

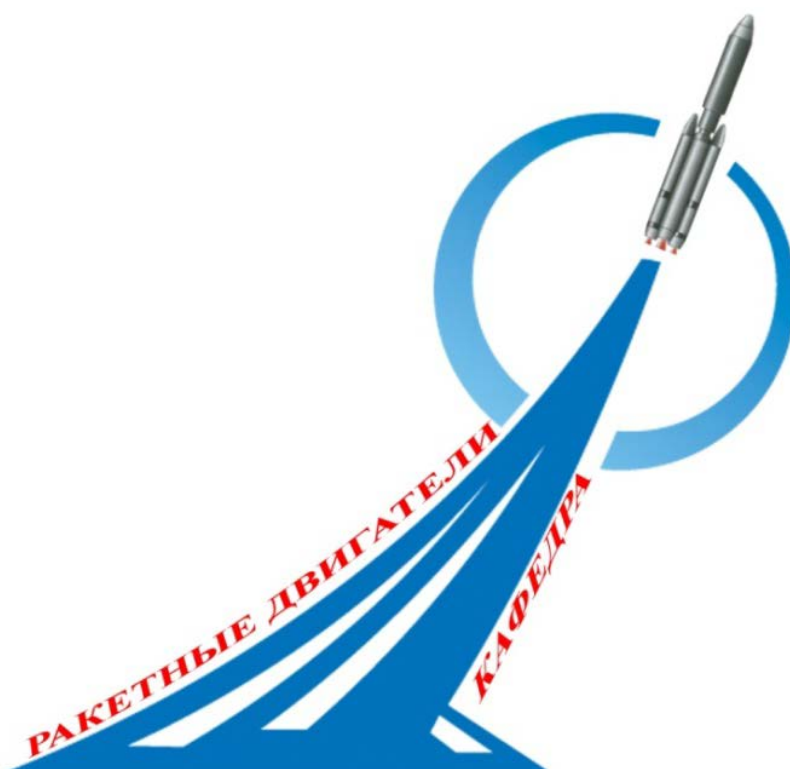
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра ракетных двигателей

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине  
«Методы научно-технического творчества»  
для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и  
ракетных двигателей» очной формы обучения



Воронеж 2021

УКД 621.465-52  
ББК

**Составители:**

д-р техн. наук Г.И. Скоморохов  
канд. техн. наук Т.С. Тимошинова

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Методы научно-технического творчества» для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Г.И. Скоморохов, Т.С. Тимошинова. Воронеж, 2021. 40 с.

В методических указаниях изложены теоретические основы методологии технического творчества, сопровождающиеся многочисленными примерами, для практических занятий по дисциплине «Методы научно-технического творчества».

Издание предназначено для студентов очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ МНТТ ПЗ.pdf.

Библиогр.: 5 назв.

**УКД 621.465-52  
ББК**

**Рецензент** – Ю.В. Демьяненко, д-р техн. наук, профессор кафедры ракетных двигателей ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета*

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания посвящены, пожалуй, самым парадоксальным инструментам теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) – стандартам на решение творческих, то есть по существу нестандартных, задач.

С самого начала разработки ТРИЗ было ясно – необходимо иметь мощный информационный фонд, включающий, прежде всего типовые приемы устранения технических противоречий. В глубине технических противоречий – противоречия физические. По самой своей сути физические противоречия (ФП) предъявляют двойственные требования к объекту: быть подвижным и неподвижным, горячим и холодным и т.п. Неудивительно, что изучение приемов устранения ФП привело к выводу, что должны существовать парные (двойственные) приемы, более сильные, чем одинарные. Информационный фонд ТРИЗ пополнился списком парных приемов (дробление – объединение и т.д.).

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

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

Итак, стандарты – это правила синтеза и преобразования технических систем, непосредственно вытекающие из законов развития этих систем / Г.С. Альтшуллер – автор и разработчик ТРИЗ и стандартов/.

На основании законов развития технических систем развитие систем идет по линии: неполные вепольные системы – полные веполи – сложные веполи – форсированные веполи – комплексно-форсированные веполи. В любом звене этой цепи возможен как переход «вверх» – на следующий системный уровень, так и переход «вниз» – на более низкий системный уровень. Вскрыты некоторые механизмы, реализующие эту общую схему: переход к би- и полисистемам, операции свертывания, переход на микроуровень и т.д. Современная система стандартов, основанная на законах развития технических систем, отражает механизмы перехода и прогнозирования технических систем в процессе их развития. Система включает 76 стандартов.

Стандарты – истребители технических и физических противоречий. Их цель – преодоление противоречий, в крайнем случае – их обход. Победить противоречие, совместить несовместимое, осуществить невозможное – в этом смысл стандартов.

Современные стандарты образуют определенную систему: к каждому этапу в жизни машины «привязаны» свои стандарты. Разобравшись в системе

стандартов и получив некоторые навыки их применения, можно уверенно вступать в единоборство с большинством современных задач. Стандартов сегодня насчитывается немного – около восьми десятков. Но ведь и химических элементов чуть больше сотни, а из них сложено все бесконечное многообразие мира... В методических указаниях стандарты приведены в сокращении.

В методических указаниях изложены теоретические основы методологии технического творчества, сопровождающиеся многочисленными примерами, для практических занятий по дисциплине «Методы научно-технического творчества».

Издание соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Подготовка к практическому занятию начинается с внимательного прочтения учебного материала, включая самостоятельный вывод всех утверждений и формул, упомянутых в материале. Далее следуют решение примеров, задач, ответ на вопросы, предложенные в конце лекции преподавателем или помещенные в рекомендуемой литературе. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала.

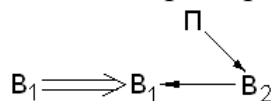
## 1. ПОСТРОЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

### 1.1. Синтез веполей

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

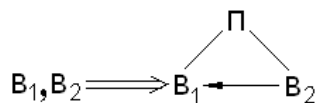
#### 1.1.1

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:



А.с. 283 885. Способ деаэрации порошкообразных веществ, отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса деаэрацию проводят под действием центробежных сил.

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



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 веполю достраивают введением поля (например, теплового или механического).

А.с. 305 363. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов по весу в единице объема, например абразива, при ускоренных износных испытаниях двигателя внутреннего сгорания, отличающийся тем, что с целью повышения точности абразив предварительно наносят равномерным слоем на поверхность гибкой ленты из легковоспламеняющегося вещества, подают ее с заданной скоростью в зону нагрева и сжигают, а абразив отводят к испытываемому объекту.

Аналогично проводят микродозирование по а.с. 421 327: раствор биохимических препаратов наносят на бумагу, а получение необходимой микродозы осуществляют отделением требуемой площадки плоского носителя.

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

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

Решение задачи 1 по стандарту 1.1.1:

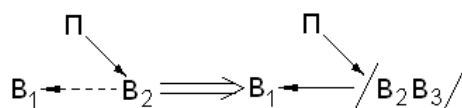
А.с. 589 046. Способ подачи жидкой смазки в очаг деформации при горячей прокатке отличается тем, что с целью исключения загрязнения окружающей среды и сокращения расхода жидкой смазкой пропитывают носитель, который подают в очаг деформации с прокаливаемым металлом. В качестве носителя используют материал, ликвидирующийся при температуре деформации, например, в результате сгорания или испарения (в частности, бумажную ленту).

Веполы 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.

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

### 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 веполу, вводя в  $V_1$  или  $V_2$  добавки, увеличивающие управляемость или придающие веполу нужные свойства:



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

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

А.с. 1 044 879. Клапан для токсичных и взрывчатых веществ. Корпус клапана заполнен легкоплавким припоем, в который введены ферромагнитные частицы, нагреваемые электромагнитным полем (с внешней стороны установлен электромагнит).

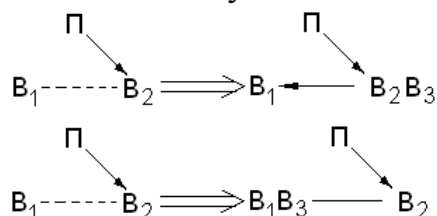
Пояснения.

Нередко по условиям задачи даются два вещества, причем оба они плохо 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). Такие веполь получили название комплексных (стандарты 1.1.2 и 1.1.3).

Иногда одно и то же решение – в зависимости от постановки задачи – может быть записано и как постройка веполь и как постройка комплексного веполь. Например: «Как визуально обнаружить маленькие капельки жидкости?» Решение: синтез веполь – в жидкость предварительно вводят люминофор и освещают зону поиска ультрафиолетовым светом (а.с. 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

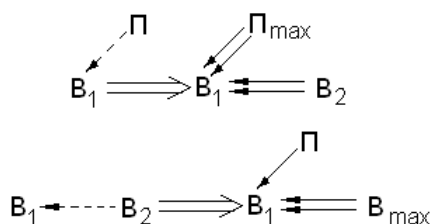
Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия задачи содержат ограничения на введение добавок в имеющиеся вещества  $V_1$  или  $V_2$ , задачу решают переходом (постоянным или временным) к внешнему комплексному веполь, присоединяя к  $V_1$  или  $V_2$  внешнее  $V_3$ , увеличивающее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



Предположим, в условиях задачи на обнаружение неплотностей в агрегате холодильника имеется ограничение: люминофор нельзя вводить в жидкость. В этом случае вещество-обнаружитель может быть расположено на наружной поверхности агрегата (а.с. 311 109). Возникает внешний комплексный веполь.

### 1.1.4.

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:

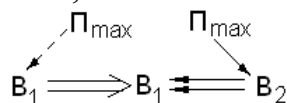


А.с. 242714. Для получения тонкого слоя краски на изделие наносят избыточное покрытие, окуная изделие в бак с краской. Затем изделие вращают, и центробежные силы сбрасывают избыток краски.

А.с. 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.

### 1.1.5

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:



А.с. 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 использовать проволоку, ее надо нагревать до 700 °С, а допустим нагрев только до 400 °С (при большом нагреве проволока теряет свои свойства). Предложено нагревать нерасходуемый жаропрочный стержень, который от нагрева удлиняется и в таком виде соединяется с проволокой. Охлаждаясь, стержень укорачивается и растягивает проволоку, оставшуюся холодной.

### 1.1.6

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

В первом случае в места, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество (1.1.6.1).

Во втором – в места, где необходимо максимальное воздействие, вводят вещество, дающее локальное поле, например, термитные составы – для теплового воздействия, взрывные составы – для механического воздействия (1.1.6.2).

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

А.с. 743 810. В зазор между свариваемыми деталями закладывают экзотермическую смесь, выделяющую при сварке локальное тепло.

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



Решение задачи 2 по стандарту 1.1.6.2:

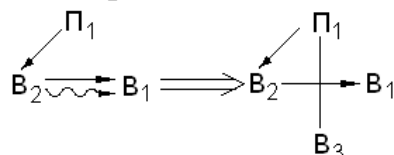
Ножки с концами проводов предварительно окунают в экзотермическую смесь с температурой сгорания  $350 \div 400$  °С, а затем пайка ведется как раньше – окунанием в припой с температурой 280 °С. Изоляция сгорает при вспышке экзотермической смеси, а полистирольная катушка не размягчается.

## 1.2. Разрушение веполей

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

### 1.2.1

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



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

А.с. 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.

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

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

### 1.2.2

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно, а использование посторонних веществ запрещено или нецелесообразно, задачу решают введением между двумя веществами третьего, являющегося их видоизменением (см. вепольную формулу ст. 1.2.1).

Вещество  $B_3$  может быть введено в систему извне в готовом виде или получено (действием  $\Pi_1$  или  $\Pi_2$ ) из имеющихся веществ. В частности,  $B_3$  может быть «пустотой», пузырьками, пеной, затвердевшей коркой и т. д.

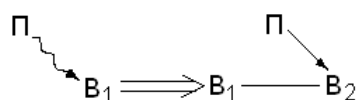
А.с. 412 062. Способ предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например подводных крыльев, путем покрытия

поверхности профиля защитным слоем. Отличается 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 и ее эрозию под действием кавитации.

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

### 1.2.3

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

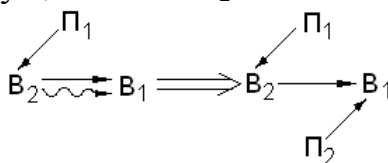


А.с. 152 492. Для защиты подземных кабельных линий от повреждений, вызываемых образованием в грунте морозобойных трещин, заранее прорывают узкие прорезы («трещины») в стороне от трассы кабеля.

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  $\Pi_1$  а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет  $\Pi_2$ :

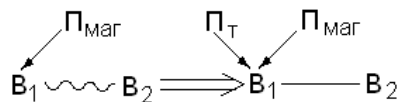


А.с. 755 247. Для опыления цветков обдувают воздухом. Но цветок от ветра закрывается. Предложено раскрывать цветок воздействием электрического заряда (ионизированного воздуха).

А.с. 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 (колебания гасятся).

### 1.2.5

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



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

А.с. 312 746. Способ внутреннего шлифования путем воздействия на изделие ферромагнитной средой, которую приводят в движение посредством вращающегося магнитного поля. Отличается тем, что с целью интенсификации обработки изделий из ферромагнитного материала последние (изделия) нагревают до температуры, равной или выше точки Кюри.

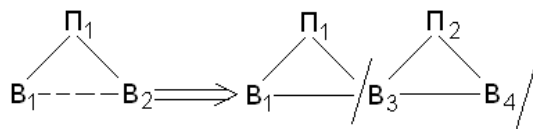
## 2. РАЗВИТИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

### 2.1. Переход к сложным веполям

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

#### 2.1.1

Если нужно повысить эффективность веполевой системы, задачу решают превращением одной из частей веполя в независимо управляемый веполю и образованием цепного веполя:



(B<sub>3</sub> или B<sub>4</sub> в свою очередь может быть развернуто в веполю.)

А.с. 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.

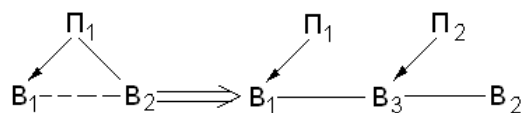
Если в технической системе имеется объект, который движется или должен двигаться под действием силы тяжести вокруг некоторой оси, и надо управлять движением этого объекта, задача решается введением в данный объект вещества, управляемо движущегося внутри объекта и вызывающего своим движением перемещение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

А.с. 271 763. Самоходный кран с подвижным противовесом.

А.с. 508 427. Трактор с подвижным центром тяжести для работы на крутых склонах.

А.с. 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.

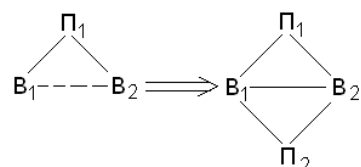
Цепной веполь может образовываться и при развертывании связей в веполе. В этом случае связь  $B_1 - - - B_2$  встраивается в звено  $\Pi_2 - - - B_3$ :



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

### 2.1.2

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



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

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

Решение задачи 3 по стандарту 2.1.2:

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

«Идея заключалась в том, чтобы завертеть по кругу газ... Вместе с газом завертелся и сам разряд и перестал всплывать... А заставляли газ непрерывно

вращаться самые обычные воздуходувки, хорошо знакомые всем по домашнему пылесосу. Впрочем, именно пылесос и был использован на первых порах» («Химия и жизнь», 1971, № 3, с. 8).

## 2.2. Форсирование веполей

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

### 2.2.1

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

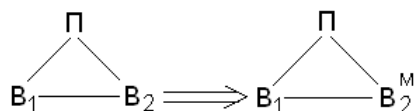
А.с. 989 386. Способ определения поверхностного натяжения жидкостей методом максимального давления в капле, выдавливаемой из капилляра, отличающийся тем, что с целью экономии дорогостоящих материалов, повышения воспроизводимости результатов и расширения круга исследуемых материалов максимальное давление создают с помощью центробежных сил, при этом измеряют скорость вращения жидкости в капилляре в момент выдавливания капли.

А.с. 496 146. Способ очистки электролита в процессе электромеханической обработки, основанный на отделении продуктов анодного растворения, отличающийся тем, что с целью повышения качества очистки электролит до входа в рабочий зазор пропускают через электростатическое поле.

А.с. 1 002 259. Способ сгущения биосуспензий путем аэрации и флотации в псевдосжиженном 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 в зоне аэрации используют частицы из ферромагнетиков, а в зоне флотации – из сегнетоэлектриков.

### 2.2.2

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



Пояснения.

Символом  $\text{В}^{\text{М}}$  обозначено вещество, состоящее из множества мелких частиц (песчинки, порошок, дробинки и т.д.).

Стандарт 2.2.2 отражает одну из основных закономерностей развития технических систем – тенденцию к измельчению инструмента или его части, непосредственно взаимодействующей с изделием.

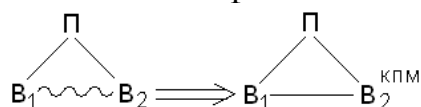
А.с. 272 737. При последовательной перекачке разных жидкостей по одному трубопроводу использовались поршневые и шаровые разделители. Работали они плохо, быстро истирались, застревали и т.д. Предложено ввести в зону контакта

жидкостей разделитель из дробинки размерами 0,3–0,5 мм с плотностью равной средней плотности жидкостей.

А. с. 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 этой линии увеличивается возможность размещения в полостях-порах жидкого вещества и использования физических эффектов:

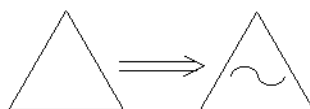


А.с. 243 177. Устройство для передачи усилий от опоры копра на фундамент. Отличается тем, что с целью обеспечения равномерности давления на фундамент выполнено в виде плоского замкнутого сосуда, заполненного жидкостью.

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

### 2.2.4

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



Пояснения.

1. Треугольным символом с волнистой линией обозначена динамичная вепольная система, перестраивающаяся в процессе работы.

2. Динамизация  $B_2$  чаще всего начинается с деления  $B_2$  на две шарнирно соединенные части. Далее динамизация идет по линии: один шарнир – много шарниров – гибкое  $B_2$ .

3. Динамизация  $\Pi$  в простейшем случае осуществляется переходом от постоянного действия поля (или  $\Pi$  совместно с  $B_2$ ) к импульсному действию.

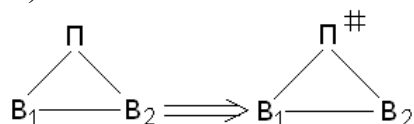
А.с. 324 990. Опора для шпалерных насаждений, выполненная в виде столба для крепления шпалерной проволоки, отличающаяся тем, что с целью использования самой опоры для осеннего пригибания ветвей, подвязанных к проволоке, она выполнена из двух шарнирно соединенных частей.

А.с. 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.

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

### 2.2.5

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



Пояснения.

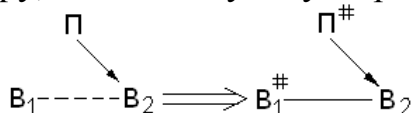
Значок # над буквой Π указывает, что поле имеет определенную пространственно-временную структуру.

А.с. 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.

А.с. 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.

А.с. 1 044 333. Для отделения из потока слабомагнитных тонких фракций предложено использовать неоднородное магнитное поле, создаваемое рифленой пластиной.

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



А.с. 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, следует перейти к использованию стоячих волн.

А.с. 1 085 767. Способ заточки стеклянных микропипеток, установленных под углом к подложке, на которую помещают свободный абразив, отличающийся тем, что с целью повышения производительности из абразива посредством возбуждения стоячей волны формируют валик, в который помещают обрабатываемый кончик микропипетки.

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

А.с. 729 658. Способ изготовления ферритовых изделий со сложным магнитопроводом, включающий прессование ферритовой плиты с последующим обжигом и выполнением в ней нерабочих зон, отличающийся тем, что с целью повышения механической прочности изделий нерабочие зоны выполняют с местным нагревом до потери магнитных свойств.

**Задача 4.** Предположим, что на одной из планет системы Тау Кита обнаружена жизнь. Правда, всего лишь в виде планктона. Автоматы доставили на Землю образцы воды с крохотными (50–100 микрон) комочками живой материи. Сразу же возникла задача: как наблюдать «инопланетян» в микроскоп, если они находятся в постоянном броуновском движении? Посмотришь в микроскоп и ничего не разглядишь: тау-китяне, как сказано у поэта, «то явятся, то растворятся»...

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

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

Решение задачи 4 по стандарту 2.2.5:

А.с. 523 397. Создают стоячую волну. Частицы фиксируются в узлах.

### **2.3. Форсирование. Согласование ритмики**

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

#### **2.3.1**

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

А.с. 614 794. Устройство для массажа синхронно с ударами сердца. В стенку ванны, куда помещают больного, вмонтирована диафрагма насоса, передающего лечебной жидкости или грязям импульсы по команде датчика, контактирующего с телом больного.

А.с. 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.

А.с. 856 706. Способ дуговой сварки плавящимся электродом, при котором на дугу воздействуют импульсным высокочастотным магнитным полем, отличающимся тем, что с целью повышения производительности процесса дуговой



сварки магнитное поле генерирует с частотой пульсации, равной собственной частоте электрода.

А.с. 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.

А.с. 940 714. Способ распускания закристаллизовавшегося в сотах меда, включающий размещение сотов с медом в электромагнитном поле СВЧ. Отличается тем, что с целью исключения деформации сотов 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:

А.с. 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 некратными друг другу.

А.с. 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.

**Задача 5.** В пятом номере бюллетеня «Изобретения. Открытия» за 1985 год на стр. 99 приведена формула а.с. 1 138 511: «Способ закрепления несвязных пород, включающий нагнетание в породы тампонажного раствора, отличающийся тем, что с целью снижения затрат путем увеличения радиуса закрепления пород во время нагнетания тампонажного раствора ему и окружающим породам сообщают колебания». Спрогнозируйте следующее техническое решение, закономерно развивающее изобретение по а.с. 1 138 511.

Решение задачи 5 по стандарту 2.3.1:

Очевидная аналогия с приведенным выше а.с. 317 797, по которому ослабление горной породы достигается нагнетанием жидкости в резонанс с частотой разрушаемого массива. По а.с. 1 138 511 надо не ослаблять, а укреплять массив горной породы. Следовательно, следующее изобретение рассогласует (а может быть, и согласует) частоту нагнетания тампонажного раствора с собственной частотой горного массива.

### 2.3.2

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

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

А.с. 521 107. Способ нанесения покрытий электрическими разрядами с использованием наносимого материала в виде порошка, включающий импульсную

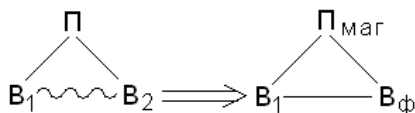
подачу тока с наложением магнитного поля. Отличается тем, что с целью повышения твердости и обеспечения мелкозернистости структуры покрытий наложение магнитного поля осуществляют импульсами, причем каждому импульсу магнитного поля соответствует импульс тока.

#### 2.4. Феполи (Комплексно-форсированные веполи)

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

##### 2.4.1

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



Пояснения.

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

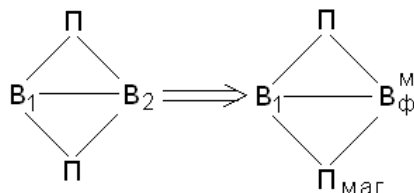
2. Стандарт применим не только к простым веполям, но и к комплексным, а также к веполям, включающим внешнюю среду.

А.с. 794 113. Способ укладки дренажа, включающий отрывку траншеи с одновременной укладкой в нее труб, заделку стыков труб фильтрующим материалом и засыпку траншеи грунтом. Отличается тем, что с целью повышения качества укладки путем устранения смещений труб (одна относительно другой) поверхность дренажных труб и фильтрующий материал перед укладкой в траншею покрывают слоем ферромагнетика и намагничивают.

А.с. 499 898. Питатель (преимущественно для образования порошково-воздушной смеси), содержащий герметичную емкость с разгрузочной горловиной, воздухоподводящим и расходным трубопроводами, смесительную камеру и механизм подачи порошка. Отличается тем, что с целью повышения ресурса механизма 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 ее наружной 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 используя 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»:



Пояснения.

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 оправдано (во всяком случае на этом этапе развития системы стандартов) исключительным практическим значением феполей. Кроме того, «фепольный ряд» удобен как тонкий исследовательский инструмент для изучения более грубого «вепольного ряда» и прогнозирования его развития. А.с. 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.

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

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

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

**Задача 6.** Стальную проволоку изготавливают волочением через фильеру. При этом проволока быстро изнашивает фильеру, диаметр отверстия в ней (а следовательно, и диаметр проволоки) увеличивается, фильеру приходится часто менять. Как быть?

Решение задачи 6 по стандарту 2.4.2:

Один из типичных случаев, когда решением является переход от веполя к феполю. А.с. 499912: «Способ бесфильерного волочения стальной проволоки, включающий деформацию растяжением, отличающийся тем, что с целью получения проволоки постоянного диаметра без перегибов и нагрева, необходимую деформацию осуществляют путем протягивания проволоки через ферромагнитную массу, помещенную в электромагнитное поле».

### 2.4.3

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

А.с. 1 124 152. Устройство для снижения гидравлического сопротивления в трубопроводе, содержащее средства для создания кольцевого пристеночного слоя маловязкой жидкости, отличающееся тем, что с целью снижения затрат средство для создания кольцевого пристеночного слоя выполнено в виде постоянных магнитов, установленных на внешней поверхности трубопровода на расстоянии равном 0,5–10 их ширины, при этом в качестве маловязкой жидкости используют магнитную жидкость.

А.с. 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.

А.с. 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.

А.с. 985 076. Применение магнитной жидкости в качестве закалочной среды.

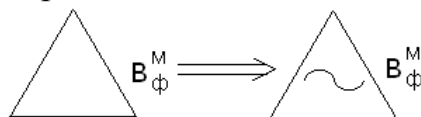
### 2.4.4

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

А.с. 452 055. Способ повышения чувствительности измерительных магнитных усилителей, заключающийся в использовании термического воздействия на сердечник магнитного усилителя. Отличается тем, что с целью снижения уровня магнитных шумов при работе усилителя поддерживают абсолютную температуру сердечника равной 0,92–0,99 температуры Кюри материала сердечника (использован эффект Гопкинса).

### 2.4.5

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



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

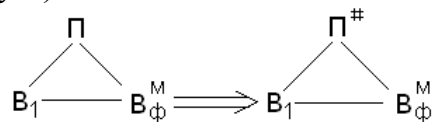
**Задача 7** Из описания к а.с. 903 090: «Известен способ шлифования деталей инструментом в виде баллона из эластичного материала, рабочая поверхность которого покрыта абразивом. Шлифование происходит в условиях постоянного прижима инструмента к заготовке. Для равномерного прижима абразива к обрабатываемой поверхности в баллон вводят ферромагнитные частицы, образующие суспензию, а инструмент прижимают путем воздействия на него постоянным магнитным полем. Реализация данного способа позволяет повысить равномерность прижима абразива к обрабатываемой поверхности и точность обработки. Однако одновременно, вследствие увеличения площади контакта круга с заготовкой, в зоне резания повышается температура, усиливается затупление абразива, что приводит к повышению шероховатости обрабатываемых поверхностей и снижает производительность процесса...» Как быть?

Решение задачи 7 по стандартам 2.4.3, 2.4.4, 2.4.5:

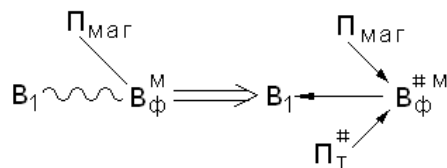
Постоянный прижим абразива заменяют переменным, круг вибрирует, трение уменьшается. С этой целью вводят дополнительное переменное магнитное поле, действующее на ферросуспензию (динамизация). Чтобы действие магнитного поля на ферросуспензию было максимальным, частицы суспензии выполняют из материала с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

### 2.4.8

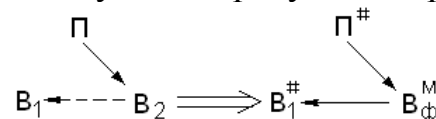
Если дана фепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от полей однородных или имеющих неупорядоченную структуру к полям неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную):



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



Если веществу, входящему в феполь (или могущему войти в феполь), должна быть придана определенная пространственная структура, то процесс следует вести в поле, со структурой, соответствующей требуемой структуре вещества:



А.с. 587 183. Способ получения ворса на поверхности термопластического материала, при котором ворс образуют путем вытяжки поверхностных слоев материала с последующим охлаждением. Отличается тем, что с целью повышения производительности и увеличения возможности управления процессом ворсообразования перед операцией вытяжки в поверхностные слои материала

вводят ферромагнитные частицы, производят нагрев термопластического материала до температуры его плавления, а вытяжку осуществляют путем извлечения ферромагнитных частиц посредством их контакта с электромагнитом.

#### **2.4.9**

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

А.с. 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.

**Задача 8.** При распиливании драгоценных камней и чистых кристаллов применяют очень тонкие пильные полотна: чем тоньше полотно, тем меньше отходов. Привод полотна может быть любым (ручным, механическим, электромагнитным и т. д.). Сложность состоит в обеспечении строго постоянной по величине и направлению силы прижатия ко дну паза. Постоянство величины силы обеспечивает однородность плоскости после разрезания (без помутнений, температурных напряжений и т. д.). Непостоянство силы по направлению – гарантия сколов. Нужна идея способа, дающего строго постоянную силу прижатия полотна.

Решение задачи 8 аналогично а.с. 865 200, только ток, естественно, используют не переменный, а постоянный (нужно не возбуждать колебания, а гасить их). Ответ – а.с. 465 311.

#### **2.4.10**

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

А.с. 425 660. Дебалансный возбудитель колебаний. Дебалансы размещены в электрореологической жидкости.

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

А.с. 931 471. Применение электровязкой суспензии в устройстве для резки материалов – в качестве зажимающей среды.

### **3. ПЕРЕХОД К НАДСИСТЕМЕ И НА МИКРОУРОВЕНЬ**

#### **3.1. Переход к бисистемам и полисистемам**

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

#### **3.1.1**

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

А.с. 722 624. Способ транспортировки горячих слябов транзитом от слябингов к приемному рольгангу широкополосного стана, включающий порезку

слябов, их перемещение по рольгангу. Отличается тем, что с целью снижения потерь тепла слябов путем уменьшения поверхности охлаждения каждого сляба перемещение осуществляется пакетом, сложенным, по крайней мере, из двух слябов с последующим их разделением перед подачей в клеть.

Пояснения.

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

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

Другая характерная особенность бисистем и полисистем – эффект многоступенчатости.

А.с. 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.

Пояснения.

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

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

А.с. 252 036. Задача о получении электрохимическим способом отверстия, которое имеет расширение на середине своей глубины. Электрод (продольно) разделен на три части, на каждую подают свой потенциал.

Пояснения.

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 о том, что этот переход может совершаться на любом этапе развития системы. При этом дальнейшее развитие идет по двум линиям: совершенствуется образовавшаяся надсистема и продолжается развитие исходной системы. Нечто подобное имеет место в химии: более сложные химические элементы образуются за счет надстройки новых электронных орбит и за счет достройки незавершенных внутренних орбит.

### **3.1.2**

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

Новообразованные бисистемы и полисистемы часто имеют «нулевую связь» (термин предложен А. Тимощуком), то есть представляют собой просто «кучу»

элементов. Развитие идет в направлении усиления межэлементных связей. С другой стороны, элементы в новообразованных системах иногда бывают соединены жесткими связями. В этих случаях развитие идет в направлении увеличения степени динамизации связей.

Пример «ужесточения» связей. При групповом использовании грузоподъемных кранов (три крана по 60 т поднимают груз в 150 т) трудно синхронизировать работу машин. В а.с. 742 372 предложено устройство (жесткий многоугольник), объединяющее стрелы кранов.

Пример динамизации связей. Первоначально катамараны имели корпуса, жестко соединенные между собой. Затем были введены подвижные связи, позволяющие менять расстояние между корпусами (например, а.с. 524 728 и 1 094 797).

### 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).

А.с. 493 350. «Двухэтажная пила», у которой нижние зубья разведены больше верхних, – чисто режет волокнистые материалы.

А.с. 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.)

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

**Задача 9.** Объект – теплица. Спрогнозируйте развитие.

Решение задачи 9 по стандартам 3.1.1 и 3.1.3:

По стандарту 3.1.1 следует перейти к «битеплице» (двойной теплице). Чтобы получить при этом какое-то новое качество, нужно обеспечить взаимодействие между частями «битеплицы» или между находящимися в «битеплице» растениями. Максимум взаимодействия, если растения в чем-то противоположные. Ответ: по а.с. 950 241 в одном отсеке – растения, поглощающие углекислоту и выделяющие кислород, в другом – растения, поглощающие кислород и выделяющие углекислоту.

## 3.2. Переход к полисистемам

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



### 3.2.1

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

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

Пояснения.

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.

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

Пояснения.

2. В предыдущих работах по стандартам предполагалось (как и при рассмотрении перехода к надсистеме – см. пояснение 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.

**Задача 10.** Для окончательной сверточной обработки отверстия (хонингования алмазными брусками) в ванадиевых сплавах используют специальный радиально раздвижной инструмент – весьма дорогой и сложный. Для новых изделий потребовалась еще большая точность. Попробовали сделать новый инструмент – по принципу действия такой же, как и раньше, но с более тонкой регулировкой. Ничего не получилось: инструмент оказался слишком сложным, капризным, быстро выходил из строя. Что делать?

Решение задачи 10 по стандарту 3.2.1:

Аналогичная задача решена по приведенному выше а.с. 275 751. Работу хонинговальной головки регулируют за счет теплового расширения. Способ хонингования отверстий, при котором хонинговальной головке сообщают вращательное и поступательное движения, а бруски настраивают на обрабатываемый размер и жестко закрепляют в этом положении. Отличается тем, что с целью повышения качества обрабатываемой поверхности перед обработкой деталь нагревают и охлаждают в процессе обработки (а.с. 709 344).

Нюанс: тепловым полем действуют не на инструмент, а на изделие! В данном случае это возможно и целесообразно (размеры изделия больше размеров инструмента).

## **4. СТАНДАРТЫ НА ОБНАРУЖЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ СИСТЕМ**

### **4.1. Обходные пути**

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

#### **4.1.1**

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

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

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

#### **4.1.2**

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

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

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

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.

А.с. 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.

#### **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.

А.с. 186 366. При добыче медных руд камерным способом образуются огромные подземные залы, камеры. От взрывов и по другим причинам потолок (кровля) камер местами отслаивается, падает. Необходимо регулярно следить за

состоянием потолка, измерять образующиеся «ямы». Но как это сделать, если потолок на высоте пятиэтажного дома? Предложено при подготовке камер заранее бурить в кровле скважины – сбоку, над потолком – и закладывать в них разноцветные, люминесцирующие вещества. Если в каком-то месте выпала порода и образовался купол, это легко обнаружить по свечению люминофора. А по его цвету можно судить о высоте образовавшегося купола.

Пояснения.

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

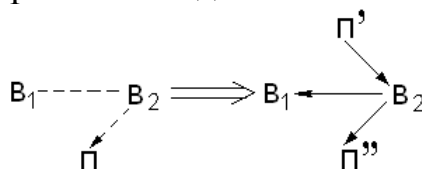
Переход от расплывчатого понятия «измерение» к четкой модели «два последовательных обнаружения» резко упрощает задачу.

#### 4.2. Синтез измерительных систем

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

##### 4.2.1

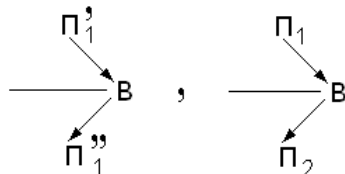
Если невепольная система плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают, достраивая простой или двойной веполь с полем на выходе:



А.с. 269 558. Способ обнаружения момента начала кипения жидкости (то есть появления в жидкости пузырьков  $B_2$ ). Через жидкость пропускают ток – при появлении пузырьков резко возрастает электрическое сопротивление.

А.с. 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 типичные для ответов на задачи по обнаружению и измерению:



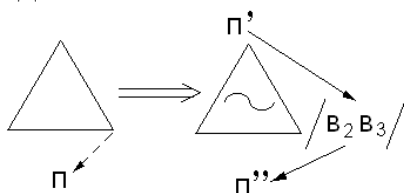
**Задача 11.** Как зафиксировать образование первых трещин при испытаниях на усталость металлических образцов, например, шатуна?

Решение задачи 11 по стандарту 4.2.1:

А.с. 246 901. От приведенного выше изобретения по а.с. 269 558 ситуация отличается только агрегатным состоянием исследуемого вещества. Но электрическое сопротивление твердого тела при появлении трещин резко возрастает – как и электрическое сопротивление жидкости при появлении пузырьков. Предложено пропускать по исследуемому образцу электрический ток.

#### 4.2.2

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



А.с. 277 805. Способ обнаружения неплотностей в холодильных агрегатах, заполненных фреоном и маслом (преимущественно в домашних холодильниках), отличающийся тем, что с целью повышения точности определения мест утечек в агрегат вместе с маслом вводят люминофор, освещают агрегат в затемненном месте и определяют места утечки по свечению люминофора в просачивающемся через неплотности масле.

А.с. 110 314. Способ определения фактической площади контакта поверхностей, отличающийся тем, что для окрашивания поверхностей применяют люминесцентные краски.

### 4.3. Форсирование измерительных веполей

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

#### 4.3.1

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

А.с. 170 739. Исчезновение люминесцентных свойств у некоторых веществ в присутствии очень небольшого количества влаги.

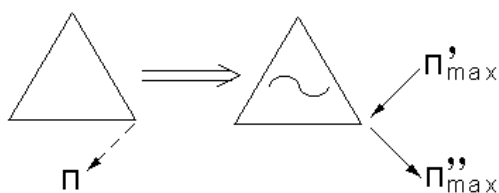
А.с. 415 516. Резкое изменение показателя преломления света у алмазного зерна при изменении температуры.

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

А.с. 1 046 636. Способ регистрации разрушенных изделий, включающий нанесение на контролируемую поверхность чувствительного слоя, отличающийся тем, что с целью повышения надежности в качестве чувствительного слоя используют магнитную пленку, на которой размещают 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, а также пропустить сквозь систему поле, то задачу решают возбуждением в системе резонансных колебаний (во всей системе или какой-то ее части), по изменению частоты которых можно определить происходящие в системе изменения:



А.с. 271 051. Способ измерения массы вещества (например, жидкого) в резервуаре, отличающийся тем, что с целью повышения точности и надежности измерения возбуждают механические резонансные колебания системы резервуар – вещество, измеряют их частоту, по величине которой судят о массе вещества.

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

**Задача 12.** Как контролировать – не прерывая работу – процесс электролитического полирования прецизионных лент?

Решение задачи 12 по стандарту 4.3.2:

Решение идентично а.с. 244 690. По а.с. 486 078 предложен способ контроля процесса электролитического полирования прецизионных лент путем замера электрического параметра и косвенного определения геометрических размеров, отличающийся тем, что с целью повышения точности ленту размещают в магнитном поле, подключают к генератору и измеряют частоту собственных колебаний.

### 4.3.3

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

А.с. 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. Переход к фепольным системам

Измерительные веполи имеют особенно выраженную тенденцию перехода в фепольный ряд.

### 4.4.1

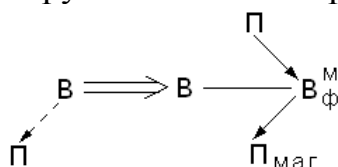
Веполи с немагнитными полями имеют тенденцию перехода в «протофеполи», то есть веполи с магнитным веществом и магнитным полем.

А.с. 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), обнаруживают это отверстие при помощи индикатора (например, магнитометра) по наибольшей величине напряженности магнитного поля.

#### 4.4.2

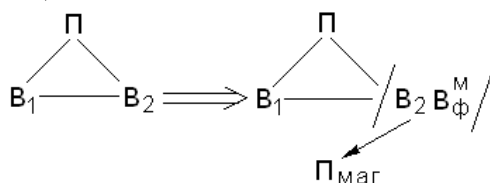
Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения «протофепольными» и вепольными системами, то необходимо перейти к феполям, заменив одно из веществ ферромагнитными частицами (или добавив ферромагнитные частицы) и обнаруживая или измеряя магнитное поле:



А.с. 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 осуществляется построением комплексного феполя, вводя добавки в вещество:



А.с. 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.

А.с. 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 измерений магнитопровод датчика разогревают (или охлаждают) до температуры

внешнего магнитопровода, что вызывает резкое изменение его проницаемости (эффект Гопкинса).

А.с. 1 035 426. Сигнализатор уровня жидкости, содержащий камеру из немагнитного материала, внутри которой помещен магнит, определяющий положение уровня жидкости, а снаружи – магнитоуправляемый контакт. Отличается 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.

#### **4.5. Направление развития измерительных систем**

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

##### **4.5.1**

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

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

А.с. 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.

А.с. 998754. Способ определения напряженного состояния горного массива, при котором измеряют не само электросопротивление породы (как было раньше), а скорость изменения электросопротивления.

### **5. СТАНДАРТЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ**

#### **5.1**

При постройке, перестройке и разрушении ветвей часто приходится вводить новые вещества. Их введение либо связано с техническими трудностями, либо с уменьшением степени идеальности системы. Поэтому вещества надо «вводить, не вводя» и использовать различные обходные пути.

##### **5.1.1**

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».

А.с. 245 425. Способ образования тензометрической сетки внутри модели из прозрачного материала путем заливки в тело модели сетки из нити. Отличается тем, что с целью исключения искажения поля напряжений нитями после затвердевания материала модели нити удаляют, в результате чего внутри модели

образуется тензометрическая сетка из цилиндрических микропустот. В качестве материала можно использовать, например, тонкие медные нити, удаляемые затем воздействием кислоты.

2. Вместо вещества вводят поле.

А.с. 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 наружную.

А.с. 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.

А.с. 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 весового процента полиметакрилата.

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

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

6. Добавку вводят на время.

А.с. 458 422. Способ бесконтактной магнитной ориентации деталей по а.с. 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 добавки.

А.с. 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.

А.с. 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  $(\text{H}_4)_2\text{CO}_3$ .

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

А.с. 904956. Способ размерной электромеханической обработки, осуществляемый с присутствием газа в электролите, отличающийся тем, что с целью интенсификации удаления продуктов растворения газ в электролите образуют посредством электролиза последнего перед зоной обработки.



**Задача 13.** В полимеры – для повышения стойкости – добавляют вещества, «перехватывающие» кислород, разрушающий полимеры. В качестве «веществ-перехватчиков» используют мелкодисперсные металлы. Эти металлы обязательно должны иметь чистую (неокисленную) поверхность. Как вносить «перехватчики»? В вакууме или восстановительной (или инертной) среде слишком сложно. Как быть?

Решение задачи 13 по стандарту 5.1.1:

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

### 5.1.2

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

А.с. 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.

А.с. 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.

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

А.с. 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. Отличается 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.

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

А.с. 259 019. Способ электрической коагуляции аэрозоля в шахтах для очистки воздуха сухим пылесосанием, 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 (ИР, 1975, № 3, с. 25).

А.с. 588 025. Способ очистки внутренних поверхностей полых изделий путем прокачки через изделие моющей жидкости с наполнителем, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности очистки и обеспечения возможности полного удаления остатков наполнителя в качестве последнего используют гранулы легкоиспаримого вещества.

## **5.2. Введение полей**

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

### **5.2.1**

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

Способ отделения пузырьков газа от жидкости в потоке жидкого кислорода. В системе два вещества. Оба являются носителями механического поля. Для решения задачи достаточно преобразовать движение этих веществ, «закрутив» поток. Центробежная сила 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, следует использовать поля, имеющиеся во внешней среде.

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

### **5.2.3**

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

А.с. 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. Отличается тем, что с целью исключения источника питания в сигнальной цепи и предотвращения возможного искрообразования на контактах контакты корпуса и

поплавка выполнены из разнородных металлов (например, меди и константана), образующих при замыкании холодный спай термопары. Другой спай, расположенный вне объекта контроля, снабжен источником подогрева.

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

А.с. 518 591. Мальтийский механизм, содержащий ведущее звено и ведомый мальтийский крест, отличается тем, что с целью повышения срока службы ведущее звено снабжено секторами из магнитомягкого материала с установленными в них постоянными магнитами, а мальтийский крест снабжен пластинками из гистерезисного материала.

### **5.3. Фазовые переходы**

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

#### **5.3.1**

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

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

#### **5.3.2**

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

А.с. 958 837. Теплообменник снабжен прижатыми к нему «лепестками» из никелида титана. При повышении температуры «лепестки» отгибаются, увеличивая площадь охлаждения.

А.с. 166 202. Применение в качестве рабочих тел в газотурбинных установках замкнутого цикла газовых систем (например,  $N_2O_4$ ,  $Al_2C_2$ ,  $CH_4+CO_2$  и другие), 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 поглощением тепла.)

#### **5.3.3**

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

А.с. 601 192. Приспособление для транспортировки мороженых 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 двухфазным.

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

А.с. 722 740. Способ полирования изделий. Рабочая среда состоит из жидкости (расплав свинца) и ферромагнитных абразивных частиц.

### **5.3.5**

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

А.с. 224 743. 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.

## **5.4. Особенности применения физэффектов**

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

### **5.4.1**

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

А.с. 177 497. Молниеотвод в виде газовой трубки. Сам включается при возникновении молнии: газ ионизируется, становится проводником. После исчезновения молнии ионы сами рекомбинируют, газ становится электронейтральным, а молниеотвод непроводящим и потому не дающим радиотени.

### **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 входной сигнал играет роль «спускового крючка».

А.с. 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 в твердое тело его деформируют до температуры, которая меньше температуры фазового перехода второго рода на величину скачка температуры при прохождении упругой волны по нему.

## **5.5. Экспериментальные стандарты**

### **5.5.1**

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

А.с. 741 105. Способ создания высокого давления водорода: водородсодержащее соединение помещают в герметичный сосуд и подвергают электролизу с образованием свободного водорода.

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).

А.с. 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.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ**

1. В простейшем случае стандарты можно применять «индивидуально» (не в системе). При пользовании стандартами (или после 3–4-кратного прочтения текста) многие стандарты запоминаются и – при ознакомлении с задачей – нужный стандарт невольно «всплывает» в памяти. При решении простых задач это вполне допустимо.

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

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

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

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач)/Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, В.И. Филатов, А.В. Зусман. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для студентов вузов/А.И. Половинкин – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука/Г.С. Альтшуллер – М.: Советское радио, 1979. – 176 с.
4. Альтшуллер Г.С. Найти идею/Г.С. Альтшуллер – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.
5. Нить в лабиринте /сост. А.Б. Сеюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – 277 с.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	3
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ .	5
1. ПОСТРОЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	5
2. РАЗВИТИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	11
3. ПЕРЕХОД К НАДСИСТЕМЕ И НА МИКРОУРОВЕНЬ.....	22
4. СТАНДАРТЫ НА ОБНАРУЖЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ СИСТЕМ .....	26
5. СТАНДАРТЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ .....	31
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ ....	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	38

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине  
«Методы научно-технического творчества»  
для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных  
двигателей» очной формы обучения

Составитель:

Скоморохов Геннадий Иванович

Тимошинова Татьяна Сергеевна

Отпечатано в авторской редакции

Подписано к изданию 2021

Объем данных 360 КБ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский проспект, 14