

Г.И.Иванов, Ангарск

ЗАКОН СКВОЗНОГО ПРОХОДА ЭНЕРГИИ

То, что я понял - превосходно!
Думаю, таково и то, что я еще не понял.

Сократ

Одними из самых частых причин возникновения противоречий развития ТС являются нарушения закона сквозного прохода энергии через основные компоненты ТС - от двигателя (источника энергии) через трансмиссию (преобразователь энергии) к рабочему органу под контролем системы управления.

Главным условием "равнопрочности" частей технической системы с позиции энергопроводимости является равенство их способностей по принятию и передаче энергии. А эти способности зависят от уровня развития каждой частицы системы, определяемой по трем составляющим: веществу, энергии и организации. Каждая составляющая имеет свои характеристики.

Вещество: агрегатное состояние, физико-химические свойства, уровень использования (макро, микро).

Энергия: вид (механическая, тепловая, химическая и т.д.), уровень, источник (система, подсистема, надсистема).

Организация по веществу и энергии: расположение в пространстве (точечное, линейное, плоскостное, объемное), проявление во времени (постоянное, временное, импульсное, ударное и т.д.), степень динамизации (неподвижные, подвижные, гибкие, пластичные и т.д.), уровень (моно-, би-, полисистема).

В общем плане об уровнях развития вещества, энергии и организации можно судить по степени их динамизации и развития. Если уровни развития частей технической системы близки, то возникают предпосылки к их сворачиванию в один рабочий орган, к повышению степени идеальности. Но чаще приходится встречаться с расхождениями в уровнях развития частей системы. Эти расхождения концентрируются на стыках частей системы и проявляются в виде противоречий, требующих разрешения. Если мы попытаемся "замести мусор под шкаф", т.е. обойтись только конструкторскими приемами, то противоречия обостряются, требуя "генеральной уборки". А она состоит в том, чтобы восстановить энергопроводимость системы путем выравнивания уровней развития частей системы.

Действие этого закона удобно проиллюстрировать на известной задаче об искусственном микрометеорите. Административное противоречие в ней возникло при необходимости провести испытание обшивки при скорости микрометеорита 11 км/с (сверхзвуковая ударная волна). Трансмиссия разрушила металлический шарик (рабочий орган) еще до

удара об обшивку (изделие).

Анализ ситуации на соответствие закону сквозной энергопроводимости показывает, что в зоне конфликта - на поверхности шарика - имеется рассогласование по физическому состоянию компонентов ТС - газовая струя, несущая энергию, и твердое рабочее тело. Выявленное рассогласование приводит к принципиальному решению - необходимости создания газовой поверхности рабочего органа.

Решение нескольких десятков задач, связанных с проявлением закона сквозного прохода энергии, позволило сформулировать три правила реализации энергопроводимости ТС.

1. Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют энергопроводящую систему с полезной функцией, то для повышения ее работоспособности в местах контактирования элементов должны быть вещества с близкими или одинаковыми уровнями развития.

В случаях, когда нам нужно не восстанавливать или развивать энергопроводимость частей технической системы, а напротив, разорвать ее, то в первую очередь необходимо рассогласовать по уровням развития контактирующие между собой части.

2. Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют энергопроводящую систему с вредной функцией, то для ее разрушения в местах контактирования элементов должны быть вещества с различными или противоположными уровнями развития.

Например, при застывании бетон сцепляется с опалубкой, которую трудно потом отделить. Две части хорошо согласовались между собой по уровням развития вещества - обе твердые, шероховатые, неподвижные и т.д. Образовалась нормальная энергопроводящая система. Чтобы недопустить ее образования, нужно максимальное рассогласование веществ. Например, твердое-жидкое, шероховатая-скользящая, неподвижное-подвижное. Здесь уже могут быть несколько конструктивных решений: применение электроосмоса для образования прослойки воды, нанесение специальных скользких покрытий, вибрация палубки и другие.

3. Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют энергопроводящую систему с вредной и полезной функцией, то для ее применимости в местах контактирования элементов должны быть вещества, уровень развития которых и физико-химические свойства изменяются под воздействием какого-либо управляемого поля.

Согласно этому правилу выполнено большинство устройств в технике, где требуется соединять или разъединять энергопотоки в системе. Это различные муфты включения в механике, вентили в гидравлике, выключатели в электрике, диоды в электронике и многое другое.

О ЗАКОНЕ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА

И среди сотысячного войска есть

тот, кто идет впереди.

Цицерон

Проанализируем несколько технических систем.

Многие годы производительность токарных станков практически не изменялась, несмотря на то, что в производство внедрялись десятки усовершенствований привода, трансмиссии, систем управления. Положение изменилось тогда, когда началось развитие подсистемы рабочего органа. Сначала появились вращающиеся чашечные резцы, далее - вибрирующие резцы и, наконец, газовые и лазерные инструменты, полностью изменившие облик станка, показав невиданную ранее скорость обработки металла.

Рабочим органом ледокола, взламывающим лед, является обвод корпуса, который продавливают канал во льду. Несмотря на использование миллионов лошадиных сил атомного реактора, скорость движения во льдах очень мала, иногда не более нескольких десятков метров в час. Все дело в том, что рабочий орган остался прежним - неподвижной грубой моносистемой. Виброплиты, установленные в носовой части, существенно повышают скорость ледокола. Следующими шагами в развитии рабочего органа стали согласование ритмики колебаний носа ледокола и ледового панциря, жидкостный рабочий орган (водяные струи) и, наконец, газовый - по предложению М.И.Шарапова (очерк о нем см. "Журнал ТРИЗ" 3.2.92, с. 84). Струи сжатого воздуха вытесняют воду из-под льда, и лед обрушивается под собственным весом. Испытания показали, что скорость движения ледокола в сложных условиях может возрасти до нескольких километров в час, т.е. в десятки, сотни раз по сравнению с исходной.

Развитие ТС для вспашки земли не отличается от развития ледокола. Современные "Кировцы" больше портят землю, утрамбовывая ее колесами, чем облагораживают ее вспашкой. Сопротивление движению, а следовательно, и мощность, необходимая для пахоты, начинает снижаться, если придать лемеху вибрацию, смазать его поверхность, подав через нее жидкие удобрения или выхлопные газы двигателя. Но еще более интересный эффект может быть получен при использовании эффектов на уровне микроструктуры материала лемеха, например, можно получить ТС, свернутую в рабочий орган - серия лемехов из электрострикционных материалов, настроенных в противофазу, будет двигаться сама, оставляя за собой полосу вспаханной земли.

Конечно, все эти предложения требуют экспериментальной проверки и конструкторской проработки, но затраты на ИР и ОКР обязательно окупятся, так как они лежат на магистральном пути развития ТС - пути опережающего развития рабочего органа.

ПУЛЬС ТЕХНИКИ -

закон перехода "моно-би-поли"

В начале века полеты на самолетах были необычным и удивительным делом. Многочисленная публика собиралась на ипподромах и с восторгом наблюдала за смельчаками, которые на странных сооружениях, именуемых аэропланами, поднимались в воздух и совершали полеты по кругу.

Наблюдал однажды за этими полетами и ученик реального училища Микулин. В воздухе был один из лучших русских авиаторов Уточкин. Вдруг его машина странно зачихала, и мотор остановился. И хотя это случилось почти у самой земли, удар был достаточно сильным. Выбираясь из-под обломков аппарата, Уточкин неистово ругал магнето, которое вновь отказало в полете. Это устройство давало искру на свечи зажигания, и его ненадежная работа всегда вызывала опасения авиаторов. Микулин был потрясен увиденным. Он шел домой, не замечая никого и обдумывая случившееся. Вдруг на углу дома он столкнулся с крепко подвыпившим человеком, один глаз которого был закрыт, так как заплыл синяком, а второй смотрел свирепо и весело. Микулин взглянул на него и тут же побежал назад к ипподрому. Он нашел Уточкина в гостинице и задыхаясь с порога крикнул: "Господин Уточкин, у людей два глаза! Если один подобьют, то второй все равно смотрит!". "Я никому не собираюсь подбивать глаз", - сказал Уточкин. "Не то..., не то я хотел сказать! На вашем аэроплане надо поставить два магнето. Если одно откажет, то будет работать второе, и двигатель не заглохнет!" "Прекрасная мысль!" - ответил авиатор.

На следующий день полеты прошли нормально. Все машины были оборудованы двумя магнето. А Микулин получил право бесплатно летать в качестве пассажира и вдобавок получал премию 10 рублей за каждый вылет самолетов. Это было первое изобретение в авиации будущего моторостроителя академика Микулина.

Стоит заметить, что и сегодня практически все ответственные системы в самолетах дублируются.

В радиомастерскую, выпускающую радиолампы для войсковых радиостанций, был назначен выпускник инженерного училища Бонч-Бруевич. Лампы, которые выпускала мастерская, работали недолго: из-за плохого вакуума они быстро перегорали. Михаил Александрович нашел оригинальное решение: делать лампы с двумя нитями накаливания и с двумя цоколями - верхним и нижним. Когда перегорала первая нить, лампы переворачивали, и включалась вторая нить. Ресурс лампы увеличился вдвое. Эту двухнитьевую лампу ее создатели почему-то назвали "бабушкой". Таких "бабушек" было выпущено несколько тысяч штук.

Двигатель внутреннего сгорания вначале был одноцилиндровым, затем двухцилиндровым. Позже появились модели двигателей с четырьмя, восьмью и даже 24-я цилиндрами.

Такая же история, но несколько раньше, произошла с ружьями - сначала одноствольные, потом двухствольные и даже шестиствольные.

В 20-х годах нашего столетия самолеты, имея маломощные двигатели, развивались, увеличивая количество крыльев. Был построен и испытан

самолет-триплан. В некоторых странах он применялся как военный самолет-истребитель. Очень высокую по тем временам скорость - 164 км/ч - развивал построенный у нас в стране четырехплан, но этот самолет не получил распространения, т.к. был труден в управлении.

Общее в вышеприведенных примерах - то, что при развитии техники мы везде можем проследить движение от моносистемы к сдвоенной и далее к полисистеме.

Рассмотрим первый шаг - переход к бисистемам. Что это дает? Во-первых, повышается надежность системы, причем система при этом принципиально не меняется.

например, двухмоторный самолет имеет больше шансов долететь до цели, чем одномоторный, т.к. выход из строя одного двигателя уже не влечет за собой выход из строя всей системы. Во-вторых, при бисистеме появляется новое качество, которое не было присуще моносистеме.

Двухмоторный самолет обладает большей маневренностью, чем одномоторный. Регулируя обороты двигателя, можно более уверенно совершать в воздухе повороты, точнее выдерживать курс по прямой линии при боковом ветре, а также облегчить рулежку самолета на аэродроме.

Одноцилиндровый двигатель внутреннего сгорания для уравнивания своей работы требует маховик большой массы. Двухцилиндровый уже уравнивал сам себя, и маховик резко уменьшился. В результате удельная мощность двигателя на единицу массы возросла. Интересно отметить, что и природа в поисках путей повышения надежности особо важные части организма предусмотрела тоже в виде бисистемы: у человека два легких, две почки, два уха, два глаза и т.д. Процесс перехода моносистемы в бисистему неизбежен, если к системе повышаются требования.

А дальше? Что происходит, если и бисистема перестает удовлетворять возрастающие потребности? Идет следующий эволюционный шаг - переход к полисистемам.

Вспомните комбинированный велосипедный ключ - это уже полисистема, в нем еще более заметно снижение расхода металла и уменьшение габаритов в сравнении с группой отдельных ключей.

Переход к полисистемам знаменует собой эволюционный этап развития, при котором приобретение новых качеств происходит только за счет количественных показателей. Расширенные организационные возможности расположения однотипных элементов в пространстве и времени позволяют полнее использовать их возможности и ресурсы окружающей среды.

В природе переход от одноклеточных водорослей к многоклеточным был решающим шагом на пути прогресса органического мира. Сообщества рабочих пчел в улье или муравьев в муравейнике - примеры того же

плана. Количество порождает качество.

Но на каком-то этапе развития в полисистеме начинают появляться сбои. Упряжка из более, чем двенадцати, лошадей становится неуправляемой, самолет с двадцатью моторами потребовал бы многократного увеличения экипажа и тоже стал бы трудноуправляемым. Ружья с двенадцатью стволами попали только в музей. Что произошло?

Изготовление таких систем стало крайне сложным. А главное, средства управления становились громоздкими, многоступенчатыми, инерционными.

Возможности системы исчерпались. Произошло отрицание отрицания. Что дальше? А дальше полисистема снова становится моносистемой... Но на качественно новом уровне. При этом новый уровень возникает только при условии повышения динамизации частей системы, в первую очередь рабочего органа.

Вспомним велосипедный ключ. Когда динамизировался его рабочий орган, то есть губки стали подвижными, появился так называемый разводной ключ. Он стал моносистемой, но в то же время способен работать с многими типоразмерами болтов и гаек. Набор токарных резцов, динамизировавшись, превратился в одну вращающуюся фрезу с сотнями зубьев - резцов. Многочисленные газовые камеры двигателей внутреннего сгорания свернулись в одну полость роторного двигателя, в которой завращался поршень треугольной формы. Многочисленные колеса вездеходов превратились в одну подвижную гусеницу.

Хотелось бы предупредить читателя, что, изучая в патентном фонде описания изобретений по какой-либо системе, вы можете не обнаружить в них строгой хронологической последовательности в развитии. Например, транспортер на воздушной подушке был изобретен еще в 1920 году. То есть была предложена высокодинамизированная моносистема раньше, чем были отработаны возможности би- и полисистемы имеющейся конструкции. Лишь когда ролик транспортера стал полисистемным, состоящим из набора подвижных шайб или шариков, и когда он прошел весь путь развития, появилась возможность качественных изменений - переход к другим системам - практическое применение воздушной подушки на транспортерах появилось лишь в 70-х годах. Изобретение дождалось своего дня пятьдесят лет. И такие случаи есть во многих областях техники.

Можно утверждать, что всякое изобретение, значительно опережающее эволюционный процесс и далеко забегающее вперед, не содействует в данный момент общему развитию системы. Более того, оно может бесполезно отвлекать значительные средства и время на попытку его внедрения в существующую систему. Но никогда новое не начинает работать прежде, чем исчерпаются резервы старого. Такой подход более экономичен, следовательно и целесообразен.

Исчерпав возможности бисистемы, полисистема повысит степень динамизации своих частей и вернется снова к моносистеме, сохранив прежние качества. Далее процесс будет повторяться неоднократно.

Это - дыхание техники, это - ее пульс, который прослеживается на протяжении всей ее жизни. Слышите, моно-би-поли, моно-би-поли.

ЗАКОНЫ ПЕРЕХОДА С МАКРОУРОВНЯ НА МИКРОУРОВЕНЬ

Обычная картофелечистка представляет собой бак, на дне которого расположен вращаемый электродвигателем плоский абразивный круг - рабочий орган. Попадая на этот круг, клубень обдирается со всех сторон. Машина энергоемкая, медлительная и, вдобавок, некачественно производит чистку картофеля, так как остаются неочищенными участки в углублениях клубня. Многочисленные попытки поставить круг по-иному, придать ему прерывистое вращение, сделать из сегментов, внести другие изменения на макроуровне не привели к заметному повышению производительности и качества очистки картофеля. Судьба машины была предопределена - рабочий орган исчерпал свои резервы, и для дальнейшего его развития необходимо было перейти на качественно новый, молекулярный, уровень использования вещества. И вот предложена картофелечистка, которая состоит только из бака с крышкой. Процесс очистки происходит следующим образом: в баке с неочищенным картофелем паром создают небольшое избыточное давление и через несколько минут резко его сбрасывают. Все, картофель очищен. Пар под давлением проник через поры под кожуру, в момент сброса давления он не успевает выйти через поры и, вырываясь наружу, стаскивает кожуру с картофеля. Просто, быстро, надежно! Это произошло лишь потому, что рабочий орган стал паром - перешел на микроуровень.

Переход с макро- на микроуровень - одна из тенденций развития технических систем.

Вспомните, как в погоне за грузоподъемностью самолеты на закате своей поршневого эры снабжались шестью, двенадцатью и более моторами. Затем рабочий орган - винт - перешел на микроуровень, стал газовой струей. Появилась реактивная техника. Можно вспомнить многие решения, в которых, как правило, для достижения высокого результата были использованы возможности структуры вещества: вначале кристаллическая решетка, затем ассоциация молекул, единичная молекула, части молекул, атомы, наконец, части атомов.

А как можно использовать знание закона перехода на микроуровень в изобретательской практике?

Я решил проверить механизмы действия этого закона в заведомо сложной ситуации, на "грубой" макросистеме - строительной забивной свае, системе, с которой я раньше совсем не был знаком - мельком видел, как дизельный молот, тяжело ухая и вздыхая, забивал в землю длинную бетонную палку.

И вот у меня в руках пухлая папка изобретений, посвященных свае. Сама свая поражала своей простотой, вероятно, позаимствованной у лома. Я никак не мог понять, что в ней можно улучшить, но зная, что в мире нет ни одной вещи, которая бы не поддавалась развитию, упорно

разглядывал ее, стараясь максимально поднять уровень своей "введливости". "И зачем ты такая длинная? - начал я. - Известно, ведь, чем короче стержень, тем он более жесткий. У тебя же все наоборот. Кроме того, судя по поперечному сечению и материалу, ты одна можешь выдержать вес половины дома, однако тебя забивают в землю чаще, чем сеют морковь на грядке. Почему?" Я нашел ответы в нижней части сваи, точнее в наконечнике. Оказывается, он содержит сильнейшие противоречия. Когда сваю забивают в землю, наконечник должен быть острым, чтобы легко раздвигать слои грунта. Но он же должен быть и тупым, чтобы свая не погружалась в землю, когда на нее поставят здание. Свая такие метаморфозы претерпевать не умела, поэтому конструкторы - величайшие специалисты по компромиссам - сделали ее наконечник и не острым, и не тупым. Наконечник сваи напоминал что-то среднее между зубилом и каблуком. Ее уже с трудом можно было забивать в землю, но полной уверенности в том, что она не просядет под нагрузкой, не было. По этой причине сваю забивают до тех пор, пока она сама не останавливается, наткнувшись на скальные породы или на какой-нибудь булыжник. Это может произойти и на глубине трех метров, и на глубине пятнадцати метров. В результате все сваи имеют чрезмерную длину и оказываются вбитыми на разную глубину, поэтому на строительной площадке скапливаются порой сотни кубометров обломанных вершин, которые не вошли в землю. Для грунтов, не имеющих скального основания, использовали сваи, которые вообще не опирались на наконечник. Это были так называемые висячие сваи. Они держались за грунт только своей боковой поверхностью, в результате их длина еще более возрастала. Возникло новое противоречие - при забивке свая должна быть "скользящей", чтобы легко и глубоко проникать в грунт, и она не должна быть "шершавой", чтобы иметь большое сцепление с грунтом. Противоречие пока остается непреодоленным.

Вернемся, однако, к обычным забивным сваям. И так, ее наконечник должен быть острым и тупым. Это - физическое противоречие, которое необходимо разрешить во времени. При забивке свая - острая, как игла, а на глубине 2-3 метра наконечник сам превращается в большую опорную пятую, и тогда никакими силами сваю нельзя будет просадить дальше или выдернуть. Мысленно я остановился на этом варианте. Листая дальше описания авторских свидетельств, с интересом ждал встречи со сваей, имеющей раскрывающийся наконечник, именно такой путь диктовала диалектика ее развития. И вот она встретила меня. Свая по авторскому свидетельству в 201 969 включала в себя раздвижной наконечник, состоящий из нескольких лопастей, связанных между собой системой рычагов, которые приводились в действие штырем, опускаемым сверху в канал ствола.

Конечно, это усложняло сваю, но позволяло ей уже быть в несколько раз короче своей предшественницы. Ее можно было уже ставить во многих мягких или пластичных грунтах, где обычные сваи негодились. Но эта конструкция сваи была пока еще гадким утенком, которому предстояло расти. Надежность раскрытия лопастей с помощью рычагов, работающих в земле, была недостаточно высокой. Изобретатели дружно взялись за дело. Появились десятки и сотни модификаций этой сваи. Она уже стала напоминать знаменитые кулибинские часы - в ней появился целый букет шестерен, зубчатых реек, фиксаторов, толкателей и прочих механизмов, вероятно,

позаимствованных из энциклопедического сборника Артоболевского. Я начал склоняться к мысли, что обнаружил истоки нового вида технической икебаны. Однако это была всего лишь отчаянная попытка спасти конструкцию, выполненную на макроуровне.

Листая папку с описаниями изобретений забивных свай с раскрывающимся наконечником, я терпеливо ждал встречи с "молекулой", т.е. с наконечником, который бы раскрывался под действием молекулярных сил. Увы, перевернут последний листок, а такая свая не обнаружилась. Все. Эра развития на макроуровне закончилась.

Проанализировав эту ситуацию, мы вместе с коллегой В.М.Луговым решили еще более ужесточить требования идеальности к наконечнику сваи и для ее достижения максимально применить молекулярные силы вещества. Раскрывающийся наконечник сваи должен быть не из металла, а из того же материала, что и сама свая, т.е. из бетона. Таким образом, произойдет согласование с грунтом по веществу, что повысит долговечность сваи, удешевит ее изготовление и устранит нарушения по энергопроводимости сваи. Не должно быть никаких шарниров, тяг и, тем более, шестерен.

Предложенное нами решение породило целый куст новых свай с самоорганизующейся пятой (авторские свидетельства № 74825, 809914, 949988, 953336). В полости наконечника сваи закладываются сухая бетонная смесь и пиропатрон. На определенной глубине пиропатрон взрывается и разрушает наконечник. Сухая бетонная смесь, реагируя с влагой земли, превращается в монолит. Образовалась надежная бетонная пятая, которая будет вечно находиться в земле. Всю работу совершила молекула.

Заключение

Проблемы важнее, чем решения.
Решения могут устареть, а
проблемы остаются.

Н.Бор

Итак, мы кратко познакомились с некоторыми законами развития техники. Зная их, изобретатель уже может представлять себе, какой должна быть изменяемая им техническая система и что для этого нужно делать. Однако законы известны еще далеко не все, и впереди предстоит еще большая работа.

У средневековых восточных резчиков по дереву и камню был мудрый обычай. Украшая в течение многих лет дорогой и красивейшей резьбой стену дворца или панель ворот, они оставляли свою работу незавершенной. Где-то вверху или внизу орнамент вдруг обрывался, оставляя порой значительную часть поля нетронутой. Это делалось для того, чтобы дать возможность новому, быть может, еще не родившемуся, талантливому резчику проявить себя и продолжить украшение дворца еще более красивым узором. Так утверждалась бесконечность процесса

совершенствования.

На "здании" ТРИЗ много таких чистых мест. Попробуйте и вы выполнить на них свой орнамент.