свидетельство № 244690. Способ определения линейного веса движущейся нити, заключающийся в том, что нить располагают на двух опорах, одной из которых сообщают механические колебания. Отличается тем, что с целью повышения точности измерения в качестве датчика частоты колебаний опоры используют измеритель резонансных колебаний нити, а линейный вес определяют по частоте колебаний на выходе измерителя.

Задача 13. Как контролировать, не прерывая работу, процесс электролитического полирования прецизионных лент?

Решение задачи 13 по стандарту 4.3.2

Решение идентично авторскому свидетельству № 244690. По авторскому свидетельству № 486078 предложен способ контроля процесса электролитического полирования прецизионных лент путем замера электрического параметра и косвенного определения геометрических размеров, отличающийся тем, что с целью повышения точности ленту размещают в магнитном поле, подключают к генератору и измеряют частоту собственных колебаний.

4.3.3. Использование резонанса присоединенного объекта

Если невозможно применить стандарт 4.3.2, то о состоянии системы судят по изменению собственной частоты объекта (внешней среды), связанного с контролируемой системой.

Авторское свидетельство № 438873. Способ измерения количества материала в кипящем слое (например, в аппарате для обжига цементного клинкера), отличающийся тем, что с целью повышения точности измерения количество материала определяют по изменению амплитуды автоколебаний газа над кипящим слоем.

4.4. Переход к фепольным измерительным системам

Измерительные веполы имеют особенно выраженную тенденцию перехода в фепольный ряд.

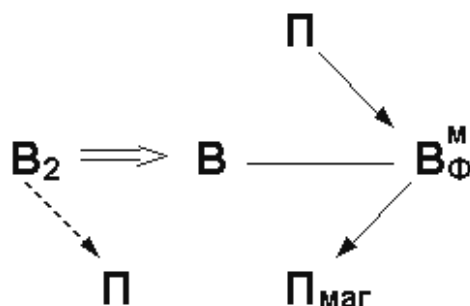
4.4.1. Переход к измерительному «протофеполю»

Веполы с немагнитными полями имеют тенденцию перехода в «протофеполы», то есть веполы с магнитным веществом и магнитным полем.

Авторское свидетельство № 222892. Способ обнаружения герметизированных отверстий (например, в подводной части корпуса законсервированного корабля), отличающийся тем, что с целью повышения надежности и ускорения процесса поиска местонахождения герметизирующего отверстия в патрубок отверстия перед его герметизацией закладывают излучающий элемент (например, постоянный магнит с направлением создаваемого им магнитного поля по нормали к наружной обшивке корпуса), обнаруживают это отверстие при помощи индикатора (например, магнитометра) по наибольшей величине напряженности магнитного поля.

4.4.2. Переход к измерительному феполю

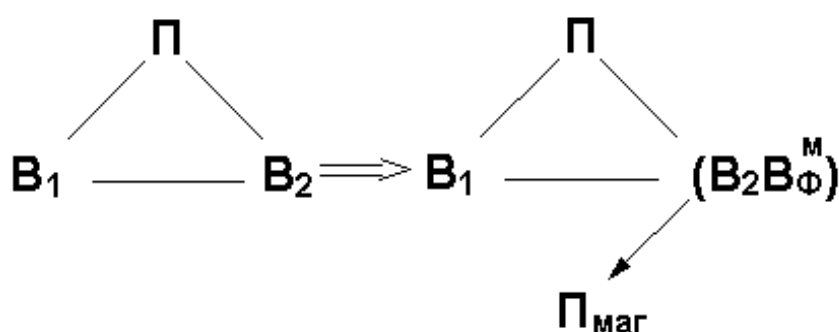
Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения «протофепольными» и вепольными системами, то необходимо перейти к феполям, заменив одно из веществ ферромагнитными частицами (или добавив ферромагнитные частицы) и обнаруживая или измеряя магнитное поле:



Авторское свидетельство № 239633. Способ определения степени затвердевания (размягчения) полимерных составов, отличающийся тем, что с целью неразрушающего контроля в состав вводят магнитный порошок и измеряют изменение магнитной проницаемости состава в процессе его затвердевания (размягчения).

4.4.3. Переход к комплексному измерительному феполю

Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения системы путем перехода к феполю, а замена вещества ферромагнитными частицами недопустима, то переход к феполю осуществляют построением комплексного феполя, вводя добавки в вещество:



Авторское свидетельство № 754347. Гидроразрыв пласта осуществляют, действуя жидкостью под давлением на горную породу. Для контроля за жидкостью в нее вводят ферропорошок и осуществляют магнитный картаж.

4.4.4. Переход к измерительному феполю на внешней среде

Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения системы путем перехода от веполя к феполю, а введение феррочастиц недопустимо, то феррочастицы следует ввести во внешнюю среду.

При движении модели корабля в воде возникают волны. Для изучения характера волнообразования в воду добавляют частицы ферропорошка.

4.4.5. Использование физических эффектов

Если нужно повысить эффективность фепольной измерительной системы, необходимо использовать физические эффекты, например, переход через точку Кюри, эффекты Гопкинса и Баркгаузена, магнитоупругий эффект и т. д.

Авторское свидетельство № 115128. Способ измерения температуры при помощи индуктивного датчика, свойства магнитопровода которого изменяются в зависимости от изменения его температуры,

отличающийся тем, что с целью повышения точности измерений магнитопровод датчика разогревают (или охлаждают) до температуры внешнего магнитопровода, что вызывает резкое изменение его проницаемости (эффект Гопкинса).

Авторское свидетельство № 332758. Устройство для непрерывного индукционного нагрева штучных заготовок, перемещаемых с регулируемой скоростью под действием подающего механизма, связанного с электродвигателем, в камеру высокочастотного нагрева с цилиндрическим индуктором. Отличается тем, что с целью обеспечения автоматического контроля и регулирования температуры нагрева заготовок оно снабжено индукционной катушкой, устанавливаемой в нагревательной камере индуктора в зоне нагрева заготовок до температуры, вызывающей потерю магнитных свойств, и связанной с ней и электродвигателем исполнительной преобразующей схемой (переход через точку Кюри).

Авторское свидетельство № 563556. Способ измерения толщины металлопокрытий, заключающийся в том, что металлопокрытие подвергают электролитическому растворению, окончание которого фиксируют по сигналу электролитического взаимодействия с основой. Отличается тем, что с целью повышения точности измерения немагнитных металлопокрытий на ферромагнитной основе в качестве сигнала электролитического взаимодействия с основой используют шумы Баркгаузена.

4.5. Направление развития измерительных систем

Развитие измерительных ветвей совершается обычными системными переходами, но имеет и специфические особенности.

4.5.1. Переход к измерительным бисистемам и полисистемам

Эффективность измерительной системы – на любом этапе развития – может быть повышена путем перехода к бисистеме и полисистеме.

Пример. Задача об измерении температуры тела маленького жука-долгоносика. В стакан помещают много жуков. Между жуками возникает внутренняя среда, температура которой равна температуре жуков. Измерение ведут с помощью обыкновенного медицинского термометра.

Авторское свидетельство № 256570. Устройство для измерения длины прыжка воднолыжника. Если под трамплином установить два микрофона: один над водой, а другой под водой, то разность времени прохождения воздушной и подводной волн будет пропорциональна длине прыжка.

4.5.2. Переход к измерению производных

Измерительные системы развиваются в направлении: измерение функции – измерение первой производной функции – измерение второй производной функции.

Авторское свидетельство № 998754. Способ определения напряженного состояния горного массива, при котором измеряют не само электросопротивление породы (как было раньше), а скорость изменения электросопротивления.

КЛАСС 5. СТАНДАРТЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ

5.1. Особенности введения веществ

5.1.1. Обходные пути

5.1.2. Разделение изделия на взаимодействующие части

5.1.3. Самоустранение отработанных веществ

5.1.4. Использование надувных конструкций и пены

5.2. Введение полей

5.2.1. Использование поля по совместительству

5.2.2. Использование поля внешней среды

5.2.3. Использование веществ-источников полей

5.3. Использование фазовых переходов

5.3.1. Замена фазового состояния вещества

5.3.2. «Двойственное» фазовое состояние вещества

5.3.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу

5.3.4. Переход к двухфазному состоянию вещества

5.3.5. Использование взаимодействия между частями (фазами) системы

5.4. Особенности применения физических эффектов

5.4.1. Использование обратимых физических превращений

5.4.2. Усиление поля на выходе

5.5. Экспериментальные стандарты

5.5.1. Получение частиц вещества разложением

5.5.2. Получение частиц вещества объединением

5.5.3. Простейшие способы получения частиц вещества

5.1. Особенности введения веществ

При постройке, перестройке и разрушении веполей часто приходится вводить новые вещества. Их введение либо связано с техническими трудностями, либо с уменьшением степени идеальности системы.

Поэтому вещества надо «вводить, не вводя» и использовать различные обходные пути.

5.1.1. Обходные пути

Если нужно ввести в систему вещество, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, то следует использовать обходные пути.

5.1.1.1. Вместо вещества используют «пустоту».

Авторское свидетельство № 245425. Способ образования тензометрической сетки внутри модели из прозрачного материала путем заливки в тело модели сетки из нити. Отличается тем, что с целью исключения искажения поля напряжений нитями после затвердевания материала модели нити удаляют, в результате чего внутри модели образуется тензометрическая сетка из цилиндрических микропустот. В качестве материала можно использовать, например, тонкие медные нити, удаляемые затем воздействием кислоты.

5.1.1.2. Вместо вещества вводят поле.

Авторское свидетельство № 500464. Для измерения степени вытяжки нити на ходу на нить наносят электрические заряды и определяют изменение линейной плотности заряда.

5.1.1.3. Вместо внутренней добавки используют наружную.

Авторское свидетельство № 360540. Как измерить толщину стенки полого керамического сосуда? В сосуд заливают жидкость с высокой электропроводностью, подводят к жидкости один электрод и измеряют толщину стенки в любом месте, прикладывая снаружи другой электрод омметра.

5.1.1.4. Вводят в очень малых дозах особо активную добавку.

Авторское свидетельство № 427982. Смазка для волочения труб на основе минерального масла, отличающаяся тем, что с целью уменьшения гидродинамического давления смазки в очаге деформации в ее состав введено 0,2–0,8 весового процента полиметакрилата.

5.1.1.5. Вводят в очень малых дозах обычную добавку, но располагают ее концентрированно – в отдельных частях объекта.

В полимер вводят (чтобы сделать его электропроводным) феррочастицы и располагают их в виде отдельных линий, нитей.

5.1.1.6. Добавку вводят на время.

Авторское свидетельство № 458422. Способ бесконтактной магнитной ориентации деталей по авторскому свидетельству № 360116, отличающийся тем, что с целью увеличения эффекта ориентации без дополнительных энергозатрат при ориентации полых деталей в последние предварительно вводят ферромагнитные тела.

5.1.1.7. Вместо объекта используют его копию (модель), в которую допустимо введение добавки.

Авторское свидетельство № 499577. Способ получения множества сечений путем создания набора моделей, отличающийся тем, что с целью повышения точности стереометрических исследований плоскости сечений трехмерных тел имитируют горизонтальной поверхностью жидкости, помещенной внутри прозрачной модели, которой придают различные положения в пространстве.

5.1.1.8. Добавку вводят в виде химического соединения, из которого она потом выделяется.

Авторское свидетельство № 342761. Способ пластификации древесины путем обработки аммиаком, отличающийся тем, что с целью обеспечения пластификации поверхностей трения в процессе работы пропитку древесины производят солями, разлагающимися при температуре трения, например $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

5.1.1.9. Добавку получают разложением внешней среды или самого объекта, например электролизом, или изменением агрегатного состояния части объекта или внешней среды.

Авторское свидетельство № 904956. Способ размерной электро-механической обработки, осуществляемый с присутствием газа в электролите, отличающийся тем, что с целью интенсификации удаления продуктов растворения газ в электролите образуют посредством электролиза последнего перед зоной обработки.

Задача 14. В полимеры – для повышения стойкости – добавляют вещества, «перехватывающие» кислород, разрушающий полимеры. В качестве «веществ-перехватчиков» используют мелкодисперсные металлы. Эти металлы обязательно должны иметь чистую (не окисленную) поверхность. Как вносить «перехватчики»? В вакууме или восстановительной (или инертной) среде слишком сложно. Как быть?

Решение задачи 14 по стандарту 5.1.1

Задача решается по стандарту 5.1.1.8: в обычных условиях вводят соль, выделяющую металл при тепловом воздействии. В качестве такой соли можно, например, использовать оксалат железа (железную соль уксусной кислоты). Оксалат разлагается при 300 °С с выделением железа или закиси железа (тоже «перехватчик» кислорода).

5.1.2. Разделение изделия на взаимодействующие части

Если дана система, плохо поддающаяся нужным изменениям, и условия задачи не позволяют заменить инструмент или ввести добавки, вместо инструмента используют изделие, разделяя его на части, взаимодействующие друг с другом.

Авторское свидетельство № 412449. Способ термообработки сыпучих материалов (например, сахарного песка) в барабанной сушилке путем конвективной сушки и последующего охлаждения в противотоке с газообразным агентом, отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса и отделения мелкой фракции материал предварительно завихряют, а теплоноситель для конвективной сушки и охлаждающий агент подают навстречу друг другу и отсасывают отработавшие газы со взвешенной в них мелкой фракцией материала из зоны их смешения.

Авторское свидетельство № 727942. Способ сжигания топлива путем подачи в зону горения смеси топлива, воздуха и предварительно подогретого сыпучего материала, отличающийся тем, что с целью повышения интенсификации процесса горения с одновременным уменьшением вредных выбросов смесь топлива, воздуха и сыпучего материала подают по крайней мере двумя встречными сталкивающимися потоками.

Если же в систему входит поток мелкодисперсных частиц и надо увеличить степень управления этими частицами, поток следует разделить на части, заряженные одноименно и разноименно. Если весь поток заряжен одноименным электричеством, то противоположный заряд должна нести одна из частей системы.

Авторское свидетельство № 259019. Способ электрической коагуляции аэрозоля в шахтах для очистки воздуха сухим пылеосаждением, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности пылеулавливания пылевой поток разделяют на две части, каждую из которых заряжают разноименно и направляют навстречу друг другу.

Задача 15. Известен способ диспергирования расплавов, включающий разделение расплава на струи, их разбивание и последующее охлаждение частиц... Спрогнозируйте дальнейшее развитие способа.

Решение задачи 15 по стандарту 5.1.2

Решение очевидно: «... с целью расширения технологических возможностей разбивание струй расплава осуществляют направлением их навстречу одна другой по одной оси» (авторское свидетельство № 719802).

5.1.3. Самоустранение отработанных веществ

Введенное в систему вещество – после того, как оно работало, – должно исчезнуть или стать неотличимым от вещества, ранее бывшего в системе или во внешней среде.

Чтобы вести индукционную плавку окиси бериллия (или алюминия), нужно ввести в окись проводник (окись – диэлектрик, приобретает электропроводность только в расплаве). Введение проводника может загрязнить окись (плавка производится для получения чистых кристаллов). Решение: вводят металлический бериллий (алюминий). Он обеспечивает «прием» индукционного поля и нагрев окиси. А при высокой температуре бериллий сгорает, превращаясь в окись и, следовательно, не загрязняя расплав.

Авторское свидетельство № 588025. Способ очистки внутренних поверхностей полых изделий путем прокачки через изделие моющей жидкости с наполнителем, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности очистки и обеспечения возможности полного удаления остатков наполнителя в качестве последнего используют гранулы легкоиспаримого вещества.

Авторское свидетельство № 1013709. Ледохранилище, содержащее корпус, выполненный из теплоизоляционного материала, отличается тем, что с целью предотвращения загрязнения воды при размораживании льда в качестве теплоизоляционного материала используют искусственный нетоксичный тугоплавкий лед, полученный из смеси воды с метаном.

5.1.4. Использование надувных конструкций и пены

Если нужно ввести большое количество вещества, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, в качестве вещества используют «пустоту» в виде надувных конструкций или пены.

Патент СССР № 320102. Для перемещения аварийных самолетов под крылья устанавливают надувные емкости. При наполнении воздухом емкости плавно приподнимают самолет. Под емкости могут быть установлены тележки для транспортировки.

Авторское свидетельство № 895858. Способ формирования лесосплавного пучка, состоящий в укладке бревен в накопитель, их обвязке и формировании между ними подплава, отличающийся тем, что с целью повышения степени плавучести подплав формируют путем заполнения свободного пространства между бревнами внутри пучка смесью полиизоционата с полиэфирами, образующими пенопласт.

Примечания:

1. Применение надувных конструкций – стандарт на макроуровне. Использование пены – тот же стандарт на микроуровне.

2. Стандарт 5.1.4 часто используют совместно с другими стандартами.

5.2. Введение полей

При постройке, перестройке и разрушении веполей часто необходимо вводить новые поля. Чтобы не усложнять при этом систему, следует использовать стандарты подкласса 5.2.

5.2.1. Использование поля по совместительству

Если в вепольную систему нужно ввести поле, то следует прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества.

Способ отделения пузырьков газа от жидкости в потоке жидкого кислорода. В системе два вещества. Оба являются носителями механического поля. Для решения задачи достаточно преобразовать движение этих веществ, «закрутив» поток. Центробежная сила отождит жидкость к стенкам, а газ – к оси трубопровода.

5.2.2. Использование поля внешней среды

Если нужно ввести поле, а по стандарту 5.2.1 это сделать невозможно, следует использовать поля, имеющиеся во внешней среде.

Авторское свидетельство № 414354. Для удаления влаги с проезжей части моста используют тягу, создаваемую эжектором, опущенным в реку.

5.2.3. Использование веществ – источников полей

Если в систему необходимо ввести поле, а это нельзя сделать по стандарту 5.2.1 и 5.2.2, то следует использовать поля, носителями или источниками которых могут «по совместительству» стать вещества, имеющиеся в системе или во внешней среде.

Авторское свидетельство № 504932. Сигнализатор уровня жидкости, преимущественно топлива, содержащий поплавок с контактом, корпус с другим контактом, изолированным от него, и индикатор, в цепь которого включены указанные контакты. Отличается тем, что с целью исключения источника питания в сигнальной цепи и предотвращения возможного искрообразования на контактах контакты корпуса и поплавок выполнены из разнородных металлов (например, меди и константана), образующих при замыкании холодный спай термопары. Другой спай, расположенный вне объекта контроля, снабжен источником подогрева.

Авторское свидетельство № 356489. Система «обрабатываемая деталь – режущий инструмент» использована как термопара в устройстве для измерения температуры резания.

Авторское свидетельство № 568538. Абразив нанесен на проволочный каркас, выполненный в виде термопары. Шлифовальный круг сам сигнализирует о температуре в зоне шлифования.

Если в системе имеются ферромагнитные вещества, используемые чисто механически, следует также использовать их магнитные свойства для получения дополнительных эффектов: улучшения взаимодействия элементов, получения информации о работе и состоянии системы и т. д.

Авторское свидетельство № 518591. Мальтийский механизм, содержащий ведущее звено и ведомый мальтийский крест, отличается тем, что с целью повышения срока службы ведущее звено снабжено секторами из магнитомягкого материала с установленными в них постоянными магнитами, а мальтийский крест снабжен пластинками из гистерезисного материала.

5.3. Использование фазовых переходов

Противоречивые требования к вводимым веществам и полям могут быть удовлетворены использованием фазовых переходов.

5.3.1. Замена фазового состояния вещества

Эффективность применения вещества – без введения других веществ может быть повышена фазовым переходом 1, т. е. заменой фазового состояния имеющегося вещества.

Авторское свидетельство № 252262. Энергоснабжение пневмосистем в шахтах – на основе сжиженного (а не сжатого) газа.

5.3.2. «Двойственное» фазовое состояние вещества

«Двойственные» свойства могут быть обеспечены фазовым переходом 2, то есть использованием веществ, способных переходить из одного фазового состояния в другое в зависимости от условий работы.

Авторское свидетельство № 958837. Теплообменник снабжен прижатыми к нему «лепестками» из никелида титана. При повышении температуры «лепестки» отгибаются, увеличивая площадь охлаждения.

5.3.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу

Эффективность системы может быть повышена за счет фазового перехода 3, то есть использования явлений, сопутствующих фазовому переходу.

Авторское свидетельство № 601192. Приспособление для транспортировки мороженных грузов имеет опорные элементы в виде брусьев льда (снижение трения за счет таяния).

5.3.4. Переход к двухфазному состоянию вещества

«Двойственные» свойства системы могут быть обеспечены фазовым переходом 4 – замена однофазового состояния двухфазным.

Патент США № 3589468. Для глушения шума, а также для улавливания испарений, запахов и стружек при резании зону резания покрывают пеной. Пена проницаема для инструмента, но не проницаема для шума, испарений и т. д.

Авторское свидетельство № 722740. Способ полирования изделий. Рабочая среда состоит из жидкости (расплав свинца) и ферромагнитных абразивных частиц.

5.3.5. Использование взаимодействия между частями (фазами) системы

Эффективность технических систем, полученных в результате фазового перехода 4, может быть повышена введением взаимодействия (физического, химического) между частями (или фазами) систем.

Авторское свидетельство № 282342. Применение в качестве рабочего тела для контуров бинарного цикла энергетической установки химически реагирующих веществ, диссоциирующих при нагревании с поглощением тепла и уменьшением молекулярного веса и рекомбинирующих при охлаждении к исходному состоянию.

5.4. Особенности применения физических эффектов

Многие стандарты предусматривают применение физических эффектов или могут быть использованы вместе с ними. При этом необходимо учитывать некоторые приемы, повышающие эффективность применения физических эффектов.

5.4.1. Использование обратимых физических превращений

Если объект должен периодически находиться в разных физических состояниях, то переход следует осуществлять самим объектом путем использования обратимых физических превращений, например, фазовых переходов, ионизации – рекомбинации, диссоциации – ассоциации и т. д.

Авторское свидетельство № 177497. Молниеотвод в виде газовой трубки. Сам включается при возникновении молнии: газ ионизируется, становится проводником. После исчезновения молнии ионы сами рекомбинируют, газ становится электронейтральным, а молниеотвод непроводящим и потому не дающим радиотени.

Авторское свидетельство № 820836. Автоматическая заслонка, содержащая корпус, клапан и термочувствительный элемент, отличающаяся тем, что с целью повышения надежности работы и упрощения конструкции она имеет установленную на корпусе перемычку,

на которой закреплен клапан, состоящий из двух загнутых пластин, выполненных из металла, обладающего «памятью формы».

5.4.2. Усиление поля на выходе

Если необходимо получить сильное действие на выходе при слабом действии на входе, необходимо привести вещество-преобразователь в состояние, близкое к критическому. Энергия запасается в веществе, а входной сигнал играет роль «спускового крючка».

Авторское свидетельство № 416586. Способ испытания изделий на герметичность, заключающийся в том, что изделие погружают в обезгаженную жидкость, создают перепад давления в полости изделия и над жидкостью, обеспечивая более высокое давление в полости, и по пузырькам в жидкости обнаруживают места нарушения герметичности. Отличается тем, что с целью повышения чувствительности испытания жидкость при испытании поддерживают в состоянии перегрева.

5.5. Экспериментальные стандарты

5.5.1. Получение частиц вещества разложением

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, то требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

Авторское свидетельство № 741105. Способ создания высокого давления водорода: водородсодержащее соединение помещают в герметичный сосуд и подвергают электролизу с образованием свободного водорода.

5.5.2. Получение частиц вещества объединением

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по стандарту 5.5.1, то требуемые частицы надо получить достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

Авторское свидетельство № 364493. Для снижения гидродинамического сопротивления движению судов использовали подачу высокомолекулярных составов (эффект Томса). Это связано с большим расходом полимеров. Предложено создавать комплексы молекул воды под действием электромагнитного поля.

5.5.3. Простейшие способы получения частиц вещества

При применении стандарта 5.5.1 простейший путь – разрушение ближайшего вышестоящего «целого» или «избыточного» (отрицательные

ионы) уровня, а при применении стандарта 5.5.2 простейший путь – достройка ближайшего нижестоящего «нецелого» уровня.

Авторское свидетельство № 177497. Задача о защите антенны. Ионы получают разрушением молекул газа. Нейтральные молекулы восстанавливают, объединяя «осколки» (ионы и электроны).

Рекомендации по использованию системы стандартов

1. В простейшем случае стандарты можно применять «индивидуально» (не в системе). При пользовании стандартами (или после 3–4-кратного прочтения текста) многие стандарты запоминаются и – при ознакомлении с задачей – нужный стандарт невольно «всплывает» в памяти. Это, конечно, не самый лучший способ их применения: требуемый стандарт может и не вспомниться, а главное – не используются возможности системы стандартов. Но управлять памятью трудно, памяти не прикажешь, и если вспомнился подходящий стандарт, можно им воспользоваться. При решении простых задач это вполне допустимо.

2. Разумеется, целесообразнее использовать стандарты в совокупности с АРИЗ-85-В. В тексте АРИЗ есть шаги, указывающие, когда именно надо задействовать систему стандартов. При анализе задачи по АРИЗ ее условия претерпевают значительные изменения: так, модель задачи весьма существенно проясняет первоначальные смутные, а иногда просто неверные условия. И потому применение стандартов к модели задачи заведомо сильнее, чем применение их к необработанной изобретательской ситуации – есть гарантия того, что решение начато с мини-задачи (направлено на минимальное изменение исходной системы).

Еще более упрощается задача (а значит, и применение стандартов для ее решения) после уточнения вещественно-полевых ресурсов (ВПР). Учет и использование ВПР дает решения, близкие к ИКР.

3. Независимо от того, каким образом решена задача (по стандартам или по АРИЗ), к решению ее, для форсирования и дальнейшей идеализации, необходимо применить стандарты как систему. Расположение стандартов не хаотично, оно согласуется с общей схемой развития систем. Поэтому систему стандартов следует использовать и как прогностический инструмент, даже в том случае, когда в условиях задачи нет такого требования.

Итак, в общем случае последовательность действий подчинена простой логике:

- надо без спешки, грамотно и четко построить модель задачи;
- определить вещественно-полевые ресурсы;

- затем подобрать подходящий стандарт (обходя, если надо, запреты на введение добавок);
- форсировать измененную систему (даже если это не требуется условиями задачи);
- убрать «лишние» поля и вещества;
- и, наконец, максимально использовать полученный принцип.

Контрольные задачи

1. Дождевальная машина имеет горизонтально расположенный поливной трубопровод длиной 40 метров, вращающийся вокруг вертикальной оси, проходящей через центр трубопровода. Чтобы трубопровод не сломался, его поддерживает рама из дюралевых балок и стальных тросов-расчалок. В целом сооружение имеет немалый вес и потому нуждается в сильном двигателе.

Какие изменения следует ввести в систему? На каких стандартах основаны эти изменения?

2. Нужно разработать способ изготовления длинных и тонких стальных пружин. Внутренний диаметр пружины 2 мм, толщина проволоки 1 мм, длина пружины 400 мм. В нерастянутом состоянии витки пружины должны прилегать друг к другу.

Какой стандарт следует использовать? Как выглядит конкретное техническое решение?

3. При нагреве стальных заготовок под обработку давлением (прокатка, прессование и т. д.) до температуры 1000–1200 °С, начиная с температур, превышающих 800–850 °С, поверхность заготовок интенсивно окисляется и обезуглероживается.

Как предотвратить окисление и обезуглероживание поверхности, сохранив способ нагрева заготовок – контактный или индукционный,

Применение для этой цели различного рода обмазок и покрытий нежелательно, а использование защитных атмосфер усложняет технологический процесс.

4. При электрококсовании угля воздух подают снизу через слой кускового угля, лежащий на колосниковой решетке (схема следующая: решетка – крупные куски угля – мелкие куски угля. Крупные куски нужны, чтобы мелкие не провалились). Но уголь горюч, крупные куски угля воспламеняются, происходит нежелательный разогрев решетки. Попробовали заменить слой крупного угля защитным слоем из чего-то негорючего (кварциты, фосфориты, углекислый кальций) –

перегрева колосников нет, но защитный слой смешивается с получаемым коксом, продукция загрязняется. Как быть? Решите задачу по стандартам.

5. В авторском свидетельстве № 578984 описан способ очистки отработанного масла. По этому способу в качестве фильтрующего материала используют пористый магнитный металло-керамический материал, хорошо улавливающий стальные частицы.

Сформулируйте задачу, связанную с дальнейшим развитием этого способа. Как решается задача?

4. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ АРИЗ-85-В*

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач. АРИЗ возник и развивался вместе с теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ). Первоначально АРИЗ назывался методикой изобретательского творчества.

Впервые словосочетание «алгоритм решения изобретательских задач» использовано в приложении «Технико-экономические знания» к еженедельнику «Экономическая газета» за 1 сентября 1965 г. Аббревиатура «АРИЗ» впервые использована в кн.: Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. М. : Московский рабочий. 1-е изд., 1969; 2-е изд. 1973.

Автор АРИЗ – Г. С. Альтшуллер. При разработке последних модификаций алгоритма (АРИЗ-77, АРИЗ-82, АРИЗ-85) учтены замечания и рекомендации многих специалистов по ТРИЗ.

АРИЗ – инструмент для решения сложных нестандартных задач, и его применение требует большого количества времени. До применения АРИЗ необходимо проверить возможность решения задачи по стандартам, описанным в гл. 3 настоящего пособия.

АРИЗ состоит из ряда этапов (шагов). Как и в любом алгоритме, некоторые этапы обязательны и выполняются строго последовательно, после других этапов необходимо провести процедуру логического выбора и далее следовать по указанной цепочке шагов.

ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

Основная цель первой части АРИЗ – переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи.

Шаг 1.1

Записать условия мини-задачи (без специальных терминов) по следующей форме: Техническая система: для (указать назначение) включает (перечислить основные части системы). Техническое противоречие 1 (ТП-1): (указать). Техническое противоречие 2 (ТП-2):

* При написании данной главы использованы материалы книги: Альтшуллер Г. С. Правила игры без правил. Карелия, 1989. С. 11–37.

(указать). Необходимо при минимальных изменениях в системе получить (указать результат, который должен быть получен).

Примечания:

1. Мини-задачу получают из изобретательской ситуации, вводя ограничения: все остается без изменений или упрощается, но при этом появляется требуемое действие (свойство), или исчезает вредное действие (свойство).

2. При записи 1.1 следует указать не только технические части системы, но и природные, взаимодействующие с техническими частями. В задаче о защите антенны радиотелескопа такими природными частями системы являются молнии и принимаемые радиоволны (если они излучаются природными космическими объектами).

3. Техническими противоречиями (ТП) называют взаимодействия в системе, состоящие, например, в том, что полезное действие вызывает одновременно и вредное. Или введение (усиление) полезного действия, либо устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом.

Технические противоречия составляют, записывая одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что – плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь определяют, что хорошо и что плохо.

4. Термины, относящиеся к инструменту и внешней среде, необходимо заменять простыми словами для снятия психологической инерции, так как применение специфических технических терминов:

– навязывает старые представления о технологии работы инструмента: «ледокол колет лед» – хотя можно продвигаться сквозь льды, не раскалывая их;

– затушевывает особенности веществ, упоминаемых в задаче: «опалубка» это не просто «стенка», а «железная стенка»;

– сужает представления о возможных состояниях вещества: термин «краска» тянет к традиционному представлению о жидкой или твердой краске, хотя краска может быть и газообразной.

Шаг 1.2

Выделить и записать конфликтующую пару элементов: 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.

Примечания:

1. Изделием называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия,

обнаружить, измерить и т. д.). В задачах на обнаружение и изменение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции собственно инструментом, например шлифовальный круг.

2. Инструментом называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок; огонь, а не горелка). Инструментом являются стандартные детали, из которых собирают изделие. Например, набор частей игры «Конструктор» – это инструмент для изготовления различных моделей.

Шаг 1.3

Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2, используя таблицу из прил. 1.

Примечание. В таблице прил. 2 приведены схемы типичных конфликтов. Допустимо использование не табличных схем, если они лучше отражают сущность конфликта.

Шаг 1.4

Выбрать из двух схем конфликта (ТП-1 и ТП-2) ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции технической системы, указанной в условиях задачи).

Указать, что является главным производственным процессом.

Пример. В задаче о защите антенны радиотелескопа главная функция системы – прием радиоволн. Поэтому выбрать следует ТП-2: в этом случае проводящие стержни не вредят радиоволнам.

Примечания:

1. Выбирая одну из двух схем конфликта, мы выбираем и одно из двух противоположных состояний инструмента. Дальнейшее решение должно быть привязано именно к этому состоянию. Нельзя, например, подменять «малое количество проводников» каким-то «оптимальным количеством». АРИЗ требует обострения, а не сглаживания конфликта.

«Вцепившись» в одно состояние инструмента, мы в дальнейшем должны добиться, чтобы при этом состоянии появилось положительное свойство, присущее другому состоянию. Проводников мало, и увеличивать их число мы не будем, но – в результате решения – молнии должны отводиться так, словно проводников очень много.

2. С определением главного производственного процесса (ГПП) иногда возникают трудности в задачах на измерение. Измерение почти всегда производят ради изменения, т. е. обработки детали, выпуска продукции. Поэтому ГПП в измерительных задачах – это ГПП всей измерительной системы, а не измерительной ее части. Например, необходимо измерять давление внутри выпускаемых электроламп. ГПП – не измерение давления, а выпуск ламп. Исключением являются только некоторые задачи на измерение в научных целях.

Шаг 1.5

Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Правило 3. Большая часть задач содержит 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»).

Пример. Будем считать, что вместо малого количества проводников в ТП-2 указан отсутствующий проводник.

Шаг 1.6

Записать формулировку модели задачи, указав:

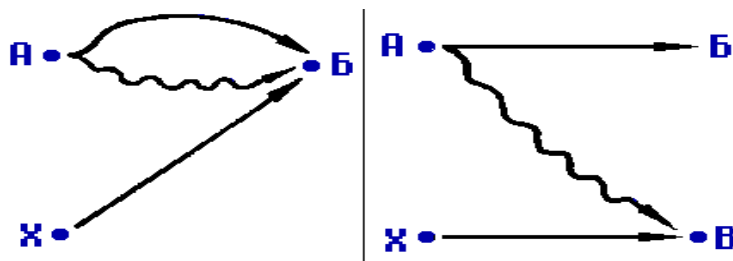
- 1) конфликтующую пару;
- 2) усиленную формулировку конфликта;
- 3) что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что должен устранить, улучшить, обеспечить и т. д.).

Пример. Даны отсутствующий проводник и молния. Отсутствующий проводник не создает помех (при приеме радиоволн антенной), но и не обеспечивает защиту от молний. Необходимо найти такой икс-элемент, который, сохраняя способность отсутствующего проводника не создавать помех (антенне), обеспечивал бы защиту от молний.

Примечания:

1. Модель задачи условна, в ней искусственно выделена часть элементов технической системы. Наличие остальных элементов только подразумевается. Так, в модели задачи о защите антенны из четырех элементов, необходимых для формулировки задачи (антенна, радиоволны, проводник и молния), остались только два, остальные упоминаются в скобках – их можно было бы вообще не упоминать.

2. После шага 1.6 следует обязательно вернуться к 1.1 и проверить логику построения модели задачи. При этом часто оказывается возможным уточнить выбранную схему конфликта, указав в ней X-элемент, например, так:



3. Икс-элемент не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент – это некое изменение в системе, некий икс вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части системы или внешней среды.

Шаг 1.7

Проверить возможность применения системы стандартов к решению модели задачи. Если задача не решена, перейти ко второй части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ со второй части.

Примечание. Анализ по первой части АРИЗ и построение модели существенно проясняют задачу и во многих случаях позволяют увидеть стандартные черты в нестандартных задачах. Это открывает возможность более эффективного использования стандартов, чем при применении их к исходной формулировке задачи.

ЧАСТЬ 2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

Цель второй части АРИЗ – учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространств, времени, веществ и полей.

Шаг 2.1

Определить оперативную зону (ОЗ).

Примечание. В простейшем случае ОЗ – это область, в пределах которой возникает конфликт, указанный в модели задачи.

Пример. В задаче об антенне ОЗ это пространство, ранее занимаемое молниеотводом, т. е. мысленно выделенный «пустой» стержень, «пустой» столб.

Шаг 2.2

Определить оперативное время.

Примечание. Оперативное время (ОВ) – это имеющиеся ресурсы времени:
– конфликтное время T_1 ;
– время до конфликта T_2 .

Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение T_2 .

Пример. В задаче об антенне оперативное время является суммой T_1 (время разряда молнии) и T_1 (время до следующего разряда). T_2 нет.

Шаг 2.3

Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР в виде табл. 2.

Примечания:

1. Вещественно-полевые ресурсы (ВПР) – это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают трех видов:

1) внутрисистемные:

а) ВПР инструмента;

б) ВПР изделия;

2) внешнесистемные:

а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например, вода в задаче о частицах в жидкости оптической чистоты;

б) ВПР, общие для любой внешней среды, «фоновые» поля, например, гравитационные, магнитное поле Земли;

3) надсистемные

а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условию задачи);

б) «копеечные» – очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

Таблица 2

Список ВПР

Место ресурса	Вещества	Поля
Внутрисистемные Изделие Инструмент	(заполнить)	(заполнить)
Внешнесистемные ВПР среды ВПР «фоновые»	(заполнить)	(заполнить)
Надсистемные Отходы посторонней системы «копеечные»	(заполнить)	(заполнить)

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при *минимальном расходовании ВПР*. Поэтому целесообразно использовать в первую

очередь внутрисистемные ВПР, затем внешнесистемные ВПР и в последнюю очередь надсистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (т. е. макси-задач), целесообразно задействовать *максимум различных ВПР*.

2. Как известно, изделие – неизменяемый элемент. Какие же ресурсы могут быть в изделии? Изделие действительно нельзя изменять, т. е. нецелесообразно менять при решении мини-задачи.

Но иногда изделие может:

- а) изменяться само;
- б) допускать расхождение (т. е. изменение) какой-то части, когда его (изделия) в целом неограниченно много (например, ветер и т. д.);
- в) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);
- г) допускать использование микроуровневых структур;
- д) допускать соединение с «ничем», т. е. с пустотой;
- е) допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно легко менять, не меняя.

3. 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.

Пример. В задаче о защите антенны фигурирует «отсутствующий молниеотвод». Поэтому в ВПР входят только вещества и поля внешней среды. В данном случае ВПР – это воздух.

ЧАСТЬ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА И ФИЗИЧЕСКОГО ПРОТИВОРЕЧИЯ

В результате применения третьей части АРИЗ должен формулироваться образ идеального решения (ИКР). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

Шаг 3.1

Записать формулировку ИКР-1:

«Икс-элемент, абсолютно *не усложняя систему* и не вызывая вредных явлений, устраняет (*указать вредное действие*) в течение оперативного времени (ОВ) в пределах оперативной зоны (ОЗ), сохраняя способность инструмента совершать (*указать полезное действие*)».

Пример. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет в течение ОВ «непритягивание» молнии отсутствующим проводящим стержнем, сохраняя способность этого стержня не создавать помех для антенны.

Примечание. 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». Поэтому приведенная в 3.1 формулировка ИКР – только образец.

Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

Шаг 3.2

Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.

Пример. В модели задачи о защите антенны инструмента нет («отсутствующий молниеотвод»). По прим. 24 в формулировку ИКР-1 следует ввести внешнюю среду, т. е. заменить икс-элемент словом «воздух» (можно точнее: «столб воздуха на месте отсутствующего молниеотвода»).

Примечание. При решении мини-задачи, в соответствии с прим. 1 и 2 к шагу 2.3, следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности:

- ВПР инструмента;
- ВПР внешней среды;
- побочные ВПР;
- ВПР изделия (если нет запрета по прим. 2 к шагу 2.3).

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идеи ответа; если идея получена, например на «линии инструмента», можно не проверять другие линии. При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии, т. е., получив ответ, например, на «линии инструмента», следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

При обучении АРИЗ последовательный анализ постепенно заменяется параллельным: вырабатывается умение переносить идею ответа с одной линии на другую. Это – так называемое «многоэкранное мышление»: умение одновременно видеть изменения в надсистеме, системе и подсистемах.

Внимание! Решение задачи сопровождается ломкой старых представлений. Возникают новые представления, с трудом отражаемые словами. Как, например, обозначить свойства краски растворяться, не растворяясь (красить, не крася...)?

При работе с АРИЗ записи надо вести простыми, не техническими, даже «детскими» словами, всячески избегая спецтерминов (они увеличивают психологическую инерцию).

Шаг 3.3

Записать формулировку физического противоречия на макроуровне: «Оперативная зона в течение оперативного времени (ОВ) должна (*указать физическое макросостояние, например, “быть горячей”*), чтобы выполнять (*указать одно из конфликтующих действий*), и не должна (*указать противоположное физическое макросостояние, например, “быть холодной”*), чтобы выполнять (*указать другое конфликтующее действие или требование*)».

Примечания:

1. Физическим противоречием (ФП) называют противоположные требования к физическому состоянию оперативной зоны.

2. Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить краткую формулировку:

«Элемент (или часть элемента в оперативной зоне) в течение ОВ должен быть (*указать*), чтобы (*указать*), и не должен быть (*указать*), чтобы (*указать*).

Пример. Столб воздуха в течение ОВ должен быть электропроводным, чтобы отводить молнию, и должен быть неэлектропроводным, чтобы не поглощать радиоволны.

Эта формулировка наводит на ответ: столб воздуха должен быть электропроводным *при разряде молнии* и должен быть неэлектропроводным *в остальное время*. Разряд молнии – сравнительно редкое явление, к тому же быстро проходящее. Закон согласования ритмики: периодичность появления громоотвода должна быть та же, что и периодичность появления молнии.

Это, конечно, не весь ответ. Как, например, сделать, чтобы столб воздуха при появлении разряда превращался в проводник? Как сделать, чтобы проводник исчезал сразу по окончании разряда?

Внимание! При решении задачи по АРИЗ ответ формируется постепенно, как бы «проявляется». Опасно прерывать решение при первом намеке на ответ и «закреплять» еще не вполне готовый ответ. Решение по АРИЗ должно быть доведено до конца.

Шаг 3.4

Записать формулировку физического противоречия на *микроуровне*:

«В оперативной зоне должны быть частицы вещества (*указать их физическое состояние или действие*), чтобы обеспечить (*указать требуемое на шаге 3.3 макросостояние*), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (*указать требуемое на шаге 3.3 другое макросостояние*)».

Пример. В столбе воздуха (при разряде молнии) должны быть свободные заряды, чтобы обеспечить электропроводность (для отвода молнии), и не должны быть (в остальное время) свободные заряды, чтобы не было электропроводности (из-за которой поглощаются радиоволны).

Примечания:

1. При выполнении шага 3.4. еще нет необходимости конкретизировать понятие «частицы». Это могут быть, например, домены, молекулы, ионы и т. д.

2. Частицы могут оказаться: а) просто частицами вещества; б) частицами вещества в сочетании с каким-то полем и (реже) в) «частицами поля».

3. Если задача имеет решение только на макроуровне, шаг 3.4. может не получиться, потому что дает дополнительную информацию: задача решается на макроуровне.

Внимание! Три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу. Итог этой перестройки подводит шаг 3.5. Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу – физическую. В дальнейшем надо решать именно эту задачу.

Шаг 3.5

Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2: «Оперативная зона (*указать*) в течение оперативного времени (*указать*) должна сама обеспечивать (*указать противоположные физические макро- или микросостояния*)».

Пример. Нейтральные молекулы в столбе воздуха должны сами превращаться в свободные заряды при разряде молнии, а после разряда молнии свободные заряды должны сами превращаться в нейтральные молекулы.

Смысл новой задачи: на время разряда молнии в столбе воздуха – в отличие от окружающего воздуха – должны сами собой появляться свободные заряды; тогда столб ионизированного воздуха сработает

как «молниеотвод» и «притянет» молнию к себе; после разряда молнии свободные заряды в столбе воздуха должны сами собой вновь стать нейтральными молекулами. Для решения этой задачи достаточно знать физику 9-го класса...

Шаг 3.6

Проверить возможность применения системы стандартов к решению физической задачи, сформулированной в виде ИКР-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.

ЧАСТЬ 4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

Ранее – 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. Шаги 3.3–3.5 начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

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 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 отработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

Примечание. Правила 4–7 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ.

Шаг 4.1

Метод моделирования «маленькими человечками» (ММЧ).

- а) используя метод ММЧ, построить схему конфликта;
- б) изменить схему так, чтобы «маленькие человечки» действовали, не вызывая конфликта;
- в) перейти к технической схеме.

Примечания:

1. Метод моделирования «маленькими человечками» (метод ММЧ) состоит в том, что конфликтующие требования схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число «маленьких человечков» (группа, несколько групп, «толпа»). Изображать в виде «маленьких человечков» следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

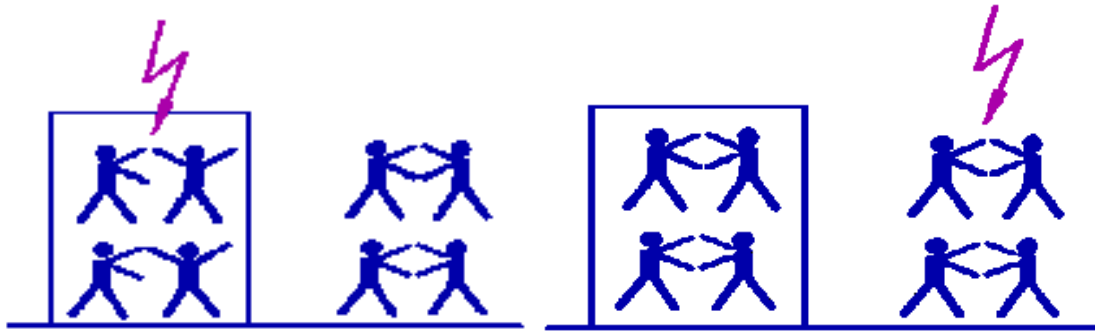
«Конфликтующие требования» – это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5. вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (3.5) к ММЧ, легче рисовать «конфликт» в модели задачи.

Шаг 4.1(б) часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

Внимание! Здесь часто совершают ошибку, ограничиваясь беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки выразительны и понятны без слов и дают дополнительную информацию о физпротиворечии, указывая в общем виде пути его устранения.

2. 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 – 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.

Пример. А) Человечки внутри мысленно выделенного столба воздуха ничем не отличаются от человечков воздуха за пределами столба. Те и другие одинаково нейтральны (на рисунке это показано условно: человечки держат друг друга, руки у них заняты, человечки не хватают молнию).



Б) По правилу 6 надо разделить человечков на две группы: человечки вне столба пусть остаются без изменений (нейтральные пары), а человечки в столбе, оставаясь в парах (т. е. оставаясь нейтральными), пусть высвободят одну руку, как бы символизируя их стремление притянуть молнию.

В) Молекула воздуха (в столбе), оставаясь нейтральной молекулой, должна быть более склонна к ионизации, распаду. Простейший прием – уменьшение давления воздуха внутри столба.

Внимание! Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы. Цель иная – при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

Шаг 4.2

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.

Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микрозадача): как устранить дефект?

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

Шаг 4.3

Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

Примечания:

1. Если бы для решения могли быть использованы ресурсные вещества (в том виде, в каком они даны), задача, скорее всего, не возникла или была бы решена автоматически. Обычно 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 обойти это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

2. Шаг 4.3. состоит (в простейшем случае) 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 (отражен в стандарте 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.

Шаг 4.4

Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

Пример. Смесь воздуха и пустоты – это воздух под пониженным давлением. Из курса физики для 9-го класса известно, что при уменьшении давления газа уменьшается и напряжение, необходимое для возникновения разряда. Теперь ответ на задачу об антенне получен практически полностью.

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

Примечание. 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 пустотой являются структуры нижних уровней (см. прим. 2 к шагу 4.5). Так для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, для молекул отдельные атомы и т. д.

Шаг 4.5

Определить, решается ли задача применением веществ, производных от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с «пустотой»).

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).

Правило 9. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по правилу 8, требуемые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

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.

Примечания:

1. 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.

2. Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:

- минимальное обработанное вещество (простейшее техновещество, например проволока);
- «сверхмолекулы»: кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;
- сложные молекулы;
- молекулы;
- части молекул, группы атомов;
- атомы;
- части атомов;

- элементарные частицы;
- поля.

Суть правила 8: новое вещество можно получить обходным путем разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему.

Суть правила 9: возможен и другой путь – достройка менее крупных структур.

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 физический эффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

Шаг 4.6

Определить, решается ли задача введением вместо вещества электрического поля или взаимодействия двух электрических полей.

Пример. Известен способ разрыва труб скручиванием (авторское свидетельство № 182671). При скручивании трубы приходится механически зажимать, это вызывает их деформацию. Предложено возбуждать крутящий момент в самой трубе – за счет электродинамических сил (авторское свидетельство № 342759).

Примечание. Если использование ресурсных веществ – имеющихся и производных – недопустимо по условиям задачи, надо использовать 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.

Шаг 4.7

Определить, решается ли задача применением пары «поле – добавка вещества, отзывающегося на поле».

Например, «магнитное поле – ферровещество», «ультрафиолет – люминофор», «тепловое поле – металл с памятью формы» и т. д.

Примечание. 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.

ЧАСТЬ 5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после шага 4.7 ответа нет, 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.

Шаг 5.1

Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по стандартам.

Примечание. Возврат к стандартам происходит, в сущности, уже на шагах 4.6 и 4.7. 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, приходится вводить новые вещества и поля. Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок.

Шаг 5.2

Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по аналогии с еще нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.

Примечание. При бесконечном многообразии изобретательских задач число физических противоречий, на которых «держатся» эти задачи, сравнительно невелико.

Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное физпротиворечие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа – на уровне физического противоречия.

Шаг 5.3

Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью таблицы типовых преобразований (прил. 3).

Правило 11. Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

Шаг 5.4

Применение «Указателя физических эффектов».

Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью «Указателя применения физических эффектов и явлений».

Примечание. Разделы «Указателя применения физических эффектов и явлений» опубликованы в журнале «Техника и наука» (1981, № 1–9; № 3–8), а также в кн.: Дерзкие формулы творчества. Петрозаводск, 1987.

ЧАСТЬ 6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, 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.

Например, увеличения скорости «ледокола» достигается переходом к «ледоНЕколу». Вечная «краска» оказывается не краской в буквальном смысле слова, а пузырьками газа, возникающими при электролизе.

Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

Шаг 6.1

Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ.

Шаг 6.2

Если ответа нет, проверить – не является ли формулировка шага 1.1 сочетанием нескольких разных задач. В этом случае следует изменить 1.1, выделив отдельные задачи для поочередного решения (обычно достаточно решить одну главную задачу).

Пример.

Задача: «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.

Шаг 6.3

Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4 другое ТП.

Пример.

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. 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 «изменительную»: как вообще избежать смешивания нефтепродуктов с разделительной жидкостью?

Решение: пусть жидкости бесконтрольно смешиваются, но в конечном пункте жидкость-разделитель должна сама превращаться в газ и уходить из резервуара*.

Шаг 6.4

Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1. и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз – с переходом к наднадсистеме и т. д.

Пример. Типичным примером является решение задачи о газотеплозащитном скафандре**.

* См. кн.: Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать. М., 1994.

** Там же.

Первоначально была поставлена задача на создание холодильного костюма. Но 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. Переход к надсистеме позволил в 2–3 раза увеличить допустимый весовой предел.

ЧАСТЬ 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРОТИВОРЕЧИЯ

Главная цель седьмой части АРИЗ – проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, «без ничего». Лучше потратить 2–3 часа на получение нового, более сильного ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую слабую идею.

Шаг 7.1

Контроль ответа. Рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР – имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулируемые вещества? Ввести соответствующие поправки в технический ответ.

Примечание. Саморегулируемые (в условиях данной задачи) вещества – это такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при 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.

Шаг 7.2

Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

а) обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 («Элемент сам...»);

б) какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением;

в) содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление;

г) 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 шагу 1.1.

Шаг 7.3

Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

Шаг 7.4

Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

ЧАСТЬ 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ОТВЕТА

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.

Шаг 8.1

Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

Шаг 8.2

Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

Шаг 8.3

Использовать полученный ответ при решении других технических задач:

а) сформулировать в обобщенном виде полученный принцип решения;

б) рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач;

в) рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному;

г) построить морфологическую таблицу, например типа «расположение частей – агрегатные состояния изделия» или «использованные поля – агрегатные состояния внешней среды» и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц;

д) рассмотреть изменение найденного принципа при изменении размеров системы (или главных ее частей): размеры стремятся к нулю, размеры стремятся к бесконечности.

Примечание. Если работа ведется не только ради решения конкретной технической задачи, тщательное выполнение шагов 8.3а–8.3д может стать началом разработки новой теории, исходящей из полученного принципа.

ЧАСТЬ 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. В этом смысл девятой (завершающей) части АРИЗ.

Шаг 9.1

Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать.

Шаг 9.2

Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физические эффекты). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

Внимание! АРИЗ-85-В опробован на многих задачах – практически на всем фонде задач, используемом при обучении ТРИЗ. Забывая об этом, иногда «с ходу» предлагают усовершенствования, основанные на опыте решения одной задачи. Для этой одной задачи предлагаемые изменения может быть и хороши, но, облегчая решение одной задачи, они, как правило, затрудняют решение всех других...

Любое предложение желательно вначале испытать вне АРИЗ (так было, например, с методом ММЧ). После введения в АРИЗ каждое изменение должно быть опробовано разбором как минимум 20–25 достаточно трудных задач.

АРИЗ постоянно совершенствуется и потому нуждается в притоке новых идей, но эти идеи должны быть сначала тщательно проверены.

Контрольные задачи

1. Затонувшие корабли поднимают с помощью понтонов, то есть больших емкостей, прикрепляемых к кораблю. Понтоны наполняют водой, опускают на дно, крепят к кораблю, а потом вытесняют (сжатым воздухом) воду из понтонов. Понтоны всплывают и тянут за собой корабль.

Крепление понтонов осуществляют водолазы. Под кораблем протягивают тросы и с двух сторон крепят понтоны.

Все резко осложняется, если корабль глубоко сидит в иле (так бывает часто). Водолазы не могут работать в иле. Кроме того, ил держит корабль, «цепляясь» за корпус и создавая при подъеме огромную силу, удерживающую корабль на дне. Если слой ила тонкий, его еще можно смыть струей воды, подаваемой под давлением. Но чаще всего слой ила толст (корабль всем корпусом сидит в иле) и плотен. Размыв ила идет медленно (используют землесосные устройства), налетит шторм, взбаламутит море, снова корабль окажется в иле...

2. Доменный шлак (температура расплава 1000 °С) перевозят к шлакоперерабатывающей установке в ковшах, установленных на железнодорожных платформах. Из-за действия холодного воздуха на поверхности расплава образуется толстая корка твердого шлака. Теряется около трети перевозимого жидкого шлака. В корке приходится пробивать отверстия для слива шлака, а после удалять затвердевший шлак. Можно предотвратить образование корки, применив теплоизолирующую крышку. Но это существенно затруднит работу: нужно будет снимать и надевать громоздкую крышку. Как быть?

3. Когда известный и неутомимый изобретатель-путешественник Огюст Пикар готовился установить рекорд подъема в стратосферу, то перед ним встала задача. При подъеме стратостата на высоту около 10 тысяч метров гондола должна быть герметично закрыта (из-за разреженности воздуха). Но необходимо иметь возможность убирать канат (т. е. сокращать его длину) ориентировочно на 40 м для того, чтобы открыть клапан стратостата. Как быть?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

...Не обрывается сказка концом.
Помнишь, тебя мы спросили вначале:
Что остается от сказки потом –
После того, как ее рассказали?
Может, не все, даже съев пирожок,
Наша Алиса во сне разглядела.
А? Э... Так-то, дружок,
В этом-то все и дело.

*В. С. Высоцкий. Песня Кэррола.
«Алиса в стране чудес»*

Итак, обучение завершилось. Появилось ли у вас инновационное мышление? Можно ли с головой броситься в поток инновационных дел, опираясь на полученные знания? И да, и нет. Да – потому что, если знания не использовать, они очень быстро станут ненужной вещью в шкафу. Зачем купил, если носить не собирался? Нет – потому что...

Во-первых, не поймут. Много ли окружающих вас людей оперируют понятиями «идеальность», «противоречие», «идеальный конечный результат», «переход в надсистему», многие ли умеют правильно формулировать функции? Встречаются ли такие понятия, правила в литературе, посвященной проектированию конкретных систем, организации работы коллективов людей, описанию функционирования конкретных систем?

Во-вторых, достаточен ли приобретенный вами уровень знаний, умений, навыков, чтобы справиться с таким сложным делом, как сотворение нового? Ведь, согласно требованиям сертификации специалистов Международной ассоциации ТРИЗ, объем программы не позволяет обеспечить подготовку на 3-й уровень (самостоятельное решение практических задач) и претендует лишь на 2-й уровень. А ведь вы еще и занятия пропускали...

В-третьих, всякая новая идея вызывает у окружающих неприятие. Специалисты «размажут по стенке» вас, доказывая, что ваша идея, конечно, красивая (ведь она разрешила противоречие), но неработоспособная, а финансисты будут требовать от вас экономического обоснования.

Вас ожидают трудности... Вы не боитесь? Тогда – вперед!

Эта программа является дверью в Большое Творчество. Откройте дверь! Большое Творчество – это всегда уникальное восхождение на вершину, вашу вершину! Мы вас немного обучили технике восхождения, рассказали о вероятных трудностях. Но всходить на вершину – это ваш выбор, ваше решение, ваша цель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саламатов, Ю. П. Как стать изобретателем / Ю. П. Саламатов. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 2006. – 240 с.
2. Иванов, Г. И. Формулы творчества или Как научиться изобретать / Г. И. Иванов. – М. : Просвещение, 1994.
3. Альтшуллер, Г. С. Нить в лабиринте / Г. С. Альтшуллер // Маленькие необъятные миры. – Петрозаводск : Карелия, 1988. – С. 168–230.
4. Альтшуллер, Г. С. Правила игры без правил / Г. С. Альтшуллер. – Карелия, 1989. – С. 11–37
5. Дерзкие формулы творчества. – Петрозаводск : Карелия, 1987.
6. Альтшуллер, Г. С. Законы развития систем / Г. С. Альтшуллер. – М. : Сов. радио, 1979. – 184 с.
7. Рубан, О. Убить противоречие [Электронный ресурс] / О. Рубан // Эксперт. – Электрон. журн. – 2007. – № 48 (589). – Режим доступа: http://expert.ru/expert/2007/48/innovacionniy_biznes. – Загл. с экрана.
8. Альтшуллер, Г. С. Поиск новых путей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. – Кишинев : Карта молдовеняскэ, 1989. – 381 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица выбора типового решения

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	01. Вес подвижного объекта	02. Вес неподвижного объекта	03. Длина подвижного объекта	04. Длина неподвижного объекта	05. Площадь подвижного объекта
01. Вес подвижного объекта		–	15, 8, 29, 34	–	29, 17, 38, 34
02. Вес неподвижного объекта	–		–	10, 1, 29, 35	–
03. Длина подвижного объекта	8, 15, 29, 34	–		–	15, 17, 4
04. Длина неподвижного объекта		35, 28, 40, 29	–		–
05. Площадь подвижного объекта	2, 17, 29, 4	–	14, 15, 18, 4	–	
06. Площадь неподвижного объекта		30, 2, 14, 18	–	26, 7, 9, 39	–
07. Объем подвижного объекта	2, 26, 29, 40	–	1, 7, 35, 4	–	1, 7, 4, 17
08. Объем неподвижного объекта		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	–
09. Скорость	8, 28, 13, 38	–	13, 14, 8	–	29, 30, 34
10. Сила	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15
11. Напряжение, давление	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28
12. Форма	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10
13. Устойчивость состава объекта	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1.28	37	2, 11, 13
14. Прочность	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29
15. Время действия подвижного объекта	19, 5, 34, 31	–	2, 19, 9	–	3, 17, 19
16. Время действия неподвижного объекта	–	6, 27, 19, 16	–	1, 40, 35	–
17. Температура	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18
18. Освещенность	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	–	19, 32, 26

Продолжение таблицы

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	01. Вес подвижного объекта	02. Вес неподвижного объекта	03. Длина подвижного объекта	04. Длина неподвижного объекта	05. Площадь подвижного объекта
19. Затраты энергии подвижным объектом	12, 18, 28, 31	–	12, 28	–	15, 19, 25
20. Затраты энергии неподвижным объектом	–	19, 9, 6, 27	–	–	–
21. Мощность	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	–	19, 38
22. Потери энергии	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30
23. Потери вещества	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31
24. Потери информации	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26
25. Потери времени	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	28, 4, 5, 16
26. Количество вещества	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	–	15, 14, 29
27. Надежность	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16
28. Точность измерения	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3
29. Точность изготовления	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32
30. Вредные факторы, действующие на объект	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28
31. Вредные факторы самого объекта	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	–	17, 2, 18, 39
32. Удобство изготовления	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	13, 17, 27	13, 1, 26, 12
33. Удобство эксплуатации	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	–	1, 17, 13, 16
34. Удобство ремонта	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 13, 32
35. Адаптация, универсальность	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7
36. Сложность устройства	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16
37. Сложность контроля и измерения	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17
38. Степень автоматизации	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 28, 17	23	17, 14, 13
39. Производительность	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	06. Площадь недвижимого объекта	07. Объем подвижного объекта	08. Объем недвижимого объекта	09. Скорость	10. Сила
01. Вес подвижного объекта	–	29, 2, 40, 28	–	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37
02. Вес недвижимого объекта	35, 30, 13, 2	–	5, 35, 14, 2	–	8, 10, 19, 35
03. Длина подвижного объекта	–	7, 17, 4, 35	–	13, 4, 8	17, 10, 4
04. Длина недвижимого объекта	17, 7, 10, 40	–	35, 8, 2, 14	–	28, 1
05. Площадь подвижного объекта	–	7, 14, 17, 4	–	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2
06. Площадь недвижимого объекта	–	–	–	–	1, 18, 35, 36
07. Объем подвижного объекта	–	–	–	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37
08. Объем недвижимого объекта	–	–	–	–	2, 18, 37
09. Скорость	–	7, 29, 34	–	–	13, 28, 15, 19
10. Сила	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	–
11. Напряжение, давление	10.15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21
12. Форма	–	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40
13. Устойчивость состава объекта	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16
14. Прочность	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14
15. Время действия подвижного объекта	–	10, 2, 19, 30	–	3, 35, 5	19, 2, 16
16. Время действия недвижимого объекта	–	–	35, 34, 38	–	–
17. Температура	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21
18. Освещенность	–	2, 13, 10	–	10, 13, 19	26, 19, 6
19. Затраты энергии подвижным объектом	–	35, 13, 18	–	8, 15, 35	16, 26, 21, 2
20. Затраты энергии недвижимым объектом	–	–	–	–	36, 37
21. Мощность	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	15, 35, 2	26, 2, 36, 35

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	06. Площадь недвижимого объекта	07. Объем подвижного объекта	08. Объем недвижимого объекта	09. Скорость	10. Сила
22. Потери энергии	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	16, 35, 38	36, 38
23. Потери вещества	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40
24. Потери информации	30, 16	–	2, 22	26, 32	–
25. Потери времени	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	–	10, 37, 36, 5
26. Количество вещества	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	–	35, 29, 34, 28	35, 14, 3
27. Надежность	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3
28. Точность измерения	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	–	28, 13, 32, 24	32, 2
29. Точность изготовления	2, 29, 18, 36	32, 28, 2	25, 10, 35	10, 28, 32	28, 19, 34, 36
30. Вредные факторы, действующие на объект	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18
31. Вредные факторы самого объекта	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40
32. Удобство изготовления	16, 4	13, 29, 1, 40	35	35, 13, 8, 1	35, 12
33. Удобство эксплуатации	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 39, 31	18, 13, 34	28, 13, 35
34. Удобство ремонта	16, 25	25, 2, 35, 11	1	34, 9	1, 11, 10
35. Адаптация, универсальность	15, 16	15, 35, 29	–	35, 10, 14	15, 17, 20
36. Сложность устройства	6, 36	34, 26, 6	1, 16	34, 10, 28	26, 18
37. Сложность контроля и измерения	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31	3, 4, 16, 35	36, 28, 40, 19
38. Степень автоматизации	–	35, 13, 16	–	28, 1	2, 35
39. Производительность	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	35, 37, 10, 2	–	28, 15, 10, 36

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	11. Напряжение, давление	12. Форма	13. Устойчивость состава объекта	14. Прочность	15. Время действия подвижного объекта
01. Вес подвижного объекта	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35
02. Вес неподвижного объекта	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27	–
03. Длина подвижного объекта	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19
04. Длина неподвижного объекта	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	–
05. Площадь подвижного объекта	10, 35, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3
06. Площадь неподвижного объекта	10, 15, 36, 37	–	2, 38	40	–
07. Объем подвижного объекта	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4
08. Объем неподвижного объекта	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	–
09. Скорость	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5
10. Сила	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2
11. Напряжение, давление		35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27
12. Форма	34, 35, 10, 14		33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25
13. Устойчивость состава объекта	2, 35, 40	22, 1, 18, 4		17, 9, 15	13, 27, 10, 35
14. Прочность	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35		27, 3, 26
15. Время действия подвижного объекта	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	
16. Время действия неподвижного объекта	–	–	39, 3, 35, 23	–	–
17. Температура	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39
18. Освещенность	–	32, 3	32, 3, 27	35, 19	2, 19, 6
19. Затраты энергии подвижным объектом	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18
20. Затраты энергии неподвижным объектом	–	–	27, 4, 29, 18	35	–
21. Мощность	22, 10, 35	29, 14, 3, 40	35, 32, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38
22. Потери энергии	–	–	14, 2, 39, 6	26	–

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	11. Напряжение, давление	12. Форма	13. Устойчивость состава объекта	14. Прочность	15. Время действия подвижного объекта
23. Потери вещества	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18
24. Потери информации	–	–	–	–	10
25. Потери времени	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18
26. Количество вещества	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40
27. Надежность	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	–	11, 28	2, 35, 3, 25
28. Точность измерения	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32
29. Точность изготовления	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40
30. Вредные факторы, действующие на объект	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28
31. Вредные факторы самого объекта	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31
32. Удобство изготовления	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4
33. Удобство эксплуатации	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25
34. Удобство ремонта	13	1, 13, 2, 4	2, 35	1, 11, 2, 9	11, 29, 28, 27
35. Адаптация, универсальность	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35
36. Сложность устройства	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15
37. Сложность контроля и измерения	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 25, 39
38. Степень автоматизации	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9
39. Производительность	10, 37, 14	14, 10, 34, 40	35, 3, 22, 39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	16. Время действия неподвижного объекта	17. Температура	18. Освещенность	19. Затраты энергии подвижным объектом	20. Затраты энергии неподвижным объектом
01. Вес подвижного объекта	–	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	–
02. Вес неподвижного объекта	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	35, 19, 32	–	18, 19, 28, 1
03. Длина подвижного объекта	–	10, 15, 19	32	8, 35, 24	–
04. Длина неподвижного объекта	1, 40, 35	3, 35, 38, 18	3, 25	–	–
05. Площадь подвижного объекта	–	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	–
06. Площадь неподвижного объекта	2, 10, 19, 30	35, 39, 38	–	–	–
07. Объем подвижного объекта	–	34, 39, 10, 18	10, 13, 2	35	–
08. Объем неподвижного объекта	35, 34, 38	35, 6, 4	–	–	–
09. Скорость	–	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	–
10. Сила	–	35, 10, 21	–	19, 17, 10	1, 16, 36, 37
11. Напряжение, давление	–	35, 39, 19, 2	–	14, 24, 10, 37	–
12. Форма	–	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 26, 34, 14	–
13. Устойчивость состава объекта	39, 3, 35, 23	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18
14. Прочность	–	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35
15. Время действия подвижного объекта	–	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	–
16. Время действия неподвижного объекта	–	19, 18, 36, 40	–	–	–
17. Температура	19, 18, 36, 40	–	32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17	–
18. Освещенность	–	32, 35, 19	–	32, 1, 19	32, 35, 1, 15
19. Затраты энергии подвижным объектом	–	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	–	–
20. Затраты энергии неподвижным объектом	–	–	19, 2, 35, 32	–	–
21. Мощность	16	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	–

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	16. Время действия недвижимого объекта	17. Температура	18. Освещенность	19. Затраты энергии подвижным объектом	20. Затраты энергии недвижимым объектом
22. Потери энергии	–	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	–	–
23. Потери вещества	27, 16, 18, 38	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31
24. Потери информации	10	–	19	–	–
25. Потери времени	28, 20, 10, 16	35, 29, 21, 18	1, 19, 26, 17	35, 38, 19, 18	1
26. Количество вещества	3, 35, 31	3, 17, 39	–	34, 29, 16, 18	3, 35, 31
27. Надежность	34, 27, 6, 40	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23
28. Точность измерения	10, 26, 24	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	–
29. Точность изготовления	–	19, 26	3, 32	32, 2	–
30. Вредные факторы, действующие на объект	17, 1, 40, 33	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37
31. Вредные факторы самого объекта	21, 39, 16, 22	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18
32. Удобство изготовления	35, 16	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4
33. Удобство эксплуатации	1, 16, 25	26, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	–
34. Удобство ремонта	1	4, 1	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	–
35. Адаптация, универсальность	2, 16	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	–
36. Сложность устройства	–	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28	–
37. Сложность контроля и измерения	25, 34, 6, 35	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16
38. Степень автоматизации	–	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	–
39. Производительность	20, 10, 16, 38	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	21. Мощность	22. Потери энергии	23. Потери вещества	24. Потери информации	25. Потери времени
01. Вес подвижного объекта	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	10, 35, 20, 28
02. Вес неподвижного объекта	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	10, 20, 35, 26
03. Длина подвижного объекта	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	15, 2, 29
04. Длина неподвижного объекта	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	30, 29, 14
05. Площадь подвижного объекта	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	26, 4
06. Площадь неподвижного объекта	17, 32	17, 7.30	10, 14, 18, 39	30, 16	10, 35, 4, 18
07. Объем подвижного объекта	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	2, 6, 34, 10
08. Объем неподвижного объекта	30, 6	–	10, 39, 35, 34		35, 16, 32, 18
09. Скорость	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26	–
10. Сила	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	–	10, 37, 36
11. Напряжение, давление	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37	–	37, 36, 4
12. Форма	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	–	14, 10, 34, 17
13. Устойчивость состава объекта	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	–	35, 27
14. Прочность	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	–	29, 3, 28, 10
15. Время действия подвижного объекта	19, 10, 35, 38	–	28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18
16. Время действия неподвижного объекта	16	–	27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16
17. Температура	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 39, 31	–	35, 28, 21, 18
18. Освещенность	32	19, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19, 1, 26, 17
19. Затраты энергии подвижным объектом	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	–	35, 38, 19, 18
20. Затраты энергии неподвижным объектом	–	–	28, 27, 18, 31	–	–
21. Мощность		10, 35, 38	28, 37, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6
22. Потери энергии	3, 38		35, 27, 2, 37	19, 1	10, 18, 32, 7
23. Потери вещества	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31		–	15, 18, 35, 10

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	21. Мощность	22. Потери энергии	23. Потери вещества	24. Потери информации	25. Потери времени
24. Потери информации	10, 19	19, 1	–		24, 26, 28, 32
25. Потери времени	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32	
26. Количество вещества	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16
27. Надежность	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4
28. Точность измерения	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	–	24, 34, 28, 32
29. Точность изготовления	32, 2	13, 22, 2	35, 31, 10, 24	–	32, 26, 28, 18
30. Вредные факторы, действующие на объект	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	35, 18, 34
31. Вредные факторы самого объекта	2, 35, 18	21, 35, 2, 22	10, 1, 34	10, 21, 29	1, 22
32. Удобство изготовления	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	35, 28, 34, 4
33. Удобство эксплуатации	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	4, 28, 10, 34
34. Удобство ремонта	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	–	32, 1, 10, 25
35. Адаптация, универсальность	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	–	35, 28
36. Сложность устройства	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	–	6, 29
37. Сложность контроля и измерения	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22	18, 28, 32, 9
38. Степень автоматизации	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33	24, 28, 35, 30
39. Производительность	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	13, 15, 23	–

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	26. Количество вещества	27. Надежность	28. Точность измерения	29. Точность изготовления	30. Вредные факторы, действующие на объект
01. Вес подвижного объекта	3, 26, 18, 31	3, 11, 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27
02. Вес неподвижного объекта	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 27	2, 19, 22, 37
03. Длина подвижного объекта	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24
04. Длина неподвижного объекта	–	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18
05. Площадь подвижного объекта	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1
06. Площадь неподвижного объекта	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35
07. Объем подвижного объекта	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35
08. Объем неподвижного объекта	35, 3	2, 35, 16		35, 10, 25	34, 39, 19, 27
09. Скорость	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 35	1, 28, 35, 23
10. Сила	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18
11. Напряжение, давление	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37
12. Форма	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35
13. Устойчивость состава объекта	15, 32, 35	–	13	18	35, 24, 18, 30
14. Прочность	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1
15. Время действия подвижного объекта	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28
16. Время действия неподвижного объекта	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	–	17, 1, 40, 33
17. Температура	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2
18. Освещенность	1, 19	–	11, 15, 32	3, 32	15, 19
19. Затраты энергии подвижным объектом	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	–	1, 35, 6, 27
20. Затраты энергии неподвижным объектом	3, 35, 31	10, 36, 23	–	–	10, 2, 22, 37
21. Мощность	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	26. Количество вещества	27. Надежность	28. Точность измерения	29. Точность изготовления	30. Вредные факторы, действующие на объект
22. Потери энергии	7, 18, 25	11, 10, 35	32	–	21, 22, 35, 2
23. Потери вещества	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 40
24. Потери информации	24, 28, 35	10, 28, 23	–	–	22, 10, 1
25. Потери времени	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34
26. Количество вещества		18, 3, 28, 40	3, 2, 28	33, 3	35, 33, 29, 31
27. Надежность	21, 28, 40, 3		32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40
28. Точность измерения	2, 6, 32	5, 11, 1, 23		–	28, 24, 22, 26
29. Точность изготовления	32, 3	11, 32, 1	–		26, 28, 10, 36
30. Вредные факторы, действующие на объект	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	
31. Вредные факторы самого объекта	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	–
32. Удобство изготовления	35, 23, 1, 24	–	1, 35, 12, 18	–	24, 2
33. Удобство эксплуатации	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39
34. Удобство ремонта	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 1	35, 10, 2, 16
35. Адаптация, универсальность	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	–	35, 11, 32, 31
36. Сложность устройства	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40
37. Сложность контроля и измерения	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28	–	22, 19, 29, 28
38. Степень автоматизации	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33
39. Производительность	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	32, 1, 18, 10	22, 35, 13, 14

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	31. Вредные факторы самого объекта	32. Удобство изготовления	33. Удобство эксплуатации	34. Удобство ремонта	35. Адаптация, универсальность
01. Вес подвижного объекта	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8
02. Вес неподвижного объекта	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29
03. Длина подвижного объекта	17, 15	1, 29, 17	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16
04. Длина неподвижного объекта	–	15, 17, 27	2, 25	3	1, 35
05. Площадь подвижного объекта	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 3
06. Площадь неподвижного объекта	22, 1, 40	40, 16	16, 4	16	15, 16
07. Объем подвижного объекта	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	15, 13, 30, 12	10	15, 29
08. Объем неподвижного объекта	30, 18, 35, 4	35	–	1	–
09. Скорость	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26
10. Сила	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20
11. Напряжение, давление	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11	2	35
12. Форма	35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29
13. Устойчивость состава объекта	35, 40, 27, 39	35, 19	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2
14. Прочность	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	32, 40, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32
15. Время действия подвижного объекта	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13
16. Время действия неподвижного объекта	22	35, 1	1	1	2
17. Температура	22, 35, 2, 24	26, 27	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27
18. Освещенность	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19
19. Затраты энергии подвижным объектом	2, 35, 6	28, 26, 30	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16
20. Затраты энергии неподвижным объектом	19, 22, 18	1, 4	–	–	–
21. Мощность	2, 35, 18	26, 10, 34	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34
22. Потери энергии	21, 35, 2, 22	–	35, 32, 1	2, 19	–

Продолжение таблицы

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются				
	31. Вредные факторы самого объекта	32. Удобство изготовления	33. Удобство эксплуатации	34. Удобство ремонта	35. Адаптация, универсальность
23. Потери вещества	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2
24. Потери информации	10, 21, 22	32	27, 22	–	–
25. Потери времени	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28
26. Количество вещества	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	35, 29, 10, 25	2, 32, 10, 25	15, 3, 29
27. Надежность	35, 2, 40, 26	–	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24
28. Точность измерения	3, 3, 29, 10	6, 35, 25, 18	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2
29. Точность изготовления	4, 17, 34, 26	–	1, 32, 35, 23	25, 1	–
30. Вредные факторы, действующие на объект	–	24, 35, 2	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31
31. Вредные факторы самого объекта	–	–	–	–	–
32. Удобство изготовления	–	–	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15
33. Удобство эксплуатации	–	2, 5, 12	–	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16
34. Удобство ремонта	–	1, 35, 11, 10	1, 12, 26, 15	–	7, 1, 4, 16
35. Адаптация, универсальность	–	1, 13, 31	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4	–
36. Сложность устройства	19, 1	27, 26, 1, 13	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37
37. Сложность контроля и измерения	2, 21	5, 28, 11, 29	2, 5	12, 26	1, 15
38. Степень автоматизации	2	1, 26, 13	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35
39. Производительность	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37



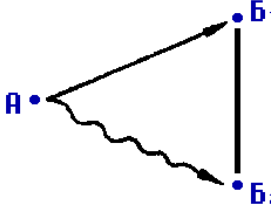
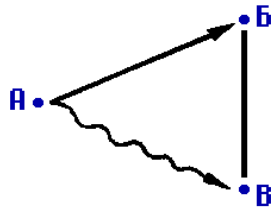
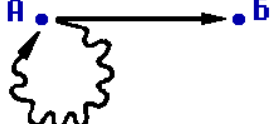
Продолжение таблицы

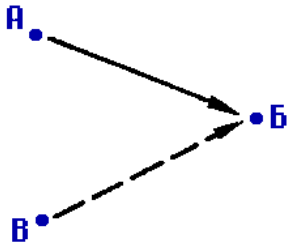
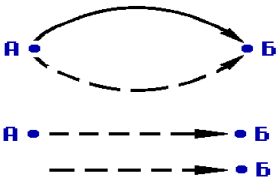
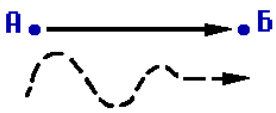

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются			
	36. Сложность устройства	37. Сложность контроля и измерения	38. Степень автоматизации	39. Производительность
01. Вес подвижного объекта	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37
02. Вес неподвижного объекта	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35
03. Длина подвижного объекта	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29
04. Длина неподвижного объекта	1, 26	26	–	30, 14, 7, 26
05. Площадь подвижного объекта	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2
06. Площадь неподвижного объекта	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7
07. Объем подвижного объекта	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34
08. Объем неподвижного объекта	1, 31	2, 17, 26	–	35, 37, 10, 2
09. Скорость	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	–
10. Сила	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37
11. Напряжение, давление	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37
12. Форма	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10
13. Устойчивость состава объекта	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3
14. Прочность	2, 13, 28	27, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14
15. Время действия подвижного объекта	10, 4, 28, 15	19, 29, 39, 35	6, 1	35, 17, 14, 19
16. Время действия неподвижного объекта	–	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38
17. Температура	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	26, 2, 19, 16	15, 28, 35
18. Освещенность	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16
19. Затраты энергии подвижным объектом	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35
20. Затраты энергии неподвижным объектом	–	19, 35, 16, 25	–	1, 6
21. Мощность	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34
22. Потери энергии	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35
23. Потери вещества	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23

Продолжение таблицы

Изменяемые параметры	Параметры, которые ухудшаются			
	36. Сложность устройства	37. Сложность контроля и измерения	38. Степень автоматизации	39. Производительность
24. Потери информации	–	35, 33	35	13, 23, 15
25. Потери времени	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	–
26. Количество вещества	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27
27. Надежность	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38
28. Точность измерения	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32
29. Точность изготовления	26, 2, 18	–	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39
30. Вредные факторы, действующие на объект	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24
31. Вредные факторы самого объекта	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39
32. Удобство изготовления	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28
33. Удобство эксплуатации	32, 26, 12, 17	–	1, 34, 12, 3	15, 1, 28
34. Удобство ремонта	35, 1, 13, 11	–	34, 35, 7, 13	1, 32, 10
35. Адаптация, универсальность	15, 29, 37, 28	–	27, 34, 35	35, 26, 6, 37
36. Сложность устройства		15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28, 12, 17, 28
37. Сложность контроля и измерения	15, 10, 37, 28		34, 21	35, 18
38. Степень автоматизации	15, 24, 10	34, 27, 25		5, 12, 35, 26
39. Производительность	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	

Схемы типичных конфликтов в моделях задач

Схема	Наименование поротиворечия, пояснения, примеры
	<p style="text-align: center;">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. <i>Пример.</i> 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 style="text-align: center;">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. <i>Пример.</i> Задача о вводе порошка в расплав металла (Техника и наука. 1980. № 8)</p>
	<p style="text-align: center;">3. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ</p> <p>Полезное действие А на одну часть Б оказывается вредным для другой части Б. Требуется устранить вредное действие на Б2, сохранив полезное действие на Б1. <i>Пример.</i> Задача о «Бегущей по волнам» (Техника и наука. 1981. № 2)</p>
	<p style="text-align: center;">4. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ</p> <p>Полезное действие А на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему. <i>Пример.</i> Задача о кабине стратостата (Техника и наука. 1980. № 2)</p>
	<p style="text-align: center;">5. СОПРЯЖЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ</p> <p>Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности, вызывая усложнение А). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное. <i>Пример.</i> Задача о паяльнике (Техника и наука. 1980. № 4)</p>

	<p style="text-align: center;">НЕСОВМЕСТИМОЕ ДЕЙСТВИЕ</p> <p>Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например обработка несовместима с измерением).</p> <p>Требуется обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действия А на Б.</p> <p><i>Примеры.</i> 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 style="text-align: center;">7. НЕПОЛНОЕ ДЕЙСТВИЕ ИЛИ БЕЗДЕЙСТВИЕ</p> <p>А оказывает на Б одно действие, а нужны два равных действия. Или А не действует на Б. Иногда А вообще не дано: надо изменить Б, а каким образом – неизвестно.</p> <p>Требуется обеспечить действие на Б при минимально простом А.</p> <p><i>Примеры.</i> Задача о смазке валков при прокате (Техника и наука. 1981. № 7–8); задача о получении высокого давления (Техника и наука. 1979. № 6)</p>
	<p style="text-align: center;">8. «БЕЗМОЛВИЕ»</p> <p>Нет информации (волнистая пунктирная стрелка) об А, Б или взаимодействии А и Б. Иногда дано только Б.</p> <p>Требуется получить необходимую информацию</p>
	<p style="text-align: center;">НЕРЕГУЛИРУЕМОЕ (В ЧАСТНОСТИ, ИЗБЫТОЧНОЕ) ДЕЙСТВИЕ</p> <p>А действует на Б нерегулируемо (например постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное).</p> <p>Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрих-пунктирная стрелка).</p> <p><i>Примеры.</i> Задача о сливе стекла из ковша (Техника и наука. 1979. № 10); задача об ампуле (Техника и наука. 1981. № 9)</p>

Разрешение физических противоречий

№	Способы разрешения
1	<p>Разделение противоречивых свойств в пространстве.</p> <p><i>Примеры</i></p> <p>Авторское свидетельство (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</p>
2	<p>Разделение противоречивых свойств во времени.</p> <p><i>Примеры</i></p> <p>Стандарт 2.2.3 (в Системе-76).</p> <p>А. с. № 258490. Ширину ленточного электрода меняют в зависимости от ширины сварного шва</p>
3	<p>Системный переход 1А: объединение однородных или неоднородных систем в надсистему.</p> <p><i>Примеры</i></p> <p>Стандарт 3.1.1.</p> <p>А. с. № 722624. Слябы транспортируют по рольгангу вплитык один к другому, чтобы не охлаждались торцы</p>
4	<p>Системный переход 1Б: от системы к антисистеме или сочетанию системы с антисистемой.</p> <p><i>Примеры</i></p> <p>Стандарт 3.1.3.</p> <p>А. с. № 523695. Способ остановки кровотечения прикладывают салфетку, пропитанную иногруппной кровью</p>
5	<p>Системный переход 1В: вся система наделяется свойством С, а ее части свойством анти-С.</p> <p><i>Примеры</i></p> <p>Стандарт 3.1.5.</p> <p>А. с. № 510350. Рабочие части тисков для зажима деталей сложной формы: каждая часть (стальная втулка) твердая, а в целом зажим податливый, способен менять форму</p>
6	<p>Системный переход 2: переход к системе, работающей на микроуровне.</p> <p><i>Примеры</i></p> <p>Стандарт 3.2.1.</p> <p>А. с. № 179479. Вместо механического крана «термо-кран» из двух материалов с разными коэффициентами теплового расширения. При нагреве образуется зазор</p>

7	<p>Фазовый переход 1: замена фазового состояния части системы или внешней среды.</p> <p><i>Примеры</i> Стандарт 5.3.1. А. с. № 252262. Способ энергоснабжения потребителей сжатого газа в шахтах – транспортируют сжиженный газ</p>
8	<p>Фазовый переход 2: «двойственное» фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).</p> <p><i>Примеры</i> Стандарт 5.3.2. А. с. № 958837. Теплообменник снабжен прижатыми к нему «лепестками» из никелида титана: при повышении температуры «лепестки» отгибаются, увеличивая площадь охлаждения</p>
9	<p>Фазовый переход 3: использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.</p> <p><i>Примеры</i> Стандарт 5.3.3. А. с. № 601192. Приспособление для транспортировки мороженых грузов имеет опорные элементы в виде брусков льда (снижение трения за счет таяния)</p>
10	<p>Фазовый переход 4: замена однофазового вещества двухфазовым.</p> <p><i>Примеры</i> Стандарты 5.3.4 и 5.3.5. А. с. № 722740. Способ полирования изделий. Рабочая среда состоит из жидкости (расплава свинца) и ферромагнитных абразивных частиц</p>
11	<p>Физико-химический переход: возникновение - исчезновение вещества за счет разложения - соединения, ионизации - рекомбинации.</p> <p><i>Примеры</i> Стандарты 5.5.1 и 5.5.2. А. с. № 342761. Для пластификации древесины аммиаком осуществляют пропитку древесины солями аммония, разлагающимися при трении</p>

Учебное издание

Дмитриев Сергей Анатольевич
Краев Олег Альбертович
Федоров Виктор Александрович

АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ

Учебное пособие

Редактор *О. А. Кругликова*
Оригинал-макет и верстка *О. В. Булатниковой*

Подписано в печать 28.04.2015. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать плоская. Усл. печ. л. 8,3 . Уч.-изд. л. 9,0. Тираж 50 экз.
Заказ . С 109/15.

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 24.49.04.953.П.000032.01.03 от 29.01.2003 г.

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
Отпечатано в отделе копировально-множительной техники
Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.