

Владимир УРАЗАЕВ,
К. Т. Н.
urazaev@yandex.ru

Инновации в технике: идеальность и ресурсный подход

Истина где-то рядом

Начну с того, что в технике изобретение — главная составляющая любой инновации. Хотя бы потому, что на изобретение можно получить патент и, следовательно, в какой-то степени защититься от недобросовестных конкурентов. Кто-то говорит, что способность изобретать — это дар божий. А кто-то утверждает, что изобретателем способен быть каждый. Думаю, что эти взаимоисключающие мнения можно примирить, используя фразу из известного телесериала: «Истина где-то рядом».

Несколько лет назад в Интернете появился сайт <http://www.metodolog.ru>. Рекомендую посмотреть. Этот сайт посвящен методам изобретательского творчества. Именно использование методов позволяет в какой-то степени сблизить приведенные выше взаимоисключающие мнения. Разнообразные методики активации творческих способностей (а их более сотни) могут повысить творческий потенциал самого талантливого изобретателя и одновременно выполнить функцию «костылей» для тугодумов.

Большая часть публикаций на этом сайте посвящена теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В свою очередь одним из краеугольных камней этой теории является закон повышения идеальности технической систем, согласно которому развитие техники происходит в направлении повышения идеальности.

Повышение идеальности — это увеличение (стремление к бесконечности) соотношения:

$$\frac{\sum \Phi_n}{\sum \Phi_p} \rightarrow \infty,$$

где Φ_n — полезная функция, Φ_p — функция расплаты.

Повышение идеальности может быть получено или увеличением числителя, или уменьшением знаменателя. Увеличение числителя достигается повышением функциональности технической системы. Реальный пример — мобильный телефон. Количество функций этого продукта современной электроники увеличивается в геометрической прогрессии. Жаль, что не все они используются в полной мере. Уменьшение знаменателя — это отдельная многогранная тема. В данной статье речь пойдет лишь об одной ее грани — использовании ресурсов.

Как же использовать этот закон на практике? Из приведенного выше математичес-

кого выражения следует, что идеальная техническая система — это отсутствующая система (система-фантом), функция которой выполняется сама собой. Следовательно, если вы хотите решить какую-нибудь техническую задачу (да и не техническую тоже) сначала задайте себе вопрос: «А что нужно сделать для того, чтобы задача решилась сама собой?» Вне техники бывает и так, что многие проблемы решаются сами собой, если их просто отложить «в долгий ящик». В технике не все так просто, и чаще всего реализуются решения на уровне «шаг назад от ИКР». (ИКР — это идеальный конечный результат.) Неоценимую помощь при этом оказывает использование внутренних ресурсов технической системы (вещественных, полевых, функциональных и др.), а в некоторых случаях и внешних.

Провод сам...

Чтобы преобразовать переменный электрический ток в постоянный, необходимо иметь, как минимум, 4 диода (мостовая схема). Количество диодов можно уменьшить, если использовать еще и дроссель. Но проще от этого устройство не становится. Эти, казалось бы, вечные истины удалось опровергнуть изобретателю П. Н. Манташьяну. В предложенном им выпрямителе металлический (!) проводник сам выпрямляет электрический ток [1]. В этом «пионерском» изобретении очень удачно используются внутренние ресурсы провода. Какие?

1. Провод может изменять свою форму: линия — спираль.
2. В соответствии с законами физики, если через проводник течет электрический ток, то вокруг него образуется магнитное поле. Направление этого магнитного поля можно определить, используя известное из школьной программы физики правило буравчика. Изменяя направление тока, можно изменить направление магнитного поля.
3. Провод может изменять сечение: круг — прямоугольник.
4. В проводе, помещенном в магнитное поле, на носители заряда действует сила Лоренца, направление которой можно определить, используя другое правило — правило левой руки (рис. 1). Из него следует, что изменение направления тока в проводнике или направления магнитного поля приводит к изменению направления этой силы на обратное. Если же изменять и то,

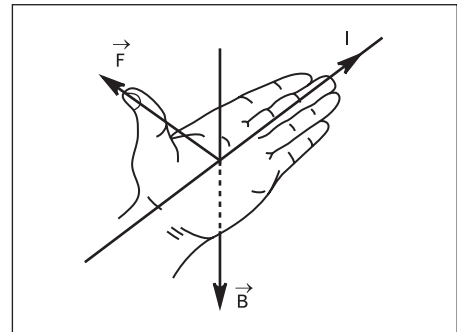


Рис. 1. Правило левой руки

и другое, то направление силы Лоренца не изменяется.

Сочетая ресурсы 1 и 2, можно получить внутри катушки магнитное поле (рис. 2).

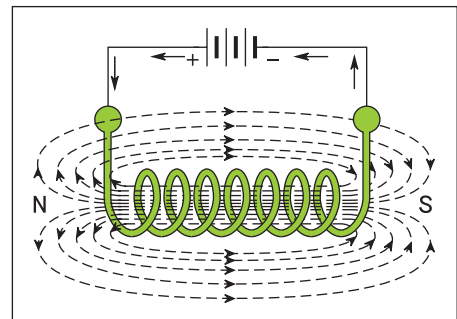


Рис. 2. Магнитное поле катушки

Сочетание ресурсов 3 и 4 является физическим обоснованием эффекта Холла (рис. 3). Автолюбители, возможно, слышали об этом эффекте. Датчик Холла — один из элементов коммутаторной электронной системы зажигания автомобилей. В отечественных легковых автомобилях впервые он стал использоваться в восьмой модели «жигулей».

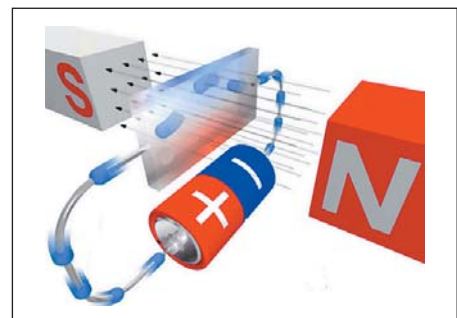


Рис. 3. Эффект Холла

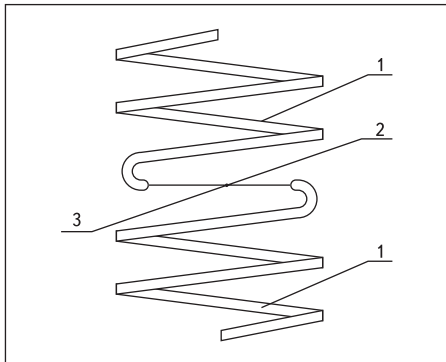


Рис. 4. Провод-выпрямитель. Вид 1

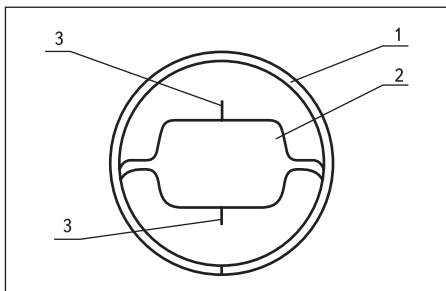


Рис. 5. Провод-выпрямитель. Вид 2

Суть эффекта Холла такова: если через плоский проводник, помещенный в магнитное поле (поле перпендикулярно плоскости), течет электрический ток, то на его боковых гранях возникает разность потенциалов — ЭДС Холла [2]. Причина этого явления заключается в том, что на носители заряда (электроны) действует сила Лоренца, искривляющая траекторию их движения.

На этом подготовительный этап, пожалуй, может быть и завершен. Перейдем непосредственно к изобретению (рис. 4, 5). В этом техническом решении проводник 1 закручивается в спираль, центральная часть которого имеет плоский участок 2 (сплющивается). Плоский участок расположен в центре спирали перпендикулярно ее оси. В серединах боковых сторон этого участка есть два контакта 3.

Работает провод-выпрямитель следующим образом. На концы проводника 1 подается переменное напряжение. При прохождении электрического тока по проводнику, закрученному в спираль, внутри спирали создается магнитное поле. Это поле пронизывает плоский участок 2, по которому проходит электрический ток. Следовательно, есть все необходимые и достаточные условия для возникновения эффекта Холла, и на контактах 3 возникает разность потенциалов. При смене направления тока одновременно изменяется и направление магнитного поля. Поэтому разность потенциалов на контактах 3 не изменяет своей полярности (смотрите правило левой руки), и с контактов 3 снимается выпрямленное двухполупериодное (!) напряжение.

Бывает так, что изобретения опережают свое время. По поводу же этого очень красивого технического решения, к сожалению, можно сказать, что оно слегка опоздало. Появилось бы оно в те времена, когда в электронике господствовал объемный монтаж, — цены бы ему не было. Но и сейчас автор изобретения видит потенциальную область его использования — измерительную технику (измерительные цепи).

Человек-амфибия

На этот раз погрузимся в пучины моря. Человек — не рыба, поэтому под водой дышать не может. Как быть? Пока что выбор был небольшой: либо дышать атмосферным воздухом (использовать шланг), либо брать запас воздуха с собой. По разным причинам оба варианта — не самые лучшие. Уж очень далеки они от идеальности.

Попробуем к этой идеальности приблизиться, используя при этом ресурсный подход. Начнем с того, что в воде уже есть воздух. Для справки: на глубине 200 м ниже уровня моря вода содержит примерно 1,5% растворенного воздуха. Самое идеальное решение (человек сам извлекает воздух из воды) отбросим. Оставим развитие этой темы генетикам и писателям-фантастам.

Как же все-таки извлечь воздух (газ) из воды? Каждый год 31 декабря, в полночь, мы делаем это. Нет, не в бане, а за новогодним праздничным столом, открывая бутылку шампанского. Дело в том, что согласно закону Генри растворимость газов в воде зависит от давления (рис. 6). При увеличении давлe-

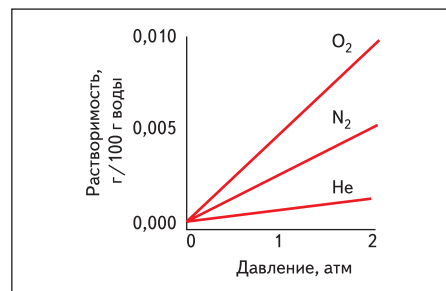


Рис. 6. Закон Генри

ния растворимость увеличивается, и наоборот. Следовательно, чтобы извлечь воздух из воды, достаточно уменьшить в этой воде давление.

Следующий вопрос: «Как это можно сделать?» Вновь обратим свой взгляд в сторону слабоалкогольного игристого напитка. Оказывается, в технологии изготовления шампанского существует проблема удаления избыточного количества растворенного углекислого газа. И решается она довольно просто. Разделение газа и жидкости осуществляется центрифугированием. В центре центрифуги давление всегда будет меньше, чем по краям. Причем разница давлений будет тем больше, чем выше скорость вращения.

Скорее всего, таким алгоритмом и руководствовался израильский изобретатель Алон Бондер (Alon Bonder), разработавший «дыхательный аппарат, который позволяет дышать под водой без использования баллона со сжатым воздухом» (рис. 7). Для извлечения воздуха из воды в этом изобретении используется небольшая центрифуга. Источник энергоснабжения центрифуги — перезаряжаемые батареи. Согласно расчетам изобретателя, однокилограммовой литиевой батареи достаточно для обеспечения ныряльщика воздухом в течение одного часа [3].

Коммерциализация этой разработки идет «семикилометровыми шагами». Проведено патентование в Европе, теперь оно проводится в США. Изготовлены действующие прототипы устройства. К практической реализации изобретения проявляют интерес не только частные компании, но и израильское министерство промышленности и коммерции.

В заключение следует упомянуть о существовании и, более того, широком использовании для извлечения кислорода из воды другого ресурса — самой воды. Дело в том, что вода при электролизе разлагается на составляющие — водород и кислород. Жаль, что из-за очень высокой энергоемкости такой метод нашел применение пока только на подводных лодках. Однокилограммовой литиевой батареи для жизнеобеспечения аквалангиста в электролизном варианте извлечения кислорода явно недостаточно.

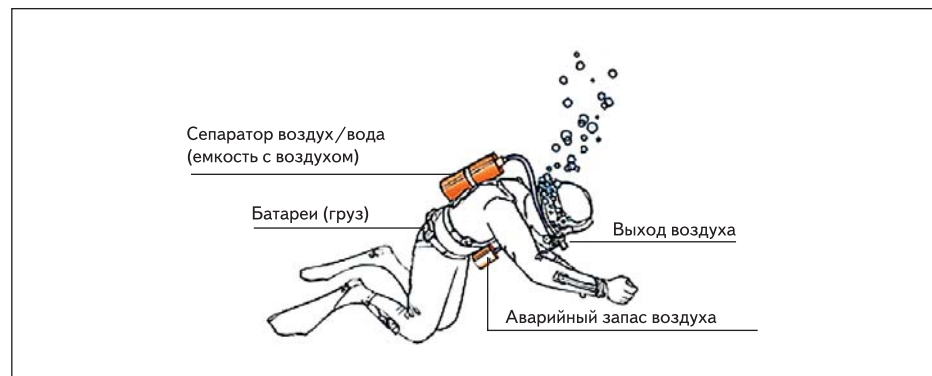


Рис. 7. Дыхательный аппарат для аквалангиста, извлекающий воздух непосредственно из воды

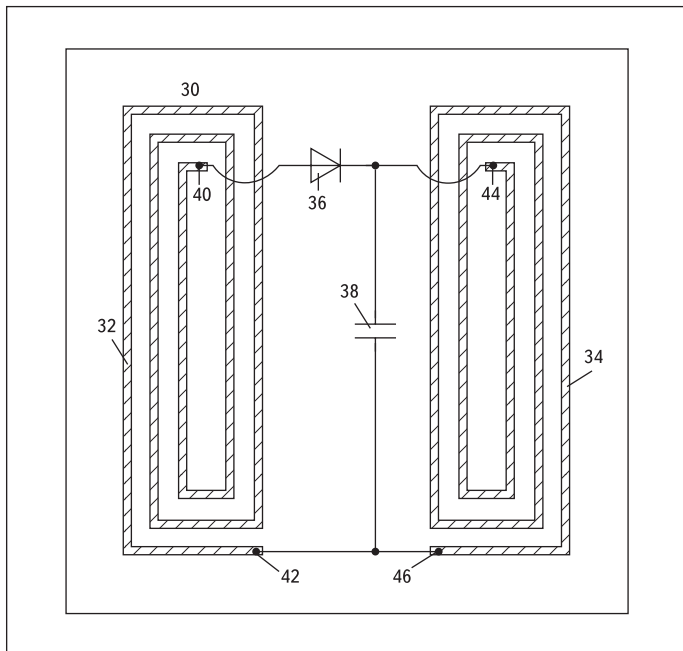


Рис. 8. Манипуляционная микросхема на полупроводниковой пластине

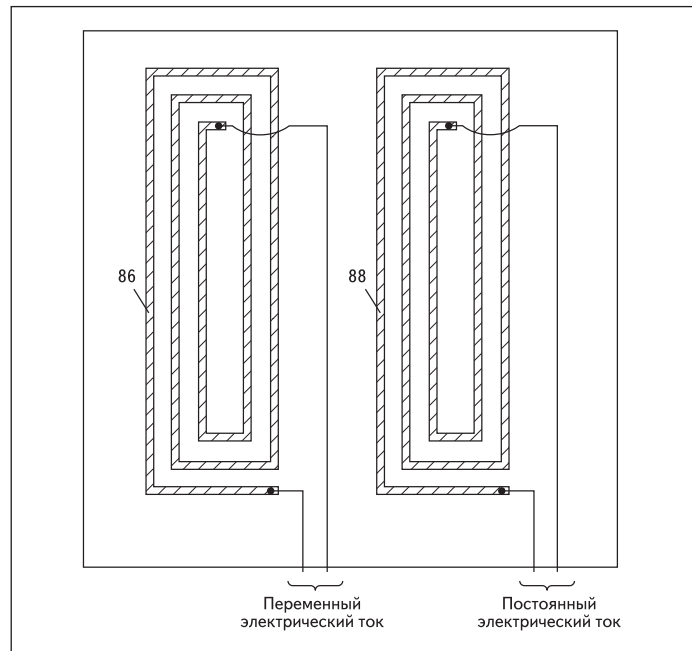


Рис. 9. Область с индуктивными катушками на «руке» робота

И не только во сне

Закончив водные процедуры, можно и полетать, и не только во сне. Техническая левитация — это реальность. Обзор методов, которые могут быть использованы для ее реализации, был сделан автором в статье [4]. Здесь же хочется подробнее рассказать всего лишь об одном техническом решении, имеющем отношение к электронике, а точнее — к технологии изготовления полупроводниковых микросхем.

Микроминиатюризация, а ныне даже наноминиатюризация — магистральное направление развития электроники. Новые технологии требуют идеальной чистоты. Поэтому чрезвычайно важно исключить или минимизировать контакты посторонних тел с полупроводниковыми пластинами. Использование технической левитации — идеальное решение этой задачи.

В технике широко используется магнитная левитация. Самый распространенный пример — поезда на магнитной подушке. К сожалению, магнитная левитация применима только по отношению к магнитным материалам или к материалам, способным намагничиваться. Кремниевые пластины не обладают магнитными свойствами. Как быть?

В патенте [5] предложено использовать посредника (магнитного посредника). Полупроводниковая пластина (плоский кремниевый диск) снабжается кольцевой прокладкой из магнитного материала. Контакт с «рукой» робота исключается, но... появляется другой контакт — с магнитным посредником.

Техническое решение, предложенное в патенте [6], по критерию «идеальность» «на голову» выше. В этом изобретении используются внутренние ресурсы полупроводнико-

вой пластины, а также технологического процесса изготовления микросхем. На обратной поверхности пластины или на свободных местах фронтальной поверхности предлагается сформировать дополнительные манипуляционные микросхемы, состоящие из двух катушек (принимающей 32 и левитирующей 34), диода 36 и конденсатора 38 (рис. 8). Они могут быть изготовлены в едином технологическом цикле с целевыми микросхемами.

В свою очередь на поверхности «руки» робота формируются области управления с индуктивными катушками (передающей 86 и левитирующей 88) (рис. 9). К передающей катушке подводится переменный электрический ток, к левитационной — постоянный электрический ток.

Работает такая система левитации следующим образом (рис. 10).

Переменный электрический ток, проходя через передающую катушку 86, создает переменное магнитное поле 92. Приемная катушка 32 (на поверхности полупроводниковой пластины 90) подвергается воздействию переменного магнитного поля. Как следствие, в ней возникает переменный электрический ток. Диод 36 выпрямляет электрический ток, конденсатор 38 сглаживает пульсации, и через левитирующую катушку 34 течет уже постоянный ток. Постоянный ток создает вокруг левитирующей катушки постоянное магнитное поле 94.

В свою очередь в левитирующей катушке 88 (на «руке» робота 82) постоянный ток также формирует постоянное магнитное поле 96, но противоположного направления. В итоге полупроводниковая пластина и «рука» робота отталкиваются друг от друга, что и требовалось доказать!

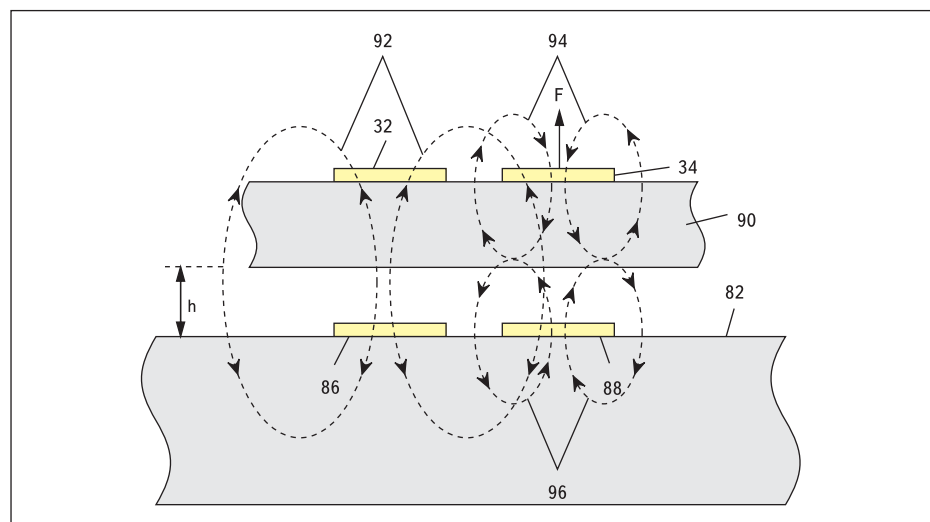


Рис. 10. Схема процесса магнитной левитации полупроводниковой пластины

Ян и инь

На рис. 11 изображена Даоская монада, символизирующая одну из основных концепций древнекитайской философии — Ян и Инь. Ян — белое, активное начало, мужское, с акцентом на внешнее. Инь — черное, пассивное начало, женское, с акцентом на внутреннее [2]. В китайской философии Ян и Инь символизировали взаимодействие полярных сил: света и тьмы, дня и ночи, солнца и луны, положительного и отрицательно-го и др.

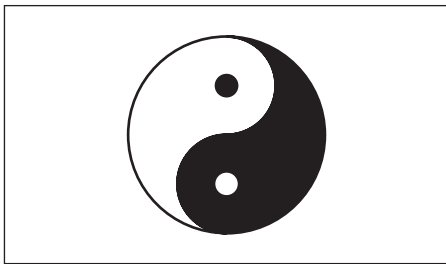


Рис. 11. Ян и Инь

Мне кажется, что этот символ может быть также использован для графической интерпретации процесса объединения альтернативных технических систем. Только внутреннее содержание будет несколько иным. Термин «альтернативные технические системы» впервые был введен В. М. Герасимовым и С. С. Литвиным. Ими же был предложен и «Способ совершенствования технических систем, при котором две технические системы объединяются в надсистему, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности совершенствования объединяются альтернативные технические системы, то есть системы, имеющие одинаковые главные функции и обладающие парой противоположных достоинств и недостатков» [7].

Рассмотрим две альтернативные технические системы — системы очистки воды. Проблема очистки (деионизации) воды реально существует в различных областях техники и, в первую очередь, в микроэлектронике.

Для деионизации воды может быть использована система очистки с помощью ионитов. Это твердые нерастворимые вещества, способные обменивать свои ионы с ионами внешней среды. Иониты подразделяются на катиониты и аниониты, обменивающие соответственно положительно и отрицательно заряженные ионы. Реакция 1 в упрощенном виде показывает, каким образом происходит освобождение воды от катионов (Me^{2+}):



Обменная емкость катионита не беспредельна, поэтому через некоторое время его необходимо регенерировать. Для этого катионит обрабатывают кислотой (реакция 2):



Обычно используются, как минимум, две колонки, одна из которых работает в режиме очистки, а другая — в режиме регенерации. Аналогичным образом проводится очистка воды и от анионов.

Достоинство метода: очень высокая степень очистки воды.

Недостаток метода: необходимость регенерации ионитов. Технически это осуществить трудно, поскольку необходимы сложные системы контроля и управления. Кроме того, такую технологию сравнивают с «экологическим бумерангом». Масса химических реагентов, сбрасываемых при регенерации ионитов в сточные воды, примерно на порядок больше, чем масса веществ, извлекаемых из воды [8].

Другой метод, который также используется для деионизации воды, это электродиализ. Устройство и схема работы электродиализатора показаны на рис. 12.

Подлежащая очистке (деионизации) вода поступает во все секции установки.

Из каждой четной секции (секции обессоливания) катионы мигрируют по направлению к отрицательно заряженному электроду (катоде) через проницаемую для них катионообменную мембрану. Так из секции 4 катионы перемещаются в секцию 5. Дальнейшее их перемещение ограничено непроницаемой для них анионообменной мембраной.

Из каждой нечетной секции (секции концентрирования) анионы мигрируют по направлению к положительному электроду (аноду) через проницаемую для них анионообменную мембрану. Так из секции 6 анионы перемещаются в секцию 5. Дальнейшее их перемещение ограничено непроницаемой для них катионообменной мембраной. Таким образом, из четных секций выходит деминерализованная вода, а из нечетных — концентрат.

Достоинство метода: нет необходимости в регенерации чего-либо. Об «экологическом бумеранге» можно забыть.

Недостаток метода: низкая степень очистки (около 99,9%). Для микроэлектроники желательно иметь гораздо больше девяток после запятой.

Нетрудно заметить, что достоинства и недостатки этих двух альтернативных технических систем противоположны. На рис. 13 показано, как можно объединить эти системы, чтобы произошло взаимопроникновение с одновременным взаимоуничтожением их «темных» сторон.

Аппаратурное оформление метода непрерывной деионизации практически не отличается от электродиализного. Отличие лишь

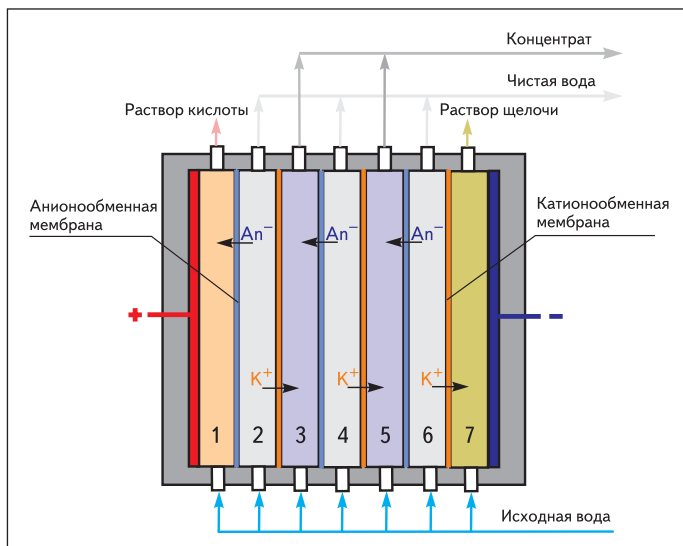


Рис. 12. Схема работы электродиализной установки с чередующимися катионообменными и анионообменными мембранами

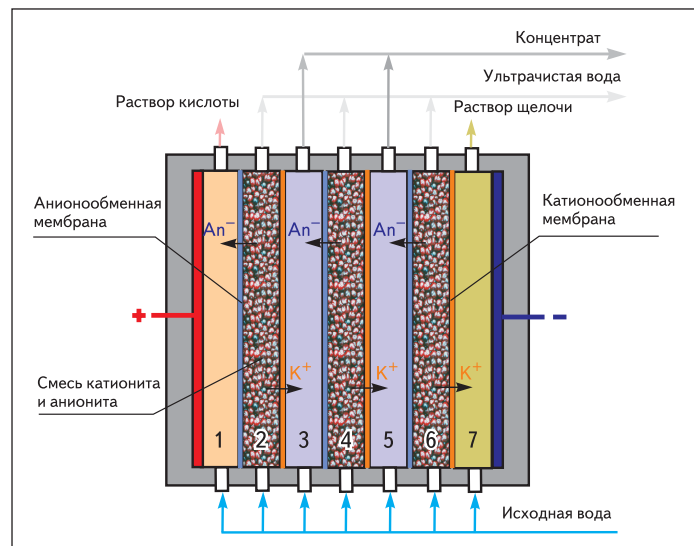


Рис. 13. Объединение альтернативных систем (непрерывная электродеионизация воды)

в том, что секции обессоливания заполняются смешанным слоем катионита и анионита. Непрерывная деионизация состоит из трех взаимосвязанных процессов [9]:

1. Ионный обмен, при котором растворенные в воде ионы, проходя через слои ионообменных смол, извлекаются катионитом и анионитом.
2. Непрерывный отвод ионов через слои ионитов и ионоселективные мембраны в зоны концентрирования.
3. Непрерывная регенерация ионитов ионами водорода и гидроксидов, которые получают в результате электролиза воды под действием электрического тока.

Первые два процесса аналогичны тем, которые имеют место в ионном обмене и электролизе. А вот третий характеризует изобретательский уровень этого технического решения. Необходимости в использовании химикатов для регенерации ионитов нет. Регенерация осуществляется сама собой. Химические реагенты, необходимые для регенерации катионитов и анионитов, автоматически получают из воды. В то же время степень очистки воды приближается к своему теоретическому пределу — 100%.

Авторский ресурс

Объединять можно не только альтернативные системы. Удачно обмениваться ресурсами могут и различные по своему назначению системы. Приведу пример из практики автора (собственный ресурс). Для начала коротко расскажу о двух системах и двух проблемах этих систем.

Железные дороги пересекают Россию, особенно ее европейскую часть, вдоль и поперек. На этих дорогах в очень больших масштабах используются древесные шпалы. (За рубежом никак не могут понять, почему в России драгоценная древесина «закапывается» в землю.) Для увеличения срока службы эти шпалы пропитывают антисептическими средствами, например составами на основе сланцевых смол. Эти смолы содержат высококипящие фенолы, ароматические углеводороды, серосодержащие и прочие токсичные соединения. Несмотря на это, срок службы таких шпал невелик. Реально существует и проблема уничтожения токсичных отходов древесных шпал, которые накапливаются в больших объемах при проведении ремонтных работ на железной дороге. Согласно нормам [10] такие отходы относятся ко 2–3 классу опасности. Они подлежат захоронению на специальных полигонах. Увы, этот способ не исключает загрязнения и почвы, и прилегающей к месту захоронения воздушной среды.

Основу благополучия России составляет нефтедобывающая отрасль. А в этой отрасли не так уж все и благополучно. Одна из проблем — истощение нефтяных месторож-

дений. Неслучайно сейчас развернулась борьба (пока что в научных кругах) за установление границ богатого нефтью межконтинентального шельфа в Северном Ледовитом океане.

Чаще всего для вытеснения нефти из месторождений используется вода. Она под давлением закачивается через нагнетательные скважины по периферии месторождения и вытесняет нефть из пород. По мере истощения запасов нефти вода начинает прорываться через полости, имеющиеся в породе. В результате, хотя в месторождении остается еще много нефти (до 50%), из добываемой скважины начинает выходить уже не нефть с примесью воды, а вода с примесью нефти.

Как с этим явлением бороться? Решений много. В одном из вариантов для повышения коэффициента извлечения нефти в нефтяные месторождения через нагнетательные скважины закачивают вещества, увеличивающие свой объем в воде (полиакриламид, силикаты, глину и др.). После введения в нефтяной пласт они, набухая в воде, перекрывают каналы, по которым прорывается вода. В итоге начинается активное вытеснение нефти из слабодренлируемых и неохваченных ранее зон нефтяного пласта.

Итак, что же мы имеем? Две неперекрывающиеся технические системы, выполняющие различные функции и имеющие собственные проблемы (недостатки). В патенте [11] предложено эти технические системы частично объединить. Причем так же, как и в альтернативных системах, в процессе объединения недостатки этих систем взаимоуничтожаются. Суть этого технического решения предельно ясно отражает формула изобретения: «Способ обезвреживания отходов древесных шпал, основанный на захоронении отходов под землей, характеризующийся тем, что древесные шпалы измельчают и вводят в нефтяные месторождения».

Физическое обоснование этого решения тоже довольно простое: даже пропитанная антисептиками древесина набухает и увеличивает свой объем в воде. Набухая, она так же, как и полиакриламид и прочие реагенты, будет перекрывать каналы, по которым прорывается вода. Следовательно, введение отходов древесных шпал в нефтяное месторождение позволит увеличить коэффициент извлечения нефти. Более того, при осуществлении такого способа происходит даже пополнение нефтяных запасов! Химические соединения, используемые для пропитки шпал, аналогичны по своей природе компонентам нефти. Таким образом, проблема захоронения отходов древесных шпал конвертировалась в их полезное использование.

И овцы целы, и волки сыты — вот еще одна аналогия процесса гибридизации и взаимного обмена внутренними ресурсами технических систем.

Иду на грозу

На рис. 14 в упрощенном виде показана ячейка плазменной панели [12]. Миллионы таких ячеек, размещенных между двумя стеклянными пластинами, составляют основу PDP (Plasma Display Panel). Лицевая пластина панели — прозрачная. Электроды, размещенные на этой пластине, также прозрачные. Пространство между пластинами заполнено инертным газом, находящимся под пониженным давлением. Стенки ячеек покрыты люминофорами трех основных цветов (красный, зеленый, синий). При активации ячейки напряжение подается на адресный электрод (электрод данных) и два прозрачных электрода. Плазменный разряд возникает между прозрачными электродами. При этом генерируется ультрафиолетовое излучение, которое заставляет светиться люминофор соответствующим цветом.

Образно говоря, на экране плазменного телевизора мы наблюдаем миллионы маленьких гроз. Проблема заключается в том, что для создания этих гроз (поджига плазмы) требуется много энергии. Плазменный телевизор не только светит, но и греет. В этом очень просто можно убедиться, если поднести к экрану руку. Как снизить его энергопотребление?

Один из вариантов решения этой проблемы предложен в патенте [13]. Авторы изобретения руководствовались тем, что большая часть энергии в плазменной панели расходуется на поджиг плазмы. Техническое противоречие этой задачи было сформулировано следующим образом:

1. Если зазор между прозрачными электродами мал, то на поджиг плазмы требуется мало энергии, но облако плазмы при горении будет невелико и количество излучаемого света будет незначительным.
2. Если зазор между прозрачными электродами большой, то облако плазмы и соответственно количество излучаемого света будут большими, но на поджиг плазмы потребуются много энергии.

То есть зазор между электродами должен быть большим и должен быть маленьким. Это противоречие, сформулированное уже на физическом уровне, было разрешено во времени и в пространстве. Предложено использовать дополнительные иницирующие электроды, соединенные с основными тонкими длинными проводниками. Один из целой серии конструктивных вариантов этого решения показан на рис. 15.

При подаче напряжения плазма зажигается сначала между иницирующими электродами. На это требуется мало энергии. Далее облако плазмы «накрывает» основные электроды, и горение продолжается также без больших затрат энергии. Иницирующие электроды отключаются автоматически (сами собой), поскольку длинные проводники малого сечения оказывают электрическому току боль-

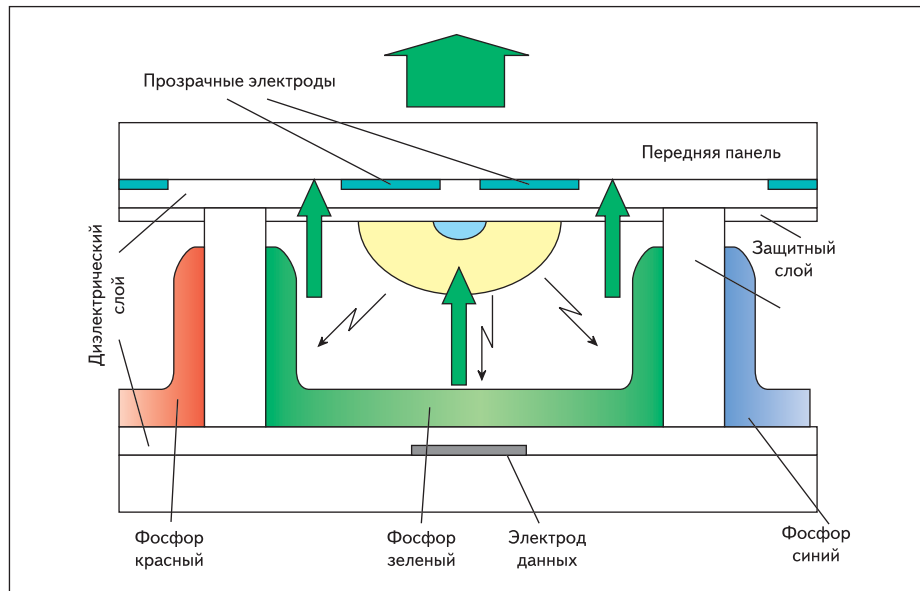


Рис. 14. Конструкция ячейки плазменной панели

шее сопротивление, чем облако плазмы. Эксперименты показали, что использование этого технического решения позволяет снизить энергопотребление примерно на 40%.

Очень интересное техническое решение, созданное по всем канонам ТРИЗ. Более того, оно создано при непосредственном участии ТРИЗ-специалистов. Пока что это решение всего лишь защищено патентом. А вот будет ли оно практически использоваться — вопрос открытый.

Как это следует из статьи [14], оптимизация параметров плазменного дисплея — задача многофакторная. Изменяемые параметры:

- форма, размер, глубина и угол наклона ячейки;
- химический состав и толщина слоя люминофора;
- зазор между фронтальным стеклом и торцами стенок ячеек;
- химический состав и давление инертного газа;
- величина и продолжительность подаваемого на электроды напряжения;
- форма и расположение электродов и т. д.

Следовательно, изменив хотя бы один из элементов этого длинного перечня, необходимо изменять и другие. А это не так просто и не так быстро. На практике пока что предпочтение было отдано другому техническому решению, реализовать которое оказалось проще. Это решение размещается за пределами ячейки плазменного дисплея — в драйвере (рис. 16). А энергетический ресурс расходуется гораздо экономнее за счет рециркуляции. Использование индуктивно-емкостных электрических цепей позволило уменьшить энергопотребление плазменных панелей на те же 40% [15].

Подведем итоги. Шесть примеров — шесть красивых технических решений. Идеальность — один из главных критериев технической красоты. Удачных (идеальных) вам решений!

Литература

1. Манташьян П. Н. Выпрямитель. Пат. РФ № 2269864 (2006).
2. <http://ru.wikipedia.org>

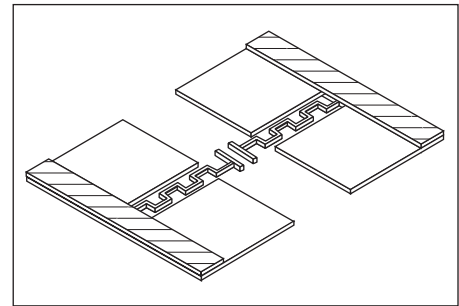


Рис. 15. Вариант конструкции электродов с двойным зазором по патенту [13]

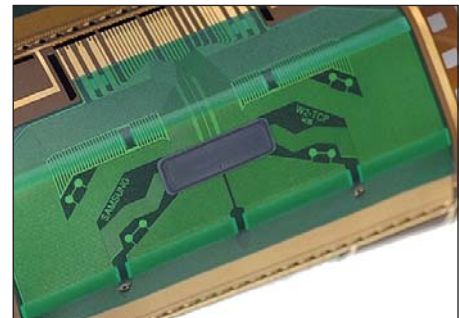


Рис. 16. Энергосберегающий драйвер плазменной панели

3. <http://www.isracast.com/Articles/article.aspx?ID=63>
4. Уразаев В. Г. Техническая левитация: обзор методов // Технологии в электронной промышленности. 2007, № 6.
5. Ebbing P., Ford J. Magnetic semiconductor wafers with handling apparatus and method. US Pat. No 5,224,581 (1993)
6. Conboy M. R., Coss E. Apparatus for the non-contact manipulation of a semiconductor die. US Pat. No 6,005,281 (1997).
7. Герасимов В. М., Литвин С. С. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) <http://www.metodolog.ru/00594/00594.html>
8. Шапошник В. А., Григорчук Щ. В. Кинетика деминерализации воды электродиализом с ионообменными мембранами // Вестник ВГУ. Серия химия, биология. 2000.
9. Уразаев В. Г. Обзор методов очистки воды // Технологии в электронной промышленности. 2007, № 1.
10. СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.
11. Уразаев В. Г., Данилевский А. Ф. Способ обезвреживания отходов древесных шпал. Пат. РФ № 2302302 (2007).
12. http://rus.625-net.ru/archive/0902/r1_2.htm
13. Seung-hyun Son, Young-mo Kim, Hatanaka H., Leniachine V., Shpackovsky N. Plasma display panel including sustain electrodes having double gap. US Pat No 7,154,221 (2006).
14. Баркан М., Шпаковский Н., Леяшин В. ТРИЗ и Six Sigma — друзья или соперники? // <http://www.metodolog.ru/01124/01124.html>
15. <http://www.akihabarnews.com/en/news-13401-Samsung+offers+a+new+cheaper+DDI.html>