

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Пензенская государственная технологическая академия

**СИСТЕМА
ОТКРЫТОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

В.А. Купряшин

**Теория решения изобретательских задач
(ТРИЗ)**

Пенза

Введение. Краткая история методов изобретательства

Потребность в изобретательстве была всегда у человечества. Истоки изобретательства уходят своими корнями в глубокую древность. По-видимому, начало изобретательства положил процесс очеловечивания наших далеких предков. Для добычи пищи, и защиты сначала использовались окружающие предметы (камни, палки и т.д.) Первые "изобретатели" пользовались объектами, изготовленными природой. Поэтому первые "изобретения" были на применение известных в природе "устройств", веществ и способов по-новому назначению. Процесс изобретательства, в те далекие времена, заключался в наблюдении и удаче (случайности) нашего предка.

Так, "судоходство" скорее всего, началось с момента, когда человек заметил, что бревно, находящееся в воде, может поддерживать его на плаву. А судостроение ведет начало с изобретения первого плота.

Считают, что история судостроения и судоходства насчитывает 6000 лет! При этом говорят об использовании человеком плота, имеют в виду уже плот, скрепленный из нескольких бревен. Применение же необработанных стволов, с сучьями и ветками, в качестве плавучего средства для поиска пищи или преодоления пространства началось, по-видимому, значительно раньше"

Первые попытки создать методику творчества предпринимались еще в древней Греции. Назовем только наиболее известные имена: Демокрит из Абдера, Аристотель, Архимед Сиракузский. В дальнейшем работу продолжили римский поэт и философ Тит Лукреций Кар, английский философ Роджер Бэкон, испанский ученый Раймунд Лулий, английский философ и государственный деятель, лорд-канцлер Фрэнсис Бэкон, французский философ и математик Рене Декарт, нидерландский философ Бенедикт (Барух) Спиноза, немецкий философ, математик, физик Готфальд Вильгельм Лейбниц, чешский математик и философ Бернард Больцано, французский математик Жюль Анри Пуанкаре, российские ученые П.Энгельмейер, В.Бехтерев и А.Богданов.

Первые работоспособные методы активизации творческого процесса начали появляться в конце 20-х годов нашего столетия. К ним относятся метод фокальных объектов, предложенный немецким профессором Кунце и усовершенствованный в 50-х американским ученым Чарльзом Вайтингом; мозговая атака, предложенная в 1939 г американцем Алексом Осборном; морфологический анализ, предложенный в 1942 г швейцарским астрономом Фрицом Цвикки, синектика, разработанная американцем Уильямом Дж. Гордоном в 1952 году и др.

В дальнейшем стали появляться другие методики творчества, например, метод Тагучи (Thought), QFD (Quality Function Deployment) и некоторые другие методы.

Все эти методы успешно изучаются и сегодня на различных курсах. Они достаточно просты, изучение их не занимает много времени, и они дают свои практические результаты.

Однако их область их использования несравненно уже, а практическая значимость меньше, чем теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), разработанной Генрихом Альтшуллером. Кроме того, указанные методы не позволяют решать сложные изобретательские задачи, прогнозировать развитие систем (в том числе технических), развить творческое мышление и многое другое, о чем Вы узнаете ниже дорогой читатель.

ТРИЗ достаточно уникальна, постоянно развивается и совершенствуется сотнями талантливых учеников Генриха Альтшуллера. Тысячи людей преподают ТРИЗ, а пользователей ТРИЗ на сегодня трудно сосчитать. Они имеются по всему миру.

Создана и успешно работает Международная Ассоциация ТРИЗ (МАТРИЗ), которая имеет отделения в развитых странах. В МАТРИЗ входят десятки тысяч людей.

Исходя из этого, мало вероятно, что какая-то другая теория сможет соперничать с ТРИЗ.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) - наука, позволяющая не только выявлять и решать творческие задачи в любой области знаний, но и развивать творческое (изобретательское) мышление, развивать качества творческой личности. ТРИЗ дает возможность человеку не только быть готовым, но и получать кажущиеся на первый взгляд "дикие" идеи.

Многие впервые познакомившиеся с ТРИЗ, в последствие изменяют свою жизнь. У них расширяется круг интересов, углубляются их знания, люди видят мир более системно и привыкают к выявлению причинно-следственных взаимосвязей. Для некоторых ТРИЗ становится их профессией, их стилем жизни.

ТРИЗ позволяет:

- Точно выявить сущность задачи.
- Выявлять основные направления поиска, не упуская многие моменты, мимо которых обычно проходишь.
- Систематизировать поиск информации по выбору задач и поиску направлений решений.
- Найти пути отхода от традиционных решений.
- Умение мыслить логически, алогически и системно.
- Значительно повысить эффективность творческого труда.
- Сократить время на решение.
- Смотреть на вещи и явления по-новому.
- Толчок к изобретательской деятельности.
- Расширить кругозор.

Хотелось бы предостеречь от складывающегося иногда мнения, что стоит только познакомиться с ТРИЗ - и мгновенно повысится эффективность Вашей работы. Все не так просто. Для овладения ТРИЗ необходимо вложить много труда, как при изучении любой другой науки. Еще больших усилий требует довести применение ТРИЗ до привычки. Это требует систематического ее использования. Об этих стадиях в овладении определенными навыками говорил известный русский режиссер и основатель театральной школы

Константин Станиславский: "Сложное сделать простым, простое сделать привычным, привычное сделать приятным". И далее он говорит о путях достижения этого: " Далеко на все имеют волю и настойчивость, чтобы добраться до настоящего искусства, только знать систему мало. Надо уметь и мочь. Для этого необходима ежедневная, постоянная тренировка, муштра в течение всей артистической карьеры. Подробнее об этом описано в заключении.

1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ТРИЗ

1.1. ФУНКЦИИ ТРИЗ

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) разработана советским ученым Генрихом Альтшуллером. Первая работа по ТРИЗ была опубликована в 1956 г. Основная суть ТРИЗ - выявление и использование законов, закономерностей и тенденций развития технических систем.

Опишем подробнее основные функции ТРИЗ:

- 1. Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без перебора вариантов.**
- 2. Решение научных и исследовательских задач.**
- 3. Выявление проблем, трудностей и задач при работе с техническими системами и при их развитии.**
- 4. Выявление и устранение причин брака и аварийных ситуаций.**
- 5. Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем.**
- 6. Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).**
- 7. Объективная оценка решений.**
- 8. Систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки.**
- 9. Развитие творческого воображения и мышления.**
- 10. Развитие качеств творческой личности.**
- 11. Развитие творческих коллективов.**

1.2. СТРУКТУРА ТРИЗ

В состав ТРИЗ входят:

- 1. Законы развития технических систем (ТС),**
- 2. Информационный фонд,**
- 3. Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем,**
- 4. Алгоритм решения изобретательских задач - АРИЗ,**
- 5. Методы развития творческого воображения.**

Информационный фонд состоит из:

-системы стандартов на решение изобретательских задач (типовые решения определенного класса задач);

-**технологических эффектов** (*физических, химических, биологических, математических*, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время - *геометрических*) и таблицы их использования;

-**приемов** устранения противоречий и таблицы их применения;

-**ресурсов** природы и техники и способов их использования.

АРИЗ представляет собой **программу (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, т.е. решению задач**. АРИЗ включает: собственно **программу, информационное обеспечение**, питающееся из информационного фонда, и **методы управления психологическими факторами**, которые входят составной частью в методы развития творческого воображения. Кроме того, в АРИЗ предусмотрены части, предназначенные для выбора задачи и оценки полученного решения.



Рис. 1.1.

Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) позволяет представить структурную модель исходной технической системы, выявить ее свойства, с помощью специальных правил преобразовать модель задачи, получив тем самым структуру решения, которое устраняет недостатки исходной задачи.

Классификация системы стандартов на решение изобретательских задач и сами стандарты построены на основе вепольного анализа технических систем. Кроме того, он включен в программу АРИЗ

Метод выявления и прогнозирования аварийных ситуаций и нежелательных явлений разработан Злотиным Б.Л. и Зусман А.В. и назван "**диверсионным**" подходом. Он основан на использовании ТРИЗ, функционального, системного и морфологического анализов, диаграммы Исикавы и спе-

циально разработанных списков контрольных вопросов. С помощью этой методики "изобретаются" для данной системы аварийные ситуации и нежелательные явления, рассматривается вероятность их появления. При этом проводится анализ существующей ситуации и тенденции ее изменения, формулируются и разрешаются противоречия, возникающие при решении проблемы. Кроме того, изыскиваются и анализируются способы, предотвращающие возникновение чрезвычайных ситуаций и нежелательных явлений.

Методы развития творческого воображения позволяют уменьшить психологическую инерцию при решении творческих задач.

В последнее время начали развиваться **теории развития творческой личности и творческих коллективов.**

Теория развития творческой личности описывает качества и знакомит с жизненной стратегией творческой личности. **Теория развития творческих коллективов** выявляет и использует законы развития творческих коллективов.

Использование различных элементов ТРИЗ для конкретных функций **При прогнозировании развития техники, поиске и выборе задач и оценке полученного решения** используются система законов развития техники и система стандартов на решение изобретательских задач, **вепольный анализ.**

Для **развития творческого воображения** могут использоваться все элементы ТРИЗ, но основной упор делается на **методы развития творческого воображения.**

Решение изобретательских задач осуществляется с помощью законов развития технических систем, **информационного фонда, вепольного анализа, АРИЗ** и, частично, с помощью *методов развития творческого воображения.*

С помощью ТРИЗ решаются **известные и неизвестные типы задач.** Известные (**стандартные**) типы изобретательских задач решаются с использованием **информационного фонда**, а неизвестные (**нестандартные**) - применением **АРИЗ.** По мере накопления опыта решени класс известных типов задач пополняется и структурируется.

В настоящее время разработаны **компьютерные программы**, основанные на ТРИЗ, обеспечивающих интеллектуальную помощь инженерам и изобретателям при решении технических задач, а также выявлению и прогнозированию аварийных ситуаций и нежелательных явлений.

Таблица 1. ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА ТРИЗ

Функции	Структура												
	Законы развития ТС	АРИЗ	Вещный анализ	ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД						МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ			
				Стандарты	Технологические эффекты				Приемы	Ресурсы	Воображения	Личности	Коллективы
					Физ	Хим	Био	Матем					
1. Прогнозирование развития ТС	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
2. Поиск задачи	1		2	1	3	3	3	3	4	3	4		
3. Выбор задачи	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
4. Решение задачи	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	-	
5. Оценка решения	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
6. Развитие творческого воображения	2	-	-	-	-	-	-	-	3	2	.	-	
7. Развитие творческой личности	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
8. Развитие творческих коллективов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	

2. Методы развития творческого воображения

2.1. Аналогия

При решении задач идею решения можно получить путем применения известного аналогичного решения, "подсказанного" технической или художественной литературой, увиденного в кино или "подсмотренного" в природе.

Выявлением и использованием "механизмов природы" занимается наука бионика. Она исследует объекты живого и растительного мира и выявляет принципы их действия и конструктивные особенности, с целью применения этих знаний в науке и технике.

Пример 1. По аналогии с кальмаром американские инженеры сконструировали судно, принцип движения которого схож с движением кальмара. Кальмар, как известно, передвигается резкими толчками, выбрасывая назад воду. Новое судно приводится в движение также реактивной отдачей. Пар выталкивает воду из трубы, направленной к корме судна. От этого толчка судно получает импульс. Оставшийся в трубе пар конденсируется, давление в котле падает, и всасывается очередная порция воды. Теперь котел снова готов к рабочему циклу. Разумеется, это лишь грубая схема, сама конструкция несколько сложнее.

Шлюпка с опытным образцом двигателя уступала в скорости пешеходу. Но не следует забывать о достоинствах - у такого двигателя нет движущихся частей.

Пример 2. Перистальтический насос - аналог кишечника живого организма. Этот насос предназначен для перекачивания пульпы - вязкого вещества и абразивных пульпообразных сред. Насос содержит шланг (гибкий ци-

линдр), расположенный в подковообразном корпусе, и три ролика, закрепленные на роторе. При вращении ротора ролики поочередно подводятся к шлангу, постепенно пережимая его и прокатываясь по корпусу. При сплющивании шланга ролик передвигает впереди себя перекачиваемую среду. Гибкий шланг позади ролика восстанавливает свою первоначальную форму и всасывает новую порцию жидкости за счет создаваемого разрежения. Затем подходит следующий ролик и вновь пережимает шланг, перекачиваясь по корпусу. При вращении роторов все процессы в насосе повторяются.

Пример 3. По аналогии с принципом вытряхивания пляжного коврика (резкое волнообразное движение) разработан фильтр. Удаление осадка в нем производится путем нанесения удара "в противофазе". Импульсы гасят друг друга и не передаются на фундамент.

Аналогия - обильный источник новых идей, но ее нельзя использовать слепо.

Пример 4. В середине 70-х годов для проверки фарфоровой посуды разработали робот, который действовал аналогично человеку - стучал по тарелочке и по звуку определял ее годность. Первоначально робот "не умел" мягко брать тарелочку и тарелки или ломались в его "руке" или выпадали из нее. Когда робота научили делать это, то появилась новая проблема. Тарелки ломались при ударе о них палочкой. Эта задача так и не была решена полностью - часть тарелок все-таки билась.

Основная и довольно часто встречающаяся ошибка - слепое использование аналогии. Сделаем так, как это делает человек. Скопируем эти действия и заменим человека роботом. Как правило, такая тактика обречена на провал.

Гораздо проще использовать другие физические принципы для совершения того же действия, например, "слушать" тарелку с помощью ультразвука.

Аналогичные ошибки совершают разработчики техники, пытающиеся точно воспроизвести новое изделие, выпускаемое в другой стране или фирме. При этом на изучение и воспроизводство такого изделия тратятся годы. Нужно выяснить все тонкости, разработать все элементы, создать технологию и наладить их производство. Через несколько лет выпускается "старое" изделие, а в это время фирма, выпустившая изделие-прототип, выбрасывает на рынок новое изделие. При этом фирма, копировавшая изделие, отстает еще больше.

Как же следует использовать аналогию.

1. Выяснить основные принципы и конструктивные особенности исследуемого объекта.

2. Выявить ведущую область техники по функции, которую выполняет этот объект.

3. Воспроизвести основной принцип и конструктивные особенности, используя опыт ведущих областей, на имеющихся элементах, материалах и технологиях. При этом что-то нужно будет придумать новое, учитывая недостатки прототипа.

Таким образом, появится новое конкурентоспособное изделие.

Имеются и другие возможности. Фирма собирающаяся выпускать аналогичный товар:

1. Договаривается с фирмой, выпускающей это изделие, или с ее конкурентом о поставке ей тех же комплектующих частей данного изделия и изменяет, например, внешний вид изделия или находит изделию новое применение, или новый рынок и т.п.

2. Фирма приобретает комплектующие уже сошедшего с рынка изделия, придает ему, например, современный вид и выпускает на рынок изделие по значительно меньшей цене. Так, например, действует фирма "Daewoo".

Еще раз вернемся к понятию ведущей области техники.

Обычно считают электронную промышленность значительно более передовой, чем например, горноперерабатывающую или мукомольную. Всегда ли это так?

Пример 5. При изготовлении керамических подложек интегральных микросхем, больших интегральных схем, процессоров, керамических диэлектриков для конденсаторов и др. требуется измельчать исходное сырье. Ведущей областью здесь может быть технология изготовления керамической посуды, горноперерабатывающая и мукомольная промышленности.

Приведем еще примеры.

Пример 6. Во время Второй Мировой войны японцы уничтожили американский флот. Америка должна была поставлять СССР по северному морскому пути продукты и военную технику. Создавать новые суда - минимум 2-3 года. Судостроители обратились к опыту автомобильной промышленности, которые создали конвейер для выпуска судов типа "Либерти".

2.2. Инверсия

Прием инверсия или обратная аналогия означает - выполнить что-нибудь наоборот. Для него характерны выражения: перевернуть вверх "ногами", вывернуть наизнанку, поменять местами и т.д.

Этот прием может означать, что если объект рассматривается снаружи, то, возможно, мы достигаем желательного результата, если будем его исследовать изнутри. Если какой-то объект расположен вертикально, то применение инверсии означает, что его ставят горизонтально - и наоборот. Инверсия предполагает возможную замену подвижной части неподвижной, отказ от симметрии в пользу асимметрии, переход от растяжения к сжатию. Инверсные понятия - приемник и передатчик, модулятор и демодулятор, электрогенератор и электродвигатель.

Пример 7. Спортсмены тренируются, бегая по беговой дорожке на стадионе. Сейчас имеются движущиеся беговые дорожки и тренажеры, в которых можно задавать скорость движения ленты, ее наклон и другие параметры.

Пример 8. Устройство для тренировки пловца. Пловец на месте, а движется вода (см. рис.)



Аналогично рассмотренным примерам сконструирован эскалатор (человек стоит, а лестница движется) и многое другое.

Рассмотрим различные виды инверсии:

2.2.1. Функциональная инверсия

Сделать функцию или действие обратным. Нагревание - охлаждение, притягивание - отталкивание, строить - ломать и т.д.

Пример 9. Обычно траву сначала косят, а потом сушат, выбирая для этого самые жаркие и сухие дни. А что если делать на оборот - сначала сушить, причем как можно быстрее, а потом косить? Голландские специалисты сконструировали машину, которая довольно быстро подсушивает траву, обрабатывая ее паром при температуре 300°C. Ширина захвата машины 6 метров, производительность 40 т/час. Паром можно обработать не только будущее сено, но и картофельную ботву перед уборкой или какую-либо другую культуру, если нужно замедлить ее рост .2

Пример 10. В печи-гриле вращается приготавливаемая пища, например, курица. Разработан гриль, где приготавливаемая пища неподвижна, а вокруг нее вращаются горячие потоки воздуха.

2.2.2. Структурная инверсия

В понятие структуры входит состав системы и ее внутреннее устройство. Много - мало элементов, однородные - разнородные элементы, сплошная - дискретная структура, монолитная - дисперсная - пустая, статичная - динамичная структура, линейная - нелинейная, иерархическая - одноуровневая и т.п.

Пример 11. Электронная и радио аппаратура ранее имела платы со многими элементами (транзисторы, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, соединительные провода и т.п.), которые в дальнейшем были заменены на микросхемы, а затем и на процессоры. Процессор заменил многие элементы.

Пример 12. Суда, как правило, имеют постоянную (статическую) структуру: сухогруз, танкер и т.д. Разработана модульная (динамичная) конструкция судна, которая имеет носовую и кормовую части (оконечности), а в середину (среднюю часть корпуса) может помещаться любой модуль (см. рис. 3). Таким образом, собираются транспортные суда различного назначения. Модульные суда строили в США на Великих озерах.

Аналогичное решение, еще раньше, было предложено для грузовиков. Еще более ранние аналоги - буксир и различные баржи; паровоз и различные вагоны.

2.2.3. Параметрическая инверсия

Противоположные параметры. Проводник - диэлектрик, длинный - короткий, темный - светлый, твердый - мягкий

Пример 14. Предложили трудно деформируемые и легко окисляющиеся металлы и сплавы ковать в вакууме, и при этом обрабатывающий инструмент и заготовку не нагревать, а охлаждать от 0°С до порога хладноломкости.

Пример 15. Изменение размера детали при токарной обработке обычно выполняют путем контроля за размером изделия. Если контролировать расстояние между щупом и резцом, то можно гарантировать абсолютно точное изготовление деталей. Этот принцип лег в основу новых прецизионных токарных станков, созданных в Швейцарии. При обработке на них изделий с припуском 20-30 микрон не требуется последующее шлифование.

2.2.4. Инверсные связи

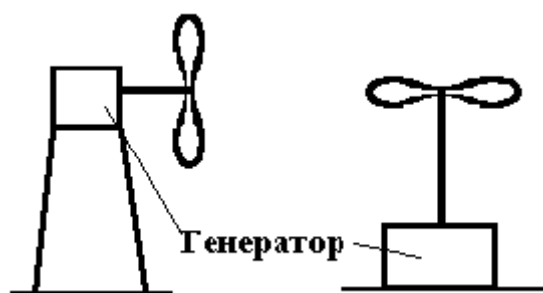
Есть связь - нет связи. Положительная - отрицательная связь.

Пример 16. Соединять - разъединять (отключать). На этом принципе построены многие средства связи, например, телефонная связь.

Пример 17. Отрицательная обратная связь используется в системах автоматического управления, а положительная обратная связь в усилителях.

2.2.5. Инверсия пространства.

Изменение положения в пространстве на 90° и 180°.



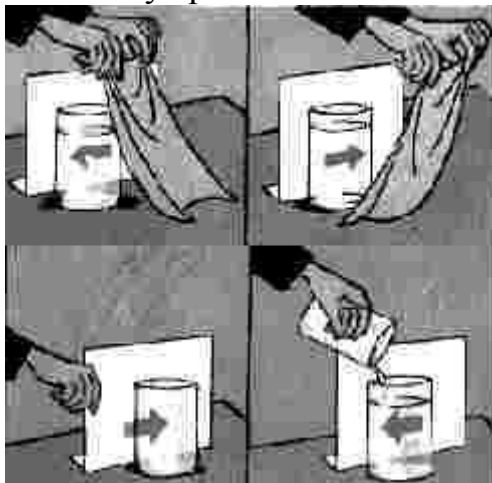
Пример 18. Ось ветроэлектродвигателей обычно расположена по горизонтали, а электрогенератор находится на башне рядом с ветровым колесом. Американские конструкторы разработали ветряк, колесо которого вращается вокруг вертикальной оси. Его генератор находится на земле - для передачи вращения при этом уже не нужны редукторы, опорная башня может быть проще и меньше. А главное, его работа не зависит от направления ветра и, значит, не нужны устройства, разворачивающие ветровое колесо, словно флюгер, против воздушного потока. В результате конструкция обходится в несколько раз дешевле традиционных. Изгиб лопастей напоминает кривую, которую образует гибкий трос при вращении вокруг вертикали. Такая форма позволяет избавиться от напряжений изгиба лопасти, работающей только на растяжение. Оптимальная скорость ветра для испытываемой модели - около 30 км/час, хотя ток она начинает давать уже при скорости, втрое меньшей. Двигатель предлагается использовать в опреснительных установках - для подачи в их теплообменник глубоководных холодных морских вод, конденсирующих водяные пары из воздуха.

Пример 19. Опишем один фокус. Фокусник показывает зрителям листок картона, на котором нарисована стрелка, показывающая направо (см. рис.5). Он ставит картинку за стеклянным стаканом.

Зрители смотрят на картинку через стакан и видят стрелку, показанную налево.

Секрет фокуса. Когда в стакан наливается вода, получается линза, которая переворачивает изображение. Чтобы этот трюк получился, экспериментальным путем подберите расстояние между стаканом и картонкой.

Фокус рассказал Эмиль Кио .



2.2.6. Инверсия времени

Быстро - медленно, непрерывно во времени - квантовано, прошлое - настоящее - будущее.

Пример 20. При резке труб нож сминает края. Предложено резку труб осуществлять на большой скорости.

Пример 21. Аналоговая техника все больше заменяется дискретной (цифровой). Первоначально это касалось компьютеров и измерительной техники, а в настоящее время большое распространение получили бытовые цифровые приборы.

2.3. Эмпатия

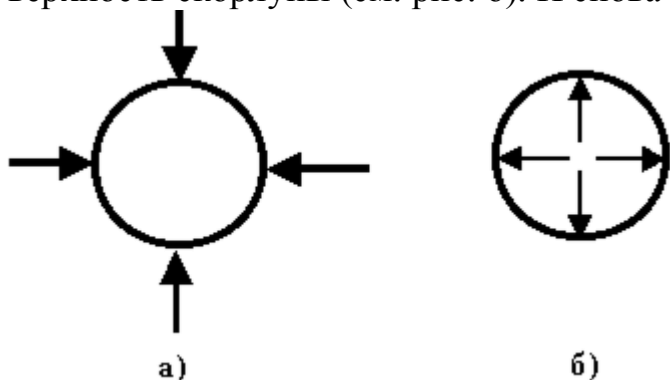
Эмпатия - это отождествление себя с личностью другого. Иногда об этом действии говорят "войти в шкуру другого", то есть поставить себя на место другого. Таким приемом часто пользуются артисты, писатели, художники и т.п.

Подобным же образом можно использовать этот прием при разработке объекта. Проектировщик отождествляет себя с разрабатываемым объектом, процессом, деталью. Применение приема заключается в том, чтобы человек, посмотрел с позиции детали (с "ее точки зрения"), что можно сделать для устранения недостатков или для выполнения новых функций.

Пример 21. Проиллюстрируем прием на примере добывания ядра из грецкого ореха. Представим себя ядром грецкого ореха, находящегося внутри скорлупы. Там темно и хочется выбраться наружу, не правда ли?

Вспомним, как традиционно колют грецкий орех. Обычно орех колют щипцами или молотком, создавая усилия снаружи, направленные к ядру. Понравится ли Вам (ядру) такой способ? В лучшем случае Вас травмируют. Мы действовали на орех снаружи (см. рис. а). Значит, усилия необходимо созда-

вать не снаружи, а изнутри (мы применили инверсию). У Вас самого для этого сил нет. Вы же ядро. Очевидно, нужно привлекать внешние силы (опять использовали инверсию). Причем, как должны быть направлены эти силы? Безусловно, усилия должны быть направлены от ядра на внутреннюю поверхность скорлупы (см. рис. б). И снова мы использовали прием инверсии.



Чисто технически эту проблему можно решить разными способами. Просверлить отверстие и подать туда воздух под давлением.



Можно, наоборот, поместить орех в вакуум. Возможно, скорлупу ореха обмазать клеем с большим количеством ферромагнитных частичек и поместить орех в сильное магнитное поле скорлупа разрывается.



Наилучшее, на наш взгляд, следующее решение. Орех помещают в герметичный сосуд и создают избыточное давление воздуха. Воздух постепенно проникнет под скорлупу. Через некоторое время в сосуде резко сбрасывается давление. Внутри ореха давление больше чем снаружи - скорлупа раскалывается - сбрасывается (см. рис.)

Пример 22. По аналогии с этим решением добываются семечки из шишек, производится очистка семечек, стручков сладкого перца, очищаются фильтры или пористые объекты.

Вернемся еще раз к понятию ведущей области техники, рассмотренному в приеме "аналогия".

Мы только что применили решение для разных областей промышленности: пищевой и кондитерской, лесной (добыча семян из шишек) и любой технической.

Пример 23. При выпуске пористого титана одна из последних операций - откачка жидкости из пор. Это осуществляют с помощью вакуума. Процесс идет очень медленно - вакуум создавать достаточно долго.

Конечно, Вы уже догадались, что и здесь решение аналогично рассмотренным ранее. Избыточное давление создается значительно быстрее.

В данном случае для цветной металлургии ведущей областью оказалась пищевая.

Рассмотрим еще один пример на эмпатию.

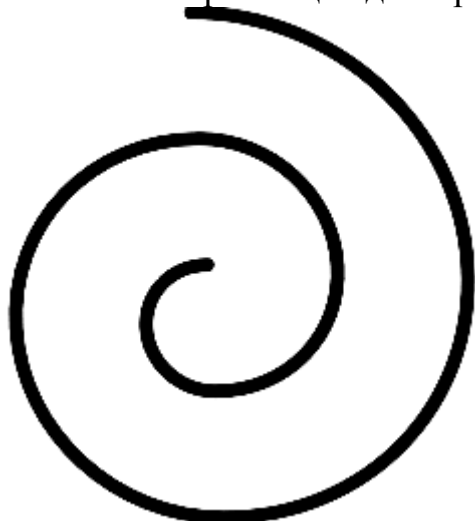


Рис. Спираль Архимеда

Пример 24. Этот прием использовал конструктор авиадвигателей Бережков - герой книги Александра Бека "Жизнь Бережкова". "Я придумал особую насечку жернова, насечку по принципу архимедовой спирали (рис.). Терпеливо выбирая на камне рисунок замысловатой спирали, я вообразил себя зерном (выделили Э.З., В.П.), попадал в ручеек спирали, с наслаждением чувствовал, как меня прихватывают, раздавливают, перетирают жернова, и, довольный, вываливался струйкой замечательной муки". Прообразом Бережкова был известный советский конструктор авиадвигателей А.А.Микулин.

2.4. Фантазия

Прием фантазия связан с желанием получить то, чего желаешь. Использование фантазии для стимулирования новых идей заключается в размышлении над некоторыми фантастическими решениями, в которых при необходимости используются нереальные вещи или сверхъестественные процессы. Часто бывает полезно рассматривать идеальные решения, даже если это сопряжено с некоторой долей фантазии. Разумеется, есть надежда, что размышления о желательном может натолкнуть нас на новую идею или точку зрения, которая, в конечном счете, приведет к новому, осуществимому решению.

Пример 25. Для забрасывания радиоактивных отходов за пределы Солнечной системы предлагается построить электромагнитную катапульта .

Пример 26. В США предложена идея добычи полезных ископаемых в космосе, заключающаяся в доставке металлов с астероидов на землю. Для этого надо подыскать астероид массой около 1 млрд. тонн и необходимого

состава, отбуксировать его на околоземную орбиту, перепланировать с помощью солнечной энергии в слитки от 1 до 10 тонн каждый и направить их по баллистической траектории на Землю в специальное место, а дальше - дело уже земной техники .

Пример 27. Человек возвращается домой поздно вечером и в темноте начинает шарить руками по стене в поисках выключателя. В собственной квартире иной раз находишь его не сразу. А в незнакомом месте? Оказывается, проблема решается просто, если воспользоваться новинкой, предложенной швейцарскими инженерами. В темной комнате достаточно хлопнуть два раза в ладоши, чтобы сразу же зажегся свет. Правда, вспыхивает не люстра, а сигнальная лампочка, обозначающая расположение выключателя. Это устройство, питающееся от автономной батарейки с напряжением 1,5 вольта. Хотя оно сегодня получает применение в квартирах, но создано было как аварийное средство - для включения света в операционных, научных лабораториях и цехах при неожиданных повреждениях электрической сети .

Пример 28. Конструкторы западногерманской фирмы "Грое", специализирующейся на выпуске бытовой и медицинской сантехники, создали оригинальное устройство, позволяющее пускать воду в ваннах, не прикасаясь к кранам. Собственно, и кранов в привычном представлении здесь нет. Их заменяет ультрафиолетовый датчик. Достаточно поднести ладони к его "глазку", и вода начинает течь (рис.). Подобное устройство нашло широкое применение в быту и, в операционных комнатах клиник и больниц и общественных туалетах.



Пример 29. В Японии построили корабль, который управляется не руками, а голосом. Бортовой компьютер с блоком акустической автоматики воспринимает целую дюжину команд типа, "полный вперед" или "дать реверс". Машина повторяет слова на табло, подтверждая, что приказ понят правильно. В ту же секунду приборам и механизмам дается управляющий сигнал. Так можно сбавить обороты, сделать разворот, включить радарную систему, увеличить вентиляцию помещений. Кроме того, в компьютере есть блок памяти, который разрешает ей "откликаться" только на голос капитана или штурмана, и только на английском языке .

Пример 30. Со времени появления первого автомобиля руль считался необходимой его деталью. А действительно ли он до такой уж степени незаменим? - задумались специалисты французской фирмы "Рено". Задумались и решили заменить его исполнительным механизмом, приводимым в действие

устными приказами. Экспериментальная машина, выпущенная этой фирмой, повинует таким командам, как "запустить двигатель", "задний ход", "левый поворот", "включить стеклоочиститель", "поднять стекло правой дверцы", "включить фары". Установленный на этом автомобиле микропроцессор обеспечивает выполнение 22 команд, выражаемых 100 словами. Конструкторы пошли даже дальше. Электронная система выполняет функцию сторожа - она "отзывается" лишь на голос хозяина. Дело в том, что при программировании на пленку записываются команды владельца. И, получая "указания", электронное устройство, прежде чем подчиниться, сравнивает голос водителя с тем, что записан на пленке. Однако это вовсе не исключает коллективного пользования автомобилем, поскольку устройство позволяет запрограммировать команды восьми разных людей. Устройство не "откликнется", если хозяин будет пьян. Вся эта электронная система в основном представляет чисто демонстрационный интерес, хотя и может оказаться полезной для больных и инвалидов. Видимо, это обстоятельство побудило одну из японских фирм сконструировать робота для ухода за лежачими больными, который тоже послушно повинует голосу. В отличие от голосовой системы управления автомобилем синтезатор речи может отвоевать себе место в ряду электронных устройств дорогих машин. Американская фирма "Аристотель" разработала синтезатор, предупреждающий водителя через радиоприемник о десяти неполадках. Он может сообщить о давлении масла в двигателе, пониженном напряжении аккумулятора, напомнить о необходимости пристегнуть ремни безопасности или даже окликнуть рассеянного, забывшего вынуть ключ зажигания.

Пример 31. Известно и управляемой от голоса автоматизированные телефонные станции.

Пример 32. Кто из нас не любит мультфильмы? Однако создание их - весьма сложный и трудоемкий процесс, требующий немало месяцев работы квалифицированных художников. Чтобы облегчить их труд, сотрудники Технического института Вены (Австрия) сконструировали компьютер, который "сам" рисует картинки и окрашивает их в различные цвета. И, если раньше даже опытному художнику требовался целый день для создания сцены, занимающей на экране совсем немного, то компьютер сделает её за несколько секунд.

Пример 33. Рукотворное облако. Создавать искусственную облачность над крупными городами предложил Эндрю Детуилер из университета штата Нью-Йорк. В холодное время года, считает он, так можно уменьшить излучение тепла земной поверхностью в космос, а значит, можно сократить расход энергии. Двух не больших реактивных самолетов, распыляющих кристаллы йодистого серебра, вполне достаточно, чтобы создать скопление перистых облаков над несколькими крупными городами. Образование искусственной облачности над г.Олбани, где живет автор проекта, позволит увеличить температуру воздуха на пять градусов.

Пример 34. Способ изготовления индивидуальных стелек из полимерных материалов путем разогрева заготовки до пластического состояния и по-

следующего формирования ее стопой пациента, отличающийся тем, что, с целью достижения соответствия системы стопа-стелька-обувь, предварительно помещают за готовку внутрь обуви, а разогрев производят внутри обуви, причем формирование стельки стопой осуществляют в процессе ходьбы в данной обуви.

2.5. Метод проб и ошибок.

Метод проб и ошибок (в просторечии также: метод тыка) — форма научения, в 1898 г. описанная Э. Торндайком как основанная на закреплении случайно совершенных двигательных и мыслительных актов, за счет которых была решена значимая для животного задача. В следующих пробах время, которое затрачивается животным на решение аналогичных задач в аналогичных условиях, постепенно, хотя и не линейно, уменьшается, до тех пор, пока не приобретает форму мгновенного решения. Последующий анализ метода проб и ошибок показал, что он не является полностью хаотическим и нецелесообразным, но интегрирует в себе прошлый опыт и новые условия для решения задачи.

Метод проб и ошибок является врождённым методом мышления человека. Также этот метод называют методом перебора вариантов.

Достоинства метода:

1. Этому методу не надо учиться.
2. Методическая простота решения.
3. Удовлетворительно решаются простые задачи (не более 10 проб и ошибок).

Недостатки метода:

1. Плохо решаются задачи средней сложности (более 20—30 проб и ошибок) и практически не решаются сложные задачи (более 1000 проб и ошибок).
2. Нет приёмов решения.
3. Нет алгоритма мышления, мы не управляем процессом думанья. Идет почти хаотичный перебор вариантов.
4. Неизвестно, когда будет решение и будет ли вообще.
5. Отсутствуют критерии оценки силы решения, поэтому не ясно, когда прекращать думать. А вдруг в следующее мгновение придет гениальное решение?
6. Требуются большие большие затраты времени и волевых усилий при решении трудных задач.

Считается, что для метода проб и ошибок выполняется правило — «первое пришедшее в голову решение — слабое». Объясняют этот феномен тем, что человек старается поскорее освободиться от неприятной неопределенности и делает то, что пришло в голову первым.

МПиО — аббревиатура, обозначающая метод проб и ошибок. Часто встречается в текстах, так или иначе связанных с Теорией решения изобретательских задач. В ТРИЗ метод проб и ошибок рассматривается как эталон неэффективности. Для оценки какого-либо другого эвристического метода его сравнивают с МПиО. Так как МПиО — это метод перебора вариантов, то

можно количественно определить число вариантов при использовании МПиО и сравнить с ним какой-либо другой эвристический метод. Такое математическое исследование предполагает, что количество необходимых вариантов обратно пропорционально эффективности метода и прямо пропорционально времени нахождения решения при его использовании. Однако точные количественные и статистические исследования проводятся редко. В ТРИЗ ограничиваются приблизительной количественной оценкой эффективности по уровням изобретательских задач (Ю. П. Саламатов).

Как точные, так и приблизительные количественные сравнения с МПиО возможны при допущении полной случайности перебора вариантов при использовании МПиО. В рамках ТРИЗ такая точка зрения служит обоснованием неэффективности МПиО. Однако с другой стороны выбор вариантов не может быть полностью произвольным. Он ограничен предыдущим опытом, инерцией мышления, стереотипами и гештальтами.

2.6. Метод мозгового штурма

Метод мозгового штурма (мозговой штурм, мозговая атака, англ. brainstorming) — оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать возможно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастических. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике. Является методом экспертного оценивания.

Этапы и правила мозгового штурма

Правильно организованный мозговой штурм включает три обязательных этапа. Этапы отличаются организацией и правилами их проведения:

1. **Постановка проблемы.** Предварительный этап. В начале второго этапа проблема должна быть четко сформулирована. Происходит отбор участников штурма, определение ведущего и распределение прочих ролей участников в зависимости от поставленной проблемы и выбранного способа проведения штурма.

2. **Генерация идей.** Основной этап, от которого во многом зависит успех (см. ниже) всего мозгового штурма. Поэтому очень важно соблюдать правила для этого этапа:

- Главное — количество идей. Не делайте никаких ограничений.
- Полный запрет на критику и любую (в том числе положительную) оценку высказываемых идей, так как оценка отвлекает от основной задачи и сбивает творческий настрой.
- Необычные и даже абсурдные идеи приветствуются.
- Комбинируйте и улучшайте любые идеи.

3. **Группировка, отбор и оценка идей.** Этот этап часто забывают, но именно он позволяет выделить наиболее ценные идеи и дать окончательный результат мозгового штурма. На этом этапе, в отличие от второго, оценка не ограничивается, а наоборот, приветствуется. Методы анализа и оценки идей могут быть очень разными. Успешность этого этапа напрямую зависит

от того, насколько "одинаково" участники понимают критерии отбора и оценки идей.

Мозговые атаки

Для проведения мозговой атаки обычно создают две группы:

- участники, предлагающие новые варианты решения задачи;
- члены комиссии, обрабатывающие предложенные решения.

Различают индивидуальные и коллективные мозговые атаки. В мозговом штурме участвует коллектив из нескольких специалистов и ведущий. Перед самым сеансом мозгового штурма ведущий производит четкую постановку задачи, подлежащей решению. В ходе мозгового штурма участники высказывают свои идеи, направленные на решение поставленной задачи, причём как логичные, так и абсурдные. Если в мозговом штурме принимают участие люди различных чинов или рангов, то рекомендуется заслушивать идеи в порядке возрастания ранжира, что позволяет исключить психологический фактор «соглашения с начальством».

В процессе мозгового штурма, как правило, вначале решения не отличаются высокой оригинальностью, но по прошествии некоторого времени типовые, шаблонные решения исчерпываются, и у участников начинают возникать необычные идеи. Ведущий записывает или как-то иначе регистрирует все идеи, возникшие в ходе мозгового штурма.

Затем, когда все идеи высказаны, производится их анализ, развитие и отбор. В итоге находится максимально эффективное и часто нетривиальное решение задачи.

3. Типовые приемы разрешения технических противоречий.

ПРИЕМ 1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ

- а) Разделить объект на независимые части.
- б) Выполнить объект разборным.
- в) Увеличить степень дробления объекта.

ПРИМЕРЫ

Патент США № 2859791. Пневматическая шина, состоящая из двенадцати независимых секций.

Разделение шины осуществляется, чтобы повысить надежность. Но это далеко не единственный повод для использования столь сильного приема. Дробление - одна из ведущих тенденций в развитии современной техники.

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

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

ПРИЕМ 2 ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ

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

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

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

Мы привыкаем рассматривать многие объекты как набор традиционных и неотъемлемых друг от друга частей. В набор вертолета, например, входят и баки с горючим. Действительно, обычный вертолет вынужден возить горючее.

Однако в тех случаях, когда вертолет курсирует по определенному маршруту, горючее можно оставить на земле. На электровертолете бензиновый двигатель заменен электромотором, а баков вообще нет.

Алгоритм изобретения 1973



Столкновение самолетов с птицами вызывают иногда тяжелые катастрофы. В США запатентованы самые различные способы отпугивания птиц от аэродромов (механические чучела, распыление нафталина и т.д.). Наилучшим оказалось громкое воспроизведение крика перепуганных птиц, записанное на магнитофонную ленту.

Отделить птичий крик от птиц - решение конечно, необычное, но характерное для принципа вынесения.

ПРИЕМ 3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА

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

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

в) Каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы.

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

Авторское свидетельство № 280328. Способ сушки зерна риса, **отличающийся** тем, что, с целью уменьшения образования трещиноватых зерен, рис перед сушкой разделяют по крупности на фракции, которые сушат раздельно с дифференцированными режимами.

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

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

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

Однако отработанный пар по-прежнему конденсировался в самом цилиндре, что вызывало огромные тепловые потери. Нужно было сделать следующий шаг - отделить от цилиндра конденсатор. Эту идею выдвинул и осуществил Джеймс Уатт. Вот что он рассказывает:

"После того как я всячески обдумывал вопрос, я пришел к твердому заключению: для того, чтобы иметь совершенную паровую машину, необходимо, чтобы цилиндр всегда был так же горяч, как и входящий в него пар. Однако конденсация пара для образования вакуума должна происходить при температуре не выше 30 градусов..."

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

ПРИЕМ 4. ПРИНЦИП АССИМЕТРИИ

Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной.

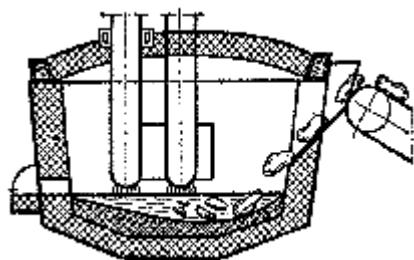
- а) Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной.
- б) Если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.)

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

Тиски со смещенными губами. В отличие от обычных, они позволяют зажимать в вертикальном положении длинные заготовки.

Фары автомобиля должны работать в разных условиях: правая должна светить ярко и далеко, а левая - так, чтобы не слепить водителей встречных машин. Требования разные, а устанавливались фары всегда одинаково. Лишь несколько лет назад возникла идея несимметричной установки фар: левая освещает дорогу на расстоянии до 25 метров, а правая - значительно дальше.

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



Алгоритм изобретения 1973

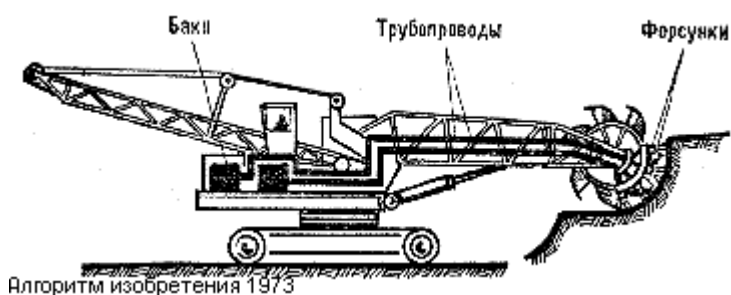
Принцип асимметрии: электроды в дуговой печи сдвинуты в сторону, у загрузочного окна образовалось свободное пространство, что позволяет загружать шихту непрерывно.

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

ПРИЕМ 5 ПРИНЦИП ОБЪЕДИНЕНИЯ

а) Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.

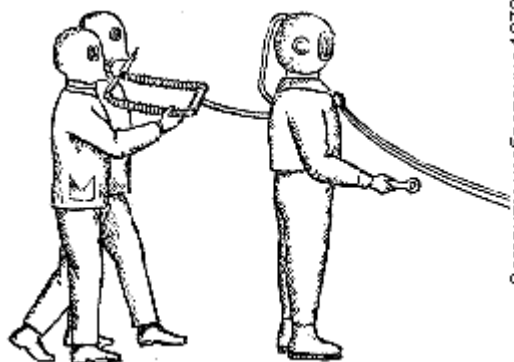
б) Объединить во времени однородные или смежные операции.



Алгоритм изобретения 1973

Авторское свидетельство № 235547. Рабочее оборудование роторного экскаватора, включающее ротор и стрелу, отличающееся тем, что, с целью уменьшения усилия резания, оно выполнено с устройством для разогрева мерзлого грунта, имеющим форсунки, смонтированные, например, на секторах по обеим торцам ротора (см. Принцип объединения: раньше приходилось останавливать роторный экскаватор, чтобы разогреть мерз-

лый грунт; теперь форсунки установлены непосредственно на роторе.



Алгоритм изобретения 1973

Авторское свидетельство № 134155. Спасательное водолазное устройство для вывода на поверхность людей, оказавшихся в воздушных мешках отсеков затонувших судов, с применением шлем-масок, отличающееся тем, что с целью повышения эффективности спасательных операций, производимых водолазом, оно выполнено в виде одной или двух шлем-масок, снабженных шлангами и арматурой для присоединения к штуцерному крану, вмонтированному в водолазный скафандр, от которого производится регулирование подачи воздуха в шлем-маски

ПРИЕМ 6 ПРИНЦИП УНИВЕРСАЛЬНОСТИ

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

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

Авторское свидетельство № 160100. Способ транспортировки материала, например табачных листьев, к сушильным установкам с помощью водяного потока в гидротранспортере, **отличающийся** тем, что, с целью одновременного осуществления промывки табачных листьев и фиксации их цвета, используют воду, нагретую до 80-85°C.

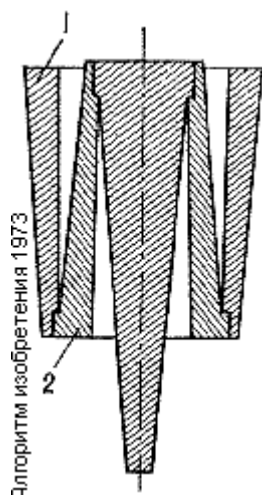
Авторское свидетельство № 264466. Элемент памяти на тонкой цилиндрической пленке, нанесенной на диэлектрическую подложку, **отличающийся** тем, что, с целью упрощения элемента, сама пленка служит шиной записи-считывания.

ПРИЕМ 7. ПРИНЦИП "МАТРЕШКИ"

а) Один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.;

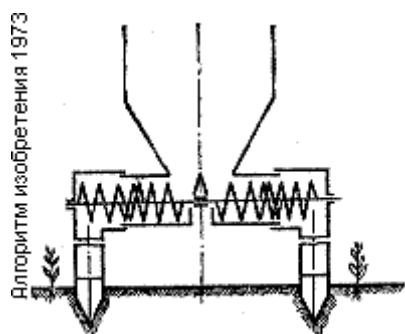
б) Один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

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



Принцип "матрешки": компактный ультразвуковой концентратор; 1 и 2 - полые конуса.

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



Еще одна "матрешка": ширину дозирующего шнека регулируют, ввинчивая одну секцию в другую.

Авторское свидетельство № 272705. Устройство для внесения удобрений в почву, включающее бункер и право- и левосторонние дозирующие шнеки, **отличающееся** тем, что, с целью регулирования рабочей ширины захвата, каждый дозирующий шнек выполнен из двух ввинченных одна в другую секции

ПРИЕМ 8 ПРИНЦИП АНТИВЕСА

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

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

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

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

Иногда приходится решать обратную задачу: компенсировать недостаток веса. При создании и эксплуатации шахтных электровозов возникает явное техническое противоречие: для увеличения тяги нужно утяжелять электровоз, а для уменьшения его мертвого веса следует делать электровоз возможно более легким. Группа сотрудников Ленинградского горного института разработала и успешно применила простое устройство, позволяющее снять это техническое противоречие и в полтора раза увеличить производительность рудничных электровозов: в ведущих колесах монтируется мощный электромагнит; создается магнитное поле, охватывающее колеса и рельсы; сила сцепления резко возрастает, а вес электровоза может быть снижен.

ПРИЕМ 9. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

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

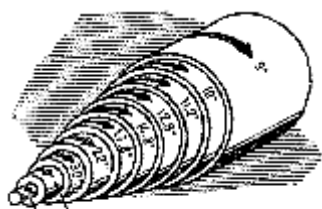
ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНТИДЕЙСТВИЯ

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

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

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

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



Составные валы
Алгоритм изобретения 1973

Принцип предварительного напряжения: трубы составного вала заранее скручены в направлении, противоположном рабочей деформации.

Как, например, сделать вал прочнее, не увеличивая его наружный диаметр?

Вал составлен из вставленных одна в другую труб, предварительно закрученных на определенные расчетные углы. Иными словами, вал предварительно получает деформацию, противоположную по знаку той деформации, какую он получает во время работы. Кру-

тящий момент должен сначала снять эту предварительную деформацию, только после этого начнется деформация вала в "нормальном" направлении. Составной вал весит вдвое меньше равного ему по прочности обычного монолитного.

ПРИЕМ 10 ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

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

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

ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ)

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

Авторское свидетельство № 162919. Способ снятия гипсовых повязок с помощью проволочной пилы, **отличающийся** тем, что, с целью предупреждения травм и облегчения снятия повязки, пилу помещают в предварительно смазанную подходящей смазкой трубку, выполненную, например, из полиэтилена, и заранее загипсовывают под повязку при ее наложении. Благодаря этому распиливать повязку можно от тела наружу - без опасения задеть тело.

Любопытный случай использования этого же принципа - окраска древесины до того, как дерево срубили: красители поступают под кору дерева и разносятся соками по всему стволу.

ПРИЕМ 11 ПРИНЦИП "ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ"

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

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

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

Патент США № 2879821: жесткий металлический диск, заранее расположенный внутри автомобильной шины и позволяющий продолжать движение на спущенной шине без повреждения покрышки.

Принцип "заранее подложенной подушки" можно использовать не только для повышения надежности. Вот характерный пример. В связи с тем, что в американских библиотеках часто пропадают книги, изобретатель Эмануэль Трикилис предложил прятать в переплеты кусочек намагниченного металла. При выдаче книги библиотекарь размагничивает этот металлический вкладыш, проталкивая книгу под специальной электрической спиралью. Если посетитель попытается уйти, взяв незарегистрированную книгу, то спрятанный в двери прибор среагирует на магнитный вкладыш в переплете.

Горноальпийская спасательная станция в Швейцарии применила аналогичный метод для быстрого обнаружения людей, попавших в снежную лавину. Теперь лыжник или житель местности, в которой часты лавины, носит небольшой магнит. При несчастном случае этот магнит помогает легко обнаружить пострадавшего с помощью искателя даже под трехметровым покровом снега.

ПРИЕМ 12 ПРИНЦИП ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ

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

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

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

ПРИЕМ 13 ПРИНЦИП "НАОБОРОТ"

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

б) Сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную - движущейся.

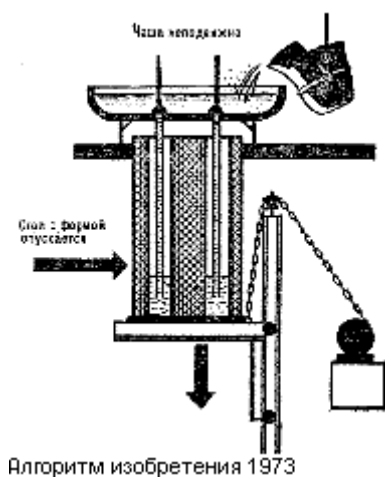
в) Перевернуть объект "вверх ногами".

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

Авторское свидетельство № 109942. Это изобретение решает важную проблему отливки крупногабаритных тонкостенных деталей. При отливке таких деталей желательно, чтобы металл поступал в форму сверху, и затверждение шло снизу вверх. Но лить металл в форму ("дождевой" способ) допустимо с высоты не более пятнадцати сантиметров, иначе металл сторит или пропитается газами. А как быть, если форма имеет высоту два-три метра?

Если подавать металл снизу, то первые порции его затвердеют, не успев подняться к верхней части формы.

Изобретатель решил эту задачу просто и изящно: металл идет по трубкам, опущенным ко дну литейной формы. По мере заполнения форма движется вниз, и, таким образом, каждая порция металла подается именно туда, где она должна застыть. Принцип "наоборот": в отличие от обычного способа заливки, движется форма, а поступающий в нее металл остается неподвижным.



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

Литье всегда осуществлялось так, что двигался металл, а форма была неподвижной. Здесь все наоборот: движется форма, а залитый в нее металл остается неподвижным. Это позволило "совместить несовместимое": плавность заполнения формы и затвердевание металла снизу вверх, как при литье "дождевым" способом.

ПРИЕМ 14 ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ

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

б) Использовать ролики, шарики, спирали.

в) Перейти к вращательному движению, использовать центробежную силу.

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

Авторское свидетельство № 262045. Исполнительный орган проходческого комбайна, включающий породоразрушающие электроды, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности разрушения крепких горных пород породоразрушающие электроды выполнены в виде свободно вращающихся клиновых роликов, установленных на изолирующей оси.

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

ПРИЕМ 15 ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ

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

б) Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.

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

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

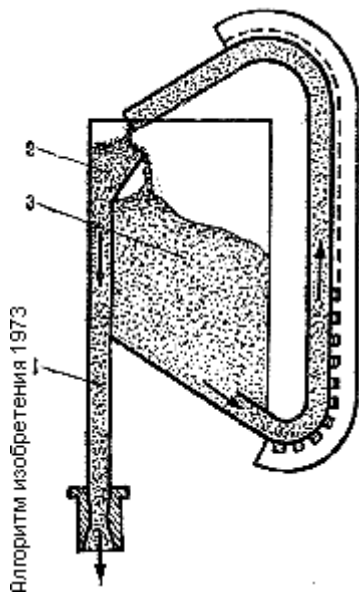
Авторское свидетельство № 161247. Транспортное судно, корпус которого имеет цилиндрическую форму, **отличающееся** тем, что, с целью уменьшения осадки судна при полной загрузке, его корпус выполнен из двух раскрывающихся, шарнирно сочлененных полуцилиндров.

Патент РФ 174748. Автомобиль с шарнирно соединенными секциями рамы, которые могут поворачиваться при помощи гидроцилиндров. Такой автомобиль обладает повышенной проходимостью.

Авторское свидетельство № 162580. Способ изготовления полых кабелей с каналами, образованными трубками, скрученными с токоведущими жилами, с предварительным заполнением трубок веществом, удаляемым из них после изготовления кабеля. Чтобы упростить технологию, в качестве заполняющего вещества применяют парафин, который после изготовления кабеля расплавляют и выливают из трубок.

ПРИЕМ 16 ПРИНЦИП ЧАСТИЧНОГО ИЛИ ИЗБЫТОЧНОГО РЕШЕНИЯ

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



Принцип избыточного действия: чтобы подавать порошок по трубке 1 равномерно, его насыпают в воронке 2 с избытком; лишний порошок высыпается в бункер 3, а воронка всегда заполнена до краев.

Авторское свидетельство № 181897. Способ борьбы с градом, основанный на кристаллизации с помощью реагента (например йодистого серебра) градового облака, **отличающийся** тем, что, с целью резкого сокращения расхода реагента и средств его доставки, осуществляют кристаллизацию не всего облака, а крупнокапельной (локально) его части.

Авторское свидетельство № 262333. Устройство для дозирования металлических порошков, содержащее бункер с дозатором, **отличающееся** тем, что, с целью обеспечения равномерной подачи порошка к дозатору, бункер снабжен внутренней приемной воронкой и каналом с электромагнитным насосом для подачи (с избытком) порошка к воронке (см. Рис. 17).

ПРИЕМ 17 ПРИНЦИП ПЕРЕХОДА В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

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

б) Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.

в) Наклонить объект или положить его "набок".

г) Использовать обратную сторону данной площади.

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

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

Известный советский изобретатель Д. Киселев, долгое время работавший над совершенствованием долота для бурения нефтяных скважин, рассказывает в своей книге "Поиски конструктора": "В долоте также каждый подшипник обладает определенной грузоподъемностью, и если увеличить их число, дать меньшую нагрузку каждому, можно улучшить условия их работы, предотвратить износ. Именно по этому пути шла все время моя мысль в

поисках различных схем размещения подшипников. Но мешали габариты долота, малое пространство, на котором я имел возможность располагать необходимое мне количество шариков и роликов. Теперь же я вдруг увидел решение, вот оно, рядом. На одном и том же участке поверхности можно разместить большее количество "элементов" подшипников в два яруса, как размещаются люди и вещи в купе пассажирских вагонов. Я даже рассмеялся: так просто было это решение, тщетно разыскиваемое много месяцев".

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

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

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

ПРИЕМ 18 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

а) Привести объект в колебательное движение.

б) Если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой).

в) Использовать резонансную частоту.

г) Применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы.

д) Использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

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

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

Патент США № 3239283. Трение покоя резко снижает чувствительность тонких приборов, мешает стрелкам, маятникам и другим подвижным частям легко поворачиваться в подшипниках. Чтобы избежать этого, подшипники заставляют вибрировать, и элементы прибора все время совершают осцилли-

рующее движение относительно друг друга. В качестве источника вибрации обычно используют электромотор. При этом кинематика прибора существенно усложняется, а вес увеличивается. Американские изобретатели Джон Броз и Вильям Лаубендорфер разработали конструкцию подшипника, в котором втулки выполняются из пьезоэлектрического материала и с обеих сторон покрываются тонкой электропроводной фольгой. К фольге припаиваются электроды, по которым подводится переменный ток, создающий вибрацию.

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

ПРИЕМ 19 ПРИНЦИП ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

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

б) Если действие уже осуществляется периодически - изменить периодичность.

в) Использовать паузы между импульсами для другого действия.

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

Авторское свидетельство № 302622. Способ контроля исправности термомпары путем подогрева ее и проверки наличия в цепи э.д.с., **отличающийся** тем, что, с целью уменьшения времени контроля, нагревают термомпару периодическими импульсами тока, а в промежутки времени между импульсами проверяют наличие термо э.д.с.

ПРИЕМ 20 ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

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

б) Устранить холостые и промежуточные ходы.

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

Авторское свидетельство № 268926. Способ транспортировки сахара-сырца на судах, **отличающийся** тем, что, с целью снижения стоимости

транспортировки путем утилизации свободных пробегов, используют танкеры, которые после разгрузки от нефтепродуктов или других жидких грузов, очистки и обработки моющими средствами загружают сахаром-сырцом.

ПРИЕМ 21 ПРИНЦИП ПРОСКОКА

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

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

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

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

ПРИЕМ 22 ПРИНЦИП "ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ"

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

б) Устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором.

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

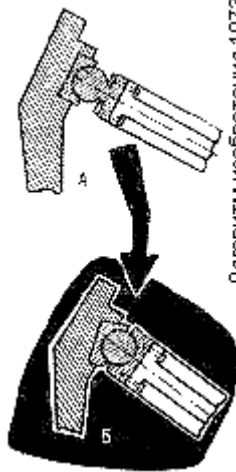
Член-корреспондент Академии наук СССР П. Вологдин в статье "Путь ученого" ("Ленинградский альманах", 1953, № 5) писал, что еще в двадцатых годах он задался целью применить токи высокой частоты для нагрева металла. Опыты показали, что металл нагревается лишь с поверхности. Ток высокой частоты никак не удавалось "загнать" в глубь заготовки, и опыты прекратили. Впоследствии Вологдин не раз сожалел, что не использовал этот "отрицательный эффект": промышленность могла бы получить метод высокочастотной закалки стальных деталей на много лет раньше, чем он был предложен в действительности.

По-иному сложилась судьба другого выдающегося изобретения - электроискровой обработки металла.

Б.Р. Лазаренко и И.Н. Лазаренко работали над проблемой борьбы с электроэрозией металлов. Электрический ток "разъедал" металл в месте соприкосновения контактов реле, и с этим ничего не удавалось сделать. Были испробованы твердые и сверхтвердые сплавы - и все безрезультатно. Исследо-

ватели пытались помещать контакты в различные жидкости, но разрушение шло еще интенсивнее.

Однажды изобретатели поняли, что этот "отрицательный эффект" можно где-то применить с пользой, и вся работа теперь пошла в другом направлении. 3 апреля 1943 года изобретатели получили авторское свидетельство на электроискровой способ обработки металла.



Авторское свидетельство № 142511. На Рис. 18 А, показано подвижное соединение двух частей щековой дробилки. Подвижность достигается благодаря сферической форме чугунного наконечника. Шейка этого наконечника - самое слабое место конструкции, здесь обычно и происходит излом. Можно, конечно, принять меры для предотвращения излома. Ну а если мы заранее умышленно "сломаем" наконечник? Тогда он превратится в цилиндрическую втулку, которую уже невозможно сломать (Рис. 18 Б).



Авторское свидетельство № 152492. Для защиты подземных кабельных линий от повреждений, вызываемых образованием в грунте морозобойных трещин, заранее прорывают узкие прорезы ("трещины") в стороне от трассы кабеля. Искусственные "трещины" - прорезы предохраняют кабельную линию от морозобойных трещин.

Сам по себе этот принцип прост: надо допустить то, что кажется недопустимым, - пусть случится! Но тут мысль изобретателя часто наталкивается на психологический барьер...

ПРИЕМ 23. ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

- а) Ввести обратную связь.
- б) Если обратная часть есть - изменить ее.

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

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

Авторское свидетельство № 239245. Способ автоматического регулирования процесса ректификации путем воздействия на расход орошения в колонну в зависимости от температуры и давления на выходе продукта, **отличающийся** тем, что, с целью стабилизации содержания одного из компонентов в трехкомпонентной смеси, дополнительно вводят коррекцию по удельному весу выходного продукта.

ПРИЕМ 24 ПРИНЦИП "ПОСРЕДНИКА"

Использовать промежуточный объект-переносчик.

а) Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие.

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

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

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

ПРИЕМ 25 ПРИНЦИП САМООБСЛУЖИВАНИЯ

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

б) Использовать отходы (энергии, вещества).

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

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

Авторское свидетельство № 108625. Способ охлаждения полупроводниковых диодов, **отличающийся** тем, что, с целью улучшения условий теплообмена, применяется полупроводниковый термоэлемент, рабочим током которого является ток, проходящий через диод в прямом направлении.

ПРИЕМ 26 ПРИНЦИП КОПИРОВАНИЯ

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

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

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

Авторское свидетельство № 86560. Наглядное учебное пособие по геодезии, выполненное в виде написанного на плоскости художественного панно, **отличающееся** тем, что, с целью последующей геодезической съемки с панно изображения местности, оно выполнено по данным тахеометрической съемки и в характерных точках местности снабжено миниатюрными геодезическими рейками.

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

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

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

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

ПРИЕМ 27 ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

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

Правила асептики требуют, чтобы кипячение шприца с иглами для инъекции продолжалось не менее 45 минут. Между тем во многих случаях бывает необходимо ввести лекарство как можно быстрее. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте медицинских инструментов и оборудования создан шприц-тюбик для одноразового использования. Это тонкостенный сосуд из пластмассы, на горловине которого укреплена стерильная игла, защищенная колпачком. Корпус шприца-тюбика в заводских условиях заполняется лекарственным препаратом и запаивается. Такой шприц можно привести в готовность буквально за считанные доли секунды - для этого достаточно лишь снять колпачок, прикрывающий иглу. Во время инъекции лекарство из тюбика выдавливается, после чего использованный шприц-тюбик выбрасывают.

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

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

ПРИЕМ 28 ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

а) Заменить механическую систему оптической, акустической или "запаховой".

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

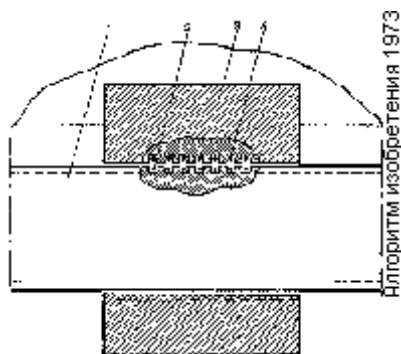
в) Перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных - к меняющимся по времени, от неструктурных - к имеющим определенную структуру.

г) Использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

В этой винтовой паре гайка движется без трения, за счет взаимодействия электромагнитных полей.

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

Авторское свидетельство № 154459. Незнашиваемая винтовая пара (Винтовая пара состоит из винта 1, в резьбу которого уложена обмотка 2, и гайки 3 с обмоткой 4. Винт и гайка расположены с зазором между ними. Гайка 3 жестко связана с подвижным узлом станка или прибора. При прохождении тока по обмоткам 2 и 4 вокруг них создаются электромагнитные поля. Замыкание этих полей происходит соответственно через гайку и винт, причем магнитный поток достигает макси-



мальной величины при совмещении витков винта и гайки.

При вращении винта магнитный поток между сместившимися один относительно другого витками обмоток винта и гайки искривляется и, как следствие, возникает усилие, стремящееся восстановить первоначальное взаимное расположение витков. Это усилие и будет вызывать поступательное перемещение гайки с подвижным узлом.

Наличие зазора между винтом и гайкой позволяет значительно продлить срок службы винтовой пары, сделать их практически неизнашиваемыми.

"На одном заводе делали сверхъювелирную по тонкости работу: шлифовали стенки отверстия диаметром в полмиллиметра.

Для такой операции изготовили миниатюрный шлифовальник диаметром в две десятых миллиметра, осыпанный алмазной пылью.

Инструмент этот вращала пневматическая турбина со скоростью 1000 оборотов в секунду! Кроме того, шлифовальник двигался по контуру отверстия, обходя его каждую минуту 150 раз. Рабочий был не в силах проникнуть взглядом в зону обработки, не мог уловить момент, когда крохотный инструмент касался детали. Рабочий то затягивал процесс обработки, то кончал его слишком рано, в обоих случаях детали шли в брак.

Собирались уже конструировать уникальный станок-автомат. Но изобретательская мысль нашла простой выход: деталь изолировали от станка, присоединили к ней один полюс электробатарейки, а другой полюс подвели к станку. В цепь включили усилитель и громкоговоритель. Теперь, как только инструмент касался детали, громкоговоритель "вскрикивал". Кричащий станок издавал звуки, по которым можно было судить и о том, когда началась шлифовка, и о том, как она проходит, - тональность звука менялась".

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

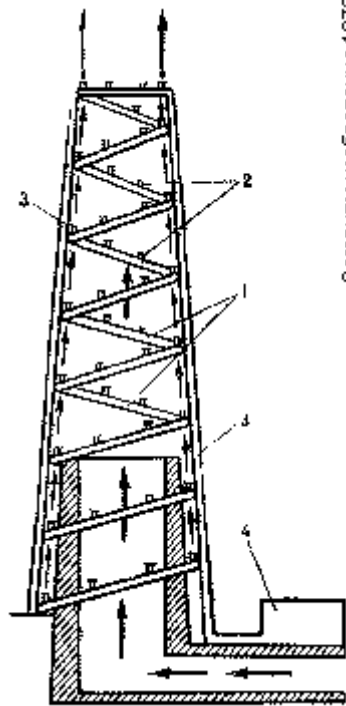
Авторское свидетельство № 144500. Способ интенсификации теплообмена в трубчатых элементах поверхностных теплообменников... **отличающийся** тем, что, с целью повышения коэффициента теплоотдачи, в поток теплоносителя вводят ферромагнитные частицы, перемещающиеся под действием вращающегося магнитного поля преимущественно у стенок теплообменника, для разрушения и турбулизации пограничного слоя.

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

спеканием смеси абразивных зерен и магнитных частиц - стружек, крупинок и т.п., а также внедрением их в поры абразивов.

ПРИЕМ 29 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМО- И ГИДРОКОНСТРУКЦИЙ

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



Алгоритм изобретения 1973

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

Авторское свидетельство № 243809. Цель изобретения - улучшение тяги и увеличение высоты расщивания отводимых газов. Это достигается тем, что корпус трубы (Рис. 21) образован конической спиралью 1, полые витки которой имеют сопла 2 и соединены с полыми опорами 3, свободные концы которых, в свою очередь, присоединены к компрессору 4.

При включении компрессора 4 воздух, поднимаясь под давлением по опорам 3, попадает на спиральные витки корпуса и, вырываясь из сопел 2, создает воздушную "стенку".

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

Изобретение это преодолевает такое же техническое противоречие, что и в предыдущем случае. Поэтому похожи и решения: пневмостенка вместо жесткой трубообразной ограды.

Авторское свидетельство № 264675. Опора для сферического резервуара, включающая основание, **отличающаяся** тем, что, с целью снижения напряжения в оболочке резервуара, основание опоры выполнено в виде заполненного жидкостью сосуда с вогнутой крышкой из эластичного материала, принимающей форму опираемой на нее оболочки резервуара.

А вот двойник этого изобретения - авторское свидетельство № 243177. Устройство для передачи усилий от опоры копра на фундамент, **отличающийся** тем, что, с целью обеспечения равномерности передачи давления на фундамент, оно выполнено в виде плоского замкнутого сосуда, заполненного жидкостью.

Интересно, сколько еще авторских свидетельств будет выдано на применение одного и того же типового приема: если А должно давить на Б равномерно, положи между А и Б жидкостную подушку.

ПРИЕМ 30 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ТОНКИХ ПЛЕНОК

а) Вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки.

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

Чтобы уменьшить потери влаги, испаряющейся через листья деревьев, американские исследователи опрыскивают их полиэтиленовым "дождем". На листьях создается тончайшая пластмассовая пленка. Растение, укрытое пластмассовым одеялом, развивается нормально благодаря тому, что полиэтилен значительно лучше пропускает кислород и углекислый газ, чем пары воды.

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

ПРИЕМ 31 ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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

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

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

Авторское свидетельство № 262092. Способ защиты внутренних поверхностей стенок емкости от отложений твердых и вязких частиц из находящегося в емкости продукта, **отличающийся** тем, что, с целью повышения эффективности защиты и снижения энергозатрат внутрь емкости, изготовленной из пористого материала, подают через ее стенки не образующую отложений жидкость под давлением, превосходящим давление внутри емкости.

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

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

ПРИЕМ 32 ПРИНЦИП ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ

- а) Изменить окраску объекта или внешней среды.
- б) Изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.
- в) Для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки.
- г) Если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.

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

Авторское свидетельство № 165645. В фиксирующий раствор вводят краситель, который обратимо абсорбируется фотографическим слоем и не закрашивает подложку-бумагу или целлулоид. Краситель при последующей промывке водой должен удаляться из слоя. Скорость вымывания красителя из фотографического слоя примерно равна скорости вымывания тиосульфата натрия или несколько меньше ее. Обесцвечивание фотографического изображения свидетельствует о полноте промывки слоя от остатков солей, при помощи которых производилось фиксирование фотографического материала.

ПРИЕМ 33 ПРИНЦИП ОДНОРОДНОСТИ

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

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

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

Авторское свидетельство № 180340. Способ очистки газов от пыли, содержащей расплавленные частицы, **отличающийся** тем, что, с целью повышения эффективности процесса, исходные газы барботируют в среде, образованной при слиянии этих же частиц в расплав.

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

ПРИЕМ 34 ПРИНЦИП ОТБРОСА И РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ

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

б) Расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

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

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

Нетрудно заметить, что этот принцип - дальнейшее развитие принципа динамизации: объект изменяется в процессе действия, но изменяется сильнее. Самолет с меняющейся в полете геометрией крыла - это принцип динамизации. Ракета, отбрасывающая отработанные ступени, - принцип отброса.

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

Авторское свидетельство № 235979. Способ изготовления резиновых шаров-разделителей, **отличающийся** тем, что, с целью придания шару необходимых размеров, ядро формируют из смеси измельченного мела с водой с последующей просушкой и разрушением твердого ядра после вулканизации жидкостью, вводимой с помощью иглы.

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

Антипод принципа отброса - принцип регенерации.

Авторское свидетельство № 182492. Способ компенсации износа непрофилированного электрода-инструмента при электроэрозионной обработке токопроводящих материалов, **отличающийся** тем, что, с целью увеличения

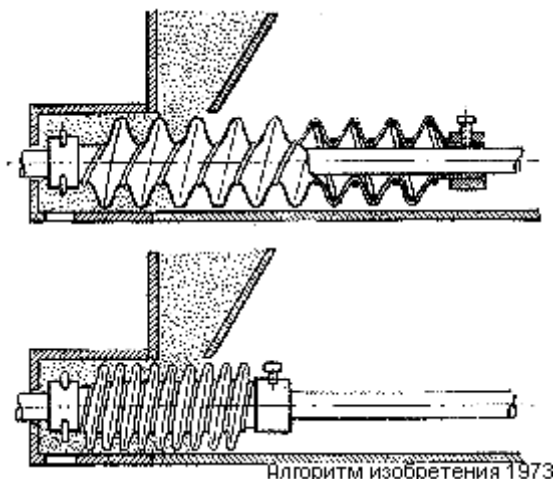
срока службы электрода-инструмента, на его рабочую поверхность в процессе обработки непрерывно напыляют слой металла.

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

ПРИЕМ 35 ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

- а) Изменить агрегатное состояние объекта.
- б) Изменить концентрацию или консистенцию.
- в) Изменить степень гибкости.
- г) Изменить температуру.

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



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

ПРИЕМ 36 ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

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

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

Может возникнуть вопрос: чем прием № 36 отличается от приемов № 35-а (изменение агрегатного состояния) и № 15 (принцип динамичности)? Прием № 35-а заключается в том, что вместо агрегатного состояния А объект используют в агрегатном состоянии Б и именно за счет особенностей состояния Б получают нужный результат.

Суть приема № 15 в том, что мы пользуемся то свойствами, присущими состоянию А, то свойствами, присущими состоянию Б.

При использовании приема № 36 задача решается за счет явлений, связанных с переходом от А к Б или обратно. Если, например, мы наполним трубу не водой, а льдом, ничего с трубой не произойдет. Требуемый эффект достигается за счет увеличения объема воды при замерзании.

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

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

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

ПРИЕМ 37 ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

а) Использовать термическое расширение (или сжатие) материалов.

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

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

Авторское свидетельство № 312642. Заготовка для горячего прессования многослойных изделий, выполненных в виде концентрично расположенных втулок, изготовленных из различных материалов, **отличающаяся** тем, что, с целью получения многослойных изделий с напряженными слоями, каждая втулка изготовлена из материала, имеющего температурный коэффициент

линейного расширения выше температурного коэффициента линейного расширения материала втулки, расположенной внутри нее.

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

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

ПРИЕМ 38 ПРИМЕНЕНИЕ СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

- а) Заменить обычный воздух обогащенным.
- б) Заменить обогащенный воздух кислородом.
- в) Воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями.
- г) Использовать озонированный кислород.
- д) Заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

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

ПРИЕМ 39 ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ

- а) Заменить обычную среду инертной.
- б) Вести процесс в вакууме.

Этот прием можно считать антиподом предыдущего.

ПРИЕМ 40 ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Перейти от однородных материалов к композиционным.

Патент США № 3553820. Легкие прочные тугоплавкие изделия выполнены на основе алюминия и упрочнены множеством покрытых танталом волокон углерода. Такие изделия характеризуются высоким модулем упругости и используются в качестве материалов для конструирования кораблей воздушного и морского флотов.

Авторское свидетельство № 147225. Способ записи, при котором используют чернила, содержащие мелкие магнитные частицы. В отличие от обычных, магнитные чернила управляются магнитным полем.

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

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

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

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