

тимо растет вес. АТП: если колесо спицевое, то оно легкое и прочное, но недостаточно технологичное; если колесо дисковое, то оно технологичное, но тяжелое и недостаточно прочное.

б/ Обычное ~~длин~~ ТП для механического валкователя торфа: если нож бульдозера поднят высоко, то сырой торф не зацепляется, но на поле остается часть сухого торфа; если нож опустить низко, то сухой торф собирается полностью, но частично захватывается и сырой. АТП: если подборщик механический, то он прост и дешев, но некачественно собирает торф; если подборщик пневматический, то он эффективно собирает торф, но сложен и дорог.

В связи с введением понятия альтернативного ТП любопытно обратиться к ряду известных в ТРИЗ задач с отсутствующим полез-  
но-вредным элементом: задача о шлаке /отсутствующая<sup>ст</sup> крышка ковша не мешает сливать шлак, но и не защищает его от охлаждения/,  
задача о молниеотводе /отсутствующий<sup>↓</sup> молниеотвод не создает радиотени, но и не ловит молнии/ и др. В этих задачах разбор по АРИЗ наталкивался на некоторые трудности, связанные именно с отсутствующим элементом.

Сейчас становится ясно, что это на самом деле задачи не с обычным классическим ТП, а с альтернативным. При этом в качестве альтернативной системы выступает реальная или гипотетическая ТС с отсутствующим<sup>↓</sup> элементом. Естественно, что средства решения АТП несколько отличаются от средств устранения обычного ТП.

#### 4. Подход к решению задач с АТП.

Переход в надсистему альтернативных ТС происходит через решение АТП. Но интересно, что само АТП далее при решении не "обрабатывается". Его устранение становится результатом работы с базовой ТС. Именно для нее формулируется обычное классическое ТП, оно решается известными в ТРИЗ способами

/АРИЗ, стандарты/, а ресурсы для решения задачи берутся из альтернативной системы /иногда используется сочетание ресурсов базовой и альтернативной ТС/. Особенностью решения по АРИЗ в этом случае является то, что на шаге I.4. выбирается не та схема ТП, которая обеспечивает наилучшее выполнение главной функции, а та, которая определяет простоту и экономичность ТС. На шаге 3.2. АРИЗ в качестве главного берется тот ресурс альтернативной ТС, с которым связано ее достоинство, отсутствующее в базовой ТС.

Примеры: а/ Для механического валкователя торфа решается задача с обычным ТП /нож бульдозера должен быть поднят высоко-низко/. Это стандартная задача на оптимальное действие. По стандарту мы получаем подсказку, что нож нужно установить заведомо с зазором, так чтобы сырой торф абсолютно не захватывался. Тогда на ноже остается избыток сухого торфа - вещества, которое согласно стандарту надо убирать каким-то полем. Откуда взять это поле? В рамках механического валкователя необходимых ресурсов нет - вот почему это ТП /кстати, до боли знакомое специалистам/ казалось неразрешимым. Необходимое для решения поле можно /и нужно/ взять в альтернативной системе - это пневматическое поле /поток воздуха/. Только использовали мы его в решении более энергетически эффективно, не на всасывание, а на выдувание остатков сухого торфа под нож бульдозера.

б/ Для подшипника скольжения ставится и решается задача уменьшения пускового момента без применения специальных антифрикционных сплавов. Решение по АРИЗ приводит к идее изменения физических параметров смазки. Нужна твердая смазка, но откуда ее взять? Конечно, из альтернативной системы -

подшипника качения: роль смазки выполняют мелкодисперсные шарики.

#### 5. Главные и дополнительные пары альтернативных характеристик.

У альтернативных систем может быть не одна пара взаимно противоположных достоинств и недостатков, а несколько. Однако, из этих пар одна всегда характеризует главную функцию ТС, а другие - дополнительные функции. Поэтому задача ставится для главной пары альтернативных характеристик /главное АТП/, а дополнительные АТП ликвидируются либо в качестве сверхэффекта разрешения главного, либо решением ряда вторичных задач.

Пример: для валкователя торфа АТП1: механический валкователь прост, но неэффективен; пневматический подборщик эффективен, но сложен. АТП2: пневматический подборщик эффективен, но сильно пылит; механический валкователь не пылит, но неэффективно подбирает торф. Решается задача по АТП1, а пыление устраняется в надсистеме за счет уменьшения расхода воздуха при продувании через щель /по сравнению со всасыванием через широкое сопло/, а также за счет распределения воздушного потока по всему объему торфа на ноже бульдозера.

#### 6. Цепочка альтернативных систем.

Интересно отметить, что переход в надсистему альтернативных систем - не единичный акт, а последовательно развивающийся процесс. Вновь образованная надсистема альтернатив представляет из себя систему со своими недостатками, для которых можно по принципу дополнительности выявлять новые альтернативные системы, снова переходить в надсистему и т.д. Возникает как бы цепочка последовательных альтернатив.

Пример: исходная ТС - шихтованный "Ш"-образный магнитопровод трансформатора со стяжкой шпильками. Альтернативная ТС-1 - ленточный витой разрезной магнитопровод со стяжкой ленточным хомутом. Надсистема 1 - шихтованный магнитопровод с ленточными хомутами и аркообразными нажимными элементами.

Альтернативная ТС-2 - склеенный /пропитанный/ магнитопровод. Надсистема 2 - шихтованный магнитопровод с временными технологическими ленточными хомутами /например, изолента/ и окончательным скреплением пропиткой эпоксидным компаундом.

#### Перехожу на прием.

/Приемы перехода в надсистему альтернативных систем/

Разрешение альтернативных ТП, построение надсистемы альтернативных ТС требует специфических приемов, позволяющих совместить элементы базовой ТС и элементы-носители полезных свойств альтернативной системы. Статистика показывает, что типовыми приемами перехода в надсистему альтернатив являются:

1. Матрешка. Элементы альтернативной ТС размещаются внутри элементов базовой.

Пример: воздух от пневматического торфоподборщика располагается внутри полового ножа бульдозера.

2. Переход в другое измерение. То, что в альтернативной системе действовало /располагалось/ в точке, по линии, на плоскости, в базовой действует в измерении более высокого ранга.

Пример: переход от линейной натяжки спиц к объемной натяжке дискового колеса.

3. Изменение агрегатного состояния. При включении элемента альтернативной ТС в базовую новое агрегатное состояние позволяет согласовать его свойства со свойствами взаимодействующих с ним элементов базовой ТС.

Пример: в надсистеме крайнего пакета статора электрической машины заклепка становится жидкой.

4. Периодическое /попеременное/ действие.

Пример: схват робота в надсистеме альтернатив сначала работает как присоска /ровняет заготовки/, а затем как ножевой захват /отделяет заготовки/.

#### Закон есть закон.

/Связь перехода в надсистему альтернатив с другими законами развития ТС/

Переход в надсистему альтернатив тесно связан с другими законами развития техники. Начать нужно с того, что переход в надсистему альтернатив позволяет существенно повысить идеальность ТС в соответствии с известной формулой:  $I \sim \frac{\Phi}{Z}$ , где  $I$  - идеальность ТС;

$\Phi$  - функциональные показатели ТС;

$Z$  - затраты на жизненный цикл ТС.

Так вот, переход в надсистему альтернатив позволяет добиться функциональных показателей, как у альтернативной ТС, при затратах, практически не превышающих базовые.

Для придания базовой ТС некоторых свойств альтернативной необходимо повышать динамичность базовой ТС, особенно тех ее элементов, на которые переносятся новые свойства.

Пример: Диски колес растягиваются, втулка становится раздвиж-

При включении в базовую систему новых элементов-носителей полезных свойств альтернативной ТС эти элементы нужно согласовать с теми элементами базовой ТС, с которыми они взаимодействуют, а также с изделием. Согласование должно проводиться по компонентам, структуре, ритмике действия и другим принципиальным характеристикам.

Пример: воздух /из пневматического подборщика/ подается только в зазор под ножом бульдозера /согласование со структурой базовой ТС/, причем подается импульсами с частотой собственных колебаний гранул торфа /согласование с ритмикой изделия/.

При переходе в надсистему альтернативных ТС обязательно происходит свертывание подсистем, общих для двух ТС. Причем, часто это столь крутое свертывание, что внешне ТС практически не отличается от базовой, хотя обладает свойствами также и альтернативной. Это одна из особенностей надсистемы альтернатив, в которой часто почти не видна надсистема.

Пример: альтернативная надсистема - шихтованный магнитопровод с ленточной стяжкой - внешне почти не отличается от базовой ТС, однако, **стяжка эффективнее** и не "портит" магнитопровод.

При переходе в надсистему альтернатив часто происходит повышение полноты частей ТС: в базовую ТС из альтернативной добавляется элемент, "не достигающий до полноты" /чаще всего - система управления/.

Пример: а/ дисковое колесо дополняется системой регулировки /управления/ усилий растяжения и сжатия дисков и обода.

б/ Механический валкователь дополняется системой управления положения рабочего органа относительно изделия /новый рабочий орган-нож+воздух, причем поток воздуха- управляемый

элемент/.

А теперь за работу, товарищи

/Применение механизмов закона перехода в надсистему альтернативных ТС/

Предложенные механизмы опробованы на практике в трех областях применения.

1. Постановка задач.

Здесь можно предложить достаточно простой алгоритм:

1.1. Выбрать ТС, которую необходимо усовершенствовать.

1.2. Сформулировать главную функцию выбранной ТС.

1.3. Определить круг конкурирующих ТС.

1.4. Сформулировать главное противоречие исходной ТС.

1.5. Среди конкурирующих ТС выделить альтернативную по принципу дополнительности к главному ТП исходной ТС. Если реальной альтернативной системы обнаружить не удалось, построить гипотетическую альтернативную ТС.

1.6. Сформулировать альтернативное ТП.

Можно отметить, что переход в надсистему альтернатив позволяет поставить глубинные задачи, неочевидные даже для специалистов. Это связано с тем, что задача ставится для двух систем одновременно, что совершенно нетипично для традиционного формулирования проблем.

2. Решение задач.

Как средство разрешения АТП описанные механизмы перехода в надсистему альтернатив в сочетании с отработанным инструментарием ТРИЗ /АРИЗ, стандарты, информационный фонд/ позволяют уверенно получать конкретные технические решения достаточно высокого уровня, что подтверждается решением авторами ряда



конкретных практических задач в последние годы. Можно отметить для примера, что получение существенно новой идеи в такой "истоптанной" области, как колесо велосипеда, произвело на специалистов-"велосипедников" сильное впечатление.

### 3. Прогнозирование развития объектов техники.

Для прогнозирования применяются те же механизмы, что и для постановки и решения задач. Только системы при этом выбирают, не исчерпавшие резервов своего развития. Кроме того, при прогнозировании часто кроме нового решения по объединению альтернативных систем формируется также комплекс новых прогнозных задач, вытекающих из потребностей построения надсистемы альтернатив.

### Литература

1. Альтшуллер Г.С. "Творчество как точная наука", М, Советское радио, 1979.
2. Альтшуллер Г.С. "Найти идею", Новосибирск, Наука, 1986.
3. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Филатов В.И. "Профессия - поиск нового", Кишинев, Карта молдовеняскэ, 1985.
4. Отчет о проведении ФСА велосипеда "Иверия" на Тбилисском авиационном производственном объединении им.Г.Димитрова, Ленинград, ЛПЭО "Электросила", 1989.
5. Отчет о проведении ФСА аппарата местного освещения АМО-4 г.Запорожье, ВИТ, 1980.
6. Отчет о проведении прогнозирования развития технических систем для уборки торфа в фирме "VARO", г.Ювяскюля, Финляндия, 1989.

Авторы выражают благодарность за ценные рекомендации и замечания Митрофанову В.В., Злотину Б.Л., Дуброву В.Е., Любомирскому А.Л., Пиняеву А.М.