

Лекция №9

9. Закон увеличения степени вепольности

"Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности.

Смысл этого закона заключается в том, что невепольные системы стремятся стать вепольными, а в вепольных системах развитие идет в направлении перехода от механических полей к электромагнитным; увеличения степени дисперсности веществ, числа связей между элементами и отзывчивости системы".

Альтшуллер Г.С., Творчество как точная наука, М., "Советское радио", 1979 г., с. 127.

"... технические системы стремятся стать "вепольнее": неполные веполи превращаются в полные, а те, в свою очередь, развиваются в цепные веполи или превращаются в феполи".

Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б., Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи, Петрозаводск, "Карелия", 1980 г., с. 103.

Веполь - одна из ТРИЗ-моделей технической системы. Термин "Веполь" происходит от слов ВЕщество и ПОле.



"Изобретений, в которых достраивается "треугольник", так много, что можно уверенно говорить о закономерности: минимальная техническая система обязательно включает два взаимодействующих вещества и поле (энергию). В качестве таких веществ обычно выступают изделие и инструмент (или часть инструмента, непосредственно взаимодействующая с изделием) или же объект (изделие) и внешняя среда (играющая роль инструмента). Знание этой закономерности позволяет решать многие изобретательские задачи. Построив модель задачи, нетрудно определить - что дано и что нужно ввести для постройки "треугольника": один элемент или два и какие именно - вещество, поле, два вещества, поле и вещество.

А.с. 319460. Для обработки (овализации) зерен абразива предложено смешать зерна с ферромагнитными частицами и вращать смесь магнитным полем.

А.с. 333993. Для очистки проволоки от окалины предложено пропускать проволоку через абразивный ферромагнитный порошок, поджимаемый магнитным полем.

А.с. 387570. Для распыления полимерных расплавов предложено вводить в расплав ферромагнитные частицы и пропускать расплав через зону действия знакопеременного магнитного поля.

А.с. Для изгиба немагнитных труб предложено наполнять их ферромагнитным порошком и действовать магнитным полем.

Очевидно, что все эти изобретения 2 уровня сделаны одним и тем же приемом. Имеется вещество не поддающееся управлению. Чтобы управлять веществом, вводят ферромагнитные частицы и действуют магнитным полем.

Задача 9.1

Для временного перекрытия трубопроводов путем образования пробки закачивают быстротвердеющий полимерный состав. Недостаток способа состоит в том, что жидкость полимера до отвердевания растекается. Пробка получается неоправданно длинная, это усложняет ее извлечение после ремонта трубопровода. Как быть?

Противоречие технической системы: поле не должно (не может) действовать на вещество, и поле должно действовать на вещество.

Универсальность. Веполь часто применяется в человеческих отношениях. Тогда когда вам нужно подействовать на какого то человека, но у вас нет рычагов такого воздействия, то всегда ищут того человека, который с одной стороны лоялен к вам и с другой стороны имеет влияние на нужного человека. Веполь в чистом виде. Только вместо электромагнитного поля поля человеческие отношения (психические, психоэмоциональные).

В бизнесе для разрушения вредного веполя используется тот же принцип. Вводится организация которая отделяет фирму от источника вредного воздействия. Например, охранные агенства отделяют фирму от источника угроз, адвокаты отделяют от суда и эффективно, профессионально разрушают всякого рода вредные веполи, когда фирму пытаются засудить. Спекулянты на фондовом рынке берут на себя риски, в обмен на доходность, при этом давая всем остальным жить в условиях более менее стабильных и определенных цен.

Таким способом сделаны тысячи изобретений и этот прием используется во многих, если не во всех областях человеческой жизни.

В технике хорошо работают и другие поля, не только электромагнитное.

А.с. 236 279. Для сжатия порошка, заключенного в металлический корпус, используют охлаждение корпуса, например жидким азотом или льдом из CO_2 .

А.с. Для съема гребных винтов судна используют тяговые стержни, удлиняющиеся при нагревании.

А.с. Для микродозирования жидких веществ используют нагревание воздуха в полости пипетки.

Это примеры использования теплового поля.

Формула всех этих изобретений может быть записана так:



Дано плохо управляемое вещество V_1 , чтобы обеспечить его хорошую управляемость, надо перейти к системе, в которой поле Π_1 хорошо действует на инструмент V_2 , связанный с V_1 .

Применять веполы нужно с осторожностью, т.к. их применение это отступление от **принципа идеальности**, которое компенсируется новыми возможностями.

Задача 9.2. По трубопроводу течет жидкий кислород. Несмотря на хорошую теплоизоляцию, часть кислорода переходит в газообразное состояние. Образуются пузырьки, более или менее равномерно распределенные по объему. Между тем из трубопровода должен поступать только жидкий кислород. Требуется найти простой способ отделения жидкого кислорода от пузырьков.

Задача решается применением механического поля. Точнее центробежных сил инерции. Если закрутить поток, то пузырьки соберутся вокруг оси трубопровода, откуда их уже несложно удалить.

Можно строить веполы в которых используются несколько полей и веществ.

Следствие. Закон повышения управляемости технико-экономических систем:

Развитие ТЭС идет в направлении увеличения управляемости (вепольности).

Задача 9.3 После сборки агрегатов холодильников нужно проверить, нет ли течи в агрегатах, не проходит ли сквозь неплотности и отверстия рабочая жидкость. Очень важно обнаружить даже маленькую просочившуюся капельку жидкости. Но сделать это трудно: приходится очень тщательно осматривать каждый участок агрегата, а на это требуется слишком много времени. Что вы предлагаете?

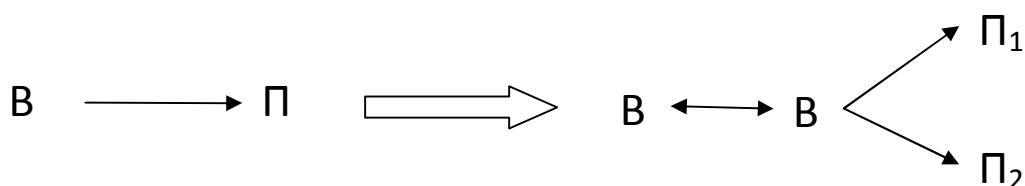
Модель этой задачи построить нетрудно: дано вещество (капелька жидкости), требуется его обнаружить:

Пунктирная стрелка заменяет слова "нужно получить сигнал на выходе". Поскольку сигнал - это поле (акустическое, электромагнитное, оптическое и т. д.), допустимо записать модель и так:

Теперь мы, не задумываясь, можем сказать, как надо преобразовать модель задачи, чтобы прийти к ответу. Для построения веполя недостает второго вещества, следовательно, его необходимо ввести.

Если бы "сигнальное поле" можно было получить от В1, задача просто не возникла бы. Поэтому в правой части записи стрелка к П может идти только от В2. Очевиден и смысл решения: В1 не дает хорошего "сигнального поля", и мы идем в обход - добавляем в В1 некое вещество В2, которое перемещается вместе с В1, но в отличие от него способно создавать "сигнальное поле". Задача свелась к подбору вещества В2. Здесь тоже существуют определенные правила, о них мы поговорим позже, а пока посмотрим ответ на задачу 14. По авторскому свидетельству № 277 805 в рабочую жидкость холодильника добавляют очень небольшое количество люминофора и освещают агрегат холодильника ультрафиолетовым светом. Даже самая маленькая капелька, если она просочилась, начинает ярко светиться.

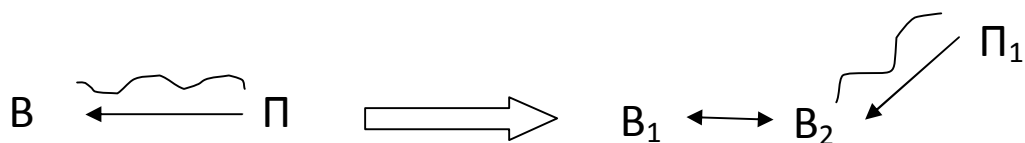
Уточним теперь вепольную запись решения:



В этой записи П' означает поле на входе (невидимое ультрафиолетовое излучение), П'' - поле на выходе (видимое излучение люминофора), легко поддающееся управлению (обнаружению, измерению, изменению). Вепольные формулы такого типа вообще очень характерны для решения задач на обнаружение и измерение.

Избыточное действие можно показать и двумя стрелками: прямой (полезная часть действия) и волнистой (вредная, ненужная часть действия).

Поэтому запись решения задачи о запайке ампул выглядит так:



Тепловое поле избыточно действует на V_1 (изделие): часть действия полезна, а другая часть вредна. Для решения задачи необходимо перейти к веполю, в котором V_2 (инструмент) пропускает полезное действие и задерживает вредное, ненужное. Эта запись наглядно показывает, в чем смысл построения веполя. Даны вещество и поле, плохо взаимодействующие друг с другом. Изменить это плохое взаимодействие трудно, и мы идем в обход - подбираем вещество V_2 , которое хорошо взаимодействует с полем. Такое вещество всегда легко подобрать. Остается обеспечить хорошее взаимодействие между V_2 и V_1 - и задача решена.

Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В. и др., Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач), Кишинев, "Карта Молдовеняскэ", 1989 г., с. 91.

Несколько правил вепольного анализа

"1. Правило достройки веполя.

Если по условиям задачи дана невепольная система (один элемент) или неполная вепольная система (два элемента), то для решения задачи необходимо достроить систему до полного веполя.

Правило это вытекает из самого понятия "веполь": работоспособная техническая система должна, как минимум, иметь два вещества и поле. В изобретательской практике часто встречаются задачи типа: "Дано одно вещество, нужно им управлять (обнаруживать, измерять, изменять, перемещать и т. д.)". Распространенная ошибка состоит в том, что рассматривают различные варианты прямого действия на вещество.

Правило 1 указывает эффективный обходный путь и позволяет сразу сказать, каким будет тип ответа на задачу (добавить вещество, добавить поле и т.д.).

Переход от одного вещества (или одного поля) к веполю равносителен применению группы приемов, устраняющих физическое противоречие.

Например, в задаче о запайке ампул физическое противоречие состоит в том, что огонь должен действовать на ампулы, чтобы их запаивать, и не должен действовать на ампулы, чтобы их не перегревать. При построении веполя подобные противоречия автоматически снимаются благодаря тому, что поле

действует через второе вещество (или в присутствии второго вещества); действие есть и действия (непосредственного) нет.

Еще одна важная особенность достройки веполя: техническая система эффективна только в том случае, если она поддается управлению.

Достраивать веполь надо так, чтобы в нем обязательно был хотя бы один хорошо управляемый элемент. [...] В задаче об окраске таким элементом служит поле центробежных сил: меняя число оборотов, можно регулировать толщину остающегося на изделии слоя краски. В задаче о запайке ампул управляемый элемент - вода, в которой размещены ампулы. Меняя уровень воды, можно регулировать глубину проникновения пламени.

Как мы уже видели, в задачах на измерение требуется получить хорошо управляемое "сигнальное поле" на выходе системы. Поэтому для удобства чтения вепольных формул желательно поля на входе записывать над строчкой, а поля на выходе - ниже строчки, в которой записаны взаимодействующие вещества.

2. Правило перехода к феполю.

Вепольные системы имеют тенденцию переходить в системы фепольные, т. е. системы с магнитным полем и ферромагнитным веществом, взятым в виде порошка.

Правило это можно записать так (линии обозначают взаимодействие в общем виде, без указания, куда направлено действие):

Тенденция к увеличению степени дисперсности B_2 , замене "сплошного" инструмента "порошковым" (или же состоящим из еще более мелких частиц, например молекул или ионов) типична для всех вепольных систем. Чем меньше рабочие частицы инструмента, тем гибче и точнее инструмент, тем легче им управлять. Но управление отдельными частицами, естественно, возможно только с помощью полей и прежде всего с помощью легко генерируемого и легко управляемого магнитного поля. Поэтому в "вепольном мире" часто встречаются феполи - вепольные системы, в которых инструментом служат магнитные частицы, управляемые магнитным полем.

[...]

Переход к феполям возможен и в тех случаях, когда уже даны два взаимодействующих вещества, - ферромагнитные частицы вводятся в одно из этих веществ.

Вместо неферромагнитного и потому трудно управляемого вещества B_2 получается комплекс (B_2B_f), легко поддающийся управлению с помощью магнитного поля. Примером может служить изобретение по авторскому свидетельству № 261 372: "Способ проведения процессов, например каталитических, в системах с движущимся катализатором, отличающийся тем, что, с целью расширения области применения, создают движущееся магнитное поле и применяют катализатор с магнитными свойствами". Катализатор B_2 и вещество B_1 , на которое он действует, надо как-то перемешивать, перемещать относительно друг друга. Приходится использовать громоздкие и малоэффективные механические мешалки или

надеяться на перемешивание тепловыми потоками. Но если соединить частицы катализатора с частицами ферромагнитного вещества, получится катализатор, легко поддающийся управлению магнитным полем - в этом суть изобретения.

3. Правило разрушения веполя.

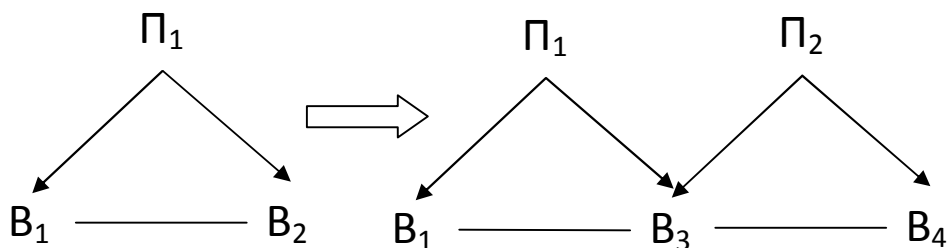
Наверное, у читателя уже давно возник вопрос: не все задачи сводятся к достройке веполя, должны быть и обратные задачи на разрушение веполей. Как действовать в этих случаях? Чтобы разрушить ненужный или вредный веполь, между двумя имеющимися веществами должно быть введено третье, являющееся видоизменением одного из двух данных веществ.

Веполь может быть разрушен разными путями: удалением или заменой элементов, введением различных дополнительных элементов. Но при этом возникают затруднения: проще всего разрушить веполь введением третьего вещества, однако условия задачи обычно накладывают запрет на введение посторонних веществ. "Соль" правила 3 в том, чтобы ввести третье вещество и в то же время его не вводить. Чтобы осуществить эту противоречивую операцию, нужно изготовить третье вещество из уже имеющихся веществ. Тогда третье вещество будет и его не будет - оно сделано из имеющихся веществ и может рассматриваться как их часть.

При движении на больших скоростях подводные крылья подвергаются кавитационной эрозии: кавитация разъедает металл, разрушает поверхность крыльев. Конечно, можно покрыть крылья каким-то защитным слоем. Но и это покрытие, даже самое прочное, будет съедено кавитацией. По правилу 3 покрытие надо выполнить либо из видоизмененного металла (это ничего не дает, как мы видели), либо из видоизмененной воды, например льда. Лед будет разрушаться, как любое покрытие, но лед можно восстанавливать, ведь вокруг сколько угодно воды! Такова суть изобретения по авторскому свидетельству № 412 062: в местах, подверженных кавитационной эрозии, постоянно намораживают тонкий слой льда.

4. Правило перехода к цепному веполю.

Вепольные системы имеют тенденцию к развитию В2 в самостоятельный веполь:



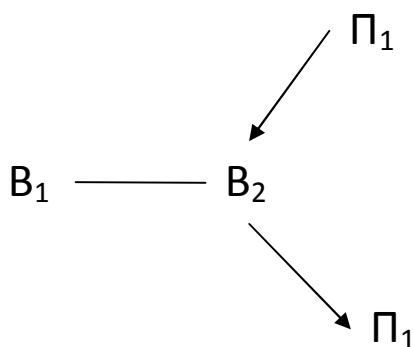
В свою очередь В4 может образовывать новый веполь, состоящий из В5, В6 и П3 и т.д. Такие веполь называют цепными.

Задача 9.4. До сих пор в технике используется один из древнейших механизмов - клин. Но клиновым устройствам присущ принципиальный недостаток: клин трудно извлекать. Были сконструированы разного рода "складывающиеся" клинья, но они оказались сложными и ненадежными. Что вы предлагаете?

Модель этой задачи можно представить в виде веполь: клин, поверхность, на которую он давит, и механическое взаимодействие между ними. Веполь включает все три элемента, но ни один из них не поддается легкому управлению, отсюда и несовершенство системы. По авторскому свидетельству № 428119, клин разделен на две части: собственно клин и прокладку, выполненную из легкоплавкого вещества. Когда надо извлечь клин, прокладку нагревают, она размягчается, и клин легко извлекается. Это изобретение вполне могло быть сделано еще в древнем Египте...

5. Правило выявления физэффектов.

Если в задаче дан веполь с полем П1, а на выходе требуется получить поле П2, то название нужного физического эффекта можно узнать, соединив названия полей П1 и П2:



(П₁ В₂ П₂) - название физического эффекта

Например, если дано механическое поле, а на выходе желательно получить магнитное поле, необходим механомагнитный эффект (магнитоупругий эффект). Зная название нужного эффекта, можно подобрать В2, реализующее этот эффект, или развернуть В2 в цепной веполь, в котором В4 сможет реализовать необходимый эффект.