

Приложения

1. ТИПОВЫЕ ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

1. Принцип дробления:

- а) разделить объект на независимые части;
- б) выполнить объект разборным;
- в) увеличить степень дробления объекта.

Пример. *Светящиеся буквы и знаки для автострад изготавливали из газосветных стеклянных трубок. Потом было предложено делать их из множества стеклянных, шариков, хорошо отражающих и рассеивающих свет фар, а потом – из мельчайшей стеклянной пыли, напыляемой по трафарету.*

2. Принцип вынесения. Отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

В отличие от предыдущего приема, состоящего в делении объекта на одинаковые части, здесь имеется в виду разделение объекта на разные части.

Пример. *Устройство для освещения открытых пространств, содержащее мощные световые источники и отражатель рассеивающего типа, в котором для упрощения конструкции световые источники расположены на освещаемой поверхности, а отражатель помещен на нижней поверхности аэростата (т. е. поднимают не все осветительное устройство, а только отражатель).*

3. Принцип местного качества:

- а) перейти от однородной 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 благоприятных для ее работы.

Пример. *Для уменьшения образования трещиноватых зерен рис перед сушкой разделяют по крупности на фракции, которые сушат отдельно с дифференцированными режимами.*

4. Принцип асимметрии:

- а) перейти от симметричной формы объекта к асимметричной;
- б) если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.

Примеры. *Воронка для сыпучих материалов включает конусную часть и примыкающий к ней цилиндрический канал. Для увеличения пропускной способности воронки ось цилиндрического канала смещена относительно оси конусной части на расстояние 0,35–0,5 диаметра канала. Эксцентрично расположенная щетина на вращающейся щетке работает эффективней, а для того, чтобы щетка не прыгала по обрабатываемой поверхности, диск, несущий щетину, тоже сделан эксцентрично, но со смещением в противоположную сторону.*

5. Принцип объединения:

- а) объединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
- б) объединить во времени однородные или смежные операции.

Примеры. *Бульдозер из двух тракторов. Отвал расположен между ведущим передним и ведомым задним тракторами. Управление осуществляет один тракторист из ведущего трактора.*

Семена плодовых деревьев сажают по три в каждую ямку так, чтобы стебельки вышли пучком. Через два месяца после прорастания из каждой тройки оставляют лучший, а остальные обрезают. А корневые системы, оказавшиеся без наземной части, соединяют с оставленными проростками. Получая от корней утроенное количество воды и питательных веществ, саженец растет очень быстро.

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

Пример. *Обычно перед операцией травления детали машин обезжиривают, на что уходит время. Изобретен раствор, выполняющий обе операции одновременно.*

7. Принцип «матрёшки»:

- а) один объект размещен внутри другого, который, в свою очередь, находится внутри третьего, и т. д.;
- б) один объект проходит сквозь полости в другом объекте.

Примеры. При заправке автомобилей бензином часть его испаряется. Для предотвращения потерь американские инженеры предложили использовать спаренный коаксиальный шланг: внутренний подает бензин, наружный отсасывает пары.

С целью уменьшения габаритов двигателя и повышения его КПД предложено гребные винты устанавливать так, чтобы лопасти одного вращались между лопастями другого.

8. Принцип антивеса:

- а) компенсировать вес объекта соединением с другим, обладающим подъемной силой;
- б) компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро– и гидродинамических сил).

Пример. Опоры тяжело нагруженных конвейерных лент часто выходят из строя. Этого можно избежать, если ленты устанавливать на поплавки, помещенные в резервуары с жидкостью.

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. Стальная пружина будет прочнее, если заготовку предварительно растянуть, скрутить, снова растянуть и лишь после того навить.

Для предотвращения возникновения вибраций при резании металла чашечный резец предварительно нагружают усилиями, близкими по величине и направленными противоположно усилиям, возникающим в процессе резания.

10. Принцип предварительного действия:

- а) заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично);
- б) заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного места.

Пример. Чтобы быстро определить фирму, выпустившую взрывчатое вещество, в США предложили использовать метки из ферромагнитных материалов. Состав меток отличается по температуре достижения точки Кюри. Теперь после взрыва легко можно определить, откуда взята взрывчатка.

11. Принцип «заранее подложенной подушки». Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

Примеры. Чтобы замерзшая вода не разорвала каток, предложено в емкость предварительно поместить на стержне цилиндр из эластичного пеноматериала с ячейками, заполненными газом. Объем газа должен быть больше прироста объема воды при ее замерзании.

Таблетку снотворного окружают сначала слоем вещества, замедляющего растворение, а затем слоем рвотного средства. Если проглотить много таких таблеток, количество рвотного средства достигнет критической массы и таблетки будут выброшены из желудка. Система защиты от воровства содержит фальшивую пачку денег, внутри которой помещается заряд вещества для лишения вора подвижности и указания его местоположения.

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

Пример. Одна из заповедей горных туристов – камни, бугорки лучше обходить или перешагивать, чем подниматься на них.

13. Принцип «наоборот»:

- а) вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;
- б) сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную – движущейся;
- в) перевернуть объект «вверх ногами», вывернуть его.

Примеры. При чистовой обработке резбовых поверхностей предложено начинать обработку резцом у дна впадины и с каждым проходом перемещать резец к вершине. Вместо горячего клеймения животных предложено холодное при помощи инструмента, охлажденного жидким азотом. Оно почти безболезненно для животного.

14. Принцип сфероидальности:

а) перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба и параллелепипеда к шаровым конструкциям;

б) использовать ролики, шарики, спирали;

в) перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу.

Примеры. Для более удобного техобслуживания автомобилей взамен конвейерной линии, вытянутой в нитку, изобретена карусель.

Для обеспечения возможности перемещения транспортного средства, в любом направлении предложено колесо в форме шара.

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. Изобретен бульдозерный отвал в виде упругой ленты, которая изменяет свою форму, приспособляясь к различным условиям эксплуатации.

Предложена конструкция автомобиля, кабина которого при проезде под низким мостом опускается.

16. Принцип частичного или избыточного действия. Если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить чуть меньше или чуть больше — задача при этом существенно упростится.

Примеры. Способ борьбы с градом, основанный на кристаллизации с помощью реагента (например, йодистого серебра) градового облака, в котором для резкого сокращения расхода реагента осуществляют кристаллизацию не всего объекта, а крупнокапельной (локальной) его части.

Способ плазменно-дуговой резки металлов, в котором для резки «с гарантией» дугу включают на полную (избыточную) мощность.

17. Принцип перехода в другое измерение:

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

б) использовать многоэтажную компоновку объектов вместо одноэтажной;

в) наклонить объект или положить его «на бок»;

г) использовать обратную сторону данной площади;

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

Примеры. Изобретена двухэтажная пила, у которой нижние зубья разведены больше верхних. Такая пила очень чисто режет волокнистые материалы.

Свойства магнитных сердечников можно значительно улучшить, если сердечник изготовлен из ферромагнитной ленты и намотан в форме ленты Мёбиуса.

18. Использование механических колебаний:

а) привести объект в колебательное движение;

б) если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой);

в) использовать резонансную частоту;

г) применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы;

д) использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

Пример. Создан вибрационный насос для перекачки жидкостей. Возбуждая дополнительно в жидкости колебания ультразвуковой частоты, снижают межмолекулярное сцепление в потоке и трение жидкости о соприкасающуюся поверхность. Скорость перекачки возрастает.

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. Процесс очистки электрических фильтров можно автоматизировать. Для этого необходимо на электроды фильтра подавать не постоянное, а периодически меняющееся высокое напряжение. Слой пыли при этом не задерживается, а падает под собственным весом.

Способ стимулирования роста растений, при котором, на растения воздействуют взаимно перпендикулярными импульсными воздушными потоками, подаваемыми поочередно в диаметрально противоположных направлениях.

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. Пила, использующая для распиловки бревен как прямое, так и обратное движение лесопильной рамы.

Разработан плуг, на раме которого установлены левосторонний и правосторонний отвалы. Пропахав ряд, нажал кнопку – рама повернулась, и двигайся обратно, паши новый ряд, земля отваливается в нужную сторону.

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

Пример. При повышении скорости охлаждения металла при литье или термообработке повышается его твердость, но одновременно вырастает хрупкость. При очень быстром охлаждении в металле не успевает появиться кристаллическая структура, возникает так называемое металлическое стекло, отличающееся очень высокими качествами и совсем не хрупкое.

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 другими вредными факторами;
- в) усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

Пример. Способ очистки отходящих газов от кислых компонентов путем абсорбции щелочными сточными водами гидрошлака – золоудалений тепловых электростанций.

23. Принцип обратной связи:

- а) ввести обратную связь;
- б) если обратная связь есть, изменить ее.

Пример. Для получения точных размеров листа при прокатке установлен датчик обратной связи. По мере изменения размера подходящего к валкам листа датчик принимает сигнал об изменении величины интенсивности излучения и дает команду электронной пушке. Чем толще металл, тем медленнее перемещается электронная пушка и тем сильнее прогревается металл.

24. Принцип «посредника»:

- а) использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие;
- б) на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.

Примеры. Соединение разнородных металлов, например меди и алюминия, осуществляют, используя промежуточные прокладки, хорошо свариваемые между собой и с данными металлами.

Способ нанесения летучего ингибитора атмосферной коррозии на поверхности деталей путем их обдувки нагретым воздухом, насыщенным парами ингибитора.

25. Принцип самообслуживания:

- а) объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции;
- б) использовать отходы (энергии, вещества).

Пример. При изготовлении древесноволокнистых плит отработанную воду подвергают радиационно-химической очистке, воду возвращают в цикл, а осадок вводят в древесноволокнистую массу.

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. Изобретено устройство, которое позволяет точно определить расположение болезненного очага в организме. Оно состоит из системы линеек, на которые нанесены рентгеноконтрастные вещества. При просвечивании пациента деления четко видны на экране.

С целью экономии дефицитной сварочной проволоки для обучения сварщика предложено использовать экструдер. Ученик выжимает окрашенное вещество (как пасту из тюбика) и выводит на картоне швы.

27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности. Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).

Примеры. Изобретен барьер для ограждения опасных участков дорог, который, разрушаясь, спасает столкнувшийся с ним автомобиль. Одна из балок барьера сделана легко деформируемой, она и гасит энергию соударения.

Мобильное дорожное полотно прокладывается по болотам и другим труднопроходимым местам для наведения временных путей сообщения. Временная дорога, расстилаемая за несколько минут, достаточно крепка, чтобы на ней прошли грузовики.

28. Замена механической схемы:

- а) заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»;
- б) использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
- в) перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру;
- г) использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

Примеры. Изобретен сигнализатор засоренности фильтра, в случае неблагополучия испускающий резкий запах.

Для точного и экономного расхода семян изобретено магнитное высеивающее устройство. Предварительно семена нужно превратить в драже с ферромагнитной оболочкой.

Если на поверхности шлифовального круга и на детали создать одинаковые по знаку и по величине электрические потенциалы, то шлифовальный круг не будет засаливаться.

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

Примеры. Стальную трубу массой в несколько тонн трудно перемещать в раскаленной печной атмосфере. Предложено в печи устанавливать сопла для создания мощных воздушных потоков. Труба парит на воздушной подушке.

Изобретен способ фиксирования нефтяного пятна на водной поверхности с помощью воздушного барьера. Место разгрузки танкера окружают перфорированными трубами (резиновыми), погруженными в воду. Компрессор нагнетает воздух. Пузырьки при тихой погоде удерживают до 800 м³ нефти.

30. Использование гибких оболочек и Тонких пленок:

- а) вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки;
- б) изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

Пример. Электронагреватель выполнен в виде теплопроводящей пленки, нанесенной на поверхность изоляционной трубки, помещенной в зеркальный рефлекс в вакууме.

31. Применение пористых материалов:

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

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

Пример. Способ пайки изделий, в котором подъем припоя создают с помощью капиллярных сил, возникающих при погружении в ванну пакета металлических сеток с уложенными на них изделиями.

32. Принцип изменения окраски:

а) изменить окраску объекта или внешней среды;

б) изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.

Пример. В солнечный день нелегко разглядеть сигнал светофора.

Предложено перед фонарем светофора поставить пару стекол с пленкой жидких кристаллов между ними и двумя электродами. Жидкие кристаллы не пропускают свет и выглядят как матовая черная поверхность при потушенной лампе. Если лампа загорается, то электрическое поле переориентирует молекулы кристаллов и заслонка становится прозрачной.

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

Примеры. Для смазывания охлаждаемого подшипника скольжения в качестве смазывающего вещества берут тот же материал, что и материал вкладыша подшипника.

Для компенсации усадки изделий, получаемых литьем в форму, изготовленную по эталону, форму и эталон выполняют из того же материала, что и изделие.

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) расходимые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

Примеры. Пористые изделия из тугоплавких материалов получают с помощью щетки из легкоплавкого материала. На подложку с торчащей щетиной осаждают из парогазовой смеси материал изделия, а после удаления щетинок в нем остаются поры.

Чтобы при резком старте ракеты не пострадали чувствительные приборы, их погружают в пенопласт, который, выполнив роль амортизатора, быстро испаряется в космосе.

Вместо песка или дробы для пескоструйной обработки внутренних полостей деталей предложено использовать кусочки сухого льда. После обработки они испаряются и не засоряют механизм.

35. Изменение физико-химических параметров объекта:

а) изменить агрегатное состояние объекта;

б) изменить концентрацию или консистенцию;

в) изменить степень гибкости;

г) изменить температуру.

Примеры. Способ охлаждения сварочных горелок жидкой углекислотой.

Способ, выравнивания поверхности сыпучего груза путем нагрева его до температуры плавления.

Наклонный ленточный конвейер; в котором для удержания груза используется его примораживание.

Для повышения производительности пиления предложено нагревать деревья в зоне резания токами сверхвысокой частоты.

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

Примеры. Изобретен домкрат с памятью формы, поднимающий грузы пакетом плоских пластин, каждая из которых «помнит», что при нагревании ей следует изогнуться.

Смазочно–охлаждающую жидкость замораживают в виде бруска и подают его в зону обработки металла.

37. Применение теплового расширения:

- а) использовать тепловое расширение (или сжатие) материалов;
- б) использовать несколько материалов с разными коэффициентами теплового расширения.

Примеры. Предложен способ получения биметаллических труб путем применения металлов, резко увеличивающихся в объеме при нагревании. В качестве расширителя используют кремний, германий, галлий и т. п.

Крышу парников предложено делать из шарнирно закрепленных пустотелых труб, внутри которых находится легко расширяющаяся жидкость. При изменении температуры меняется центр тяжести труб, поэтому они сами поднимаются и опускаются.

38. Применение сильных окислителей:

- а) заменить обычный воздух обогащенным;
- б) заменить обогащенный воздух кислородом;
- в) воздействовать на воздух или кислород ионизирующим излучением;
- г) использовать озонированный кислород;
- д) заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

Примеры. Процесс получения триоксида молибдена из вторичного сырья ведут при концентрации кислорода в потоке воздуха, равной 30–60%.

Для обеззараживания зёрна в качестве окислителя используют озон.

Для образования защитной пленки на поверхности куриных яиц их погружают в расплавленный парафин, а затем обрабатывают озоном. Так они могут долго сохраняться.

39. Применение инертной среды:

- а) заменить обычную среду инертной;
- б) вести процесс в вакууме.

Примеры. Для предотвращения взрыва при ремонтной сварке резервуаров с остатками нефтепродуктов предложено неочищенные емкости заполнять дымом и кусками сухого льда. Изобретен способ консервирования, при котором сок замораживают и сушат под вакуумом.

40. Применение композиционных материалов. Перейти от однородных материалов к композиционным.

Примеры. Предложено вместо полива струей воды поливать поля газовоздушной смесью.

Изобретен электроводный клей. В клей КБ–3 ввели углеродные волокна, которые и образовали, токопроводящую арматуру. При склеивании деревянных деталей место склейки подогревают, пропуская электрический ток.

Полимерная композиция на основе эпоксидной смолы обладает повышенной износостойкостью в условиях гидродинамического и абразивного воздействия, поскольку сама более чем на 1/3 состоит из корунда и стекловолокна.

3. ПРИЕМЫ РАЗРЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Приемы	Примеры
1	2
1. Разделение противоречивых свойств в пространстве	Для пылеподавления на горных работах капельки воды должны быть мелкими. Но мелкие капли образуют туман. Предложено окружать мелкие капли конусом из крупных капель
2. Разделение противоречивых свойств во времени	Ширину ленточного электрода меняют в зависимости от ширины сварного шва

3. Системный переход 1–а: объединение однородных или неоднородных систем внадсистему (стандарт 3.1.1)	Предложено в сейсмоопасных зонах соединять связями соседние дома с разной собственной частотой колебаний
4. Системный переход 1–б: от системы к антисисеме или сочетанию системы с антисистемой (стандарт 3.1.3)	Способ остановки кровотечения – к ране прикладывают салфетку, пропитанную иногруппной кровью
5. Системный переход 1–в: вся система наделяется свойством С, а ее части – свойством анти–С (стандарт 3.1.5)	Антенна Куликова состоит из втулок, нанизанных на тросик. Каждая часть (втулка) твердая, а в целом антенна податливая, может менять форму
6. Системный переход 2: переход к системе, работающей на микроуровне (стандарт 3.2.1)	Устройство для точной дозировки жидкости, включающее мембрану, пропускающую жидкость под действием управляемого электрического поля (электроосмос)
7. Фазовый переход 1: замена фазового состояния части системы или внешней среды (стандарт 5.3.1)	Использование в металлообработке СОЖ (смазочно–охлаждающей жидкости) в замороженном состоянии (в виде брусков льда)
8. Фазовый переход 2: «двойственное» фазовое состояние одной части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы) (стандарт 5.3.2)	Теплообменник снабжен прижатыми к нему «лепестками» из никелида титана; при повышении температуры «лепестки» отгибаются, увеличивая площадь охлаждения
9. Фазовый переход 3: использование явлений, сопутствующих фазовому переходу (стандарт 5.3.3)	Для повышения давления в литевой форме ее предварительно заполняют веществом, газифицирующимся при контакте с жидким металлом
10. Фазовый переход 4: замена однофазового вещества двухфазовым (стандарты 5.3.4 и 5.3.5)	Способ полирования изделия. Рабочая среда состоит из жидкости (расплав свинца) и ферромагнитных абразивных частиц

11. Физико–химический переход: возникновение–исчезновение вещества за счет разложения – соединения, ионизации–рекомбинации	Рабочая жидкость тепловой трубы в зоне нагрева испаряется и химически разлагается, а в холодной зоне ее компоненты соединяются.
--	---

4. СТАНДАРТЫ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТОВ

Класс 1. Построение и разрушение вепольных систем

1.1. Синтез веполей

- 1.1.1. Постройка веполя
- 1.1.2. Внутренний комплексный веполь
- 1.1.3. Внешний комплексный веполь
- 1.1.4. Веполь на внешней среде
- 1.1.5. Веполь на внешней среде с добавками
- 1.1.6. Минимальный режим
- 1.1.7. Максимальный режим
- 1.1.8. Избирательно–максимальный режим

1.2. Разрушение веполей

- 1.2.1. Устранение вредной связи введением B_3
- 1.2.2. Устранение вредной связи введением видоизмененных B_1 и (или) B_2
- 1.2.3. «Оттягивание» вредного действия
- 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью P_2
- 1.2.5. «Отключение» магнитных связей

Класс 2. Развитие вепольных систем

2.1. Переход к сложным веполям

- 2.1.1. Цепные веполи
- 2.1.2. Двойные веполи

2.2. Форсирование веполей

- 2.2.1. Переход к более управляемым полям
- 2.2.2. Дробление B_3
- 2.2.3. Переход к капиллярно–пористым веществам
- 2.2.4. Динамизация
- 2.2.5. Структуризация полей
- 2.2.6. Структуризация веществ

2.3. Форсирование согласованием ритмики

- 2.3.1. Согласование ритмики P и B_1 (или B_2)
- 2.3.2. Согласование ритмики P_1 и P_2
- 2.3.3. Согласование несовместимых или ранее независимых действий

2.4. Феполи (комплексно форсированные веполи)

- 2.4.1. «Протофеполи»

- 2.4.2. Феполи
- 2.4.3. Магнитная жидкость
- 2.4.4. Использование капиллярно–пористых структур в феполях
- 2.4.5. Комплексные феполи
- 2.4.6. Феполи на внешней среде
- 2.4.7. Использование физэффектов
- 2.4.8. Динамизация
- 2.4.9. Структуризация
- 2.4.10. Согласование ритмики в феполях
- 2.4.11. Эполи
- 2.4.12. Реологические жидкости

Класс 3. Переход к надсистеме и на микроуровень

3.1. Переход к бисистемам и полисистемам

- 3.1.1. Системный переход 1–а: образование бисистем и полисистем
- 3.1.2. Развитие связей в бисистемах и полисистемах
- 3.1.3. Системный переход 1–б: увеличение различия между элементами
- 3.1.4. Свертывание бисистем и полисистем
- 3.1.5. Системный переход 1–в: противоположные свойства целого и частей

3.2. Переход на микроуровень

- 3.2.1. Системный переход 2: переход на микроуровень

Класс 4. Стандарты на обнаружение и измерение систем

4.1. Обходные пути

- 4.1.1. Вместо обнаружения или измерения – изменение систем
- 4.1.2. Использование копий
- 4.1.3. Измерение – два последовательных обнаружения

4.2. Синтез измерительных систем

- 4.2.1. «Измерительный» веполь
- 4.2.2. Комплексный «измерительный» веполь
- 4.2.3. «Измерительный» веполь на внешней среде
- 4.2.4. Получение добавок во внешней среде

4.3. Форсирование измерительных веполей

- 4.3.1. Использование физэффектов
- 4.3.2. Использование резонанса контролируемого объекта
- 4.3.3. Использование резонанса присоединенного объекта

4.4. Переход к фепольным системам

- 4.4.1. «Измерительный протофеполь»
- 4.4.2. «Измерительный» феполь
- 4.4.3. Комплексный «измерительный» феполь
- 4.4.4. «Измерительный» феполь на внешней среде
- 4.4.5. Использование физэффектов

4.5. Направление развития измерительных систем

- 4.5.1. Переход к бисистемам и полисистемам
- 4.5.2. Направление развития

Класс 5. Стандарты на применение стандартов

5.1. Введение веществ

- 5.1.1. Обходные пути
- 5.1.2. «Раздвоение» вещества
- 5.1.3. Самоустранение отработанных веществ
- 5.1.4. Введение больших количеств вещества

5.2. Введение полей

- 5.2.1. Использование полей по совместительству
- 5.2.2. Введение полей из внешней среды
- 5.2.3. Использование веществ, могущих стать источниками полей

5.3. Фазовые переходы

- 5.3.1. Фазовый переход 1: замена фаз
- 5.3.2. Фазовый переход 2: двойственное фазовое состояние
- 5.3.3. Фазовый переход 3: использование сопутствующих явлений
- 5.3.4. Фазовый переход 4: переход к двухфазовому состоянию
- 5.3.5. Взаимодействие фаз

5.4. Особенности применения физэффектов

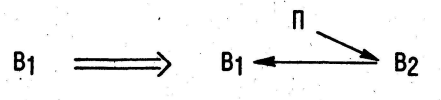
- 5.4.1. Самоуправляемые переходы
- 5.4.2. Усиление поля на выходе

5.5. Экспериментальные стандарты

- 5.5.1. Получение частиц вещества разложением
- 5.5.2. Получение частиц вещества соединением
- 5.5.3. Применение стандартов 5.5.1 и 5.5.2.

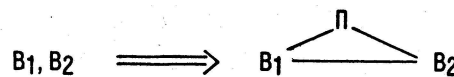
Класс 1. Построение и разрушение вепольных систем

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

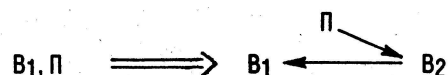


Авт. свид. 283 885. Способ деаэрации порошкообразных веществ, отличающийся тем, что, с проводят под действием центробежных сил.

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



Другой пример. Гравитационное поле и спиленное дерево еще не образуют вепольной системы – нет второго вещества: поэтому поле не обрабатывает дерево. Согласно авт. свид. 461 722, падающее дерево встречает на своем пути ножевое устройство, которое срезает сучья:



Чтобы дозированно подавать сыпучие или жидкие вещества, необходимо нанести их ровным

слоем на легкоудаляемый 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).

Авт. свид. 305 363. Способ непрерывного базирования сыпучих, материалов по массе 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.

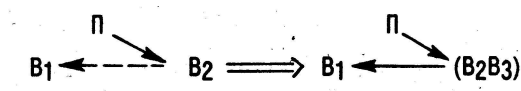
Аналогично производят микродозирование по авт. свид. 421 327: раствор биохимических препаратов наносят на бумагу, а «получение необходимой микродозы осуществляют отделением требуемой площадки плоского носителя».

Веполь часто приходится образовывать при решении задач на выполнение операций с тонкими, хрупкими и легкодеформируемыми 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.

Авт. свид. 182 661. 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, обеспечения при этом допуска отклонения по толщине стенки в пределах 0,002–0,003 мм и повышения выхода годного, волочение на последних операциях доводки осуществляют на алюминиевом стержне, удаляемом после обработки вытравливанием щелочью.

Авт. свид. 235 979. Способ изготовления резиновых шаров-разделителей путем формирования и вулканизации резиновой оболочки на ядре, отличающийся тем, что, с целью придания шару необходимых размеров, ядро формуют из смеси измельченного мела с водой с последующей просушкой и разрушением твердого ядра после вулканизации жидкостью, вводимой с помощью иглы.

1.1.2. 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 комплексная связь.

Авт. свид. 265 068. Способ проведения массообменных процессов с вязкой жидкостью. Жидкость предварительно газифицируют.

Авт. свид. 1044 879. Клапан для токсичных и взрывчатых веществ. Корпус клапана заполнен легкоплавким припоем, в который введены ферромагнитные частицы (с внешней стороны установлен электромагнит).

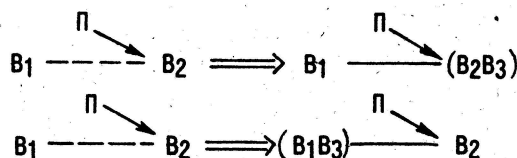
Примечания:

1. Нередко по условиям задачи даны два вещества, причем оба они плохо взаимодействуют или совсем не взаимодействуют с полем. Веполь 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).

2. 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 (авт. свид. 277 805). 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. Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи 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 вещество V_3 , увеличивающее управляемость или придающее веполю нужные свойства.



Примечание. 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 (авт. свид. 311 109).

Возникает внешний комплексный веполю.

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

Авт. свид. 175 835. Саморазгружающаяся баржа по авт. свид. 163 914, отличающаяся 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 отверстия в наружных стенках, 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.

В частности, если нужно менять вес движущегося тела, а менять его нельзя, то телу надо придать форму крыла и, меняя наклон крыла к направлению движения, получить дополнительную, направленную вверх или вниз силу.

Авт. свид. 358 689. Центробежный датчик угловой скорости, содержащий двухплечие рычаги и грузы, отличающийся тем, что, с целью уменьшения габаритов и веса, грузы выполнены в виде крыла для создания дополнительной подъемной силы при вращении.

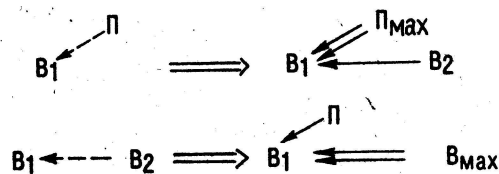
Авт. свид. 167 784. Центробежный тормозного типа регулятор числа оборотов роторного ветродвигателя, установленный на вертикальной оси ротора, отличающийся тем, что, с целью поддержания скорости вращения ротора в малом интервале числа оборотов при сильном увеличении мощности, грузы регулятора выполнены в виде лопастей, обеспечивающих аэродинамическое торможение.

Авт. свид. 526 399. Дебалансный вибратор, содержащий вал, дебаланс и устройство для крепления дебаланса к валу на заданном расстоянии от вала, отличающийся тем, что, с целью увеличения возмущающей силы, дебаланс выполнен в виде тела, имеющего в поперечном сечении профиль крыла.

1.1.5. Если внешняя среда не содержит веществ, необходимых для построения веполя по стандарту 1.1.4, это вещество может быть получено заменой внешней среды, ее разложением или введением в нее добавок.

Авт. свид. 796 500. В опорном узле скольжения используют смазку (в данном случае это внешняя среда). Для улучшения демпфирования смазку газифицируют, разлагая ее электролизом.

1.1.6. 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.

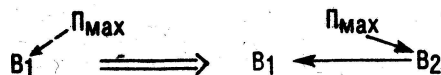


Избыточное действие обозначено двумя стрелками.

Авт. свид. 242 714. 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.

Авт. свид. 907 503. Способ дозирования тонера, включающий добавку в двухкомпонентный проявляющий состав тонера, по мере его расхода в процессе проявления, отличающийся тем, что, с целью повышения качества изображения, добавку тонера осуществляют в количестве, превышающем максимальный расход тонера на проявление одной копии, а из проявляющего состава одновременно с проявлением удаляют избыточное количество тонера.

1.1.7. 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:



Авт. свид. 120 909. 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 используют проволоку, ее нужно нагревать до 700°C, а допустимо только до 400°C (при большем 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. Если нужен **избирательно-максимальный** режим (максимальный режим в определенных зонах при сохранении минимального режима в других зонах), поле должно быть:

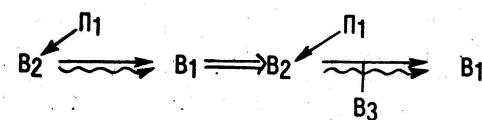
либо максимальным – тогда в места, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество (1.1.8.1),

либо минимальным – тогда 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).

Авт. свид. 264 619. Для запайки ампулы с лекарством горелку включают на максимальный режим, а избыток пламени отсекают, погружая корпус ампулы в воду (так, что высовывается только верхушка капилляра).

Авт. свид. 743 810. В зазор между свариваемыми деталями закладывают экзотермическую смесь, выделяющую при сварке тепло.

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



Авт. свид. 937 726. При взрывном уплотнении стенок скважины взрывные газы, выполняя полезную функцию, одновременно оказывают и вредное действие – приводят к образованию

трещин в стенках. Предложено «окутать» шнуровой заряд оболочкой из пластилина: давление передается, трещин нет.

Авт. свид. 724 242. Способ гибки ошипованной трубы намоткой ее в холодном состоянии на гибочный шаблон, отличающийся тем, что, с целью повышения качества при гибке на радиус менее трех наружных диаметров трубы, при намотке шипы трубы погружают в слой эластичного материала, например полиуретана.

Авт. свид. 460 148. Способ изготовления изделий без снятия поверхностного слоя материала, например пластическим деформированием, в технологической среде с последующей очисткой, например ультразвуковой, в моющей жидкости, отличающийся тем, что, с целью интенсификации процесса очистки, на поверхности изделия перед обработкой наносят вещество, удаляющееся в моющей жидкости легче, чем технологическая среда.

Авт. свид. 880 889. Способ упаковки и консервации изделий со сложно-рельефной поверхностью, предусматривающий окунание их в расплав полимера, отличающийся тем, что, с целью облегчения съема упаковки, перед окунанием в расплав вводят подслой, содержащий парообразующее вещество.

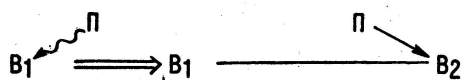
1.2.2. Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять не обязательно, а **использование посторонних веществ запрещено или нецелесообразно**, задачу решают введением между двумя веществами третьего вещества, являющегося их видоизменением.

Примечание. Вещество B_3 может быть введено в систему извне в готовом виде или получено (действием Π_1 или Π_3) из имеющихся веществ. В частности, B_3 может быть «пустотой», пузырьками, пеной и т. д.

Авт. свид. 412 062. Способ предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например подводных крыльев, путем покрытия поверхности профиля защитным слоем, отличающийся тем, что, с целью повышения его эффективности при одновременном снижении гидродинамического сопротивления профиля, защитный слой создают непрерывным намораживанием на поверхности корки льда, по мере разрушения ее от кавитации, поддерживая толщину защитного слоя в установленных пределах, исключающих оголение поверхности и ее эрозию под действием кавитации.

Авт. свид. 783 154. Способ транспортирования пульпы по трубопроводу, включающий подачу пульпы в трубопровод и перемещение по нему, отличающийся тем, что, с целью снижения износа трубопровода, наружную стенку последнего охлаждают до образования на внутренней его поверхности слоя замороженной пульпы.

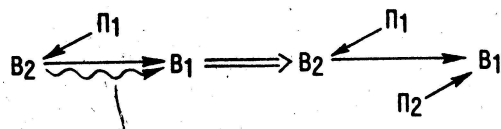
1.2.3. Если необходимо устранить вредное действие поля на вещество, задача может быть решена введением второго элемента, оттягивающего на себя вредное действие поля:



Авт. свид. 152 492. 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.

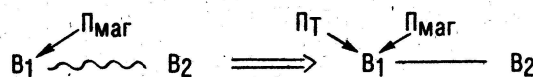
1.2.4. Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия, причем непосредственное соприкосновение веществ, в отличие от стандартов **1.2.1** и **1.2.2**, должно быть сохранено, задачу решают переходом к двойному веполу, в котором полезное действие остается за полем Π_1 , а нейтрализация вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет Π_2



Авт. свид. 755 247. Для опыления цветков обдувают воздухом. Но цветок от ветра закрывается. Предложено раскрыть цветок воздействием электростатического заряда.

Авт. свид. 589 482. 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. Если надо разрушить веполь с магнитным полем, задача может быть решена применением физэффектов, «отключающих» ферромагнитные свойства веществ, например, размагничиванием при ударе или нагреве выше точки Кюри.

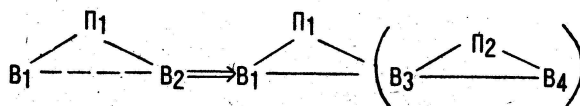


Авт. свид. 397 289. Способ контактной приварки ферропорошков. Перед подачей в зону приварки порошок нагревают до точки Кюри. Это предотвращает выталкивание порошка магнитным полем сварочного тока.

Авт. свид. 312 746. Способ внутреннего шлифования путем воздействия на изделие ферромагнитной среды, которую приводят в движение посредством вращающегося магнитного поля, отличающийся тем, что, с целью интенсификации обработки изделий из ферромагнитного материала, последние нагревают до температуры, равной или выше точки Кюри.

Класс 2. Развитие вепольных систем

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



(B₃ или B₄, в свою очередь, может быть развернуто в веполь).

Авт. свид. 428 119. 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.

Авт. свид. 1 052 351. Сборный инструмент, в котором корпус состоит из двух концентрично расположенных втулок (вместо одного цилиндра): втулки сопряжены между собой с гарантированным натягом и выполнены из материалов с различным коэффициентом линейного расширения, выбранных из условия сохранения гарантированного натяга и создания осевого натяга в инструменте.

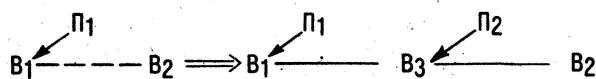
В частности, если в технической системе имеется объект, который движется или должен двигаться под действием силы тяжести вокруг некоторой оси, и надо управлять движением этого объекта, то задача решается введением в данный объект вещества, управляемо движущегося внутри объекта и вызывающего своими движениями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

Авт. свид. 271 763. Самоходный кран с подвижным противовесом.

Авт. свид. 508 427. Трактор для работы на крутых склонах – с подвижным центром тяжести.

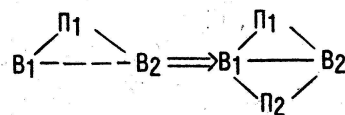
Авт. свид. 329 441. Качающийся дозатор имеет ковш, постепенно заполняемый жидкостью, и противовес. Когда ковш наполняется, дозатор наклоняется и выливает жидкость. Однако такой дозатор слишком рано начинает подниматься – часть жидкости остается в ковше. Предложено в противовесе сделать канал, в котором свободно перемещается шарик. При опрокидывании ковша шарик смещается к оси, передвигает центр тяжести системы и тем самым удерживает ковш наклонным до полного слива жидкости.

Цепной веполь может образовываться и при развертывании связей в веполе. В этом случае в связи $V_1 - V_2$ встраивается звено $\Pi_1 - - - V_3$:



Патент Англии 824 047. 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, т. е. позволяет передавать вращающий момент.

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



Авт. свид. 275 331. Способ регулируемого расхода жидкого металла из разливочного ковша, отличающийся тем, что, с целью безаварийного разлива гидростатический напор регулируют высотой металла над отверстием разливочного стакана, вращая металл в ковше электромагнитным полем.

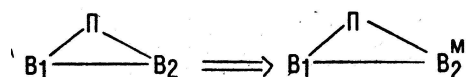
2.2.1. Если дана вепольная система, то ее эффективность может быть повышена заменой неуправляемого (или плохо управляемого) рабочего поля управляемым (хорошо управляемым) полем., например, заменой гравитационного поля механическим, механического – электрическим и т. д.

Авт. свид. 989 386. 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.

Авт. свид. 496 146. Способ очистки электролита а процессе электрохимической обработки, основанной на отделении продуктов анодного растворения, отличающийся тем, что, с целью повышения качества очистки, электролит до входа в рабочий зазор пропускают через электростатическое поле.

Авт. свид. 1 002 259. Способ сгущения биосуспензий путем аэрации и флотации в псевдооживленном слое частиц дисперсного материала в присутствии поверхностно-активного вещества и коагулянта, отличающийся тем, что, с целью повышения степени сгущения биосуспензий микроорганизмов активного ила, в качестве дисперсного материала используют в зоне аэрации частицы из ферромагнетиков, а в зоне флотации – из сегнето-электриков.

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



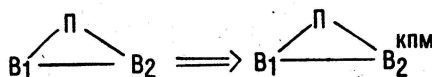
Примечания:

1. Символом $\text{В}^{\text{М}}$ 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.

Авт. свид. 272 737. 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.

Авт. свид. 354 145. 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. 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 по этой линии увеличивается возможность размещения в полостях–порах жидкого вещества и использования физических эффектов.



Авт. свид. 243 177. Устройство для передачи усилий от опоры копра на фундамент, отличающееся тем, что, с целью обеспечения равномерности давления на фундамент, он выполнен в виде плоского замкнутого сосуда, заполненного жидкостью.

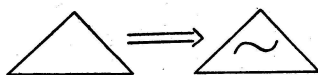
Авт. свид. 878 312. Огнепреградитель, содержащий корпус с размещенными между решетками гранулами насадки, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности работы, гранулы насадки выполнены полыми из легкоплавкого материала и заполнены огнетушащим веществом.

Авт. свид. 403 517. Нагревательный стержень–паяльник выполнен не сплошным, а капиллярно–пористым. Благодаря этому можно отсасывать припой при демонтаже паяных соединений.

Авт. свид. 493 252. Пучок капиллярных трубок (вместо одного крупного баллончика) образует устройство, аккуратно наносящее клей.

Авт. свид. 713 697. Экструзионная головка, содержащая корпус с рабочим каналом, выполненным с облицовкой из пористого материала, и со штуцером для подвода смазки в рабочий канал через облицовку, отличающаяся тем, что, с целью повышения экономичности путем возможности подачи смазки под сниженным давлением, облицовка выполнена двухслойной, причем наружный слой выполнен с большим размером пор, чем внутренний, контактирующий с расплавом.

2.2.4. Если дана вепольная система, то ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени динамизации, т. е. перехода к более гибкой, быстро меняющейся структуре системы:



Примечания:

1. Символом ~ обозначена динамичная вепольная 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.

Авт. свид.. 324 990. 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.

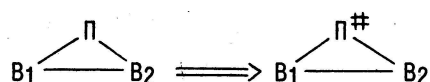
Авт. свид. 943 392. Способ обработки тампонажного раствора путем воздействия на него магнитным полем, отличающийся тем, что, с целью повышения качества тампонажного раствора, воздействие магнитным полем ведут в импульсном режиме.

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

Авт. свид. 280 867. Способ соединения токоподводящих шин электролизных ванн легкоплавким сплавом, помещенным в зазоры между концами шин, отличающийся тем, что, с целью снижения окисления сплава и улучшения электрического контакта между шинами, количество тепла, отводимого от контактного соединения, регулируют так, чтобы при работе ванны поддерживать сплав в твердом состоянии, а при монтаже и демонтаже контактного соединения – в жидком.

Авт. свид. 710 736. Устройство для гибки петель из проволоки, содержащее смонтированные в корпусе оправку и гибочный инструмент, отличающееся тем, что, с целью упрощения конструкции, она имеет нагреватель для гибочного инструмента, при этом гибочный инструмент выполнен из термообработанного материала, например из титано–никелевого сплава, способного при нагревании принимать полученную в процессе термообработки конфигурацию, восстанавливаемую до первоначальной при охлаждении.

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



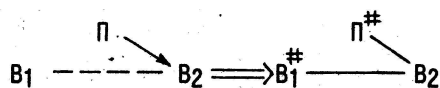
Символ # над буквой Π указывает, что поле имеет определенную пространственно–временную структуру.

Авт. свид. 504 538. 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.

Авт. свид. 715 341. Частицы порошка заряжают разноименным электричеством. Наносят слой одного порошка на слой другого и перемещают их в неоднородном электрическом поле. При движении порошки быстро смешиваются.

Авт. свид. 1 004 333. Для отделения из потока слаб о магнитных тонких фракций предложено использовать неоднородное магнитное поле, создаваемое рифленой пластиной.

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



Авт. свид. 536 874. 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, то следует перейти к использованию стоячих волн.

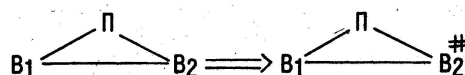
Авт. свид. 1 085 767. Способ заточки стеклянных микропипеток, при котором их устанавливают под углом к подложке, на которую помещают свободный абразив, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности, из абразива формируют валик посредством возбуждения стоячей волны, в которой помещают обрабатываемый кончик микропипетки.

Стандарт 2.2.4 часто используют в сочетании со стандартом 1.2.5 (отключение магнитных связей).

Авт. свид. 729 658. Способ изготовления ферритовых изделий со сложным магнитопроводом, включающий прессование ферритовой платы 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.

Авт. свид. 880 570. Способ сборки штампа по чертежу путем размещения на электромагнитной плите составляющих формообразующих элементов и последующего закрепления их на плите пропусканием через нее тока, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности труда, термообразующие элементы штампа выполняют из термомагнитного сплава, размещают их на плоскости электромагнитной плиты равномерно, проецируют на них посредством инфракрасных лучей изображение чертежа, нагревают освещенные участки до температуры перехода через точку Кюри, после чего через электромагнитную плиту пропускают ток.

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



Авт. свид. 713 146. Способ изготовления пористых огнеупоров: для создания направленной пористости используют выгорающие шелковые нити.

В частности, если нужно получить интенсивное тепловое воздействие в определенных местах системы (точки, линия), то в эти места следует заранее ввести экзотермические вещества.

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

Авт. свид. 614 794. Устройство для массажа синхронно с ударами сердца. В стенку ванны, в которую помещают больного, вмонтирована диафрагма насоса, передающего лечебной жидкостью или грязям импульсы по команде датчика, контактирующего с телом больного.

Авт. свид. 787 017. Способ низведения камней мочеточников путем введения в мочеточник петли, закрепления ее на камне и приложения тянущего усилия, отличающийся тем, что, с целью увеличения числа видов и размеров низводимых камней, а также уменьшения травмирования мочеточника и болевых ощущений, частоту тянущих усилий выбирают кратной частоте перистальтики мочеточника.

Авт. свид. 317 797. Способ предварительного ослабления угольного пласта путем воздействия на породы, искусственно создаваемых импульсов, отличающийся тем, что, с целью повышения

эффективности ослабления, на массив, предварительно приведенный в возбужденное состояние, воздействуют направленными импульсами с частотой, равной частоте собственных колебаний массива.

Авт. свид. 856 706. Способ дуговой сварки плавящимся электродом, при котором на дугу воздействуют импульсным высокочастотным магнитным полем, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности процесса дуговой сварки, магнитное поле генерируют с частотой пульсации, равной собственной частоте электрода.

Авт. свид. 641 229. Способ работы шлаковой шахты путем сжигания в ее полости топлива, отличающийся тем, что, с целью улучшения вытекания шлака, сжигание топлива осуществляют в пульсирующем режиме с частотой колебаний, равной собственной частоте колебаний шахты.

Авт. свид. 307 896. Способ безопилочного резания древесины при помощи изменяющего свои геометрические размеры режущего инструмента, отличающийся тем, что, с целью снижения усилия внедрения инструмента в древесину, резание древесины осуществляют инструментом, частота пульсации которого близка к собственной частоте колебаний перерезаемой древесины.

Авт. свид. 940 714. Способ распускания закристаллизовавшегося в сотах меда, включающий размещение сотов с медом в электромагнитном поле СВЧ, отличающийся тем, что, с целью исключения деформации сотое, одновременно с обработкой в электромагнитном поле СВЧ соты с медом охлаждают, а обработку в электромагнитном поле проводят при частоте поля, равной резонансной частоте диполей воды.

Примеры на антирезонанс.

Авт. свид. 514 141. Уплотнение торцового типа с двумя и более концентрично расположенными торцовыми парами, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности при работе в условиях значительных вибраций, торцовые пары выполнены с частотами собственных колебаний, неравными и не кратными друг другу.

Авт. свид. 714 509. 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.

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

Авт. свид. 865 391. Способ обогащения тонкоизмельченных сильномагнитных руд, включающий воздействие на руду бегущим магнитным полем и вибрациями, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности процесса сепарации, бегущее поле включают синхронно вибрациям.

Авт. свид. 521 107. Способ нанесения покрытий электрическими разрядами с использованием наносимого материала в виде порошка, включающий импульсную подачу тока и наложение магнитного поля, отличающийся тем, что, с целью повышения твердости и обеспечения мелкозернистости структуры покрытий, наложение магнитного поля осуществляют импульсами, причем каждому импульсу магнитного поля соответствует импульс тока.

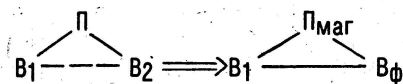
2.3.3. Если два действия, например, изменение и измерение, несовместимы, то одно действие осуществляют в паузах другого. Вообще, паузы в одном действии должны быть заполнены другим полезным действием.

Авт. свид. 336 120. Способ автоматического управления термическим циклом контактной точечной сварки, преимущественно деталей малых толщин, основанный на измерении термоэдс, отличающийся тем, что, с целью повышения точности управления при сварке импульсами повышенной частоты, измеряют термоэдс в паузах между импульсами сварочного тока.

Авт. свид. 343 72.2. Способ производства тонких широких листов раскаткой на неподвижной опорной поверхности, отличающийся тем, что, с целью получения повышенной ширины листа, лист по частям раскатывают в поперечном направлении с продольным перемещением листа во время пауз между рабочими движениями вала.

Авт. свид. 778 981. Способ электрохимической обработки деталей импульсным рабочим током с индукционным нагреванием их в процессе обработки, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности, индукционный нагрев производят в паузах между импульсами рабочего тока.

2.4.1. Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена путем использования ферромагнитного вещества и магнитного поля.



Примечания:

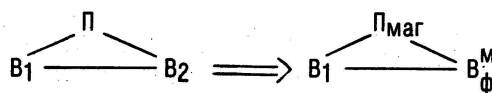
1. В этом стандарте речь идет о применении ферромагнитного вещества, не находящегося в измельченном состоянии. Речь, таким образом, идет о «протофеполях», «полуфеполях» – структуре на пути к феполям.

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

Авт. свид. 794113. Способ укладки дренажа, включающий отрывку траншей с одновременной укладкой в нее труб, заделку стыков труб фильтрующим материалом и засыпку траншеи грунтом, отличающийся тем, что, с целью повышения качества укладки дренажа путем устранения смещений труб одна относительно другой, поверхность дренажных труб и фильтрующий материал перед укладкой в траншею покрывают слоем ферромагнетика и намагничивают.

Авт. свид. 499 898. Питатель, преимущественно для образования порошково–воздушной смеси, содержащий герметичную емкость с разгрузочной горловиной, воздухоподводящим и расходным трубопроводами, смесительную камеру и механизм подачи. Его рабочий орган выполнен в виде гибкого ферромагнитного элемента, например стального троса, размещенного по оси разгрузочной горловины. Последняя выполнена из парамагнитного материала между емкостью и смесительной камерой, а привод гибкого элемента осуществлен от последовательно подключаемых электромагнитов, смонтированных вокруг разгрузочной горловины с наружной ее стороны.

2.4.2. 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.



Примечания:

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

2. 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» нормального ряда стандартов (группы 2.1–2.3). Выделение «фепольной линии» в отдельную группу 2.4 оправданно (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.

Авт. свид. 1 045 945. Распылитель, содержащий емкость для жидкости с патрубками подачи и слива жидкости и электрод, соединенный с высоковольтным источником, отличающийся тем, что, с целью повышения дисперсности электроаэрозоля и упрощения эксплуатации распылителя, снаружи емкости расположена обмотка из провода, а внутри размещены гранулы из магнитно-твердого материала, намагниченные в магнитном поле.

Авт. свид. 1 006 598. Способ предотвращения образования льда на поверхности водоема, включающий в себя создание на защищаемой поверхности теплоизоляционного слоя, образованного из гранул водонепоглощающего теплоизоляционного материала легче воды, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности защиты путем ликвидации сноса теплоизоляционного материала течением, теплоизоляционный слой, выполненный из гранул металлоизолированного ферромагнетиками материала, размещают между противоположно направленными магнитными полями.

Авт. свид. 1 068 693. Мишень для стрельбы из лука. Выполнена в виде кольцевого электромагнита, заполненного сыпучим ферромагнитным материалом.

Авт. свид. 329 333. Пневматический дроссель с электромагнитным управлением, содержащий канал для прохода воздуха, расположенный в корпусе, с которым соединены входной и выходной штуцеры, электромагнит, обмотка которого соединена с клеммами подачи входных сигналов и клапан, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности и упрощения конструкции дросселя, клапан в нем выполнен в виде ферромагнитного порошка, расположенного между сетками, установленными в канале.

Авт. свид. 708 108. Способ временного перекрытия трубопровода путем закачки в него отверждающейся композиции до образования герметизирующего тампона, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности, перед закачкой в трубопровод в композицию добавляют дисперсный адсорбент с ферромагнитными свойствами, а в процессе закачки в зоне формирования герметизирующего тампона на композицию воздействуют магнитным полем.

Авт. свид. 933 927. Способ разрушения горных пород, заключающийся в том, что разрушение ведут жидкостью, содержащей ферромагнитные частицы, на которые воздействуют электромагнитным полем.

2.4.3. Эффективность феполей может быть повышена переходом 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**.

Авт. свид. 1 124 152. Устройство для снижения гидравлического сопротивления в трубопроводе, содержащее средства для создания кольцевого простеночного слоя маловязкой жидкости, отличающееся тем, что, с целью снижения затрат, средство для создания кольцевого простеночного слоя выполнено в виде постоянных магнитов, установленных на внешней поверхности трубопровода на расстоянии, равном 9,5–10 их ширины, при этом в качестве маловязкой жидкости используют магнитную жидкость.

Авт. свид. 1 068 574. Плотина с изменяемым агрегатным состоянием, включающая закрепленную на флютбете замкнутую оболочку из эластичного материала и наполнитель, отличающаяся тем, что, с целью повышения надежности в работе плотины, внутри оболочки размещен каркас из токопроводящей спирали, а в качестве наполнителя принята твердеющая в магнитном поле ферромагнитная жидкость.

Авт. свид. 438 829. Заглушка, например, для герметизации трубопровода и горловин, выполненная в виде стакана под уплотнитель, отличающаяся тем, что, с целью сокращения времени установки и снятия заглушки, на наружной поверхности стакана установлена электромагнитная катушка, а в качестве уплотнителя используется ферромагнитная жидкость.

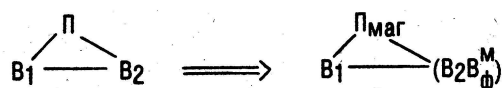
Авт. свид. 740 646. Магнитное транспортное устройство, преимущественно для транспортировки внутри герметичных камер, содержащее перемещаемый от привода в немагнитном трубопроводе ведущий магнитный элемент и связанную с ним через постоянный магнит ведомую тележку, расположенную вне трубопровода, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности работы, ведущий элемент выполнен из магнитной жидкости.

Авт. свид. 985 076. Применение магнитной жидкости в качестве закалочной среды.

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

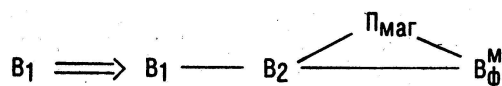
Авт. свид. 1 013 157. Устройство для пайки волной припоя выполнено в виде магнитного цилиндра, покрытого слоем ферромагнитных частиц. Основное назначение – удаление излишков припоя. Одновременно пористая структура используется для подачи (как фитиль) флюса из внутренней полости цилиндра.

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



Авт. свид. 751 778. Способ транспортирования деталей с помощью грузоподъемного электромагнита, отличающийся тем, что, с целью обеспечения транспортирования немагнитных деталей, последние предварительно засыпают магнитно-мягкими сыпучими материалами.

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



Авт. свид. 469 059. Способ демпфирования механических колебаний путем перемещения металлического неферромагнитного 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 поля пропорционально амплитуде колебаний.

В частности, 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.

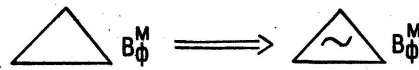
Авт. свид. 527 280. Манипулятор для сварочных работ, содержащий поворотный стол и узел, соединенный со столом, выполненный в виде поплавкового механизма, шарнирно соединенного через кронштейн со столом и помещенного в емкость с жидкостью, отличающийся тем, что, с целью увеличения скорости перемещения стола, в жидкость введена ферромагнитная смесь, а емкость с жидкостью помещена в электромагнитную обмотку.

В качестве внешней среды могут быть использованы также электро-реологические жидкости, управляемые электрическими полями.

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

Авт. свид. 452 055. Способ повышения чувствительности измерительных магнитных усилителей, заключающийся в использовании термического воздействия на сердечник магнитного усилителя, отличающийся 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).

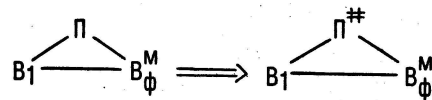
2.4.8. Если дана фепольная система, ее эффективность может быть повышена путем динамизации, т. е. перехода к гибкой, меняющейся структуре системы:



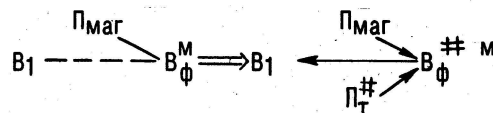
Авт. свид. 750 264. Устройство для контроля толщины стенок полых изделий из немагнитных материалов, содержащее индуктивный преобразователь с измерительной схемой и ферромагнитный элемент, располагаемые по разные стороны контролируемой стенки, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения, ферромагнитный элемент выполнен в виде надувной эластичной оболочки, покрытой ферромагнитной пленкой.

Авт. свид. 792 080. Способ имитации почвенной массы в устройствах для испытаний рабочих органов сельскохозяйственных машин, предусматривающий введение в ее состав ферромагнитных частиц, отличающийся тем, что, с целью расширения условий испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин, на частицы, воздействуют электромагнитным полем, напряженность которого регулируют.

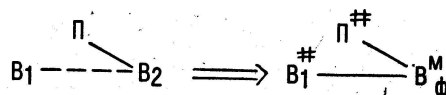
2.4.9. Если дана фепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от полей однородных или имеющих неупорядоченную структуру к полям неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную).



Авт. свид. 545 479. Способ магнитной формовки профильных изделий из термопластов. В качестве пуансона используют ферропоршок, на который налагают температурное поле, превышающее в местах наименьшей вытяжки точку Кюри:



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



Авт. свид. 587 183. Способ получения ворса на поверхности термопластического материала, при котором ворс образуют путем вытяжки поверхностных слоев материала с последующим охлаждением, отличающийся 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. Если дана «протофепольная» или фепольная система, ее эффективность может быть повышена согласованием ритмики входящих в систему элементов.

Авт. свид. 698 663. Предложено при вибромагнитной сепарации материала вращающееся магнитное поле реверсировать синхронно с вибрациями. При этом уменьшается сила сцепления между частицами материала и повышается эффективность разделения.

Авт. свид. 267 455. 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. Если введение ферромагнетиков или намагничивание затруднено, следует воспользоваться взаимодействием внешнего электромагнитного поля с контактно подведенным или неконтактно индуцированными токами или взаимодействием этих токов между собой.

Авт. свид. 994 726. Способ разрушения горных пород: для силового воздействия пропускают импульсный ток по двум параллельным проводникам.

Авт. свид. 1 033 417. Способ захвата и удержания металлических немагнитных изделий, отличающийся тем, что, с целью повышения его надежности, в процессе захвата и удержания изделия через тело изделия в зоне действия магнитного поля пропускают электрический ток в направлении, перпендикулярном к силовым линиям магнита.

Авт. свид. 865 200. Способ съема ягод со шпалерных культур путем колебания шпалерных проволок с привязанными к ним побегами, отличающийся тем, что, с целью снижения затрат труда и повреждений шпалерных культур, берут магнит с постоянным по направлению магнитным полем, между полюсами которого располагают шпалерные проволоки, по которым пропускают переменный электрический ток, и вдоль упомянутых проволок перемещают магнит.

Примечания:

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

2. Развитие эпопей, 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).

2.4.12. Особая форма эполей – электрореологическая суспензия (взвесь тонкого кварцевого порошка, например в толуоле) с управляемой вязкостью. Если неприменима феррожидкость, может быть использована жидкость электрореологическая.

Авт. свид. 425 660. Дебалансный возбудитель колебаний. Небалансы размещены в электрореологической жидкости.

Авт. свид. 495 467. Электрореологическая жидкость с изменяемой вязкостью использована в амортизаторе транспортного средства.

Авт. свид. 931 471. Применение электровязкой суспензии в устройстве для резки материалов в качестве зажимающей среды.

Авт. свид. 934 143. Шланг, содержащий внутренний и наружный слой, между которыми расположены слои электропроводных нитей, разделенных между собой слоем гибкого изоляционного материала, отличающийся тем, что, с целью возможности управления жесткостью, гибкий изолирующий материал выполнен пористым и пропитан электрореологической суспензией.

Класс 3. Переход к надсистеме и на микроуровень

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

Авт. свид. 722 624. Способ транспортировки горячих слябов транзитом от слябингов к приемному рольгангу широкополосного стана, включающий порезку слябов, их перемещение по рольгангу, отличающийся тем, что, с целью снижения потерь тепла слябов путем уменьшения охлаждения каждого сляба, перемещение осуществляют 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 В₁ или В₂ (**бивещественные и поливещественные** веполи).

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

Патент США 3 567 547. 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 бы не дала. 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.

Авт. свид. 126 079. 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:

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

Авт. свид. 321 195. Способ электронагрева металлических заготовок под обработку давлением, отличающийся тем, что, с целью обеспечения безокислительного нагрева, поверхностные слои заготовок, в процессе нагрева интенсивно охлаждаются (биполевая система).

Авт. свид. 252 036. Получение электрохимическим способом отверстия, которое имеет расширение на середине глубины. Электрод (продольно) разделен на три части, на каждую подают свой потенциал.

Примечание.

4. 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, 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. Повышение эффективности синтезированных бисистем и полисистем достигается прежде всего развитием связей элементов в этих системах.

Примечание. Новообразованные бисистемы и полисистемы часто имеют «нулевую связь» (термин предложен А. Тимощуком), т. е. 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 подъемных кранов (три крана по 60 т поднимают груз в 150 т) трудно синхронизировать работу машин. Предложено (авт. свид. 742 372) 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, авт. свид. 524728 и 1094797).

3.1.3. 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).

Авт. свид. 546 445. 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).

Авт. свид. 645 773. Устройство для зажима деталей по внутренней поверхности, содержащее разрезной упругий элемент, отличающееся тем, что, с целью повышения точности зажима а расширения технологических возможностей устройства, упругий элемент выполнен в виде двух соединенных между собой колец из материалов с различным коэффициентом линейного расширения.

Авт. свид. 606 233. Электроакустический преобразователь, содержащий секционный активный элемент, отличающийся тем, что, с целью обеспечения температурной стабилизации электроакустических параметров, любые соседние секции активного элемента выполнены из материала с противоположными по знаку температурными коэффициентами изменения, пьезо–модуля.

Авт. свид. 1 041 250. Генератор механических колебаний для сварки, содержащий выполненный в виде ролика фрикционный рабочий элемент, установленный с возможностью скользящефрикционного взаимодействия с обрабатываемым объектом и соединенный с вращательным приводом, отличающийся 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.

Авт. свид. 1 001 988. Способ получения дисперсных систем путем вибрационных воздействий на среду в режиме вибротурбулизации путем введения в емкость со средой упругого резонатора и воздействия на емкость колебаниями резонансной частоты, отличающийся тем, что, с целью повышения экономичности процесса и его интенсификации, в емкость со средой вводят несколько упругих резонаторов с различной частотой собственных колебаний.

3.1.4. Эффективность бисистем и полисистем повышается при **свертывании** систем прежде всего за счет сокращения вспомогательных частей. Например, двухстволка имеет один приклад. Полностью свернутые бисистемы и полисистемы снова становятся моносистемами, цикл может повторяться на новом уровне.

Авт. свид. 408 586. 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 на нем общей дымовой трубой.

Авт. свид. 111 144. Увеличение защитной мощности холодильного костюма для горноспасателей наталкивалось на весовой барьер. Предложено объединить холодильную и дыхательную системы в единый скафандр, в котором одно холодное вещество (жидкий кислород) выполняет две функции: сначала испаряется, а потом идет на дыхание. Отпадает необходимость в тяжелом дыхательном аппарате; это позволяет во много раз увеличить запас холодильного вещества.

Авт. свид. 287 967. Способ переработки соленых руд, при котором дробление, измельчение и растворение руды ведут в одном устройстве за один цикл (до этого операции осуществляли последовательно, в отдельных аппаратах).

3.1.5. 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.

Авт. свид. 510 350. Рабочая часть тисков для зажима деталей сложной формы: каждая часть (стальная втулка) твердая, а в целом зажим податливый и способен менять форму.

3.2.1. Эффективность системы (на любом этапе развития) может быть повышена системным переходом 2: с макроуровня на микроуровень – систему, или ее часть заменяют веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемое действие.

Авт. свид. 275 751. Регулируемый лабиринтный насос, содержащий цилиндрический ротор и статор с многозаходной нарезкой противоположного направления, отличающийся тем, что, с целью обеспечения возможности регулирования насоса с помощью изменения температуры, ротор и статор выполнены из материалов с разными коэффициентами линейного расширения.

Примечание.

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.

Авт. свид. 339 397. Устройство для безопилочного резания древесины, включающее станину и рабочий орган с режущим инструментом, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности и качества пиления, режущий инструмент выполнен из магнитострикционного материала с двухсторонней заточкой передней грани и соединен через электромеханические преобразователи с высокочастотным генератором.

Примечания:

2. В предыдущих работах по стандартам предполагалось, как и при рассмотрении перехода к надсистеме (см. примечание 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 – понятие обобщенное. Существует множество уровней «микро» (домены, молекулы, атомы и т. д.) – 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 подкласса 3.2.

Класс 4. Стандарты на обнаружение и измерение системы

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

Авт. свид. 505 706. Способ индукционного нагрева деталей. Для самофиксации заданной температуры между индуктором и деталью помещают соль с температурой плавления, равной заданной температуре.

Авт. свид. 471 395. Индукционная печь для нагрева токами промышленной частоты, включающая тигель и индуктор, отличающаяся тем, что, с целью поддержания заданного режима нагрева, тигель выполнен из ферромагнитного материала, точка Кюри которого равна заданной температуре нагрева.

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

Авт. свид. 241 077. Измерение деформаций оболочек затруднено тем, что оболочки эти являются частью громоздкой конструкции. Предложено изготавливать слепки (до деформации и после нее) и вести измерения на слепках.

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

В частности, 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.

Авт. свид. 350 219. 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.

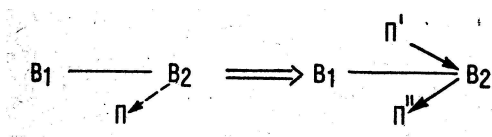
Авт. свид. 359 512. Способ сличения объектов, заключающийся в проектировании изображений сличаемых объектов на экран и совмещении идентичных участков изображений, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности процесса сличения, изображения сличаемых материалов проектируют на экран во взаимно исключающих контрастах, например, негативное и позитивное или красное и синее.

4.1.3. 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**.

Авт. свид. 186 366. При добыче медных руд камерным способом образуются огромные подземные залы, камеры. От взрывов и других причин 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 люминисцирующие вещества. Если в каком-то месте выпала порода и образовался купол, это легко обнаружить по свечению люминофора. А по 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, состоящего из двух последовательных обнаружений. Рассмотрим, например, задачу об измерении диаметров шлифовального круга. Измерение нужно 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.

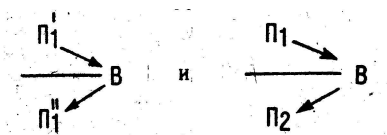
4.2.1. Если неведомая система плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают, достраивая простой или двойной веполь с полем на выходе:



Авт. свид. 269 558. Способ обнаружения момента начала кипения жидкости (т. е. появление в жидкости пузырьков B_2). Через жидкость пропускают ток – при появлении пузырьков резко возрастает электрическое сопротивление.

Авт. свид. 305 395. Способ обнаружения и счета инородных включений в жидкости, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности, исследуемую среду облучают электромагнитными колебаниями сверхвысокой частоты и регистрируют форму и амплитуду рассеянных частицами колебаний, по которым судят о количестве включений в жидкости.

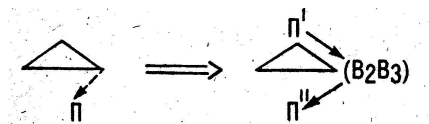
Примечание. Вепольные группы



типичны для ответов на задачи по обнаружению и измерению.

4.2.2. Если система (или ее часть) плохо поддается обнаружению или измерению, задачу

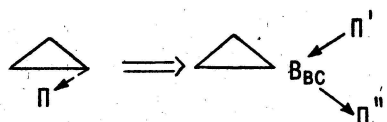
решают переходом к внутреннему или внешнему **комплексному веполю**, вводя легко обнаруживаемые добавки.



Авт. свид. 277 805. Способ обнаружения неплотностей в холодильных агрегатах, заполненных фреоном и маслом, преимущественно домашних холодильников, 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.

Авт. свид. 110314. Способ определения фактической площади контакта поверхностей, отличающийся тем, что для окрашивания поверхностей применяют люминисцентные краски.

4.2.3. 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:



Авт. свид. 260 249. Для контроля износа двигателя нужно определить количество «стершегося» металла. Частицы эти поступают во внешнюю среду – масло. Предложено добавлять в масло люминофоры: металлические частицы являются гасителями свечения.

4.2.4. Если во внешнюю среду нельзя ввести извне добавки по стандарту **4.2.3.**, эти добавки могут быть получены в самой среде, например, ее разложением или изменением агрегатного состояния. В частности, в качестве таких добавок часто 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.

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

Авт. свид. 170 739. Исчезновение люминисцентных свойств у некоторых веществ в присутствии очень небольшого количества влаги.

Авт. свид. 415 516. Резкое изменение показателя преломления света у алмазного зерна при изменении температуры.

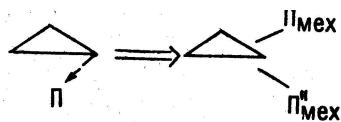
В частности, желательно, чтобы вещества в веполе образовывали термопару, безвозмездно дающую сигналы о состоянии системы. «Сигнальное поле» может быть получено также за счет индукции.

Авт. свид. 715 838. Подшипник скольжения, содержащий антифрикционный вкладыш, установленный в токопроводящей обойме, контактирующей с токопроводящим корпусом, и подключенную к блоку защиты термопару, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия защиты от перегрева, термопара образована обоймой и корпусом.

Авт. свид. 1 046 636. Способ регистрации разрушения изделий, включающий нанесение на контролируемую поверхность чувствительного слоя, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности, в качестве чувствительного слоя используют магнитную пленку и размещают на ней токопроводящий контур, а о разрушении изделий судят по эдс индукции, возникающей в контуре.

4.3.2. Если невозможно непосредственно обнаружить или измерить происходящие в системе изменения и если нет возможности пропустить сквозь систему поле, задачу решают возбуждением в системе резонансных колебаний (всей системы или ее какой-то части), по

изменению частоты которых можно определить происходящие в системе изменения:



Авт. свид. 271 051. Способ измерения массы вещества в резервуаре, например жидкого, 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.

Авт. свид. 244 690. способ определения линейного веса движущейся нити, заключающийся в том, что нить располагают на двух опорах, одной из которых сообщают механические колебания, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения, в качестве задатчика частоты колебаний опоры используют измеритель резонансных колебаний нити, а линейный вес определяют по частоте колебаний на выходе измерителя.

Авт. свид. 560 563. Способ контроля выдаивания долей вымени животных при машинном доении, включающий определение степени опорожнения вымени по изменению физических свойств его с помощью известных устройств, отличающийся тем, что, с целью повышения точности контроля, определение степени опорожнения долей вымени ведут по изменению уровня и частоты акустических колебаний, возникающих в них.

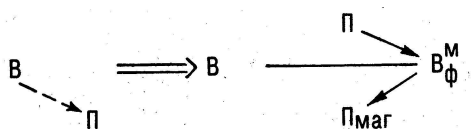
4.3.3. Если невозможно применить стандарт 4.3.2., о состоянии системы судят по изменению собственной частоты объекта (внешней среды), связанного с контролируемой системой.

Авт. свид. 438.873. 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.

4.4.1. Веполи с немагнитными полями имеют тенденцию перехода в «протофеполн», т. е. веполи с магнитным веществом и магнитным полем.

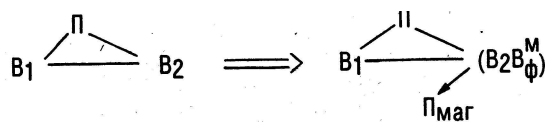
Авт. свид. 222 892. Способ обнаружения герметизированных отверстий, например, в подводной части корпуса законсервированного корабля, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности и ускорения процесса поиска местонахождения герметизирующего отверстия, в патрубок отверстия перед его герметизацией закладывают излучающий элемент, например, постоянный магнит с направлением создаваемого им магнитного поля по нормали к наружной обшивке корпуса, и обнаруживают это отверстие при помощи индикатора, например магнитометра, по наибольшей величине местной напряженности магнитного поля.

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



Авт. свид. 239 633. 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. 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:



Авт. свид. 754 347. Гидроразрыв пласта осуществляют, действуя жидкостью под давлением на горную породу. Для контроля за жидкостью в нее вводят ферропорошок и осуществляют магнитный каротаж.

4.4.4. 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. 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.

Авт. свид. 115 128. Способ измерения температуры при помощи индуктивного датчика, свойства магнитопровода которого изменяются в зависимости от изменения его температуры, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения, магнитопровод разогревают (или охлаждают) до температуры, близкой к точке Кюри, при которой незначительное изменение температуры магнитопровода вызывает резкое изменение его проницаемости (эффект Гопкинса).

Авт. свид. 1 035 426. Сигнализатор уровня жидкости, содержащий камеру из немагнитного материала, внутри которой помещен магнит, определяющий положение уровня жидкости, а снаружи – магнитоуправляемый контакт, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности работы устройства, магнит внутри камеры закреплен на высоте контролируемого уровня и покрыт термочувствительным материалом, точка Кюри которого ниже температуры контролируемой жидкости.

Авт. свид. 332 758. 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, отличающееся 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.

Авт. свид. 266 029. Магнитная муфта скольжения, содержащая корпус и многополюсный ротор с постоянными магнитами, отличающаяся тем, что, с целью обеспечения автоматического включения и выключения муфты при заданной температуре, она снабжена шунтами, установленными между полюсами ротора и выполненными из термореактивного материала, имеющего характеристику магнитной проницаемости с точкой Кюри, соответствующей заданной температуре, а корпус и ротор изготовлены из материала с точкой Кюри, соответствующей температуре выше заданной (бисистемный переход через точку Кюри).

Авт. свид. 504 944. Способ измерения усилия, заключающийся в изменении микроструктуры элемента, имеющего доменную структуру, и преобразовании изменений микроструктуры в электрический сигнал, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности и точности измерения, в нем регистрируют число скачкообразных изменений микроструктуры элемента, по которому и судят о величине измеряемого усилия (эффект Баркгаузена).

Авт. свид. 563 556. Способ измерения толщины металлопокрытий, заключающийся в том, что металлопокрытие подвергают электролитическому растворению, окончание которого фиксируют по сигналу электролитического взаимодействия с основой, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения немагнитных металлопокрытий на

ферромагнитной основе, в качестве сигнала электролитического взаимодействия с. ценовой используют шумы Баркгаузена.

4.5.1. Эффективность измерительной системы (на любом этапе развития) может быть повышена переходом к бисистеме или полисистеме.

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.

Авт. свид. 256 570. 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. Измерительные системы развиваются в направлении: измерение функции – измерение первой производной функции – измерение второй производной функции.

Авт. свид. 998 754. 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

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

1. Вместо вещества используют «пустоту».

Авт. свид. 245 425. Способ образования тензометрической сетки внутри модели из прозрачного материала путем заливки в тело модели сетки из нити, отличающийся 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.

2. Вместо вещества вводят поле.

Авт. свид. 500 464. Для измерения степени вытяжки нити на ходу на нить наносят электрические заряды и определяют изменение линейной плотности заряда.

3. Вместо внутренней добавки используют добавку наружную.

Авт. свид. 360 540. 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.

4. Вводят в очень малых дозах особо активную добавку.

Авт. свид. 427 982. 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 вес. % полиметакрилата.

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

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

6. Добавку вводят на время.

Авт. свид. 458 422. Способ бесконтактной магнитной ориентации деталей по авт. свид. 360 116, отличающийся тем, что, с целью увеличения эффекта ориентации без дополнительных энергозатрат, при ориентации полых деталей в последние предварительно вводят ферромагнитные тела.

7. Вместо объекта используют его копию (модель), в которую допустимо введение добавок.

Авт. свид. 499 577. 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.

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

Авт. свид. 342 761. 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 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

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

Авт. свид. 904 956. Способ размерной электрохимической 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.

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

Авт. свид. 177 761. Способ подачи быстрорасплаивающейся рабочей жидкости в рабочую камеру анодно-механического станка, отличающийся тем, что, с целью лучшего перемешивания, жидкость подается в зону обработки двумя встречными потоками.

Авт. свид. 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 смещения.

Авт. свид. 719 809. 1. Способ получения металлических порошков, включающий распыление струи металлического расплава вихревым газовым потоком, отличающийся тем, что, с целью повышения дисперсности порошка, струе металлического расплава сообщают вращательное движение относительно ее оси.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что вращательное движение струн металлического расплава осуществляют противоположно направлению вихревого газового потока.

Авт. свид. 726 256. Способ гашения энергии потока, включающий разделение его на отдельные потоки, закручивание их и последующее объединение, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности гашения, потоки размещают один внутри другого и закручивают в противоположных направлениях.

Авт. свид. 727 942. Способ сжигания топлива путем подачи в зону горения смеси топлива, воздуха и предварительно подогретого сыпучего материала, отличающийся тем, что, с целью интенсификации процесса горения с одновременным уменьшением вредных выбросов, смесь топлива, воздуха и сыпучего материала подают по крайней мере двумя встречными сталкивающимися потоками.

Авт. свид. 749 571. Способ дробления стружки при токарной обработке заготовок со снятием больших припусков, заключающийся в разделении снимаемого припуска с последующим получением направленных и независимых друг от друга потоков стружки, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона дробления стружки и уменьшения усилий резания, независимые потоки стружки направляют навстречу друг другу с последующим их столкновением между собой и дроблением на элементы путем взаимодействия сил сталкивающихся потоков стружки.

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

Авт. свид. 259 019. 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.

5.1.3. Введенное в систему вещество (после того, как оно сработало) 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.

Авт. свид. 588 025. Способ очистки внутренних поверхностей полых изделий путем прокачки через изделия 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.

Авт. свид. 1 013 709. Льдохранилище, содержащее корпус, выполненный из теплоизоляционного материала, отличающийся 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. Если нужно ввести большое количество вещества, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, то в качестве вещества используют «пустоту» в виде надувных конструкций или пены.

Патент СССР 320 102. Для перемещения аварийных самолетов под крыльями устанавливают надувные емкости. При наполнении воздухом емкости плавно приподнимают самолет. Под емкости могут быть установлены тележки для транспортировки.

Авт. свид. 895 858. 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 полиизоцианата 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.

5.2.1. Если в вепольную систему нужно ввести поле, 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 отождмет жидкость к стенкам, а газ – к оси трубопровода.

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

Авт. свид. 414 354. Для удаления влаги с проезжей части моста используют тягу, создаваемую эжектором, опущенным в реку.

5.2.3. Если в систему нужно ввести поле, и это нельзя сделать по стандартам **5.2.1** и **5.2.2**, следует использовать поля, носителями или источниками которых могут «но совместительству» стать вещества, имеющиеся в системе или во внешней среде.

Авт. свид. 504 932. Сигнализатор уровня жидкости, преимущественно топлива, содержащий поплавков с контактом, корпус с другим контактом, изолированным от него, и индикатор, в цепь которого включены указанные контакты, отличающийся 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, а другой спай, расположенный вне объекта контроля, снабжен источником подогрева.

Авт. свид. 225 992. Электромагнитный насос для перекачивания расплавленного металла или жидкого электропроводного теплоносителя, включающий электромагнит и электрический контур, отличающийся тем, что, с целью исключения внешнего источника электрического питания, в нем в качестве источника питания применен замкнутый контур, состоящий из двух полупроводниковых термоэлементов, имеющих форму пластин и расположенных между

холодной коммутационной пластиной термоэлемента и горячей коммутационной пластиной, имеющей полость, по которой протекает горячий перекачиваемый жидкий теплоноситель и которая расположена между полюсами электромагнита.

Авт. свид. 356 489. Система обрабатываемая деталь – режущий инструмент использована как термопара в устройстве для измерения температуры резания.

Авт. свид. 568 538. Абразив нанесен на проволоочный каркас, выполненный в виде термопары. Шлифовальный круг сам сигнализирует о температуре в зоне шлифования.

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

Авт. свид. 518 591. Мальтийский механизм, содержащий ведущее звено и ведомый мальтийский крест, отличающийся 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.

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

Авт. свид. 252 262. Энергоснабжение пневмосистем в шахтах – на основе сжиженного (а не сжатого) газа.

5.3.2. Двойственные свойства могут быть обеспечены фазовым переходом 2, т. е. использованием веществ, способных переходить из одного фазового состояния в другое в зависимости от условий работы.

Авт. свид. 166 202. Применение в качестве рабочих тел в газотурбинных установках замкнутого цикла газовых систем (например, N_2O_4 , Al_2C_2 , $NCH_4 + CO_2$ и др.), в которых в результате обратимых химических реакций, сопровождающихся тепловым эффектом, газовая постоянная увеличивается перед турбиной и уменьшается перед компрессором до первоначальной величины.

(Газовые смеси обладают свойством обратимой диссоциации–рекомбинации с выделением и погашением тепла.)

Авт. свид. 1 003 163. Конденсатор переменной емкости, содержащий две обкладки с расположенным между ними диэлектриком и узел регулирования температуры диэлектрика, отличающийся тем, что, с целью увеличения диапазона изменения емкости, диэлектрик состоит из двух слоев, один из которых выполнен из материала с диэлектрической проницаемостью, не зависящей от температуры, а другой – из материала с фазовым переходом металл – диэлектрик.

5.3.3. Эффективность системы может быть повышена за счет фазового перехода 3, т. е. использования явлений, сопутствующих фазовому переходу.

Авт. свид. 601 192. Приспособление для транспортировки мороженных грузов имеет опорные элементы в виде брусков льда (снижение трения за счет таяния).

5.3.4. Двойственные свойства системы могут быть обеспечены фазовым переходом 4 – замена однофазового состояния двухфазовым.

Патент США 3 589 468. Для глушения шума, а также для улавливания испарений, запахов и стружек при резании покрывают пеной зону резания; пена проницаема для инструмента, но непроницаема для шума, испарений и т. д.

Авт. свид. 936 962. Способ промывки фильтров с зернистой загрузкой, включающий взрывление загрузки и последующее вымывание загрязнений восходящим потоком промывной воды, отличающийся тем, что, с целью повышения КПД и уменьшения травматизации рыбы, активную среду перед подачей ее из сопла насыщают газом.

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

Авт. свид. 224 7.43. Двухфазное рабочее тело для компрессоров и теплосиловых установок, состоящее из газа и мелких частиц твердого тела, отличающееся тем, что, с целью

дополнительного сжатия газа в холодильнике и компрессоре и дополнительного расширения в нагревателе, в качестве твердой фазы использованы сорбенты с общей или избирательной поглотительной способностью.

Авт. свид. 282 342. 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.

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

Авт. свид. 177497. Молниеотвод в виде газоразрядной 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.

Авт. свид. 820 836. Автоматическая заслонка, содержащая корпус, клапан и термочувствительный элемент, отличающийся 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. 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 вводной сигнал играет роль «спускового крючка».

Авт. свид. 969 327. Способ усиления упругих волн, включающий ввод в твердое тело упругой волны и наложение поля внешнего источника энергии, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей путем усиления ударных волн, перед вводом упругой волны твердое тело деформируют, нагревают его до температуры, меньшей температуры фазового перехода второго рода на величину скачка температуры при прохождении упругой волны, по нему.

Авт. свид. 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, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности испытания, жидкость при испытании поддерживают в состоянии перегрева.

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

Авт. свид. 741 105. Способ создания высокого давления водорода. Водородосодержащее соединение помещают в герметический сосуд и подвергают электролизу с образованием свободного водорода.

5.5.2. 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).

Авт. свид. 364 493. 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. 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.

Авт. свид. 177497. Задача о защите антенны. Ионы получают разрушением молекул газа. Нейтральные молекулы восстанавливают, объединяя «осколки» (ионы и электроны).

5. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ АРИЗ–85В

ВНИМАНИЕ!

АРИЗ – сложный инструмент, не применяйте его для решения новых производственных задач без предварительного обучения хотя бы по 80–часовой программе.

АРИЗ – инструмент для мышления, а не вместо мышления. Не спешите! Тщательно обдумывайте формулировку каждого шага. Кроме того, надо обязательно записывать (на полях) все соображения, возникающие по ходу решения задачи.

АРИЗ – инструмент для решения нестандартных задач. Проверьте, может быть, ваша задача решается по стандартам?

Часть I. Анализ задачи

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

1.1. Записать условия мини–задачи (без специальных терминов!) по следующей схеме. Техническая система для (указать назначение) включает (перечислить основные части системы). Техническое противоречие 1: (указать). Техническое противоречие 2: (указать), необходимо при минимальных изменениях в системе (указать результат, который должен быть получен).

Пример. *Техническая система для приема радиоволн включает антенну радиотелескопа, радиоволны, молниеотводы, молнии. ТП–1: если молниеотводов много, они надежно защищают антенну от молний, но поглощают радиоволны. ТП–2: если молниеотводов мало, то заметного поглощения радиоволн нет, но антенна не защищена от молний. Необходимо при минимальных изменениях обеспечить защиту антенны от молний без поглощения радиоволн. (В этой формулировке следует заменить термин «молниеотвод» словами «Проводящий стержень», «проводящий столб» или просто «проводник»).*

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)». Переход от ситуации к мини–задаче не означает, что взят курс на решение небольшой задачи. Наоборот, введение дополнительных требований (результат должен быть получен «без ничего») ориентирует на обострение конфликта и заранее отсекает пути к компромиссным решениям.

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

3. Техническими противоречиями называют взаимодействия в системе, состоящие, например, в том, что полезное действие вызывает одновременно и вредное; введение (усиление) полезного действия или 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, что – плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь – что хорошо, что плохо.

Иногда в условиях задачи дано только изделие; технической системы (инструмента) нет, поэтому нет явного ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая два состояния изделия, хотя одно из состояний заведомо недопустимо. Например, дана задача: «Как наблюдать невооруженным глазом микрочастицы, взвешенные в образце оптически чистой жидкости, если эти частицы настолько малы, что свет обтекает их?»

ТП–1: если частицы малы, жидкость остается оптически чистой, но частицы невозможно наблюдать невооруженным глазом.

ТП–2: если частицы большие, они хорошо наблюдаемы, но жидкость перестает быть оптически чистой, а это недопустимо.

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

4. Специальные термины, относящиеся к инструменту и внешней среде, необходимо заменять простыми словами для снятия психологической инерции. Термины:

навязывают старое представление о технологии работы инструмента: «ледокол колет лед» – хотя можно продвигаться сквозь льды, не раскалывая их;

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

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

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.

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

Пример. Изделие – молния и радиоволны. Инструмент – проводящие стержни (много стержней, мало стержней).

Примечания:

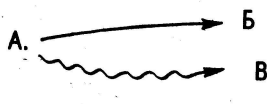
5. Изделием называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия, обнаружить, измерить и т. д.). В задачах на обнаружение и измерение изделия может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции инструментом, например шлифовальный круг.

6. Инструментом называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок; огонь, а не горелка). В частности, инструментом может быть часть окружающей среды. Инструментом являются и стандартные детали, из которых собирают изделие. Например, набор частей игры «Конструктор» – это инструмент для изготовления различных моделей.

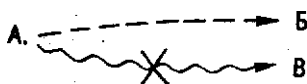
7. Один из элементов конфликтующей пары может быть двояким. Например, даны два различных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действие одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому.

1.3. Составить графические схемы ТП–1 и ТП–2.

Пример: ТП–1: много проводящих стержней



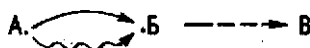
ТП–2: мало проводящих стержней



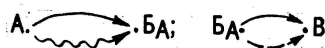
Примечания:

8. В таблице (см. с. 341) приведены схемы типичных конфликтов. Допустимо использование нетабличных схем, если они лучше отражают сущность конфликта.

9. В некоторых задачах встречаются многозвенные схемы конфликтов, например:



такие схемы сводятся к однозвенным



если считать Б изменяемым изделием или перенести на Б основное свойство (или состояние) А.

10. Конфликт можно рассматривать не только в пространстве, но и во времени.

11. Шаги 1.2 и 1.3 уточняют общую формулировку задачи. Поэтому после шага 1.3 необходимо вернуться к 1.1 и проверить, нет ли несоответствия 1.1 – 1.2 – 1.3. Если несоответствия есть, их надо устранить, откорректировав линию.

1.4. Выбрать из двух схем конфликта 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:

12. 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 присущее другому состоянию. Проводников мало и увеличивать их количество не будем, но – в результате решения молнии должны отводиться так, словно проводников очень много.

13. 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 системы, а не измерительной части.

Исключением являются только некоторые задачи на измерение в научных целях.

1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Правило 3. Большинство задач содержат конфликты типа «много элементов» и «мало элементов» («сильный элемент» – «слабый элемент» и т. д.). Конфликты типа «мало элементов» при усилении надо приводить к одному виду – «ноль элементов» («отсутствующий элемент»).

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

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.).

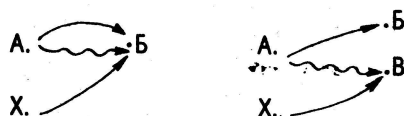
Пример. Даны отсутствующий проводник и молния. Отсутствующий проводник не создает помех (при приеме радиоволн антенной), но и не обеспечивает защиту от молний. Необходимо найти такой икс–элемент, который, сохраняя способность отсутствующего проводника не создавать помех (антенне), обеспечивал бы защиту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

Примечания:

14. 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.

15. 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 икс–элемент, например так:



16. 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.

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 по второй части. Примечание:

17. 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 пространства, времени, веществ и полей.

2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Примечание:

18. В простейшем случае оперативная зона – это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

Пример. 5 задаче об антенне ОЗ – пространство, ранее занимаемое молниеотводом, т. е. мысленно выделенный «пустой» стержень, «пустой» столб.

2.2. Определить оперативное время (ОВ)

Примечание:

19. Оперативное время – это имеющиеся ресурсы времени: конфликтное время T_1 и время до конфликта T_2 . Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение T_2 .

Пример. В задаче об антенне ОВ является суммой T'_1 (время разряда молнии) и T''_1 (время до следующего разряда), T_2 нет.

2.3. Определить вещественно–полевые ресурсы (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР.

Примечания:

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

1. Внутрисистемные ВПР: а) ВПР инструмента; б) ВПР изделия.

2. Внешнесистемные ВПР: 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, гравитационное, магнитное поле земли.

3. Надсистемные ВПР: а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условиям задачи); б) «копеечные» – очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при минимальном расходе ВПР. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (т. е. макси-задач), целесообразно задействовать максимум различных ВПР.

21. 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 расходование (т. е. изменение) какой-то части, когда изделия в целом неограниченно много (например, вода в реке, 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.

22. 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 ИКР и ФП

В результате применения третьей части АРИЗ должен сформулироваться 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.

3.1. Записать формулировку ИКР–1: икс–элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение 0В в пределах 03, сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

Пример. Икс–элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет в течение 0В «непритягивание» молнии отсутствующим проводящим стержнем, сохраняя способность этого стержня не создавать помех для антенны.

Примечание:

23. 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, по типу которого необходимо записывать ИКР. Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

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 примечанию 23 в формулировку ИКР–1 следует ввести, внешнюю среду, т. е. заменить икс–элемент словом «воздух» (можно точнее: «столб воздуха на месте отсутствующего молниеотвода»).

Примечание.

24. При решении мини-задач, в соответствии с примечаниями 20 и 21, следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности:

ВПР инструмента; ВПР внешней среды; побочные ВПР; ВПР изделия (если нет запрета по примечанию 21).

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. То есть, получив ответ, например, на «линии инструмента», следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

При обучении АРИЗ последовательный анализ постепенно заменяется параллельными: 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 (окрасить, не крася)?..

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

3.3. Записать формулировку физического противоречия на макроуровне: оперативная зона в течение оперативного времени 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:

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

26. Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить краткую формулировку: «Элемент (или часть элемента в оперативной зоне) должен быть, чтобы (указать), и не должен быть, 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 очень быстро проходящее. Закон согласования ритмики: периодичность появления молниеотвода 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 формулируется постепенно, как бы проявляется. Не надо прерывать решение при первом намеке на ответ и «закреплять» еще не вполне готовый ответ. Решение по АРИЗ должно быть доведено до конца!

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 по 3.3 макросостояние), и не должны быть частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по 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:

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

28. Частицы могут оказаться: а) просто частицами вещества; б) частицами вещества в сочетаниях с каким–то полем и (реже); в) «частицами поля».

29. Если задача имеет решение только на макроуровне, 3.4 может не получиться. Но и в этом случае попытка составления микро–ФП полезна, 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 И КР–2, мы одновременно получаем новую задачу – физическую.

В дальнейшем надо решать именно эту задачу!

3.5. Записать формулировку 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 – должны сами собой появляться свободные заряды; тогда столб ионизированного воздуха срабатывает 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 знания физики 9–го класса...

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; пусть частицы А выполняют действие 1, а частицы Б – действие 2.

Правило 5. Введение 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 и введенные частицы после обработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

Примечание:

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

4.1. Метод ММЧ:

а) используя метод ММЧ («моделирование маленькими человечками») построить схему конфликта;

б) изменить схему «а» так, чтобы «маленькие человечки» действовали, не вызывая конфликта.

Примечания:

31. Метод «моделирование маленькими человечками» 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 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.

Пункт 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: а) выразительны и понятны без слов; б) дают дополнительную информацию о физпротиворечии, указывая в общем виде пути его устранения.

32. 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, форсируется работа воображения. ММЧ, таким образом, 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 (условно: человечки держат друг друга, руки у них заняты, человечки не хватают молнию).

Б. По правилу б 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 – это символизирует их стремление притянуть молнию.

(Возможны и другие схемы, но в любом случае ясна необходимость разделить человечков на две группы: изменить состояние человечков в столбе.)

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, а чтобы при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

4.2. Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, может быть использован 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 (микро-задача): как устранить дефект? Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

4.3. Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

Примечания:

33. 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 новых веществ 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.

34. 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 и 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.

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 9–10 класса известно, что при уменьшении давления газа уменьшается и напряжение, необходимое для возникновения разряда. Теперь ответ на задачу об антенне получен практически полностью. «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 выбран из условия наименьших, газоразрядных градиентов, вызываемых электрическим полем развивающейся молнии».*

Примечание.

35. Пустота – исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полные и пористые структуры, пену, пузырьки и т. д.

Пустота – 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. примечание 37). Так, для кристаллической решетки пустотой являются отдельные сложные молекулы, для молекул – отдельные атомы и т. д.

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

Примечание.

36. 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, образующиеся при разложении или сгорании ресурсных веществ.

Правило 8. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например ионы) и непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получать 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.

Примечание.

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

минимально обработанное вещество (простейшее техновещество, например проволока);

«сверхмолекулы»: кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;

сложные молекулы;

молекулы;

части молекулы, 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 физэффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

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

Пример. Известен способ разрыва труб скручиванием. При скручивании трубы приходится механически зажимать, что вызывает их деформацию. Предложено возбуждать крутящий момент в самой трубе – за счет электродинамических сил.

Примечание.

38. Если использование ресурсных веществ (имеющихся и производных) недопустимо по условиям задачи, надо использовать электроны (ток). Электроны – «вещество», которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же, электроны – вещество в сочетании с полем, это обеспечивает высокую управляемость.

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:

39. 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.

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 наличными ВПР.

Часть 5. Применение информфонда

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.

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

Примечание.

40. 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 введения 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 относится к

технике введения добавок.

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

Примечание.

41. 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 физпротиворечия.

5.3. Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (см. приложение 3).

Правило 1). Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

5.4. Применение «Указателя физэффектов».

Рассмотреть возможность устранения физпротиворечия с помощью указателя применения физических эффектов и явлений (см. приложение 6).

Примечание.

42. Разделы «Указатели применения физических эффектов и явлений» опубликованы в работе [8] (цикл «Магический кристалл физики»).

Часть 6. Изменение и (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, обусловленных психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Например, 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.

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

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

Пример. Задача: *«Как запаивать звенья тонких и тончайших золотых цепочек? Вес одного 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.

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).*

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

Часть 7. Анализ способа устранения ФП

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

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.

43. 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.

7.2. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

- а) обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР–1?
- 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 1.1.

7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

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.

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

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

8.3. Использовать 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.

44. Если работа ведется не только ради решения конкретной технической задачи, тщательное

выполнение шагов 8.3 (а) – 8.3 (д) может стать началом разработки общей 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.

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

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

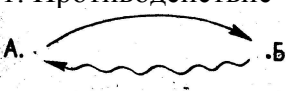
ВНИМАНИЕ!

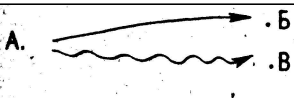
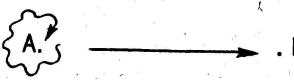
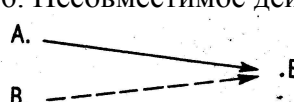
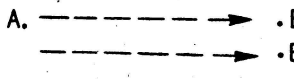
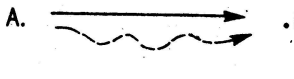
АРИЗ–85В опробован на многих задачах, практически на всем фонде задач, используемом при обучении ТРИЗ. Забывая об этом, иногда с ходу предлагают усовершенствования, основанные на опыте решения одной задачи. Для этой задачи предлагаемые изменения, может быть, и хороши (допустим). Но облегчая решение одной 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 идеи должны быть сначала тщательно, даже дотошно, проверены.

Основные виды конфликтов в моделях задач

Конфликт	Пояснение
1. Противодействие 	А действует на Б полезно (сплошная стрелка), но при этом постоянно или на отдельных этапах возникает обратное вредное действие (волнистая стрелка), требуется устранить вредное явление, сохранив полезное действие
2. Сопряженное действие 	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
3. Сопряженное действие 	Полезное действие А на одну часть Б оказывается вредным для другой части Б. Требуется устранить вредное действие на Б₂, сохранив полезное действие на Б₁
4. Сопряженное действие	Полезное действие А и на Б является вредным действием на В (причем А, Б и В образуют систему). Требуется устранить

	вредное действие, сохранив полезное и не разрушив систему
5. Сопряженное действие 	Полезное действие А на Б сопровождается вредным действием на само А (в частности, вызывает усложнение А). Требуется устранить вредное действие, сохранив полезное
6. Несовместимое действие 	Полезное действие А на Б несовместимо с полезным действием В на Б (например, обработка несовместима с измерением). Требуется обеспечить действие В на Б (пунктирная стрелка), не меняя действия А на Б
7. Неполное действие или бездействие 	А оказывает на Б одно действие, а нужно два разных действия. Или А не действует на Б. Иногда А вообще не дано: надо изменить Б, а каким образом – неизвестно. Требуется обеспечить действие на Б при минимально простом А
8. «Безмолвие» 	Нет информации (волнистая пунктирная стрелка) об А, Б или взаимодействии А и Б. Иногда дано только Б. Требуется получить необходимую информацию
9. Нерегулируемое (в частности, избыточное) действие 	А действует на Б нерегулируемо (например, постоянно), а нужно регулируемое действие (например, переменное). Требуется сделать действие А на Б регулируемым (штрих–пунктирная стрелка)

6. ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ И ЯВЛЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
1. Измерение температуры	Тепловое решение и вызванное им изменение собственной частоты колебаний. Термоэлектрические явления. Спектр излучения. Изменение оптических, электрических, магнитных свойств вещества. Переход через точку

2. Понижение температуры 3. Повышение температуры 4. Стабилизация температуры 5. Индикация положения и перемещения объекта 6. Управление перемещением объекта 7. Управление движением жидкости и газа 8. Управление потоками аэрозолей (пыль, дым, туман) 9. Перемещение смесей. Образование растворов	Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена. Фазовые переходы. Эффект Джоуля–Томсона. Эффект Ранка. Магнитокалорический эффект. Термоэлектрические явления Электромагнитная индукция. Вихревые токи. Поверхностный эффект. Диэлектрический нагрев. Электронный нагрев. Электрические разряды. Поглощение излучения веществом. Термоэлектрические явления Фазовые переходы (в том числе переход через точку Кюри) Введение меток – веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики) и потому легко обнаруживаемых. Отражение и испускание света. Фотоэффект. Деформация. Рентгеновское и радиоактивное излучения. Люминесценция. Изменение электрических и магнитных полей. Электрические разряды. Эффект Доплера Действие магнитным полем на объект или на ферромагнетик, соединенный с объектом. Действие электрическим полем на заряженный объект или магнитным на проводник с током. Передача давления жидкостями или газами. Механические колебания. Центробежные силы. Тепловое расширение. Световое давление Капиллярность. Осмос. Электроосмос. Эффект Томса. Эффект Бернулли. Волновое движение. Центробежные силы. Эффект Вайссенберга
--	--

10. Разделение смесей	
11. Стабилизация положения объекта	
12. Силовое воздействие. Регулирование сил. Создание больших давлений	
13. Изменение трения	электрические и магнитные поля. Фиксация в жидкостях, твердеющих в магнитном и электрическом полях. Гироскопический эффект. Реактивное движение
14. Разрушение объекта	Действие магнитным полем через ферромагнитное вещество. Фазовые переходы. Тепловое расширение. Центробежные силы. Изменение гидростатических сил путем изменения кажущейся плотности магнитной или электропроводной жидкости в магнитном поле. Применение взрывчатых веществ. Электрогидравлический эффект. Оптико–гидравлический эффект. Осмос
15. Аккумулирование механической и тепловой энергии	
16. Передача энергии: механической	
тепловой	Эффект Джонсона–Рабека. Воздействие излучений. Эффект аномально низкого трения. Эффект безыносного трения. Колебания
лучистой	
электрической	Электрические разряды. Электрогидравлический эффект. Резонанс. Ультразвук. Кавитация. Лазер (индуцированное излучение)
17. Установление взаимодействия между	

подвижным (меняющимся) и неподвижным (неменяющимся) объектами	Упругие деформации. Гироскопический эффект, фазовые переходы
18. Измерение размеров объекта	Деформации. Колебания. Эффект Александрова. Волновое движение, в том числе ударные волны Излучения. Теплопроводность. Конвекция
19. Изменение размеров объектов	Явление отражения света (световоды). Индуцированное излучение Электромагнитная индукция. Сверхпроводимость
20. Контроль состояния свойств поверхности	Использование электромагнитных полей (переход от «вещественных» связей к «полевым»)
21. Изменение свойств поверхности	Измерение собственной частоты колебаний. Нанесение и считывание магнитных и электрических меток
22. Контроль состояния и свойств в объеме	Тепловое расширение. Эффект «память формы». Деформации. Магнито–электрострикция. Пьезоэлектрический эффект Электрические разряды. Отражение света. Электронная эмиссия. Муаровый эффект. Излучения Трение. Адсорбция. Диффузия. Эффект Баушингера. Электрические разряды. Механические и акустические колебания. Ультрафиолетовое излучение Введение меток – веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики), зависящие от состояния и свойств исследуемого вещества, Изменение удельного электрического сопротивления в зависимости от изменения структуры и свойств объекта. Взаимодействие со светом. Электро – и магнитооптические явления. Поляризованный свет. Рентгеновские и радиоактивные излучения. Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонансы. Магнитоупругий эффект. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена. Измерение собственной
23. Изменение объемных свойств объекта	

	частоты колебания объекта. Ультразвук. Эффект Мессбауэра. Эффект Холла Изменение свойств жидкости (кажущейся плотности, вязкости) под действием электрических и магнитных полей. Введение ферромагнитного вещества и действие магнитным полем. Тепловое воздействие. Фазовые переходы. Ионизация под действием электрического поля. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения. Деформация. Диффузия. Электрические и магнитные поля. Эффект Баушингера. Термоэлектрические, термомагнитные и магнитооптические эффекты. Кавитация. Фотохромный эффект. Внутренний фотоэффект
24. Создание заданной структуры	
25. Индикация электрических и магнитных полей	Интерференция волн. Стоячие волны. Муаровый эффект. Магнитные поля. Фазовые переходы. Механические и акустические колебания. Кавитация Осмос. Электризация тел. Электрические разряды. Пьезо – и сегнетоэлектрические эффекты. Электреты. Электронная эмиссия. Электрооптические явления. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена. Эффект Холла. Ядерный магнитный резонанс. Гиромагнитные и магнитооптические явления
26. Индикация излучения	
27. Генерация электромагнитного излучения	Оптико–акустический эффект. Тепловое расширение. Фотоэффект. Люминесценция. Фотопластический эффект Электрические разряды. Эффект Джозефсона. Явление индуцированного излучения. Туннельный эффект. Люминесценция. Эффект Ганна. Эффект Черенкова
28. Управление электромагнитными полями	Экранирование. Изменение состояния среды, например, увеличение или уменьшение ее электропроводности, магнитной проницаемости. Изменение формы поверхностей тел, взаимодействующих с полями
29. Управление потоками света. Модуляция света	Преломление и отражение света. Электро – и магнитооптические явления.

30. Инициирование и интенсификация химических превращений	Фотоупругость. Эффекты Керра и Фарадея. Эффект Ганна. Эффект Франца – Келдыша Ультразвук. Кавитация. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения. Электрические разряды. Ударные волны
---	---

7. ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ [9]

Требуемые действия, свойство	Химическая реакция, способ
Преобразование вещества	
1. Перенос в пространстве	Транспортные реакции. Термохимический метод. В гидратном состоянии. В сжатых газах. В гидридах. В виде части будущего соединения. В адсорбентах. В виде взрывчатых смесей. Молекулярная самосборка. Комплексоны. Жидкие мембраны
2. Изменение массы	Транспортные реакции. Термохимический метод. Перевод в химически связанный вид. Перевод в гидратное состояние. Перевод в гидридное состояние. Экзотермические реакции
3. Изменение концентрации	Транспортные реакции. Перевод в химически связанный вид и выделение. Перевод в гидратное состояние. В сжатых газах. В гидридах. Смещение химического равновесия. Абсорбция – десорбция. Полупроницаемые мембраны. Комплексоны. Жидкие мембраны
4. Изменение удельного веса	Перевод в химически связанный вид. Перевод в гидратное состояние. Гидриды
5. Изменение объема	Перевод в химически связанный вид. Транспортные реакции. Перевод в гидратное состояние, растворение в сжатых газах. Перевод в гидриды. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Растворение. Взрыв
6. Изменение формы	Транспортные реакции. Термохимическая обработка. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидриды. Плавление – затвердевание
	Гидрирование. Восстановление окисей. Растворение солей.

7. Изменение электрических свойств	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Нейтрализация электрических зарядов. Смещение химического равновесия. Электризация окислением. Газы при радиоактивном облучении. Электрохромы. Гидрофильный слой. Комплексоны Восстановление окисей. Изменение цвета. Генерация света. Изменение светопропускания. В молекулярных слоях Гидрирование. СВС. Изменение окислителей. Кластеры
8. Изменение оптических свойств	Перевод в химически связанный вид. Озонирование. Гидрофильность – гидрофобность. Комплексоны
9. Изменение магнитных свойств	Транспортные реакции. Термохимическая обработка. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидрирование. Восстановление окисей. Экзотермические реакции.
10. Изменение биологических свойств	Термохимические реакции. Плавление – затвердевание. Растворение солей. СВС. Смещение химического равновесия. Озонирование. Фотохромы.
11. Изменение химических свойств	Гидрофильность – гидрофобность. Перевод в микросостояние. Комплексоны. Жидкие мембраны
	Транспортные реакции. Термохимическая обработка. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидриды. Плавление – затвердевание. Растворение солей. Выделение из растворов. Адсорбция – десорбция. Фотохромы
12. Изменение фазового состояния	Перевод в химически связанный вид. Перевод в гидратное состояние. В сжатых газах. Гидрирование. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Растворение. Озонирование. Комплексоны. Жидкие мембраны
	Химическое связывание газов. Перевод в гидратное состояние. В сжатых газах. В гидридах. Плавление – затвердевание. В адсорбентах. Комплексоны
13. Обезвреживание (деструкция)	Транспортные реакции. Термохимический метод. Химическое связывание газов.

14. Стабилизация (временное уменьшение активности)	Газовые гидраты. Сжатые газы. Гидриды. Окисление – восстановление. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Растворение. Соединение взаимно активных веществ. Озонирование. Фотохромизм. Комплексоны
15. Превращение двух или более веществ в одно	Путем химического связывания одного из них. Защитатидратами. Растворение в сжатых газах. Защита гидридами. Сжигание. Окисление. Озон. Гидрофильность – гидрофобность. Полупроницаемые мембраны. Жидкие мембраны Транспортные реакции. В гидратном состоянии. С помощью гидридов. Окисление – восстановление. Соединение взаимоактивных веществ. Фотохромы. Электрохромы. Молекулярная самосборка. Гидрофильность – гидрофобность. Жидкие мембраны
16. Предохранение одного вещества от проникновения другого	С помощью гидратов. С помощью гидридов. Сварка. Плавление – затвердевание. Молекулярная самосборка Транспортные реакции. Выделение химически связанных газов. Из сжатых газов. Из гидридов. Восстановление из окисей. Смещение химического равновесия. Из адсорбентов. Из озонидов. Гидрофильность – гидрофобность. Полупроницаемые мембраны. Комплексоны. Жидкие мембраны
17. Нанесение одного вещества на поверхность другого	Транспортные реакции. Термохимический метод. Разрушение химически связанных веществ. Выделение из сжатых газов. Насыщение водородом. Разрушение окисей. Сжигание. Растворение. Смещение химического равновесия в смесях. Соединение взаимоактивных веществ. Окисление. Взрыв. Комплексоны
18. Соединение разнородных веществ (уплотнение, закупорка)	Транспортные реакции. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. В сжатых газах. В гидридах. В адсорбентах. Растворение. Комплексоны. Молекулярная самосборка. Жидкие мембраны Транспортные реакции. Термохимический

20. Разрушение вещества	метод. Химическое связывание газов. Газовые гидраты. Гидриды. Восстановление из окисей. Экзотермические реакции. Термохимические реакции. Соединение взаимоактивных веществ. При смещении химического равновесия. Озонирование. Окислители. Сверхокислители. Озониды. Молекулярная самосборка. Комплексоны
21. Размещение одного вещества в другом	Транспортные реакции. Химическое связывание – выделение газов. Растворение в сжатых газах. Гидриды. Адсорбция – десорбция. Озониды. Электрохромы. Комплексоны. Жидкие мембраны
22. Получение новых веществ (синтез)	Транспортные реакции. Выделение из химически связанного вида. Выделение из сжатых газов. Из гидридов. Восстановление из окисей. Соединение взаимоактивных веществ. Молекулярная самосборка. Полупроницаемые мембраны. Переход молекула – агрегат. Комплексоны. Жидкие мембраны
23. Организация замкнутого цикла по веществу (поглощение – выделение)	Транспортные реакции. В химически связанном виде. Выделение из сжатых газов. Из гидридов. Молекулярная самосборка. Комплексоны. Жидкие мембраны
24. Сборка вещества из атомов	Транспортные реакции. Термохимический метод. В химически связанном виде. В сжатых газах. В гидридах. Водород сквозь металлы. Термохимические реакции. Фазовые переходы. Смещение химического равновесия. Адсорбция. Полупроницаемые мембраны. Комплексоны. Жидкие мембраны
25. Получение веществ с хорошо	

организованной структурой (чистых веществ)	
26. Транспорт одного вещества сквозь другое	
Преобразование энергии	
27. Получение тепла (ввод тепловой энергии в систему)	Сжигание газовых гидратов. Сжигание водорода. Гидриды. Энергоемкие вещества. Экзотермические реакции. СВС. Сильные окислители. Разложение озона
28. Получение холода (вывод тепловой энергии из системы)	Разложение газогидратов. Гидриды. Эндотермические реакции. Растворение
29. Получение механических давлений	Разложение газогидратов. Разложение гидридов. Разупрочнение металлов при наводораживании. Разбухание металлов. Разложение жидкого озона.
30. Генерация светового излучения	Хемилюминесценция
31. Аккумулирование тепла	Химические реакции. Фазовые переходы
32. Аккумулирование холода	Гидриды
33. Аккумулирование световой энергии	Фотохромизм
34. Транспорт тепловой энергии	Транспортные реакции. Гидридные аккумуляторы
35. Транспорт (сток) статического электричества	Металлизация тканей. Обработка озоном. Гидрофильное покрытие
36. Регулирование световой энергии	Фотохромизм
37. Энергетические воздействия на вещество	Коронный разряд. Радиоактивное излучение. Кавитация. Ультрафиолет. Электрическое поле. Электрический ток. Электромагнитное поле. Инфракрасное излучение. СВЧ – разряд. Видимый свет. Тепловая энергия
Преобразование информации	
38. Индикация текущей информации о веществе	Хемилюминесценция. Флуоресценция. Гидрофотография. Гидродинамика потоков
39. Индикация информации об энергии:	

тепловой коронного разряда радиоактивного излучения видимого излучения ультра фиолета	Фазовые переходы. Термохромы По образованию озона По образованию озона. Радиохромы Фотохромы Фотохромы
---	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМУЛИРОВАНИЮ И РЕШЕНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

1. Формулировка исходной исследовательской задачи

Записать условие исходной исследовательской задачи по форме: «Система для (указать назначение) включает (перечислить входящие в систему элементы). При условии (указать) происходит (описать явление), в то время как должно происходить (указать). Требуется объяснить, почему?»

Пример. *В одной лаборатории обнаружили странное явление: некая химическая реакция проходила только в том случае, если ее проводил один из сотрудников. Реакция шла в закрытой колбе, но все равно коллеги стали подозревать человека в фальсификации. Дело осложнялось еще и тем, что если в лаборатории находился кто-нибудь еще, кроме него, реакция тоже не получалась. Как это объяснить?*

Запишем исходную исследовательскую задачу по приведенной выше форме.

Система для проведения определенной химической реакции включает – вещество в закрытой колбе, химика, других сотрудников. При условии, что этот химик работает в одиночестве, реакция происходит, в то время как она должна была бы происходить и у других людей, а также в их присутствии. Требуется объяснить, почему реакция происходит только в том случае, если химик проводит ее в одиночку.

2. Формулировка обращенной задачи

Превратить исследовательскую задачу в изобретательскую, заменив вопрос «почему (как) это происходит?» на «как это сделать?». Записать формулировку обращенной задачи по форме: «Система для (указать назначение) включает (перечислить входящие в систему элементы)». Необходимо при заданных условиях (указать) обеспечить получение (указать явление).

Пример. *Система для проведения определенной химической реакции включают вещество в закрытой колбе, химика, других людей. Необходимо обеспечить, чтобы реакция проходила тогда, когда химик один, и не проходила в присутствии других.*

3. Поиск известных решений

Рассмотреть, в каких областях науки, техники, обыденной жизни требуемое явление или эффект получают искусственно, самым простым путем, как его получают. Проверить, нельзя ли этот способ использовать для решения обращенной задачи.

Пример, известны способы активизации реакций с помощью катализаторов, либо путем наложения различных полей: Но в нашем случае катализаторы не подходят – колба закрыта.

4. Паспортизация и использование ресурсов

Рассмотреть ресурсы системы и надсистем, которые в готовом или производном виде могли бы помочь в выполнении нужного действия (решении обращенной задачи).

Примечание. Следует обратить особое внимание на ресурсы изменения, функциональные и системные.

Пример. *Имеются вещественные и полевые ресурсы, в частности, почти все виды полей по МатХЭМ:– механические (перемещения, встряхивание, толчки, создаваемые человеком*

звуки); химические вещества, которые в принципе могли бы служить катализатором; тепловое поле, создаваемое человеком; электрическое – если он одет в синтетическую одежду; магнитное – если у него в кармане, например, магнит.

5. Поиск нужных эффектов

Рассмотреть физические, химические, геометрические, психологические (если задача связана с поведением людей) эффекты или цепочки эффектов, которые могли бы обеспечить нужное действие (решение обращенной задачи).

Пример. В нашем случае годятся эффекты, связанные с активизацией химических реакций, например, наложение различных полей.

6. Поиск новых решений

Использовать для нахождения решения инструменты ТРИЗ: приемы, вепольный анализ, стандарты, АРИЗ.

Примечания:

1. В систему нельзя вводить дополнительные вещества и поля. Решение обращенной задачи должно быть получено только за счет ресурсов.
2. Имеются некоторые особенности и в формулировании шагов при решении обращенной задачи по АРИЗ. В частности, вместо обычного конфликта типа «вредное действие связано с полезным» часто получается конфликт типа «необходимое действие противоречит имеющемуся». При формулировке мини-задачи вместо слов «необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить...» следует писать «необходимо без изменений в системе обеспечить...», при формулировке ИКР вместо слов «абсолютно не усложняя систему...» – «абсолютно не изменяя систему...»

Пример. Исходная вепольная модель: B_1 – вещество, B_2 – химик. Получается неполный веполь, который нужно достроить по стандарту 1.1.1, то есть ввести недостающее поле П. Примечание указывает, что это поле должно быть из ресурсов, причем связано с конкретным человеком (получается противоречие: поле должно быть, чтобы активизировать реакцию, и его не должно быть, потому что у других реакция не идет). После несложного анализа отпадают все поля, кроме звукового.

7. Формулировка гипотез и задач по их проверке

На основе полученных решений обращенной задачи сформулировать гипотезу (гипотезы) и задачи по их проверке.

Примечание. Если решение задач по проверке гипотез вызывает сложности, необходимо использовать инструменты ТРИЗ.

Пример. Формулируем две гипотезы: а) наличие посторонних людей создает звуки, нарушающие ход реакции; б) отсутствие других людей позволяет химику создать звуки, активизирующие реакцию. Для проверки гипотез необходимо простейшее прослушивание. При этом выяснилось, что химик любил петь, обладал мощным басом, но плохим слухом. Поэтому пел только в одиночестве. А реакция активизировалась только низкочастотными звуковыми колебаниями...

8. Развитие решения

Если наблюдаемое явление относится к числу вредных (например, речь идет о выявлении причин брака), сформулировать и решить задачу по его устранению, при необходимости используя ТРИЗ. Если явление полезное, можно сформулировать и решить задачу по его усилению с учетом полученного знания о механизме его действия.

Пример. *Явление полезное. Его действие может быть усилено путем выбора наилучших режимов звукового воздействия.*

9. ЭТАПЫ ФУНКЦИОНАЛЬНО–СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

Этап	Содержание работы	Результаты работы	Исполнители
Подготовительный	Выбор объекта с соответствующим технико–экономическим обоснованием	Предложения по объектам проведения ФСА. Таблица сравнения возможных объектов ФСА	Службы предприятия.
Информационный	Определение конкретных задач по проведению ФСА Составление рабочего плана проведения ФСА Оформление решения о проведении ФСА	Приказ (распоряжение) о проведении ФСА, включающий: предложения по составу и регламенту работы ВРГ; предложения по составу экспертной комиссии; список информационных материалов, предоставляемых службами предприятия группе ФСА	Служба ФСА Служба ФСА совместно со службами предприятия
	Подготовка, сбор и систематизация информации об объекте ФСА и его аналогах Изучение объекта и его аналогов: составление структурной схемы, изучение технологии, исследование условий применения (эксплуатации), анализ патентной информации и рационализаторских предложений, связанных с совершенствованием объекта Определение затрат и их структуры на стадиях разработки, производства и эксплуатации объекта	Подборки информационных материалов Структурная схема объекта. Технологическая схема	Служба ФСА совместно со службами предприятия Временная рабочая группа. Служба ФСА
Аналитический	Определение затрат и их структуры на стадиях разработки, производства и эксплуатации объекта	Калькуляция затрат. Структурная схема затрат	
	Формулирование функций объекта и его элементов, группировка функций, построение функциональной модели объекта Оценка значимости функций экспертным методом Оценка затрат, связанных с осуществлением функций Сопоставительный анализ значимости функций и затрат на их реализацию для выявления зон (частей объекта) с неоправданно высокими затратами Проведение Дифференцированного анализа по каждой из функциональных зон	Протоколы заседаний временной рабочей группы. Матрицы функции объекта, его узлов и деталей Матрицы поэлементного анализа деталей	Временная рабочая группа
Творческий	Формулирование и преобразование задач для последующих этапов ФСА	Диагностические таблицы, учитывающие значимость и стоимость выполнения функций, недостатки изделия и его технологии, узкие места в производстве, пожелания различных служб и потребителей Список проблем и задач для творческого этапа	Временная рабочая группа.
	Выработка предложений по совершенствованию объекта Анализ и предварительный отбор предложений для реализации Систематизация предложений по функциям; Формирование вариантов исполнения объекта	Протоколы заседания временной рабочей группы. Эскизы вариантов решений. Сводная таблица найденных решений	Временная рабочая группа
Исследовательский	Предварительная оценка выдвинутых вариантов предложений	Тексты описания предложений, эскизы предложений, предварительные экономические расчеты Таблицы сравнения альтернативных вариантов предложений	Служба ФСА и службы предприятия
	Разработка эскизов выбранных вариантов и проведение необходимых расчетов Рассмотрение вариантов совместно со специалистами заинтересованных служб Отбор наиболее рациональных вариантов предложений для рассмотрения на следующих этапах Создание (при необходимости) макетов и опытных образцов	предприятия Протокол предварительной экспертизы	Экспертная комиссия Служба ФСА совместно со службами предприятия
	Проведение экспертизы предложений	Протокол заседаний экспертной комиссии Решение Совета ФСА предприятия	
	Рассмотрение руководящими органами по ФСА заключения экспертной комиссии и принятие		

Рекомендательный	окончательного решения Окончательное оформление принятых предложений Составление проекта плана–графика внедрения рекомендаций	План–график внедрения предложений	Службы предприятия Служба ФСА
Внедрение	Утверждение результатов ФСА руководством министерства, ведомства, объединения, предприятия, организации в качестве составной части плана повышения эффективности производства Разработка и согласование научно–технической и проектной документации в связи с изменением объекта в результате проведения ФСА Подготовка и освоение производства Оценка фактической экономической эффективности внедрения результатов ФСА	Приказ по результатам проведения ФСА Планы работы предприятия, его подразделений и служб Техническая документация Акты о внедрении Итоговый отчет по результатам ФСА	

10. СПИСОК КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА

1. Какова основная функция узла (детали)?
2. Что представляет собой «идеальный» узел (деталь)?
3. Что будет, если убрать данный узел (деталь)?
4. Какие и сколько функций выполняет данный узел (деталь), нельзя ли часть из них сократить?
5. Как иначе можно выполнить основную функцию?
6. В какой отрасли техники наилучшим образом выполняется данная функция и нельзя ли позаимствовать решение?
7. Можно ли разделить узел (деталь) на части? Можно ли объединить несколько деталей (узлов)? Можно ли разборные соединения сделать неразборными и наоборот?
8. Можно ли неподвижные детали сделать подвижными и наоборот? Можно ли использовать холостые ходы? Можно ли от периодического движения перейти к непрерывному и наоборот?
9. Нельзя ли поменять последовательность технологических операций? Ввести или исключить предварительные сборочные и обработочные операции? Исключить отделочные операции?
10. Какой элемент узла (детали) самый «слабый», нельзя ли его отделить от детали (узла), «усилить»?
11. Какие факторы, функции в работе узла (детали) самые «вредные»? Нельзя ли их использовать? Что будет с изделием, если узел станет выполнять противоположные функции? Как реализовать работу «наоборот»?
12. Нельзя ли упростить узел, добиваясь не 100% полезного эффекта, а чуть меньше или больше?
13. Можно ли уменьшить допуск, снизить чистоту, упростить форму, усовершенствовать прочие аналогичные элементы узла (детали)?
14. Можно ли заменить специальные детали стандартными?
15. Какие дополнительные функции может выполнять данный узел (деталь)?
16. Можно ли изменить материал, сортамент?
17. Можно ли уменьшить отходы или использовать их?
18. Нельзя ли взять более дешевый материал и применить покрытия, биметаллы и т. д. либо вставки из высококачественного материала?
19. Что в детали (узле) в первую очередь изнашивается?
20. Где в детали (узле) заложены излишние запасы, нельзя ли их сократить?

11. СКРЫТЫЕ РЕЗЕРВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ

Характеристика резерва	Признаки наличия	Причины появления	Способ выявления
1. Необоснованно завышенные и излишние требования в техническом задании	Неполное использование возможностей изделия в эксплуатации. Широкое применение изделия в непредусмотренных техническим заданием условиях	Недостаток объективной информации о потребностях и условиях работы проектируемого изделия. Недоучет экономических критериев (стоимости превышения параметров). Перестраховка заказчиков	Анализ условий и опыта эксплуатации изделий. Выявление реальных требований, которым должно отвечать большинство изделий
2. Необоснованно завышенные по сравнению с техническим заданием характеристики изделия (прочность, надежность, мощность, ресурс, точность и т. п.)	Существенное превышение параметров по сравнению с советскими и (или) зарубежными аналогами. При массовом производстве – кажущееся благополучие, полное отсутствие случаев поломок, рекламаций	Перестраховка производителей, конструкторов Проектирование без серьезного расчетного обоснования, «сна глазок». Недоучет экономических критериев	Сравнение с аналогами. Анализ опыта эксплуатации. Расчетная проверка обоснованности выбора основных параметров
3. Необоснованность, консерватизм основных конструктивных и (или) технологических решений во вновь спроектированных и в давно выпускаемых изделиях	Несоответствие технического уровня изделий уровню лучших советских и (или) зарубежных аналогов. Явные нарушения закономерностей и тенденций развития технических систем	Недостаточное изучение научно–технической, в особенности патентной информации. Неумение вести поиск новых решений. Психологическая инерция, «боязнь нового». Отсутствие в течение многих лет пересмотра конструкции и технологии изделий	Сравнение с аналогами. Анализ истории и закономерностей развития изделия. Проверка возможности изменения изделия с учетом новых технических возможностей, появившихся после создания данного изделия
4. Непредусмотренное вредное взаимодействие между частями изделия или между изделием и связанными с ним другими изделиями, внешней средой	Необъяснимые или труднообъяснимые повреждения изделий после испытаний или в процессе эксплуатации. Не предусмотренные, проектом особенности изделия, выявляющиеся в процессе эксплуатации	Недостаток научно–технической информации. Отсутствие системного подхода к изделию	Системный анализ взаимодействий изделия, выявление всех видов взаимодействий (механического, химического, электрического и т. п.) и их комбинаций. Выявление влияния изменения разных параметров среды (температуры, давления, состава и т. п.). Диверсионный подход
5. Недоработанность, «сырость» конструкции и (или) технологии изготовления изделия	Чрезмерное количество изменений конструкции и технологии, рационализаторских предложений, разрешений на отклонение. Большой процент брака, рекламаций. Наличие «узких мест» в производстве, неритмичность, сложный технологический маршрут изделий. Низкий коэффициент использования оборудования	Пропуск необходимых этапов в процессе разработки изделия. Недостаточное внимание разработчиков к испытаниям и эксплуатации изделия. Изолированность друг от друга конструкторских, технологических, производственных, исследовательских, экономических и других подразделений предприятия	Анализ изменений конструкции и технологии, рационализаторских предложений, трудностей производства и эксплуатации, данных по браку и рекламаций
6. Плохое сопряжение отдельных частей изделия	Обособленность конструкции отдельных частей сложного изделия, агрегата, отсутствие сверхсуммарных эффектов от объединения частей. Наличие элементов конструкции, несущих только соединительные, согласующие функции. Наличие вредных взаимодействий частей изделия	Отсутствия продуктивных контактов между подразделениями, конструкторскими бюро, отделами, группами, отдельными специалистами, разрабатывающими разные части изделия	Анализ связей и взаимодействий между узлами и деталями изделия
7. Наличие в изделии элементов (узлов, деталей,	Отсутствие изменений в чертежах деталей, сопрягаемых с измененными	Изменение частей изделия без согласованных изменений других его частей (несистемный подход к изменениям)	Анализ изменений конструкции

частей деталей), не выполняющих полезных функций	Излишняя трудоемкость и (или) материалоемкость отдельных деталей, не соответствующая выполняемым ими функциям	Недостаточное внимание к второстепенным элементам. Вынужденные, временные решения, оставшиеся в технической документации, несмотря на то, что породившие их причины исчезли	Поэлементный анализ деталей, оценка их соответствия выполняемым функциям
8. Необоснованность отдельных второстепенных конструкторских решений при достаточной обоснованности основных	Выход из строя при эксплуатации отдельных вспомогательных деталей		Сравнение с деталями, выполняющими аналогичные функции в других устройствах
9. Наличие в конструкции отдельных неудачных решений, не ухудшающих функционирование изделия, но повышающих его стоимость, легко поддающихся улучшению	Излишние запасы прочности, наличие заведомо «перетяжеленных» деталей, лишних обработок, необоснованной высокой чистоты и точности, покрытий и т. п.	Резерв, умышленно оставленный конструктором для обеспечения возможности последующих улучшений (выполнение плана оргтехмероприятий, подачи рацпредложений т. п.)	Системное рассмотрение изделия
10. Недостаточный уровень унификации и стандартизации изделий, ограничение унификации простыми деталями, крепёжом и т. п.	Чрезмерное количество наименований вспомогательных деталей, элементов (крепёжные детали, отверстия, проточки и т. п.), входящих в конструкцию. Наличие на предприятии большого количества разных исполнений однотипных узлов	Недостаточное внимание и формальное отношение к унификации. Отсутствие продуктивных контактов между разными конструкторскими подразделениями	Сравнительный анализ вспомогательных деталей и элементов, одноименных узлов, спроектированных разными конструкторами (конструкторскими подразделениями). Сравнительный анализ разных типоразмеров изделия
11. Избыточный уровень унификации и стандартизации	Унификация нескольких типоразмеров изделий в тех случаях, когда каждый из типоразмеров выпускается в больших количествах (массовый выпуск)	Формальный подход к унификации	Анализ объемов выпуска и применимости унифицированных деталей
12. Ошибки и недостатки в конструкции, связанные с психологическими факторами: несоответствие требованиям деталей, вычерчивающихся в масштабах уменьшения или увеличения; избыточная тяжесть или сложность деталей, связанная с их симметричностью, с выполнением в них прямых углов; несоответствие формы изделий и применяемых материалов	Излишняя массивность или видимая «слабость» деталей, изготовленных в натуральную величину. Отсутствие в чертежах прорисовок деталей в масштабе 1:1. Симметричность деталей, наличие четного числа узлов крепления, ребер, граней и т. п. в тех случаях, когда это не вызвано функциональными или технологическими требованиями. Выполнение принципиально различных частей изделия, деталей (механических и электрических, электронных и т. п.) одним и тем же специалистом, без привлечения специалистов соответствующего профиля	Особенности человеческого восприятия, вследствие которых детали, выполненные на чертеже в масштабах увеличения, кажутся менее прочными, чем есть в действительности, а в масштабах уменьшения, наоборот, более прочными. Привычка конструкторов «видеть» изделие в виде чертежа, подсознательное желание сделать деталь удобной не столько для изготовления, сколько для вычерчивания. Психологическая инерция, стремление к привычным формам, решениям	Изучение деталей, выполненных в натуральную величину. Изготовление простых моделей и макетов, прорисовка деталей в масштабе 1:1. Проверка повторяющихся элементов конструкции. Анализ объекта группой специалистов широкого профиля, представителей разных специальностей, различных подразделений предприятия
13. Низкая технологичность изделия	Большой процент брака и рекламаций, «узкие места» в производстве, неритмичность, сложный технологический маршрут, низкий коэффициент использования оборудования, большое количество ручного труда	Отсутствие продуктивных контактов между конструкторскими и технологическими службами. Слабость инструментального производства. Изготовление изделий, спроектированных в расчете на иную технологию (переданных с другого предприятия, скопированных с зарубежных образцов)	Сравнение нормативной (отраженной в документации) и фактической технологии. Анализ технологических отклонений. Сравнительный анализ технологии изготовления разных изделий
14. Изделие плохо поддается	Большой удельный вес ручного труда, сложная форма деталей, большое количество сложной специализированной оснастки		Поэлементный анализ деталей. Анализ технологической оснастки

механизации и автоматизации изготовления 15. Несоответствие изделия и (или) технологии его изготовления типу производства	Повышенный по сравнению с аналогичными изделиями или средней для предприятия нормой удельный вес ручного труда	Попытки автоматизации и механизации производства изделий, спроектированных для ручного производства, без пересмотра их конструкции Изделие, спроектированное для единичного или мелкосерийного производства, но оказавшееся нужным в народном хозяйстве, выпускается массовым тиражом без переработки конструкции	Анализ истории разработки и выпуска изделия, динамики роста его выпуска
---	---	---	--

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ И ФОРМУЛИРОВАНИЮ ЗАДАЧ (Анализ изобретательской ситуации)

Настоящие рекомендации предназначены для ведущего ВРГ при проведении ФСА, для преподавателя ТРИЗ и ФСА в качестве руководства по решению практических задач в аудитории, а также для самоконтроля при индивидуальном решении задач.

1. Объясните членам ВРГ (слушателям) правила формулирования практической задачи:

- а) указать цель решения задачи;
- б) описать существующее положение и его недостатки;
- в) в формулировке задачи избегать терминов и стремиться к тому, чтобы ее условие было понятно ребенку 12–14 лет.

2. Соберите предложенные задачи и предварительно рассортируйте их по темам (разделам) ТРИЗ.

Примечание. Этот шаг наиболее важен при обучении. При изучении того или иного инструмента ТРИЗ в качестве завершающего занятия по теме предлагается решать практические задачи с использованием этого инструмента.

3. Прослушайте вместе с остальными членами ВРГ (слушателями) рассказ, задачедаателя, который должен включать необходимые пояснения, рисунки, показ чертежей, по возможности образцов в натуре и т. п. Дайте возможность другим участникам работы дополнить рассказ, задать вопросы.

Рассказ задачедаателя должен содержать также следующую информацию:

- а) характеристику исходной системы, ее надсистем, подсистем;
- б) сведения о ресурсах системы, надсистемы, среды;
- в) Описание функционирования системы (физику действия), ее полезные функции;
- г) описание вредных функций и других недостатков исходной системы,
- д) ограничения, налагаемые на решение, другие пожелания задачедаателя по решению;
- е) что будет хорошо, и что может быть плохо в случае решения задачи.

Примечание. Если по какому-то из пунктов у задачедаателя нет ответа, остаются неясности, то для уяснения использовать методологию аналитического этапа ФСА: функциональный анализ, диагностические таблицы.

4. Проверьте правильность постановки задачи (отсутствие типовых ошибок, приведенных в приложении 15). При необходимости устраните ошибку и сформулируйте задачу заново.

5. Проверьте достаточность представленной задачедаателем информации и степень своего понимания задачи. Для этого необходимо построить ряд простых моделей задачи (ситуации): вепольные модели, модель на базе метода ММЧ, с помощью простых механических аналогии. Изложите задачедаателю и другим участникам работы суть задачи, как Вы ее поняли.

Примечания: 1. Если оказывается, что принцип действия системы не вполне ясен, сформулируйте и решите исследовательскую задачу (с использованием приема обращения). 2. Если информации недостаточно для построения моделей, уточните ее и постройте модели повторно. 3. Если информации чересчур много (модели сложны и запутанны), попробуйте выявить основные конфликты.

6. Проведите экспресс-прогноз развития исходной системы (см. приложение 13) с целью выявления дополнительных задач.

7. Выявите известные решения аналогичных задач в данной области, а также в ведущей области техники. Выясните, чем они не удовлетворяют задачедаателя. Уточните перечень ограничений по п. 3 д.

8. Проведите ряд упражнений на снижение психологической инерции: еще раз проверьте условия задач на отсутствие терминов; используйте оператор числовой оси. Еще раз уточните перечень ограничений.

9. Если в результате анализа ситуации у Вас появилась группа задач, проведите свертывание и выявление ключевой задачи.
10. Выберите направление решения задачи и инструмент для ее решения В зависимости от условий:
- а) если возможен перенос известного: решения – задача решена;
 - б) если исходная система признана неперспективной, необходимо использовать стандарты на синтез веполей, законы развития технических систем;
 - в) если исходная система остается и попытка использовать известные, решения приводит к противоречию, следует рассмотреть возможность компромиссного решения;
 - г) если компромисс невозможен, то нужно рассмотреть решение задачи по АРИЗ.

13. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОГНОЗА НА БАЗЕ ТРИЗ

Прогнозирование – самый сложный вид работ по совершенствованию технических систем, поэтому для его успешного проведения необходимо уверенное владение всем аппаратом ТРИЗ. При выполнении шагов рекомендуется придерживаться следующих правил:

1. На каждом шаге необходимо выявлять и обязательно фиксировать неясности, проблемы, задачи (лучше всего в виде сформулированных противоречий), в том числе и кажущиеся неактуальными, неразрешимыми.
2. Каждую выявленную задачу следует обострить и попытаться решить. Если решение сразу найти не удастся, отложить его поиск на завершающий этап. Найденное решение зафиксировать, рассмотреть возможность получения от него сверхэффекта, пути его использования и новые задачи, которые при этом могут возникнуть.
3. Не следует прекращать работу, даже если получены идеи, удовлетворяющие заказчика. Наиболее интересные результаты, как правило, могут быть получены при выполнении завершающего этапа прогноза.

Этап 1. Предварительный прогноз (экспресс–прогноз)

- 1.1. Ознакомиться с базовой технической системой (БТС) по технической литературе, документации и в натуре: изучить ее принцип действия, конструкцию, историю развития (в том числе и возникавшие на разных этапах развития задачи, проблемы), альтернативные системы.
- 1.2. Построить ряд моделей, описывающих БТС: с помощью механических аналогий, метода ММЧ, вепольных преобразований. Выявить и сформулировать технические и физические противоречия, характерные для современного состояния БТС.
- 1.3. Использовать инструменты ТРИЗ для решения сформулированных задач, преобразования построенных моделей.
- 1.4. Провести простые морфологические преобразования БТС (см. АРИЗ–85В, часть 8).
- 1.5. Рассмотреть надсистемы БТС, их влияние на развитие БТС.
- 1.6. Рассмотреть развитие БТС по основным линиям действия законов развития технических систем (см. приложение 14).
- 1.7. Подвести итоги предварительного прогноза: сформулировать основные возможные направления дальнейшего развития, перспективные технические решения и задачи, подлежащие решению.

Этап 2. Подготовка к углубленному анализу

- 2.1. Определить конечные цели работы и сформировать рабочий план прогноза. Отобрать экспертов для участия во временной рабочей группе (требования к экспертам аналогичны требованиям к членам ВРГ при проведении ФСА).
- 2.2. Провести прогноз с помощью традиционных методов.

Примечание. Традиционный прогноз играет служебную роль, его

результаты нужны для сопоставления в дальнейшем с результатами прогноза на базе ТРИЗ. Если такая цель отсутствует, можно обойтись без затрат времени на традиционный прогноз.

2.3. Провести анализ БТС с использованием методологии ФСА: построить структурные, функциональные, технологические и диагностические таблицы.

2.4. Проанализировать тенденции развития надсистем, факторы, стимулирующие и (или) тормозящие развитие БТС, степень влияния их на БТС, ограничения, налагаемые надсистемами на БТС, вредные и полезные системные свойства (сверхэффекты), возникающие при работе БТС в составе разных надсистем.

Примечание. Среди факторов, влияющих на развитие БТС, следует рассматривать развитие потребности в БТС, технологии производства, развитие других систем, связанных или конкурирующих с БТС, развитие коллектива создателей БТС и т. п.

2.5. Рассмотреть развитие систем, аналогичных БТС, в других областях техники, в биологии, палеонтологии. Рассмотреть развитие систем, альтернативных БТС (систем с аналогичными функциями, но действующих на других принципах) и антисистем (систем противоположного назначения).

Этап 3. Прогноз по законам развития технических систем

3.1. Определить, на какой стадии развития по каждой из линий развития (см. приложение 14) находится БТС в целом, а также ее подсистемы; выявить основные проблемы, задачи данной стадии развития.

3.2. Рассмотреть возможность выполнения очередного шага или ряда шагов по каждой линии. Выявить трудности, проблемы, задачи (противоречия), возникающие при попытке выполнить шаги.

3.3. Выявить возможные ошибки в развитии (по списку типовых ошибок, см. приложение 16). Выявить возможные отрицательные моменты в развитии с использованием «диверсионного подхода» и инструментов ТРИЗ.

Этап 4. Завершение прогноза (суммарный прогноз)

4.1. Проанализировать все выявленные в процессе работы задачи, построить иерархию задач, провести поиск недостающих задач. Провести свертывание системы задач, выявить ключевые задачи.

4.2. Провести решение выявленных на предыдущем шаге ключевых задач с помощью инструментов ТРИЗ. Выявить возможные сверхэффекты от полученных решений, рассмотреть возможности их использования и возникающие при этом задачи.

4.3. Свести полученные на разных шагах прогноза идеи и решения в блоки–предсказания. Выявить противоречия между блоками и попытаться их разрешить с помощью инструментов ТРИЗ.

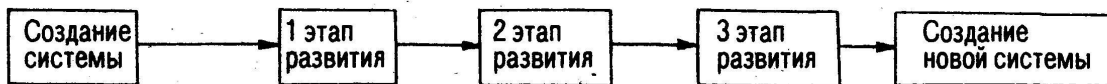
4.4. Выписать все задачи, решение которых оказалось невозможно на нынешнем уровне техники, технологии. Рассмотреть, как изменятся блоки, если эти ограничения будут сняты.

4.5. Составить сценарий будущего развития БТС: свести блоки–предсказания в единую непротиворечивую картину (или ряд внутренне непротиворечивых альтернативных картин).

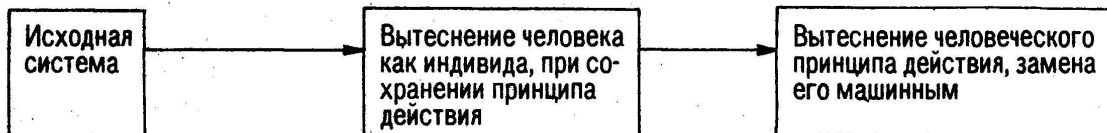
4.6. Составить перспективные планы развития БТС на базе полученного сценария.

14. ЛИНИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

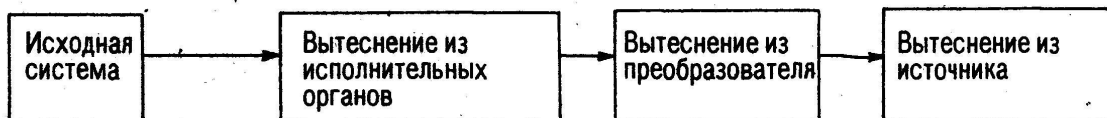
1. Этапы развития ТС



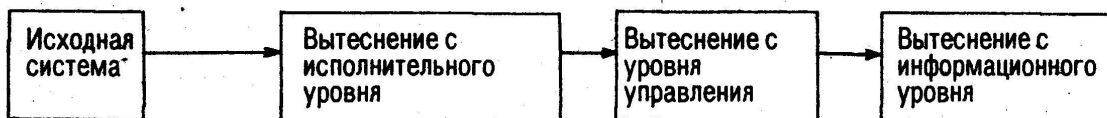
2. Вытеснение человека из ТС



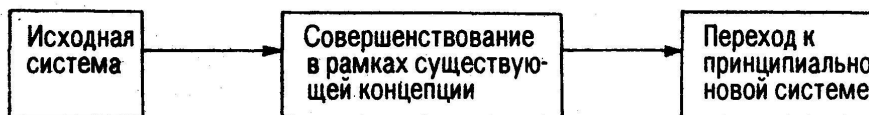
Вытеснение на одном уровне:



Вытеснение между уровнями:

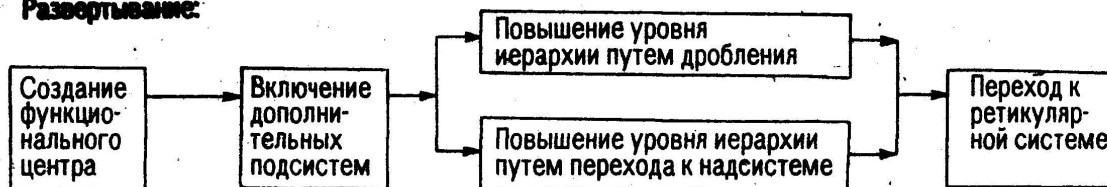


3. Увеличение степени идеальности ТС

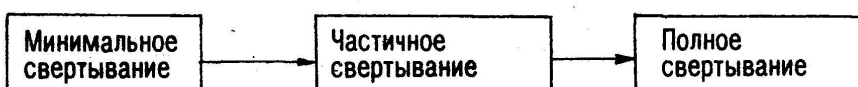


4. Развертывание-свертывание ТС

Развертывание:

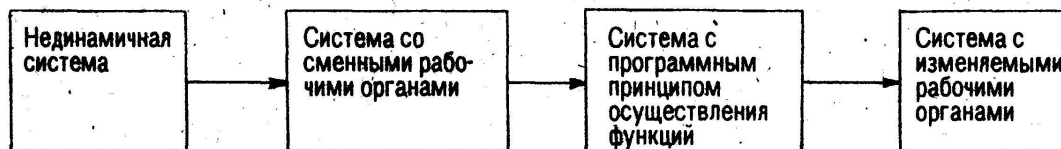


Свертывание:

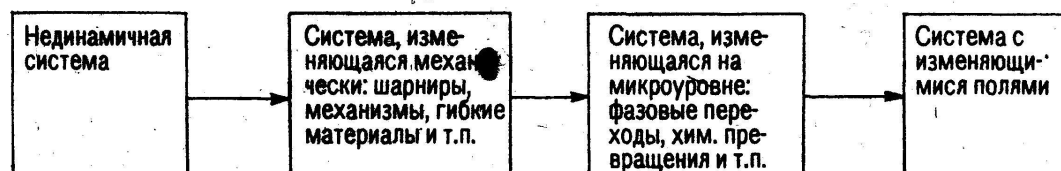


5. Повышение динамичности и управляемости ТС

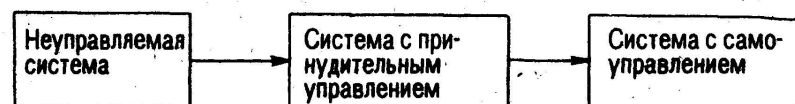
Переход к multifunctionality:



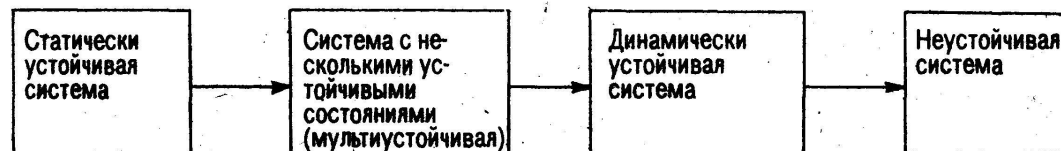
Увеличение числа степеней свободы:



Повышение управляемости:

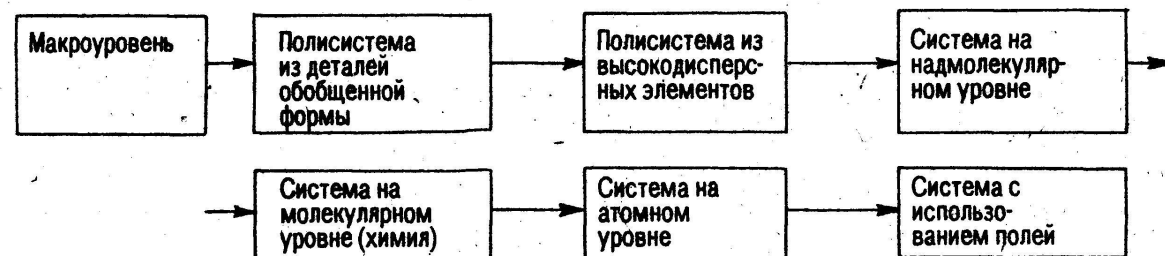


Изменение степени устойчивости:

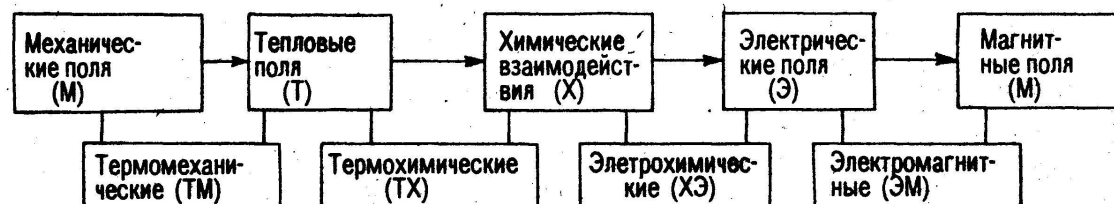


6. Переход на микроуровень и к использованию полей

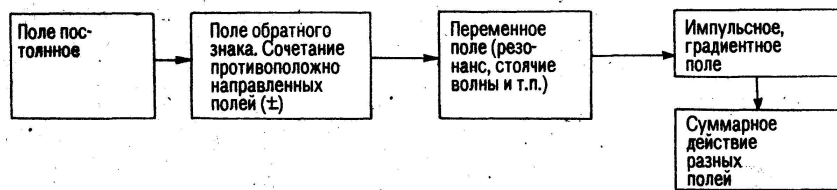
Переход на микроуровень:



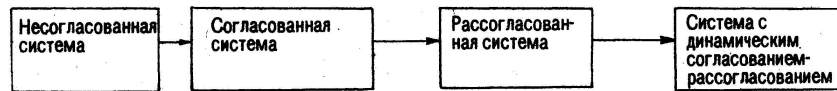
Переход к высокоэффективным полям:



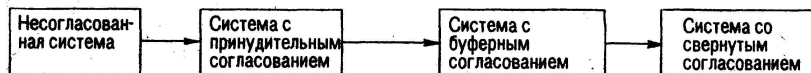
Повышение эффективности действия поля:



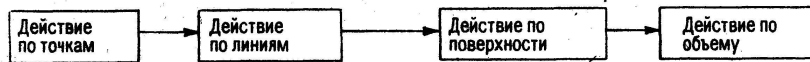
7. Согласование-рассогласование ТС



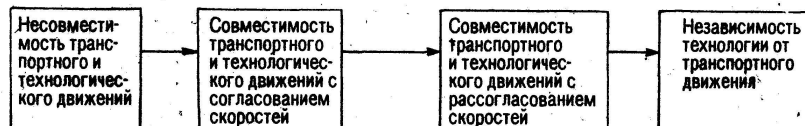
Виды согласования:



Согласование взаимодействия инструмента с изделием:



Согласование ритмики рабочих движений при обработке:

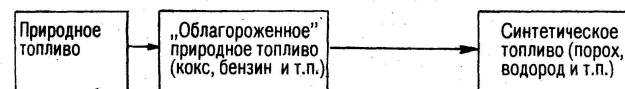


8. Дробление ТС

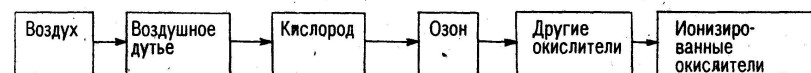


9. Развитие процесса сжигания

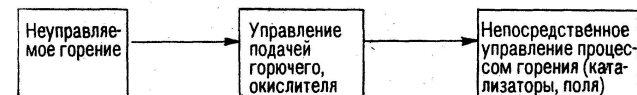
Топливо:



Окислитель:



Управление сгоранием:



15. ТИПОВЫЕ ОШИБКИ В ФОРМУЛИРОВАНИИ ЗАДАЧ И ПРИЕМЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

«Глобализм» – чрезмерно общая постановка задачи.

Пример. *Задача формулируется так: «Как избавиться от заусенцев при механической обработке?» В такой общей постановке задача при нынешнем уровне техники, скорее всего, неразрешима. Но в том или ином конкретном случае избавление от заусенцев вполне возможно.*

Для устранения ошибки специалист–поисковик должен конкретизировать задачу, «привязав» ее к конкретной ситуации.

«Избыточная конкретизация» – слишком узкая постановка задачи, характерная для заводских темников.

Пример. *Задача в темнике сформулирована так: «Усовершенствовать деталь БК8.826.045».*

В такой Постановке задача понятна лишь тем, кто ее поставил. Специалист–поисковик должен предложить объяснить задачу «своими словами», с минимальным количеством терминов.

Помогает требование сформулировать задачу языком, понятным ребенку 12–14 лет.

«Тупик» – постановка задачи направляет поиск в бесперспективном направлении.

Психологически это вполне понятно: человек, решавший проблему, выбрал одно из возможных направлений ее решения, но успеха не добился. Вместо того, чтобы изменить направление поиска, он предлагает последователям искать решение в первоначальном, тупиковом варианте.

Пример. *Формулировка задачи: «Разработать пневматическое приспособление для зажима детали». Решение задачи не получено, скорее всего потому, что неверна исходная позиция использования для этой цели пневматики. Но именно, в такой формулировке она попадает в темник и может там оставаться в течение десятка лет без решения.*

Для устранения ошибки специалист–поисковик должен реконструировать исходную изобретательскую ситуацию и выбрать другую задачу, решение которой обеспечит необходимый эффект.

«Тупиковые» постановки возникают также тогда, когда пытаются совершенствовать систему, ресурсы развития которой исчерпаны и ее «дожимание» уже неэффективно. Другой вариант: решение задачи требует нарушения законов природы или материалов, технологий завтрашнего дня. В случае исчерпания ресурсов развития нужно переформулировать задачу на создание принципиально новой системы, решающей исходную проблему; для преодоления поставленных природой или уровнем технологии пределов необходимо реконструировать изобретательскую ситуацию и выбрать другую задачу, обеспечивающую достижение нужного эффекта без нарушения законов.

Пример. *Задачу «Как поднять себя за волосы» можно превратить в задачу «Обеспечить подъем за счет собственной мускульной силы».*

Прожектерство – вместо решения конкретной задачи пытаются решать проблему неизмеримо более сложную.

Пример. *Не зная, как обеспечить имеющимися средствами подъем тяжелой детали, пытаются решать, проблему антигравитации.*

Для устранения ошибки необходимо реконструировать изобретательскую ситуацию и выбрать другую задачу того же либо несколько более высокого уровня, обеспечивающую получение нужного результата.

«Путанка» – ситуация, когда под видом одной задачи прячется клубок взаимосвязанных задач.

Для устранения ошибки необходимо выделить все элементарные задачи, после чего решать каждую в отдельности в предположении, что остальные задачи из этого клубка уже решены.

Если задачи не одного уровня иерархии, выбрать ключевую задачу.

Избыток информации – ситуация, когда специалист, ставящий задачу, пытается облегчить ее решение, выкладывает массу информации, среди которой нужная просто «тонет».

Для устранения ошибки необходимо выявить суть задачи – конфликт, отбросив все несущественное.

Недостаток информации – ситуация, когда специалист при постановке задачи упускает важные сведения, Например, об имеющихся ресурсах, считая их несущественными либо полагая, что они всем известны. Бывает, что задачу ставят «понаслышке», из чужой практики, просто не владея необходимой для решения задачи информацией.

Поисковик не должен браться за организацию решения задачи без соответствующего специалиста (если он сам не является специалистом в данной области). Всю необходимую информацию по ресурсам можно получить, работая по АРИЗ (шаг 2.3), либо с помощью схемы (рис. 5).

Разновидность недостатка информации – отсутствие при постановке задачи сформулированных ограничений, налагаемых системой. Для выявления ограничения полезно предложить «задачедателю» ряд вариантов решения, известных или полученных с помощью простых инструментов ТРИЗ. Объясняя, почему то или иное предложенное решение не подходит, «задачедатель» раскрывает ограничения, не высказанные в первоначальной постановке.

Избыточные ограничения – постановка задачи с требованием «ничего не менять», либо решать строго определенным образом.

Пример. *Ставится задача устранить трудности в процессе сборки некоторого узла. Ее легко решить, если принять соответствующие меры в механическом цехе, но из-за сложностей внедрения предложений в чужом цехе возникает требование решать задачу, не выходя за пределы сборочного.*

Для устранения ошибки необходимо уточнить допустимость тех или иных запретов, их обоснованность. Формулируется новая задача, позволяющая обойти запреты.

«Вторичное объяснение» – ситуация, когда специалисты объясняют тот или иной эффект, особенность конструкции не реальными причинами, а ошибочными, но ставшими привычными, как бы «узаконенными» многолетним заблуждением, некритическим подходом.

Пример. *Специалисты считали отверстия, появляющиеся в стенке обоймы насосов, промывом быстро текущей водой, хотя на практике часто встречались отверстия конусной формы с расширением кнаружи, где вода не движется. Настоящая причина выявилась после анализа: это электрохимическое растворение.*

Для устранения ошибки необходимо разобраться в физике процесса, не полагаясь на предлагаемые специалистами объяснения причин явления.

«Ложные» задачи – задачи, случайно попавшие в число требующих решения: при более подробном знакомстве оказывается, что решать их не нужно, так как это не даст никакого эффекта.

Пример. *В темнике тракторного завода постоянно фигурировала задача создания установки для автоматической распаковки подшипников от промасленной оберточной бумаги. При внимательном рассмотрении оказалось, что включение в производственный процесс такой операции усложнило бы работу.*

Для устранения ошибки необходимо задать вопрос: какой эффект будет получен, если задача будет решена.

«Близорукая» задача – постановка задачи без учета изменения условий, которые могут произойти за время ее решений и внедрения.

Пример. *В темник попадает задача по совершенствованию детали изделия, снимаемого с производства в ближайшее время.*

Для устранения ошибки необходимо выяснить перспективы производства, ввести поправку на время, необходимое для внедрения, в частности, несколько увеличить требуемые параметры.

Неучет масштабов и условий внедрения – постановка задачи без учета масштабов будущего внедрения: единичный образец, малая серия, большая серия. Установки, разработанные как единичный образец, часто не работают в условиях массового производства. На качество работы влияют и условия. Так, для эксплуатации в шахте не подходит установка, предназначенная для работы в исследовательской лаборатории.

Для устранения ошибки необходимо рассмотреть конкретные условия работы разрабатываемого устройства, учесть масштаб производства.

«Изобретение велосипеда» – попытка искать новое решение без предварительного ознакомления с уже известными решениями, среди которых имеются и полностью решающие

поставленную проблему. Для устранения ошибки необходимо провести патентно–информационный поиск.

Ориентация только на известные решения – ситуация, когда пытаются использовать даже не очень подходящие известные решения, хотя предлагаются гораздо более перспективные, но новые, еще не опробованные идеи, обычно вызываемая боязнью сложностей внедрения нового. Для устранения ошибки необходимо попытаться решить мини–задачу: избавиться от недостатков известных решений.

«Несистемная, задача» – постановка задачи, лежащей на поверхности проблемы. После ее решения становится ясно, что предполагаемый эффект не будет достигнут, так как эта задача – лишь звено системы задач, задерживающих дальнейшее развитие системы. Аналогия: войска штурмуют стены крепости, убеждены, что взятие ее – победа. А за стеной оказывается новая стена...

Пример. Группе ФСА на машиностроительном предприятии было предложено улучшить работу станка для съема заусенцев после штамповки. Но выяснилось, что решение этой задачи нисколько не изменило положение в цехе, он оставался «в прорыве». Анализ выявил целую серию новых проблем: чересчур большое время установки штампов, сложность их переточки, большой расход и т. п. Ключевой же проблемой оказалось низкая долговечность штампов из–за плохого качества их изготовления, обязанного, в свою очередь, многократным необоснованным снижениям расценок. То есть корень зла оказался в доперестроечной экономике. Временный выход, из положения был найден – наиболее ответственные штампы стали заказывать у соседей.

Для устранения ошибки необходимо выявить всю цепочку задач, найти среди них ключевую и рассмотреть возможность ее решения.

«Исправительная задача» – ситуация, когда предлагается усовершенствовать участок технологического процесса, созданный для устранения недостатков, возникших из–за несовершенства предыдущей операции.

Для устранения ошибки необходимо проверить, не окажется ли более простым решение по устранению недостатков непосредственно на той операции, где– они возникают.

16. ТИПОВЫЕ ОШИБКИ В РАЗВИТИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. *Технический волюнтаризм* – убеждение, что развитие техники можно направлять и форсировать волевыми решениями.

Примеры. Страдавший манией величия Гитлер постоянно вмешивался в работу немецких военных конструкторов, требуя от них, чтобы немецкая техника превосходила технику других государств по мощности. Это привело к перетяжелению практически всех видов вооружения. Так, лучший немецкий танк «Королевский тигр» весил свыше 70 тонн, в связи с чем уступал в скорости, маневренности и в конечном итоге боевой эффективности вдвое более легкому советскому танку Т–34.

Убыточными оказались попытки насильственного, без учета конкретной экономической ситуации, повсеместного внедрения роботов и гибких автоматизированных производств (ГАП).

2. *Непонимание сути и роли противоречий* в развитии техники, попытки усиливать одно из качеств системы, не считаясь с ухудшением других, совершенствование элементов системы по отдельности, без учета системных эффектов.

Пример. В 20–30–е годы авиаконструкторы создали немало рекордных машин: рекордсмен дальности, рекордсмен скорости, самолет с самым высоким «потолком» и т. д. Но соединить все эти качества в одном самолете оказалось невозможным. Попытки создания на базе рекордных машин серийных обычно оказывались неудачными.

3. *Топтание на месте*, разработка и внедрение мелких усовершенствований вместо серьезных изменений, которые требуются в соответствии с законами развития и вполне могут быть сделаны. Фактически подавляющее большинство изобретений таким образом опаздывает. Это расплата за поиск методом проб и ошибок.

Пример. С начала развития авиации взлет и посадка всегда осуществлялись против ветра. Когда же направление ветра иное, приходится выполнять развороты, что приводит к увеличению времени полета и лишнему расходу топлива. Только недавно было предложено отказаться от устаревшей традиции – ведь у современного самолета огромные энергетические возможности и скорость ветра до определенных пределов для него малозначительна. Это предложение, экономящее ежегодно десятки миллионов рублей, могло появиться на несколько десятилетий раньше.

4. *Забегание вперед* – преждевременное внедрение новых элементов, решений, не обоснованных потребностью, не согласованных с другими подсистемами. Встречается довольно редко.

Пример. В одно время на спецмашины установили лампы–мигалки с достаточно сложной электронной схемой. Позже от них отказались, перейдя к использованию постоянно горящей лампы с вращающимся экраном. Фактически произошел возврат с микроуровня на макроуровень. Электронная система «не прижилась» на автомобиле из-за несогласованности с его подсистемами по уровню сложности. Автомобиль – устройство в основном механическое, электроника же потребовала новых знаний от водителей, механиков. В то же время в самолетах, где много другой электроники, импульсная лампа вполне на месте. Возможно, она найдет себе применение в автомобиле будущего, в котором обязательно появится электроника – в системах регулирования двигателя, управления и т. п.

Помимо указанных выше типовых ошибок, характерных для любого этапа развития системы, известны ошибки специфические, характерные для конкретного этапа S–кривой.

Ошибки 1–го этапа

1. «Дефицит новизны» – недостаточная смелость в использовании новых подходов при создании новой системы, снижающая ее эффективность.

Пример. Один из первых советских реактивных самолетов Як–15 очень мало отличался от своего прототипа – поршневого истребителя. Самолет высоких результатов не дал. Правда, он оказался ценной учебной машиной для переучивания летчиков на реактивную технику, дал возможность конструкторам накопить некоторый опыт.

2. «Избыток новизны» – соединение в одной системе слишком большого количества новых решений, резко затрудняющее обеспечение работоспособности системы, ее наладку, доводку, эксплуатацию. Вместе с тем такие системы могут быть полезны как «банк» новых идей, образец для конструкторов–серийщиков.

Пример. Все самолеты выдающегося советского авиаконструктора Р.Л. Бартини отличались очень высокой степенью новизны. По этой причине только одна его разработка (дизельный бомбардировщик ЕР–2) выпускалась небольшой серией. Остальные его машины – более десятка типов – остались экспериментальными. Но блестящие решения Бартини, отработанные им элементы конструкции и технологии широко применялись в самолетах других конструкторов.

3. Включение в систему подсистем, хотя и выполняющих свои функции наилучшим образом, но не рассчитанных на совместную работу.

Пример. В свое время были неудачные попытки поставить паровую машину (наиболее совершенный в те времена двигатель) на самолет (А. Ф. Можайский, 1882 г.) и на подводную лодку (США, 1861 г., Швеция, 1886 г.).

4. Попытки подражания «взрослым» (находящимся на 2–3 этапах развития) системам, например, чрезмерное на 1 этапе усложнение системы, переход к динамичной, рассогласованной, свернутой системе до того, как отработана основная функциональная цепь.

Примеры. Попытки создать самолет с изменяющейся геометрией крыла в 30–х годах. Созданный и испытанный монобиплан конструкции В.В. Шевченко оказался менее эффективным, чем созданные в те же годы истребители–монопланы.

На заре авиации пытались создавать сложные устройства для обеспечения устойчивости самолета в воздухе, типа автопилотов. Решение же оказалось гораздо проще – использование аэродинамических стабилизаторов (хвостового оперения). Только в последние десятилетия начали появляться автопилоты, стабилизирующие полет.

5. Включение в систему подсистем (материалов, конструкций, технологий), применимых и полезных на данном этапе, но не имеющих достаточных ресурсов развития.

Пример. В 20-х годах много спорили по поводу материала для создаваемых самолетов, что выбрать: дерево, которого было в достатке, или дюралюминий, которого не хватало.

Правильный выбор металла был сделан благодаря четкой позиции А.Н. Туполева.

6. Попытки перейти к внедрению системы с высоким уровнем факторов расплаты: недостаточной надежности системы, дороговизне, необходимости в сложном обслуживании и т. п.

Пример. Попытки внедрения электродугового освещения со свечами Яблочкова.

7. Попытки внедрить систему без соответствующего обеспечения в лице сопутствующих систем.

Пример. Попытки внедрения электроосвещения до Эдисона были обречены на неудачу. Эдисон сумел это сделать благодаря разработке, помимо лампочки, генераторов, регуляторов, выключателей, конструкций линий электропередач и т. п.

8. Ограничение возможностей системы каким-то одним, не самым перспективным применением.

Пример. Эдисон фактически первым создал основу техники кино: кинетоскоп – прибор, способный показывать фильм на малом индивидуальном экране для одного человека. Юн был глубоко убежден, что только так можно смотреть кино, и ожесточенно боролся против большого экрана общественного кинематографа.

Ошибки 2-го этапа

1. Сохранение при переходе к массовому производству системы конструктивных и технологических решений 1-го этапа, в частности, связанных с индивидуальным производством и эксплуатацией, применением ручного труда, «подгонки по месту» и т. п.

Пример. Завод в порядке исключения разработал и изготовил необходимую и очень важную установку. Проект установки был выполнен без участия компетентных в данной области специалистов, изготовление шло практически по эскизам, «по месту», без разработки технологической оснастки (это было оправдано, так как речь шла всего об одной единице продукции). Но через некоторое время потребовалось сделать еще одну установку, потом – еще и, наконец, министерство выделило заводу деньги на строительство цеха для выпуска крупных серий установок. И установка пошла в производство без коренной переработки конструкции и технологии под массовый выпуск. В результате продукция получилась очень дорогой, а добиться ее удешевления, автоматизации производства оказалось уже невозможным без существенной реконструкции цеха.

2. Непонимание неизбежного прекращения лавинообразного роста важнейших характеристик системы, возникновения ограничений в развитии и соответственно отсутствие попыток своевременной оценки возможных ограничений и принятия соответствующих решений.

Пример. В начале 70-х годов ведущими советскими теоретиками и практиками был сделан прогноз развития турбогенераторостроения, предусматривающий появление в конце 80-х годов турбогенераторов мощностью около 8 миллионов киловатт. Но мощность турбогенераторов, дойдя, согласно прогнозу, к началу нашего десятилетия до миллиона киловатт, перестала расти из-за появления новых, не учтенных при прогнозировании факторов. Был сделан и прогноз развития криогенных турбогенераторов с обмотками, охлаждаемыми жидким гелием, предусматривавший развертывание в 90-е годы на электростанциях таких Конструкций. В их разработку было вложено около 20 миллионов рублей. Все эти затраты оказались бесполезными после открытия в 1987 г. явления высокотемпературной сверхпроводимости.

3. Неверный выбор направления совершенствования системы. Известно, что развитие системы приостанавливается, когда одна из ее ведущих подсистем исчерпала возможности роста. Для обеспечения дальнейшего развития необходимо заменить достигшую предела подсистему. Вместо этого на практике поступают иначе – форсируют развитие других подсистем, имеющих резервы развития и потому поддающихся совершенствованию.

Это никогда не дает кардинального решения вопроса.

Пример. На разных этапах развитие самолета приостанавливалось то из-за несовершенства аэродинамики, то из-за недостатков винта как движителя, то из-за прямого крыла и т. п. Но во всех случаях вместо решительной смены не справляющейся подсистемы делались многократные попытки улучшить дело увеличением мощности двигателя.

Ошибки 3-го этапа

1. Попытки любыми средствами продлить жизнь старой системы вместо переключения на развитие новой: компромиссы вместо разрешения противоречий, введение многоступенчатых компенсации вредных эффектов. В результате происходит значительное усложнение системы, возникает «гигантизм» – бессмысленное, неоправданное увеличение размеров системы, то есть резкое возрастание факторов расплаты без существенного увеличения полезных функций. Идеальность системы резко понижается.

Примеры. По настоянию Гитлера немецкие конструкторы в конце войны разработали танк «Маус» массой 180 тонн и приступили к созданию «сухопутных броненосцев» массой в несколько сотен тонн.

В 60–70-х годах резко усложнились механические и электромеханические счетные устройства. Образцы этих машин последних выпусков перед тем, как были вытеснены электронными вычислительными машинами, имели по несколько тысяч шестерен, других сложных деталей.

2. Преждевременный отказ от дальнейшего совершенствования системы, еще не исчерпавшей свои ресурсы развития, и замена ее на новую, более сложную. Обычно причиной этого являются требования своеобразной технической «моды».

Примеры. Использование сложных электронных, оптических измерительных устройств там, где достаточна точность, быстроедействие механических измерительных приборов.

Неоправданное внедрение компьютеризованных робототехнических комплексов там, где вполне можно обойтись станками–автоматами, простыми манипуляторами, роторно–конвейерными линиями.

3. Вместо перехода к системе, основанной на новых принципах, возврат на предыдущий, уже пройденный этап развития.

Пример. В 60-х годах прошлого века выяснилось, что бронированные корабли неуязвимы для артиллерии. Вместо совершенствования артиллерии решили вернуться к таранам, существовавшим еще в античные времена. За 40 лет таранными ударами было потоплено немало кораблей, но не вражеских, а своих – при столкновениях во время маневрирования.

4. Имитация развития, то есть мелкое совершенствование второстепенных подсистем, порой внедрение просто декоративных элементов.

Пример. Джон де Лориан, бывший вице–директор фирмы «Дженерал Моторс», крупнейшего в мире производителя автомобилей, в 1979 году писал, что в отрасли с 1949 года не была внедрена ни одна серьезная новинка. Машины не становились ни надежнее, ни долговечнее, ни безопаснее. Менялся только их внешний вид, добавлялись побрякушки и росли цены.

5. Борьба против новой системы. Преувеличивание ее недостатков, прямая дискредитация.

Пример. Эдисон отчаянно боролся против внедрения переменного электрического тока. Пытался доказать ненужность его для общества и даже... безнравственность!

Аннотированный указатель литературы

Литературы по методологии творчества и сопутствующим вопросам очень много. Авторы отобрали из них наиболее доступные и информативные, правда, с учетом личных вкусов, и опыта.

1. *Джонс Дж. К.* Методы проектирования. 2–е изд. доп., пер. с англ. М.: Мир, 1986 г.

Эта книга представляет собой, по сути дела, справочник, в котором по единой форме кратко и доступно изложены 35 применяемых за рубежом методов повышения эффективности работы. Большая их часть не относится к поиску новых решений, включает мероприятия по улучшению организации работы, учету эргономических факторов, улучшению информационного обеспечения, исключению конструкторских ошибок и т. д. Интерес представляют имеющиеся в книге описание мозгового штурма, списки контрольных вопросов, в особенности описание стоимостного анализа в том виде, в каком он был создан Л. Майлзом.

2. *Альтишуллер Г.С., Шаниро Р.Б.* О психологии изобретательского творчества.– Вопросы психологии, 1956 № 6.

Это первая публикация по ТРИЗ, а которой впервые сформулирован технический, основанный на знании закономерностей развития техники, подход к поиску новых решений в отличие от общепринятого в то время психологического подхода. В ней изложены основные теоретические положения ТРИЗ: понятия технического противоречия, идеального конечного результата решения, приемов разрешения технических противоречий; сформулирована программа дальнейшей работы по развитию ТРИЗ, активно выполняющаяся уже более 30 лет.

3. *Альтишуллер Г.С.* Алгоритм изобретения.– М.: Московский рабочий. 1–е изд., 1969, 2–е изд., 1973.

В этой книге, подводящей итог первому этапу развития ТРИЗ, подробно рассмотрены и обоснованы основные положения теории (на базе обширного материала из истории развития техники и анализа современного этапа, путем исследования патентных фондов). Приведены две модификации АРИЗ: АРИЗ–61 и АРИЗ–71, что позволяет наглядно увидеть направление и пути развития ТРИЗ. Подробно разобрано по АРИЗ–71 решение ряда изобретательских задач. И хотя сегодня используются другие модификации, гораздо более эффективные, книга не утратила своей значимости. До сего дня сохранила свое значение приведенная в книге таблица использования приёмов устранения технических противоречий.

4. *Селюцкий А.Б., Слугин Г.И.* Вдохновение по заказу. – Петрозаводск: Карелия, 1977.

Книга рассказывает о практическом применении АРИЗ–71 для решения производственных задач. Большой интерес представляют две главы книги, посвященные изложению основ методики развития творческого воображения.

5. *Альтишуллер Г.С.* Творчество как точная наука.– М.: Советское радио, 1979.

В книге обобщены все разработки по ТРИЗ начиная с 1973 года. Большую часть книги составил принципиально новый материал. Впервые опубликованы разработки по законам развития технических систем, всеполюсный анализ, первый вариант системы стандартов, на решение изобретательских задач. В книге приведены 70 изобретательских задач, решение 60 из них снабжено подробным разбором.

6. *Альтишуллер Г.С., Селюцкий А.* Крылья для Икара. – Петрозаводск: Карелия, 1980.

Данная книга продолжает и развивает предыдущую, в ней приводится более подробное обоснование некоторых разделов ТРИЗ. Приведен разбор 50 учебных задач.

7. *Альтишуллер Г.С.* Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач.– Новосибирск: Наука, 1986.

Книга обобщает следующий этап развития ТРИЗ. В ней отражен опыт семинаров, проведенных в Москве, Баку, Новосибирске и других городах. Особое внимание уделено центральным этапам творческого процесса – анализу задачи и формирования новой идеи. Приведен фрагмент современной модификации АРИЗ–85В, рассмотрены механизмы преодоления психологических барьеров, закономерности развития технических систем. Все положения проиллюстрированы примерами и задачами, большинство из которых снабжено подробными разборами.

8. Дерзкие формулы творчества. В серии «Техника – молодежь – творчество». Составитель А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987.

Книга открывает новую серию, созданную для пропаганды и изложения основ современной ТРИЗ. Содержит вступительную статью составителя «ТРИЗ в Карелии», обширную статью Г.С. Альтшуллера (давшую название сборнику), в которой изложены основные положения и идеи современной ТРИЗ, ряд статей, посвященных подробному рассмотрению некоторых наиболее полезных изобретателю физических эффектов, в том числе тепловых, электрических и магнитных полей, магнитных жидкостей, коронного разряда, пены, капиллярно–пористых веществ и т. п. Третья часть книги – фантастика. Это цикл рассказов В. Журавлевой «Звезда психологии» 6 природе творчества, который может быть использован в качестве инструмента развития воображения.

9. Нить в лабиринте. В серии «Техника – молодежь – творчество». Составитель А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988.

Это вторая книга серии. В нее вошли статьи специалистов по ТРИЗ И.М. Верткина «Бороться и искать», посвященная вопросам формирования в человеке комплекса качеств творческой личности, и Ю.П. Саламатова «Подвиги на молекулярном уровне» об использовании в изобретательстве химических эффектов. Третья часть – статья Г.С. Альтшуллера «Маленькие необъятные миры» излагает систему 76 стандартов на решение изобретательских задач с примерами их практического применения. Заключительная часть – научно–фантастическая повесть Г. Альтова «Третье тысячелетие», посвященная изучению возможных путей развития творческого обучения.

10. Правила игры без правил. В серии «Техника – молодежь – творчество». Составитель А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989.

Третья книга серии включает АРИЗ (Г.С. Альтшуллер); рассказ о применении в изобретательстве геометрических эффектов (И.Л. Викентьев), практикум по ТРИЗ (Б.Л. Злотин и А.В. Зусман) и сборник фантастических рассказов (Н.В. Журавлева).

11. *Фостер Р.* Обновление производства: атакующие выигрывают. Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1987.

Директор компании «Маккинси» рассказывает о практике работы лучших американских компаний по внедрению новых изделий и технологий в производство, анализирует причины успехов и неудач в коммерческой деятельности разных компаний. Анализ основан на использовании S–кривых развития.

12. *Половинкин А.И.* Законы строения и развития техники: Постановка проблемы и гипотезы. Учебное пособие. – Волгоград, Волгоградский политехнический институт, 1985.

В книге дан обзор попыток выявления законов развития техники разными авторами и собственные гипотезы автора. К сожалению, многие из приведенных закономерностей не отвечают требованиям, приведенным на с. 22 настоящей книги, которым должны удовлетворять формулировки законов развития. Например, сформулированный автором «Принцип предпочтения» утверждает, что «...при переходе на новые принципы действия или изобретении новых функций и соответственно создании новых технических объектов вероятность использования конкретных физических эффектов тем выше, чем позднее они были открыты» (с. 56). Из этого утверждения следует, что предпочтение отдается более новым эффектам, что не подтверждается историей развития техники, анализом патентного фонда, который содержит огромное количество новых изобретений высокого уровня, использующих такие простые и давно известные физические эффекты, как тепловое расширение, коронный разряд, электромагнитная индукция и т. п. Статистический подход к использованию физических Эффектов отражен в приложении 6.

13. *Моисеева Н.К.* Функционально–стоимостный анализ в машиностроении. М.: Машиностроение, 1987.

В книге подробно излагаются основы ФСА с точки зрения экономиста. Изложение ведется на высоком научном уровне, соответствующем современному состоянию экономической науки. Некоторое противопоставление автором ФСА и ТРИЗ, на наш взгляд, не вполне обоснованно.

14. *Моисеева Н.К. Карпунин М.Г.* Основы теории и практики функционально–стоимостного анализа. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988.

Книга является первым в стране учебником по ФСА, раскрывающим в достаточно популярной форме основные положения метода. Отражая, как и предыдущая, экономическую точку зрения, книга более четко показывает роль методов поиска новых решений, в частности ТРИЗ, при проведении ФСА. Для практики представляет большой интерес раздел, посвященный организации, планированию, финансированию и стимулированию работ по ФСА.

15. Практика проведения функционально–стоимостного анализа в электротехнической промышленности. Под ред. Карпунина М.Г.– М.: Энергоатомиздат, 1987.

Это сборник статей специалистов по ФСА, рассказывающих об опыте практического использования этого метода, в том числе на стадиях разработки и выпуска изделий, а также о ФСА технологий. Многие статьи представляют интерес, в особенности статья сотрудников Ленинградского производственного электромашиностроительного объединения «Электросила» Герасимова В.М. и Литвина С.С., в которой приведена разработанная авторами методика «свертывания» задач при проведении ФСА, . показана на конкретных примерах эффективность применения элементов ТРИЗ.

16. Справочник по функционально–стоимостному анализу. Под ред. Карпунина М.Г., Майданчика М.И.– М.: Финансы и статистика, 1988.

Книга содержит разнообразные справочные сведения по вопросам ФСА из официальных и методических документов (стандартов, методических указаний и др.). Обобщает опыт внедрения ФСА в нашей стране и за рубежом. Упомянуты методы поиска решений, в том числе ТРИЗ (рассказано об уровнях изобретательских решений и двух модификациях АРИЗ: АРИЗ–77 и АРИЗ–85 с сокращениями). Несколько подробнее рассказано о мозговом штурме и его модификациях, морфологическом анализе, синектике и некоторых других методах.

17. *Велленройтер Х.* Функционально–стоимостный анализ в рационализации производства. Сокр. пер. с нем.– М.: Экономика, 1984.

В книге западногерманского специалиста в общедоступной форме и без лишней формализации изложен ценный практический опыт организаций работ по ФСА на предприятиях. К сожалению, практически не затронут вопрос поиска новых решений при проведении ФСА, но тем не менее книга полезна для специалиста–практика.

18. *Соболев Ю.М.* Конструктор и экономика: ФСА для конструктора.– Пермь, Пермское книжное издательство, 1987.

Автор, один из основателей ФСА, подробно излагает основы поэлементного анализа и показывает возможности его применения для совершенствования конструкций и снижения стоимости их изготовления. В книге множество практических примеров, она является своеобразным учебником по выявлению и решению изобретательских задач, как правило, невысокого уровня, но дающих большой экономический эффект. Книга чрезвычайно полезна для специалиста по ТРИЗ и ФСА, а также для любого инженера.

19. *Алтишуллер Г.С., Злотин Б.Л., Филатов В.И.* Профессия – поиск нового.– Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985.

Это первая книга, излагающая «технический» подход к ФСА, связывающая ФСА с ТРИЗ. В ней подробно изложены основы ФСА и ТРИЗ, на практических примерах доказана методология использования элементов ТРИЗ при проведении ФСА.

20. *Мартино Ц.ж.* Технологическое прогнозирование Пер. с англ.–М.: Прогресс, 1977.

В книге изложены традиционные методы прогнозирования, такие как метод «Делфи», прогнозирование по аналогии, экстраполяция тенденций развития, нормативное прогнозирование и т. д. Рассматриваются также вопросы организации прогнозной работы, (принятия решений На базе прогнозов и другие. Благодаря обилию примеров и другой фактической информации, хорошему языку, книга, читается с большим интересом и может служить прекрасным пособием по изучению традиционных методов прогнозирования.

21. Рабочая книга по прогнозированию (Редкол.: И.В. Бестужев–Лада (отв. ред.).– М.: Мысль, 1982.

Книга является справочно–информационным изданием, в котором предпринята попытка обобщить многочисленные отечественные и зарубежные работы по теории и практике прогнозирования, вышедшие за последние 10–15 лет. Она содержит сведения о терминологии, методах и организации прогнозных разработок, об основных сферах прогнозирования,

библиографические данные. Освещаются этапы развития прогностики как науки, дается классификация прогнозов, инструментарий прогнозирования, приводятся сведения об официальных и общественных организациях в мире, ведущих исследования по проблемам прогностики. К сожалению, книга лишена примеров практического использования излагаемых методов, что затрудняет ее практическое применение.

22. *Петрович Н.Т., Цуриков В.М.* Путь к изобретению: Десять шагов.— М.: Молодая гвардия, 1986.

Книга в популярной форме знакомит читателя с полным циклом работы изобретателя — от выбора темы до оформления заявки на изобретение. Большое внимание уделено описанию методов поиска новых решений, преодолению психологической инерции, использованию ЭВМ для поиска нового. Приведено множество оригинальных примеров и задач.

23. *Альтов Г.* И тут появился изобретатель.— М.: Детская литература. 1984, 1987 (переизд.), 1989 (изд. перераб. и доп.).

Алтав Г. Ши атунч апаре инвентаторул. (На молд. языке).— Кишинэу: Лумина, 1987.

Книга составлена по материалам рубрики в газете «Пионерская правда» «Изобретать — это так просто, изобретать — это так сложно» и излагает основы ТРИЗ для школьников. Ее можно использовать в качестве учебного пособия при проведении занятий со школьниками, а также со слушателями нетехнических специальностей. Полезна она и для инженеров благодаря большому количеству подробно разобранных изобретательских задач.

24. *Иванов Г.И.* ...И начинайте изобретать! — Иркутск, Восточно-Сибирское книжное издательство, 1987.

Автор книги — изобретатель, много лет использующий ТРИЗ,— рассказывает о своем опыте обучения изобретательству и решения разнообразных практических задач.

25. *Злотый Б.Л., Зусман А.В.* Месяц под звездами фантазии: Школа развития творческого воображения.— Кишинев: Лумина, 1988.

Книга представляет собой дневник месячного цикла занятий по ТРИЗ, проведенного авторами в летней школе научного общества учащихся Молдавии. Помимо подробной записи занятий, рассказывается и других творческих мероприятиях школы — заседаниях дискуссионного клуба межнаучных контактов, соревнованиях юных изобретателей, вечерних беседах. В конце каждой главы— «вечерние размышления» авторов книги — рекомендации по проведению занятий по данной теме для преподавателей.

26. *Злотин Б.Л., Зусман А.В.* Изобретатель пришел на урок.— Кишинев: Лумина, 1990.

Книга рассказывает об использовании элементов ТРИЗ при изучении школьных предметов (физики, химии) для повышения интереса к ним учащихся, улучшения освоений, а также подготовки к использованию физики и химии при решении изобретательских задач. Приведено большое количество примеров применения различных физических эффектов, имеются рекомендации для учителей и родителей по использованию книги при обучении.

27. *Алтишуллер Г.С., Вертким И.М.* Деловая игра «Жизненная стратегия творческой личности». Рига, Изд. ЦК ЛКСМ, Латвия, 1987.

Брошюра представляет второй вариант деловой игры и является первой публикацией по вопросам жизненной стратегии творческой личности (первый вариант не публиковался).

Включает помимо самой игры краткое введение, комментарии и сводную картотеку примеров к ходам игры.

28. Педагогический поиск. Сост. И.Н. Баженова.— М.: Педагогика, 1987.

Книга включает статьи педагогов-новаторов: Ш.А. Амонашвили, С.Н. Лысенковой, И.П. Волкова, В.Ф. Шаталова, Е.Н. Ильина, Т.И. Гончаровой и др. Знакомство с их опытом чрезвычайно полезно для преподавателей ТРИЗ, занимающихся как со школьниками, так и со взрослыми слушателями.

29. *Райт Дж.П.* «Дженерал Моторс» в истинном свете: Автомобильный гигант — взгляд изнутри. Пер. с англ.— М.: Прогресс, 1986.

Книга написана на основании бесед авторов с бывшим вице-президентом фирмы «Дженерал Моторс» Джоном де Лорианом. В ней подробно рассказывается о различных сторонах деятельности одной из крупнейших фирм США. Приведено классическое описание коллектива, находящегося на третьем этапе развития по S-образной кривой, тяжело пораженного болезнью

застоя. Книга наглядно показывает, что застойные явления могут возникать при разных социальных системах, когда исчерпываются ресурсы развития Дела, для которого создан коллектив.

30. *Питере Т., Уотермен Р.В.* В поисках эффективного управления: Опыт лучших компаний. Пер. с англ.— М.: Прогресс, 1986.

Книга посвящена изучению опыта развития нескольких лучших американских компаний. Авторы выявили и показали ряд высокоэффективных механизмов антиторможения, приводят конкретные и инструментальные рекомендации по улучшению деятельности предприятий, полезные и для нашей страны.

31. *Исакова К.* Японские методы управления качеством. Сокр. пер. с англ.— М.: Экономика, 1988.

Несмотря на узко сформулированное название, книга затрагивает гораздо более широкий и интересный круг проблем. Фактически она посвящена вопросам управления коллективом предприятия таким образом, чтобы в нем не могло возникнуть состояние застоя, а развитие шло непрерывно и эффективно. Многие Изложенные в книге элементы управления качеством являются по сути механизмами антиторможения.

Содержание

ОТ ОЗАРЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРИЗ

Изобретательские задачи. Уровни изобретений
Технические системы. Основные определения
Этапы развития технических систем
Вытеснение человека из технической системы
Неравномерное развитие частей технической системы. Противоречия
Увеличение степени идеальности технических систем
Развертывание–свертывание технических систем
Повышение динамичности и управляемости технических систем
Переход технических систем на микроуровень. Использование полей
Согласование–рассогласование технических систем
Особенности совместного действия законов развития технических систем
Закономерности как основа интуиции

ИНСТРУМЕНТЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД ТРИЗ

Типовые приемы устранения технических противоречий
Вепольный анализ
Решение типовых задач. Стандарты на решение изобретательских задач
Решение нетиповых задач. АРИЗ
Использование физических, химических, геометрических и других эффектов и явлений при решении изобретательских задач
Решение исследовательских задач
Рекомендации по использованию инструментов ТРИЗ

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТРИЗ

ФСА. История создания и основные положения
Этапы ФСА
Практика проведения ФСА
Внедрение ФСА на предприятии
Прогнозирование развития технических систем

ОТ ТЕХНОЛОГИИ К...

История ТРИЗ
Общие закономерности развития
ТРИЗ и патентование
Развитие творческого воображения
Формирование творческой личности
Закономерности развития коллективов
ТРИЗ и элементы творческой педагогики
Обучение ТРИЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Типовые приемы устранения технических противоречий
2. Таблица выбора приемов устранения технических противоречий
3. Приемы разрешения физических противоречий
4. Стандарты на решение изобретательских задач
5. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ–85В

6. Применение некоторых физических эффектов и явлений при решении изобретательских задач
7. Применение некоторых химических эффектов и явлений при решении изобретательских задач
8. Порядок обработки исследовательских задач
9. Этапы функционально–стоимостного анализа
10. Список контрольных вопросов функционального анализа
11. Скрытые резервы совершенствования продукции
12. Методические рекомендации по выявлению и формулированию задач
13. Методика проведения прогноза на базе ТРИЗ
14. Линии развития технических систем
15. Типовые ошибки в формулировании задач и приемы их устранения
16. Типовые ошибки в развитии технических систем

АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ