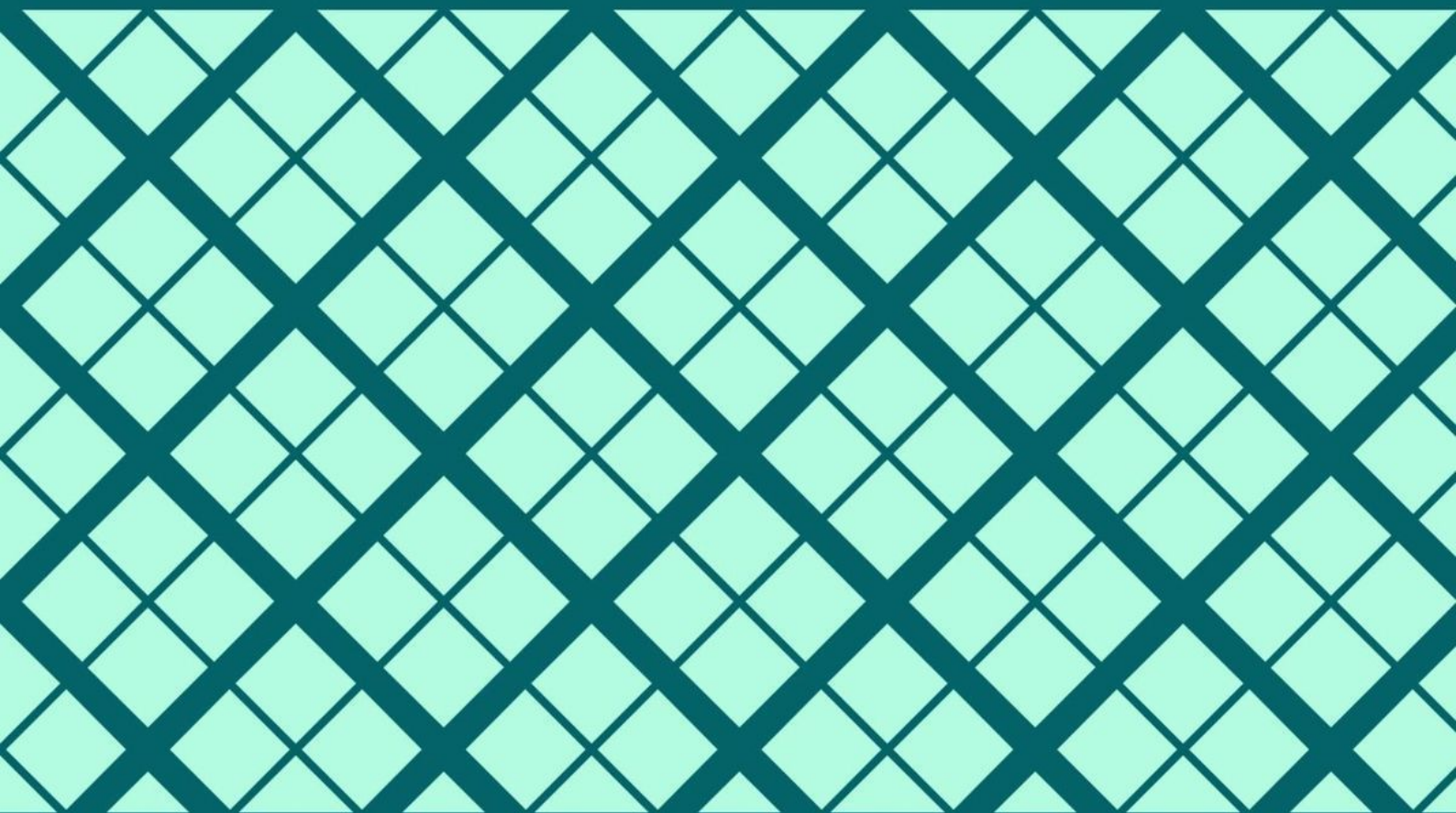


Лев Певзнер



ТРИЗ ДЛЯ
«ЧАЙНИКОВ» — 4
МИКРОСТАНДАРТЫ

Лев Певзнер

**ТРИЗ для «чайников»
– 4. Микростандарты**

«Издательские решения»

Певзнер Л.

ТРИЗ для «чайников» – 4. Микростандарты / Л. Певзнер —
«Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-938107-1

Человек мыслит аналогиями. Это позволяет быстро, без длительного анализа решать сложные проблемы. Цель книги — познакомить читателей с новым инструментом ТРИЗ — микростандартами. Это развитие разработанного Г. С. Альтшуллером инструмента — задач-аналогов. Книга предназначена для студентов, инженеров, бизнесменов, специалистов по рекламе, менеджеров, учителей и просто творческих людей, желающих использовать инструменты и методику ТРИЗ в технике и жизни и не имеющих предварительной подготовки.

ISBN 978-5-44-938107-1

© Певзнер Л.
© Издательские решения

Содержание

От автора	6
Благодарности	7
Глава 1. МИКРОСТАНДАРТЫ В ТЕХНИКЕ	8
1.1. Селективный выбор	9
1.2. Работать цугом	11
1.3. Совместная обработка	13
1.4. Потянем за ниточку	14
1.5. Зонтичные структуры	16
1.6. Зонтичные технологии	20
1.7. Высокий старт	22
1.8. Сигнал – отсутствие сигнала	25
1.9. Войти в середину	27
1.10. Объединение конкурентов на избыточность	29
1.11. Одноразовая защита	32
1.12. Увеличить зазор, чтобы улучшить герметизацию	34
1.13. Самооптимизация	36
1.14. Последовательное снижение качества	37
1.15. Быстрее, чем сосед...	39
1.16. Горючие отходы в энергию	41
1.17. Обрабатывать в упаковке	42
1.18. Умный в гору не пойдет, место слабое найдет	43
1.19. Суррогат	44
1.20. Временный суррогат с заменой	46
1.21. Добавить до годного	47
1.22. Как удалить микрозагрязнения из нефтесточков	48
1.23. Превратим плоское в ребристое	49
1.24. Смешать до основного технологического процесса	51
1.25. Отказ от неоправданных ограничений	52
Конец ознакомительного фрагмента.	53

ТРИЗ для «чайников» – 4 Микростандарты

Лев Певзнер

© Лев Певзнер, 2018

ISBN 978-5-4493-8107-1 (т. 4)

ISBN 978-5-4493-8108-8

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

От автора

Генрих Саулович Альтшуллер говорил, что все тризовцы проходят один и тот же путь. Сначала они изучают то, что уже сделано, потом начинают преподавать ТРИЗ, а затем обязательно начинают самостоятельные исследования в ТРИЗ. Зачем? Да все очень просто. ТРИЗ наука молодая, и в ней очень много «белых пятен». Как только ты начинаешь преподавать, ты сталкиваешься с тем, что то одно, то другое не изучено и не описано. И тогда сразу возникает потребность проводить собственные исследования. Так начал исследования и я. Собственно говоря, исследования начались с нового приема, который появился у меня на кухне в Екатеринбурге. В гостях у меня сидел мастер ТРИЗ Леня Каплан, который прилетел в командировку, а моя семья куда-то уехала. Мы сидели на кухне и тревили интересные истории. И тут Леня рассказал интересную историю о сборке плунжерной пары танкового двигателя, которую придумали советские конструктора для танка Т-34. Я тут же привел несколько примеров задач-аналогов. Так появился новый прием, который не вписывался в общую систему 40 приемов. Но самое интересное – стало понятно, что появилась возможность давать на узко определенное противоречие конкретные и инструментальные рекомендации ответов. Но как назвать новый инструмент? Название придумал Борис Злотин. Когда я рассказал ему идею нового инструмента, он сказал: «На стандарт не тянет – наверное, МИКРОСТАНДАРТ». Так и появилось название нового инструмента. И первый микростандартом стал «Селективный выбор».

Говорят, что все актеры играют штампами, и хороший актёр отличается от плохого тем, что у плохого актера 4 штампа, а у хорошего – 400.

Штамп в профессии – это аналогия, которую использует человек, чтобы не решать проблему с нуля, а воспользоваться своим старым опытом, и использовать его в новой ситуации. Так и в изобретательстве – чем больше различных стандартных ситуаций знает человек, тем быстрее он может найти решение по аналогии одной из ситуаций из своего опыта. И помочь здесь могут задачи-аналоги. Они упоминаются в ранних версиях АРИЗ, но широкого распространения этот инструмент не получил. Проблема в том, что задача-аналог охватывает очень узкий круг задач. И до появления компьютеров было невозможно работать с огромными списками задач-аналогов. Поэтому каждый тризовец имел небольшой фонд задач-аналогов, которым по почте обменивался с друзьями.

Новый инструмент, который я предложил – микростандарты – **модели задач-аналогов**, которые позволяют сразу рекомендовать возможное решение, минуя длительный анализ. С появлением компьютеров появилась возможность работать с большими базами данных (изобретениями и моделями задач-аналогов). Это дает возможность, используя структурирование, а в дальнейшем искусственный интеллект выстраивать программы, помогающие инженерам быстро находить задачи-аналоги, и эффективно решать проблемы. Так в начале 1990-х годов была разработана концепция использования микростандартов для создания компьютерных программ на базе микростандартов¹. К сожалению, до сих пор эта работа не проводится. Однако даже в «ручном» варианте знание эффективных микростандартов может применяться в практике ТРИЗ-специалистов.

Большим преимуществом этого инструмента является то, что каждый микростандарт работает автономно. В этой книге Вам предлагается возможность познакомиться с несколькими группами наиболее интересных микростандартов, работающими в разных областях.

¹ См. Приложение.

Благодарности

Я признателен своему гуру – Г. С. Альтшуллеру за многолетнее сотрудничество, дружбу, переписку и поддержку в трудное время. Его живой пример преданности своему Делу не раз поддерживал меня, и не давал отступать.

Я благодарен моему другу и учителю Борису Злотину, помогавшему мне последние 30 лет в моей работе и его верному спутнику Алле Зусман.

Немалый вклад в мое становление как тризовца внесли В. Петров, В. Герасимов, В. Митрофанов, С. Литвин, Ю. Ступникер, И. Викентьев, В. Просяник, В. Лadoшкин, Л. Кожевникова и многие другие тризовцы.

Отдельная благодарность Л. Каплану, благодаря помощи которого был создан такой инструмент как микростандарты.

Особо хочется отметить, что большой вклад в издании серии «ТРИЗ для чайников» внес Анатолий Гин и его дочь Елена Гин, которые помогали мне в подготовке и издании книг. Неоценима помощь А. Кавтрева в редактировании книг.

Глава 1. МИКРОСТАНДАРТЫ В ТЕХНИКЕ

Сразу хочется отметить, что микростандарты по своей структуре могут быть разными. В некоторых случаях удастся выделить и сформулировать противоречие, которое разрешает микростандарт. В некоторых случаях целесообразно не выделять противоречие, а сразу формулировать переход от изобретательской ситуации к ее разрешению. Для некоторых случаев целесообразно не формулировать изобретательскую ситуацию, а просто следовать законам развития технических систем и проверять возможности развития технической системы. Можно предположить, что при создании компьютерных программ это будут разные, но совместимые структуры микростандартов. К ним и будет обращаться программа по мере анализа системы или при решении задачи.

Вероятно, в будущем в компьютерных программах будут использоваться тысячи и десятки тысяч моделей задач-аналогов. Это будут открытые системы с постоянным пополнением фонда, поиск в которых будет выполняться по определенным правилам и алгоритмам. Но все это будет потом, после накопления большого количества материалов, позволяющих проводить анализ и выстраивать алгоритмы для поиска нужного микростандарта внутри базы данных. А пока, в этой главе мы познакомимся с новым инструментом и рассмотрим около 30 микростандартов, которые могут быть полезны Вам для решения задач уже сейчас.

1.1. Селективный выбор

Во время Второй Мировой войны советским конструкторам удалось сделать то, что не смогли сделать немецкие конструктора. Они сделали компактный дизельный двигатель для танков. Основной проблемой при создании такого двигателя была необходимость изготавливать плунжерную пару для двигателя с высокой точностью. Такого оборудования в 1940-х годах не было ни у немцев, ни у русских. Так как же решили проблему советские конструктора?

Это был один из самых больших технических секретов, который охранялся, как военная тайна. Советские инженеры, как и немецкие не могли добиться требуемой точности изготовления деталей плунжерной пары на оборудовании того времени. Просто они из большого числа деталей подбирали пару так, чтобы зазор в паре был достаточно маленьким, и обеспечивал эффективную работу двигателя.



Рис. 1. Плунжерная пара

МКС: Если есть противоречие между требованиями высокой точности изготовления деталей (что важно для сборки или при использовании изделия) и невозможностью обеспечить эту точность на имеющемся оборудовании, то при массовом производстве, это противоречие может быть разрешено в надсистеме. Изготовленные, хоть и с недостаточной точностью, детали сортируются по группам отклонения от номинального размера, а в дальнейшем, при сборке или использовании это требуемая точность достигается подбором элементов из нужных групп.

Пример 1

В 1970-1980-х годах, при сборке радиоприборов, в частности каскадов выходных усилителей мощности, высокое качество прибора обеспечивали подбором транзисторов, которые рассортировывались по группам, в соответствии со своими параметрами.

Пример 2

Во время войны изготавливать артиллерийские снаряды точно по весу не удавалось, а вес существенно влиял на точность стрельбы. Поэтому снаряды маркировались по группам черточками, а при ведении точных стрельб выбирались снаряды из одной группы.

Пример 3

При изготовлении роликоподшипников на ГПЗ-6 (Екатеринбург, Россия) требовалось обеспечить точность зазора 2 микрона между кольцами и роликами. Но оборудование не обеспечивало такую точность изготовления, как колец, так и роликов. В практике ее и не дости-

гали. Просто кольца и ролики рассортировывали по группам отклонения от номинала, что и обеспечивало требование к точности при сборке сопряженной пары².

.
.

Примеры 4

Чтобы обеспечить высокую точность балансировки турбины, лопатки, устанавливаемые на противоположных сторонах ротора, подбирают парами.

Обувь в магазинах расставлена по размерам, но каждый подбирает в рамках размера ту пару, которая лучше подходит к его ноге.

Жесткость пружин для амортизаторов на автомобилях при изготовлении получается существенно различающейся. Чтобы избежать перекоса, пружины рассортировывают на группы и маркируют, а при сборке берут пружины из одной группы и устанавливают на противоположных сторонах.



Рис.2. Газовая турбина

Пример 5

При рафинировании, заготовку меди – анод – отливают из черной меди с точностью ± 4 мм. Из-за этого в ванну, куда устанавливают сразу по 24 анода, попадают аноды разной толщины. В конце процесса электролиза оказывается, что часть пластин уже полностью растворена, а другая остается достаточно массивной. Все остатки анодов одновременно отправляются в переплав, что вызывает дополнительные затраты на переплавку. Задача повышения точности разливки крайне сложна, но есть простой выход – рассортировать аноды по толщинам и помещать в ванну аноды одной толщины³.



Рис. 3. Разливка анодов. Медные аноды на складе

² Работы по совершенствованию технологии на ГПЗ-6 проводились с участием Л. Певзнера в 1989 году.

³ Задача решалась на семинаре в ПО «Уралэлектромедь».

1.2. Работать цугом

Если при сварке толстых листов металла, дать мощный электрический ток (что источник питания позволяет), то в зоне контакта с дугой свариваемый металл будет кипеть и испаряться. Разумеется, это не устраивает. Вот и приходится сваривать шов за несколько проходов, накладывая последовательно несколько слоев металла ряд за рядом. В результате резко снижается производительность. Где же выход?

Предлагается осуществить сварку несколькими электродами, идущими один за другим, и расположенными на одной раме. Каждый электрод подводит строго дозированное (допустимое) количество энергии, но теперь за один проход инструмента накладывается сразу несколько швов. Противоречие разрешено – металл не испаряется и производительность высокая.

МКС: Если мощность системы позволяет за один раз обеспечить выполнение всего процесса, однако по условиям технологии (чтобы не разрушить изделие) рабочий орган может обеспечить лишь частичное ограниченное действие, используя лишь небольшую часть мощности, то решение состоит в том, что рабочие органы, выполняющие технологический процесс, устанавливаются на единой раме с небольшим интервалом, и работают «цугом», то есть одновременно все, но каждый в своей оперативной зоне. При этом оперативные зоны находятся близко друг от друга, и работа в них идет одновременно.

Пояснение: вместо одной большой оперативной зоны, создается несколько небольших оперативных зон, в каждой из которых работает свой инструмент.

Пример 1

Крестьянская лошадка могла тащить только один небольшой плуг с одним лемехом, который переворачивал пласт земли нужного размера. То есть происходила вспашка на нужную глубину. Современный трактор может перевернуть огромный пласт, да так, что не только плодородный слой перевернет, но и глину выворотит. В результате – не вспашка, а порча земли. Если же установить старенький лошадиный плуг, то тогда вспашка будет правильной, но трактор будет использовать малую часть своей мощности, и мы потеряем производительность. Решение, как известно простое – трактор тащит раму, на которой установлено много рабочих элементов, каждый из которых обеспечивает заданное дозированное действие в оперативной зоне. Установлены они не параллельно, а с небольшим сдвигом друг относительно друга – «цугом». Этим обеспечивается то, что каждый плуг не влияет на работу соседних.



Рис. 4. Лошадь тянет один плуг, на тракторе установлено на раме несколько плугов со сдвигом

Пример 2

При нарезке зубьев шестерен мощности станка бывает достаточно, чтобы прорезать весь металл, в месте формирования зуба, но при этом образуются трещины, заусенцы, металл будет смят. Избежать этого легко – заставить резец несколько раз ходить в месте зуба, срезая металл все глубже и глубже. Но тогда мы теряем много времени (ход резца + реверс). Как быть?

Берется фреза, на которой устанавливается много режущих кромок (по существу – маленьких резцов). Первая делает неглубокий надрез, вторая – углубляет его и т. д. Наконец, последняя завершает работу. При этом в каждый момент времени несколько режущих кромок работает одновременно. В результате, несколько кромок, работающих «цугом», полностью вырезают зуб.

Пример 3

На Нижнетагильском металлургическом комбинате нам встретилась следующая задача: При восстановлении рабочей поверхности прокатного вала, ее наплавляют, а затем обрабатывают на токарном станке резцом. При обработке необходимо срезать слой металла толщиной около 5 мм, чтобы получить ровную поверхность. Мощность станка достаточно велика, чтобы срезать такой слой за один проход. Однако после наплавки поверхностный слой металла становится настолько твердым, что если попытаться срезать сразу все 5 мм за один раз, то резец будет быстро нагреваться и выходить из строя. Вот и приходится осуществлять обработку за несколько проходов, срезая каждый раз по 1—2 мм. Естественно, производительность падает. Как быть?

Как легко убедиться, налицо стандартное противоречие, поэтому и решение было предложено стандартное – на суппорт установить несколько резцов, работающих «цугом». Такое решение было принято задачедаателем.

1.3. Совместная обработка

Для лучшей стыковки двух полос линолеума одну полосу накладывают на другую и производят рез через обе полосы. Получается идеальная стыковка полос, поскольку срез одной полосы повторяет по форме срез другой.

МКС: Если технология такова, что точность обработки изделия недостаточна, то более высокую точность сопряженной пары деталей можно обеспечить за счет совместной (одновременной) обработки этой пары деталей.

Пример 1

Во всех автомашинах главная пара шестерен заднего моста нарезается одним резцом сразу на обеих деталях, чтобы избежать в них большого люфта.



Рис.5. Главная пара шестерен заднего моста.

Пример 2

Для обеспечения максимальной симметричности при проведении ортопедических операций на двух конечностях, их проводят на обеих конечностях руками одного хирурга в течение одного операционного дня.

Пример 3

Если в двух деталях должны быть отверстия для их соединения, в которые затем нужно будет вставлять винт или другой стыковочный элемент, то сверление этих деталей надо делать одновременно за одну операцию. В этом случае отверстия идеально совпадут.

1.4. Потянем за ниточку

Стерильный бинт помещается в упаковку из нескольких слоев пергаментной бумаги, обеспечивающую стерильность в течение 6 месяцев. Разорвать ее достаточно трудно. Нужно значительное усилие. Поэтому, чтобы вскрыть упаковку аккуратно и без больших усилий, в нее заранее вкладывают нить. Затем тянут за свободный конец нити. В этом случае все усилие в каждый момент будет прикладывается в точке. Концентрированное усилие достаточно, чтобы разрушать бумагу, но недостаточно, чтобы порвать нить, через которое оно передается. В этом случае упаковка вскрывается легко и аккуратно.



Рис. 6. Бинт

МКС: Если

– необходимо аккуратно и быстро разрушить прочную упаковку в заданном месте;

или в процессе работы системы образуется нежелательное прочное соединение элементов, которое необходимо разрушить при обслуживании,

то это можно обеспечить за счет введения заблаговременно в место предполагаемого разделения нити (проволоки или иной аналогичный элемент).

Упаковка или соединение разрушаются, когда усилие прикладывается к свободному концу нити. В этом случае все усилие, прикладываемое к нити, концентрируется в точке контакта (очень маленькой оперативной зоне) освобожденной части нити с местом не разрушенной части соединения. Большое направленное усилие в этой точке приводит к разрушению упаковки или нежелательного соединения. Процесс происходит до тех пор, пока упаковка или соединение не будут разделены полностью по всей длине заранее заложенной нити.

Пример 1

Нить в целлофановой упаковке сигарет или других продуктов.



Рис. 7. Нить (золотая) позволяет легко вскрыть упаковку

Пример 2

Извлечение ТЭНа из реактора (из практики Л. Певзнера).

Это произошло 25 лет назад, когда я работал в составе команды Бориса Злотина на Норильском ГОКе. Там мы столкнулись со следующей задачей:

В специальном реакторе (реактор – это горизонтально установленная бочка диаметром около 4-х метров, длиной около 12 метров, с толщиной стальных стенок 12 мм, внутри которых выложен слой свинца – 10 мм и огнеупорный кирпич) происходил процесс перевода серы из пульпы колчеданов в чистую серу. Для этого в реакторе пульпу под давлением 10—15 атм. при температуре 130—140 С и перемешивали ее, добавляя кислород. Как происходил процесс точно не помню, но задача была выглядела простой. Температуру поддерживали четыре ТЭНа (ТЭН представлял из себя трубу длиной 4 метра и диаметром 70 мм), которые вводили через торцы реактора сбоку, через специальные стальные гильзы полуметровой длины. Их внутренний диаметр был на 2 мм больше диаметра ТЭНа (рис. 8). И все было бы ничего, если бы не регулярное обслуживание, при котором необходимо было вынимать ТЭНы. Пространство между гильзой и ТЭНом за время работы реактора между обслуживанием, заполнялось гипсом (выделяемым из раствора пульпы), намертво соединяя ТЭН с гильзой. Каждый раз был большой риск повреждения реактора при извлечении ТЭНов. Уж больно велики были усилия.

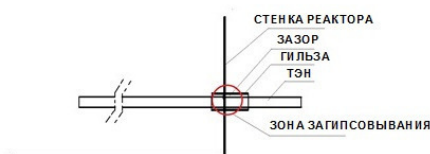


Рис.8. Схема входа ТЭНа в реактор.

Решение: на ТЭН спирально наворачивается тонкая стальная проволока, полностью закрывающая зону контакта ТЭНа и гильзы. В то время, когда необходимо извлечь ТЭНы мы тянем за выступающий конец проволоки, вытягивая проволоку на всей длине. Загипсованное соединение между гильзой и ТЭНом разрушается, и ТЭН легко извлекается.

1.5. Зонтичные структуры

В фильме «Укрощение огня» показывается, как Конструктор ракетных двигателей зашел в тупик. Простое линейное увеличение мощности двигателя не позволяло создать требуемой тяги, чтобы запустить ракету, а параллельное соединение нескольких двигателей в пакет недопустимо усложняло управление ракетой. И тогда Главный Конструктор предложил объединить стандартные двигатели в несколько пакетов. Так родилась ракета «Восток».

Ракетноноситель (первая ступень) корабля «Восток» – полисистема 5-ти групп двигателей из полисистем по 4 двигателя в каждой группе.



Рис. 9. Ракета-носитель «Восток». Пакеты двигателей.

МКС: Если недопустимо увеличение единичной мощности системы и недопустимо параллельное объединение в полисистему необходимого количества систем для достижения необходимой мощности,

то решением может стать переход к зонтичной структуре позволяющей снизить нежелательный эффект от сложного объединения большого количества систем.

Зонтичная структура представляет из себя объединение в полисистему нескольких систем, каждая из которых, в свою очередь, является полисистемой из одинаковых элементов.

В природе этот микростандарт демонстрируют растения семейства зонтичных, например укроп.



Рис. 10. Укроп

За счет чего достигается эффект?

1. Эффективность полисистемы вместо одной системы большой мощности обеспечивается за счет:

- повышения серийности производства отдельных элементов;
- снижения вредных факторов, возникающих при росте единичной мощности системы.

2. Эффективность группового свертывания связана с:

- устранением лишних элементов в каждой группе (оптимальность по объему свертывания определяется ростом вредных факторов, возникающих при объединении систем).

Зонтичное построение реализует в полной степени закон развертывания-свертывания⁴, когда эффективность системы через структурирование одновременно повышается за счет:

- развертывания системы в полисистему, с однородными элементами на самом нижнем уровне;
- группового свертывания, на каждом уровне структуры.

Пример 1

Самолетное шасси – полисистема из нескольких полисистем колес.



Рис. 11. Грузовой самолет с группами колес

Пример 2

У самолета Б-52 четыре пары реактивных двигателей – полисистема из 4-х —бисистем.



Рис.12. В-52

Пример 3

В обществе любая организация, например армия, является зонтичной структурой.

⁴ Закон развертывания-свертывания подробно рассмотрен в книге «ТРИЗ для чайников-3», «Законы развития технических систем», том 2.

Армия состоит из нескольких дивизий, каждая дивизия – из нескольких полков, полки – из батальонов, батальоны – из рот, роты – из взводов, взводы – из отделений.....

Пример 4

В цехах рафинирования меди технологический процесс построен на основе переноса атомов меди с анода на катод в ванне с электролитом.

При этом процесс реализован в нескольких сотнях ванн, в каждой из которых находится по полтора-два десятка пар катод-анод. Налицо зонтичная структура из двух уровней.



Рис. 13. Пакеты анодов в ванно́й

Замечание: рост размеров анодов вызывает сложности в электрохимическом процессе из-за отсутствия равномерности переноса атомов металла, увеличение количества пар в ванне усложняет процессы электролиза. Это и определяет степень дробления по группам.

Кроме этого, разбивка по ваннам позволяет сделать процесс непрерывно-дискретным. Дискретность позволяет перезагружать ванны последовательно, в то время как сам по себе процесс производства в цехе непрерывный. Замена анодов в одной ванне мало влияет на производительность цеха в целом, поскольку остальные ванны работают. Такая схема позволяет оптимизировать процесс по производительности.

Пример 5

Зонтичные структуры в солнечной энергетике



Рис. 14. Солнечные батареи в пакетах по 12 штук

Пример 6

Кассетные бомбы.

В большом контейнере размещается несколько сот маленьких снарядов, оснащенных поражающими элементами. Еще в воздухе большой контейнер раскрывается, и пороховой заряд разбрасывает суббоеприпасы, которые, в свою очередь, взрываются от удара о землю. В результате охватывается большая площадь поражения.

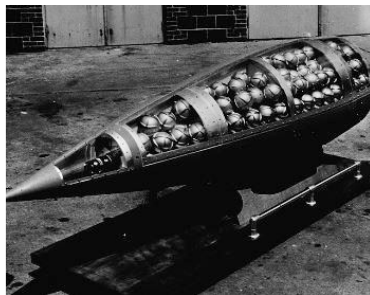


Рис.15. Кассетная бомба

1.6. Зонтичные технологии

Зонтичной может быть не только техническая система, но и технология.

Заводу не выгодно поставлять продукцию конечному Потребителю, поскольку он берет отдельные изделия. Гораздо выгоднее поставлять продукцию партиями в центры дистрибуции. Получая большие партии товаров с предприятия, центры дистрибуции распределяют их в мелкий опт, или доводят до частного.

МКС 1:

Если есть одно из противоречий:

а. необходимо выпускать несколько разных серий продукции, обработка которых на первых стадиях одинакова, но на завершающих различна;

б. использование мощной системы целесообразно на первом этапе и нецелесообразно на завершающих этапах,

то противоречие разрешается зонтичным применением в технологии, когда первая часть работы выполняется по технологии, обрабатывающей крупные партии, а затем партия разделяется на небольшие группы (серии), для конечной обработки.

Пример 1

Многие дома в США отапливаются дизельным топливом. И тут возникает противоречие. Если автоцистерны будут большими, то неудобно подъезжать к дому. А если автоцистерны будут маленькими, то подъезжать будет удобно, но теряется производительность (расстояние от производителя до потребителя достаточно большое). Для разрешения противоречия транспортировку с нефтеперерабатывающих терминалов и комбинатов на специальные заправки выполняют большие автоцистерны грузоподъемностью в 50 тонн. А развозят по домам ее автоцистерны емкостью в 10—15 тонн, которые достаточно маневренные.



Рис. 16. Автоцистерны емкостью 50 и 15 тонн

Пример 2

Пластиковые бутылки различной формы выдуваются на заводах по производству газированной соды и соков из стандартных заготовок – преформ. Пластиковая заготовка помещается в специальную форму, нагревается и раздувается давлением около 40 атмосфер до получения нужной формы. Форма готовой бутылки соответствует желаниям заказчика. А вот преформы – заготовки – универсальны для всех форм бутылок одного размера. Преформы изготавливаются сотнями миллионов на специальных заводах и поставляются производителям соков, вод и других жидких продуктов, фасуемых в пластиковую тару.

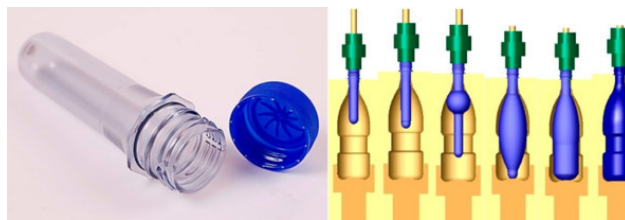


Рис. 17. Преформы и процесс получения готовых изделий

1.7. Высокий старт

В 1941 году, после множества неудачных попыток захватить хорошо вооруженный остров Осмуссаар на пути к Ленинграду, фашисты решили высадить десант на соседний остров Ворсми. Снаряды батарей, расположенных на Осмуссаар, лишь немного не доставали до вражеских десантных кораблей. Как увеличить дальность полета снарядов, как дать им дополнительную энергию? На помощь пришла изобретательность одного из офицеров. Он предложил повысить температуру в погребе с боеприпасами. Рискованно? Да! Но другого выхода не было. Снаряды нагрели до 30⁰ С градусов. Увеличив начальную температуру пороха, советские воины повысили и удельную теплоту его сгорания. Дальнобойность орудий увеличилась. Большинство из десантных кораблей врага было потоплено, попытка захватить остров была отбита⁵.

МКС: Если энергии исходного процесса недостаточно, чтобы достичь необходимых результатов, то необходимо повысить стартовые параметры системы так, чтобы обеспечить выполнение задачи, в частности:

- если процесс связан с выделением тепла и его недостаточно для получения результата надо предварительно нагреть вещества, участвующие в процессе;
- если не хватает кинетической энергии для получения требуемой скорости – необходимо создать исходные начальные условия для ее получения (повышенная потенциальная энергия, дополнительная кинетическая энергия).

Пример 1

Энергии сгорания газа недостаточно, чтобы нагреть металл в мартеновской печи до необходимой температуры, поэтому часть газа сжигают предварительно. За счет его тепла подогревают воздух и газ, которые затем сжигают в печи, обеспечивая более высокую температуру, что дает нужный энергетический режим,

Пример 2

Идея создания космодрома на море связана с тем, чтобы максимально использовать скорость вращения Земли. Чем ближе располагается космодром к экватору, тем в большей степени скорость вращения Земли помогает ракете-носителю вывести космический корабль на орбиту. Именно поэтому, космодром США располагается на юге Флориды, самой южной точке США.

Создание морской платформы, с которой можно запускать космические корабли прямо с экватора, еще больше облегчает запуск космических кораблей. При запуске в восточном направлении, корабль получает дополнительную начальную скорость в 465 м/сек за счет вращения Земли, что позволяет существенно повысить полезную нагрузку по сравнению, например, с запуском ракет с Байканура.

Пример 4

Во время второй мировой войны все самолеты имели приблизительно равные скоростные характеристики. Но во время воздушного боя именно скорость позволяла так маневрировать, чтобы обеспечить эффективную атаку врага. Советский воздушный ас Александр Ива-

⁵ Изобретатель и рационализатор -1985.-№5

нович Покрышкин разработал формулу успеха в воздушном бою – высота, скорость, маневр, атака!

Он старался набрать высоту, потом пикированием набирал скорость за счет потенциальной энергии, и после маневра атаковал врага.



Рис.18. Морской старт

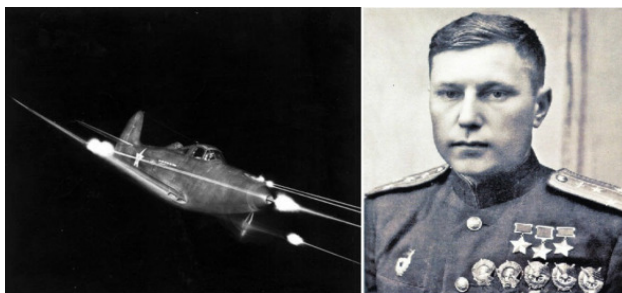


Рис. 19. Формула А. И. Покрышкина «Высота, скорость, атака, огонь»

Пример 5

Компания Virgin Galactic использует коммерческие реактивные самолеты Боинг 747- 400 в качестве корабля-матка для запуска малых искусственных спутников. Его назвали «Cosmic Girl». Этот самолет используется в качестве воздушной платформы для отправки небольших полезных нагрузок на орбиту с помощью небольшой ракеты-носителя LauncherOne.

Ракета-носитель LauncherOne находится под левым крылом самолета и, когда он достигает достаточной высоты, ракета, которую несет корабль-матка, выпадает, у нее включается двигатель, и она летит в космос.



Рис. 20. Боинг 747- 400 в качества корабля-матки для запуска малых спутников

Предложенная схема запуска спутников позволяет компании направить на орбиту 200 килограмм полезной нагрузки при стоимости менее \$10 миллионов.

1.8. Сигнал – отсутствие сигнала

Огюст Пик построил батискаф – аппарат для погружения на большие глубины. Но как поднять батискаф, если авария произошла на большой глубине и управление потеряно? Для обеспечения безопасности была разработана специальная система аварийного всплытия. Аварийный балласт подвешивался на раскрывающихся замках. От раскрытия замки удерживаются электромагнитами, для его сброса достаточно отключить электрический ток. Аналогичное крепление использовалось для крепления аккумуляторных батарей и гайдропа. Гайдроп предназначен для уменьшения скорости спуска (вплоть до полной остановки) непосредственно у морского дна. Идея аварийной системы состоит в том, что если произошла авария, то через некоторое время аккумуляторы разряжаются, и происходит автоматический сброс балласта, аккумуляторов и гайдропа. После этого батискаф поднимается на поверхность.

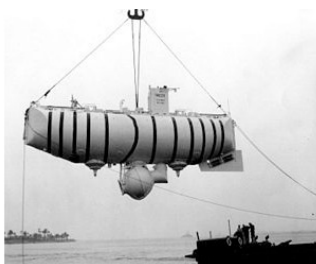


Рис. 21. Батискаф «Триест»

МКС: Если по каким то причинам трудно получить сигнал об аварийной ситуации получить сложно, то рекомендуется применить инверсию – то есть создать ситуацию, когда сигнал о нормальной работе будет получаться регулярно, а его отсутствие будет сигналом нештатной ситуации, который вызовет необходимые действия.

Пример 1

При водолазных работах в старое время, когда не было звуковой связи, необходимо было для обеспечения безопасности в аварийной ситуации вовремя поднять водолаза. Но как он может дать сигнал, если он под водой потерял сознание? Чтобы вовремя принять меры, была разработана система – каждые 5 минут водолаз дергал за сигнальный шнур. Один рывок означал, что все в порядке. Если сигнал вовремя не поступал, водолаза поднимали на поверхность воды.



Рис. 22. Водолаз

Пример 2

Об очень многих вещах можно догадаться не по наличию чего-либо, а по его отсутствию. В 1942 году будущий академик Георгий Флеров написал Сталину, что из американских научных журналов исчезли статьи по атомной физике, и, следовательно, США очень близко подошли к созданию атомной бомбы.

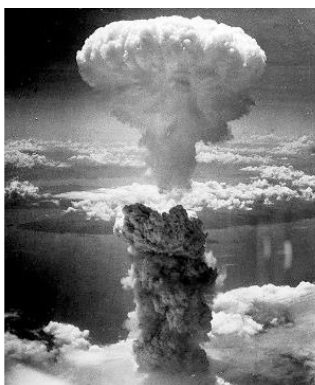


Рис. 23. Ядерный взрыв над Хиросимой в Японии

Пример-шутка

Один человек пил в гостях превосходное вино, но от похвал воздерживался. Тогда хозяин дома велел подать ему другое вино, гораздо хуже сортом. Тут молчальник сказал:

– Хорошее вино!

– Хозяин возмущился:

– Но это же пошло за десять су, тогда как то, что вы пили раньше, – истинный нектар!

Гость ответил:

– Знаю. Поэтому я о нем ничего не сказал: оно в похвалах не нуждается.

1.9. Войти в середину

В Израиле, по закону, если в доме не меньше 5 этажей, то обязательно требование для строителей – установка лифта. Но наличие лифта – дополнительные затраты и потеря площадей – это все денежные потери. Оригинальное решение нашли строители в Хайфе. Пятиэтажные дома на холмах строят так, чтобы уровень улицы, центральный вход в подъезд и парковка для машин были на уровне третьего этажа (домой жители попадают через небольшой мостик от дороги до 3-его этажа). В этом случае жителям первого этажа надо спускаться всего на два этажа, так же как жителям пятого этажа – подниматься на два этажа. По формально признаку нет необходимости строительства лифта.

Аналогично строят индивидуальные дома на склоне во многих странах. При строительстве трехэтажного дома, центральный вход делают на уровне второго этажа со стороны горы. Сверху располагают третий этаж, а первый этаж делается встроенным в гору с видом со склона горы.

МКС: Функциональность «многоэтажной» системы может быть улучшена за счет переноса входа с крайнего «этажа» системы на средний (центральный) «этаж» с возможностью подниматься на верхние «этажи» или спускаться на нижние.

Пример 1

В современных городах земля стоит очень дорого. Решение современных строителей – постройка нескольких этажей (технических и паркингов) под землей. Лифт позволяет подниматься вверх по небоскребу и спускаться вниз, на подземные этажи.



Рис. 24. Госпиталь Сант-Элизабет в Бостоне (вид с улицы). Центральный вход – со двора (с другой стороны) на уровне 4 этажа в 8-этажном здании, выходящим фасадом на улицу

Пример 2

В огромных кораблях вход осуществляется с уровня земли, в то время как потом, часть кают располагается ниже главной палубы и в трюме, часть на верхних палубах.



Рис. 25. Справа верхний трап для пассажиров 1-го класса

Замечание: В 40 приемах устранения противоречий у Г. С. Альтшуллера есть принцип «эквипотенциальности». Это прямое следствие из него.

1.10. Объединение конкурентов на избыточность

Производство компании «Группы Техмаш» получало электроэнергию от Горгосэлектро-сети. Когда соседнее предприятие установило у себя газопоршневую станцию и начало само обеспечивать себя дешевой энергией, такая идея возникла и у меня⁶. Газ мы уже провели, и оставалось только установить оборудование. Итак, налицо две конкурирующие системы обеспечения производства электричеством и теплом. Я начал проверять расчеты.

При расчете мощности мини-ТЭС надо понимать, что ее использование экономически оправдано только при работе в максимальном режиме, как электрогенерирующей установки, так и котла-утилизатора тепла. В противном случае, такая установка экономически не оправдана. Как правило, летом нет потребности в тепле, да и потребление электроэнергии существенно меняется в течение суток. Поэтому, при выборе мощности мини-ТЭС рекомендуется брать минимальное энергопотребление по мощности (как правило, даже ночью есть освещение, а если предприятие имеет круглосуточный цикл, то выбирается минимальная мощность цикла), что касается утилизации тепла, то если в цикле производства есть использование тепла – учитывается его минимальная мощность. После выбора мощности мини-ТЭС ее параметры выбираются так, чтобы она всегда была максимально загружена, в то время как дополнительные мощности по энергии и теплу, в случае необходимости, выбираются из центральной энергосистемы и теплоцентрали города.

МКС: Если среди двух конкурирующих систем:

– одна имеет узкий диапазон наиболее эффективного использования (максимальный КПД), существенно превышающего конкурирующую систему, но при выходе за его пределы резко теряет эффективность;

– а вторая способна быстро адаптироваться к переменным условиям функционирования системы в надсистеме, хотя и менее эффективно (с меньшим КПД), чем конкурент,

то объединение таких конкурентов сводится к полному использованию первой системы в рамках гарантированно необходимой производительности в рамках оптимального диапазона, в то время как вторая система подключается для обеспечения требуемого режима в нужных пределах.

Пример 1

На производстве предприятия⁷ есть, как собственная котельная, так и возможность добирать тепло из центральной системы отопления города. Почему бы не построить еще одну котельную, и не обеспечить себя «дешевым» теплом полностью, тем более что газ уже проведен? Давайте посчитаем! Котельная, которая работает 6—7 месяцев в году, окупается за 3 года! А вот если котельная работает менее 4 месяцев в году, то она принципиально не окупает вложенные инвестиции и затраты на эксплуатацию.

А теперь оценим ситуацию. Производственные цеха не нуждаются в отоплении 5 месяцев в году (середина мая по середину октября). Не слишком низкие уральские температуры с начала марта по середину мая, и с середины октября по конец ноября позволяют обходиться существующей собственной котельной, а вот три месяца в году, в зависимости от температуры мы добираем тепло из теплоцентрали. Вот и получается, что строительство второй котельной просто экономически нецелесообразно!

⁶ В это время я работал директором по производству в «Группе Техмаш»

⁷ Из опыта работы Л. Певзнера в «Группе Техмаш»

Следствие 1. Если возможно накопление ресурса (энергии, вещества) для второй системы за счет первой, то можно увеличить стационарную составляющую первой системы до средней мощности в надсистеме. При недозагрузке первой системы избыток идет в накопление, а при перегрузке – будет расходоваться накопленный ресурс.

Пример 2.

Гибридные автомашины. Расход топлива ДВС при повышенных скоростях в 1,5 раза больше, чем при оптимальной скорости. Повышен расход и на низких скоростях. Решение объединить ДВС и электромотор позволяет заставить ДВС работать всегда в оптимальном режиме! При высоких скоростях или на старте работает и ДВС, и электродвигатель, чтобы обеспечить старт или скоростной режим. При низких скоростях ДВС работает на аккумуляторах машины, и закачивает избыточную энергию в аккумуляторы, а электродвигатель работает как генератор.

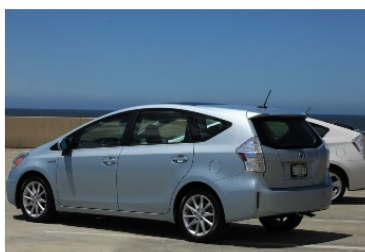


Рис. 26. Toyota Prius V Hybrid

Пример 3

Загорская гидроаккумулирующая электростанция. Станция связана с Костромской энергосистемой. Конструкция состоит из двух бассейнов – верхнего и нижнего. При повышенном потреблении турбины вырабатывают электроэнергию. При снижении потребности в электроэнергии в энергосистеме избыток энергии системы заставляет работать насосы, закачивающие воду в верхний бассейн. КПД такой станции составляет 73%, но оптимизация работы ГРЭС в энергосистеме с лихвой компенсирует эти потери.



Рис. 27. Гидроаккумулирующая станция в Шотландии

Пример 4.

Солнечные батареи становятся все более эффективными. Но у них есть недостаток – они работают днем, в то время как основное потребление электроэнергии требуется в темное время суток. Компания Tesla Motors Inc. разработала мощные аккумуляторы емкостью 7—10 киловатт-часов, которые способны запасать энергию, вырабатываемую днем солнечными

батареями, и выдавать ее по мере необходимости. По мнению специалистов Tesla Motors Inc., новое устройство – солнечные батареи с аккумуляторами – полностью изменит структуру потребления электроэнергии. А его размеры – 130x86x18 см, позволяют устанавливать аккумулятор на стене дома, в то время как солнечные батареи устанавливаются на крыше дома.



Рис. 28. Аккумулятор «Тесла» для дома

Если же вырабатываемой солнечными батареями энергии не хватает, то можно использовать дизель-генератор, который также будет работать в оптимальном режиме, «подкачивая» батареи, когда они разряжаются ниже некоторого предела.

Пример 5

Вместо сплошного киля судну придает устойчивость легкий пустотелый киль, внутри которого размещены электрические батареи.

Когда яхта идет под парусом с большой скоростью, гребной винт работает как турбинное колесо и заряжает батареи. В штиль батареи приводят в действие мотор.

При необходимости двигаться с большой скоростью работают и паруса и двигатель. (Патент США 3 238 911)

1.11. Одноразовая защита

Пока ученым не удастся создать материал (ни металл, ни керамика), который способен выдержать температуру 10—15 тысяч градусов даже несколько секунд. Но как же тогда строить стартовую площадку космодрома, если температура ракетной струи именно такая? Для каждого старта строить новый стартовый комплекс – дорого.



Рис. 29. Старт ракеты на Байкануре

Конструктора нашли решение. Конструкции стартовой площадки обмазываются слоем смеси специального термостойкого полимера с асбестом, пеком или графитом, или перед стартом накрыть их колпаком из такой смеси. Во время старта ракеты несколько секунд плазменная струя с температурой 10—15 тысяч градусов будет бить по этим конструкциям. Обмазка вспенится, обуглится, обгорит, и даже местами облетит, но защищаемая ею конструкции уцелеет. Перед новым стартом нужно будет заново нанести новый слой обмазки и конструкции смогут служить достаточно долго. Такой состав называется аблационным.

МКС. Если на изделие оказывается краткосрочное ударное вредное действие, разрушающее его, а создание прочной защиты от многократного воздействия крайне дорого, или недопустимо по технологическим условиям, то решением может стать введение одноразового промежуточного защитного слоя на поверхность изделия, остатки которого после повреждения удаляются, и наносится новый защитный слой.

Пример 1

Таким же способом можно защищать корпус ракеты от перегрева. На носовую часть ракеты надевается заранее защитный колпак. Пока этот аблатор обгорит, ракета уже проскочит сквозь плотные слои атмосферы, уйдет в разреженную стратосферу, а то и выше, где трение не столь велико и разогрев не столь силен. После этого колпак сбрасывается⁸.



⁸ Копылов В. В., Штурм теплового барьера. М., Наука, 1983, с 25

Рис. 30. Обтекатели космического корабля

Пример 2

При отливке слитков есть опасность прилипания металла к изложнице. Чтобы избежать этого, на внутреннюю часть изложницы наносят кистью или распылителем слой специальной обмазки. После заливки расплавленного металла обмазка частично сгорает, частично растворяется на поверхности слитка. Но слиток легко извлекается из изложницы. После извлечения слитка, остатки обмазки удаляются, и наносится слой новой обмазки.



Рис. 31. Слиток в изложнице

Пример 3

Активная броня

Страшной угрозой для танков стали кумулятивные снаряды. Тонкая струя, образующаяся при взрыве, прошивает броню любой толщины. Защитой стала «активная броня» – пакеты с взрывчатым веществом, расположенные на танковой броне. При попадании кумулятивного снаряда они взрываются, препятствуя действию кумулятивной струи. После боя поврежденные пакеты заменяются на новые, и танк снова готов к бою.



Рис. 32. Израильский танк М60А1 с установленной динамической защитой «Блэйзер».

1.12. Увеличить зазор, чтобы улучшить герметизацию

В конце XVIII и начале XIX века была разработана технология изготовления чайников и кастрюль из листовой меди. Заготовки вырезались из листа, а затем изгибались и состыковывались. Швы зачеканивались. Чтобы обеспечить герметичность, необходимо было обеспечить высокую точность кроя заготовок. Это резко снижало производительность. Однако с развитием общества спрос на медную посуду быстро рос.

Чтобы повысить производительность была разработана новая технология изготовления чайников – пайка швов медных чайников и кастрюль.

Предложенная технология пайки медных швов позволила резко снизить точность кроя, поскольку независимо от толщины шва он легко герметизировался оловом, наполняющим швы. Швы при этом специально делали достаточно большими по размеру, чтобы олово не просто покрывало поверхность, но и затекало внутрь шва, образуя достаточно толстый слой.



Рис. 33. Прототип самовара, пайка листовой меди

МКС: Если в системе есть соединение двух элементов, а щель герметизируется, то при повышении точности усложняется не только процесс изготовления элементов, но и процесс герметизации, поскольку тонкую щель труднее заполнить соединительным материалом. В этом случае решение может состоять в изготовлении щели заведомо завышенной толщины (по сравнению с возможной по технологии), которая легко заполняется наполнителем-герметизатором. При этом снижается сложность технологии, как при изготовлении заготовок и изделий, так и операции соединения.

Пример 1

В США большая часть водопроводов в частных домах изготавливается из медных труб, которые соединяются муфтами, внутренний диаметр которых больше диаметра соединяемых труб на заданную величину. Труба легко вставляется в муфту, что облегчает сборку, а зазоры заполняются расплавленным оловом. Трубка и муфта перед пайкой нагреваются, а затем к месту соединения добавляется олово, которое втягивается в зазор капиллярными силами. Так обеспечивается надежное соединение.

При этом повышение точности (снижение зазора) только ухудшает соединение, поскольку олово будет хуже заполнять зазор.



Рис. 34. Пайка медного трубопровода

Пример 2

При установке пластиковых окон между окном и стеной остается щель. Если щели между окном и стеной слишком маленькие, то их трудно герметизировать пеной, что ухудшает утепление. Зазор должен иметь некоторую оптимальную толщину, что позволит надежно герметизировать щель. Это регламентируется технологической инструкцией ⁹.

Пример 3

При установке стекла, его вырезают заведомо меньшего размера, чем выемка в раме под стекло, чтобы оно свободно устанавливалось на месте. После установки щели замазывают оконной замазкой, и фиксирует стекло в раме штапиками (Рис.35).

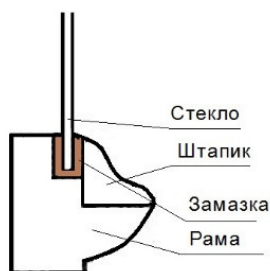


Рис.35. Схема установке стекол в раме

⁹ У себя в «Группе Техмаш» мы получили рекламацию на то, что окна промерзают. Оказалось, что стараясь уменьшить зазор между рамой и корпусом вагон-дома мы перестарались и сделали зазор настолько маленьким, что не смогли пропенить его на всю глубину. Толщина пеноизоляции оказалась 1—2 мм, вместо 80 мм по нормам. И хотя щель была тонкая, но через нее проходил холод.

1.13. Самооптимизация

Колеса железнодорожного вагона по форме быстро приобретают оптимальную форму, независимо от первоначальной. Поэтому изготавливать колеса с высокой точностью нецелесообразно. Это позволяет экономить много денег.

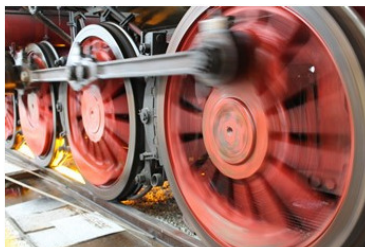


Рис. 36. Самооптимизация железнодорожных колес

МКС: В трущейся паре всегда происходит притирка деталей, и если одна часть достаточно большая (протяженная), то притирка идет за ее счет. В этом случае нецелесообразно затрачивать большие усилия на получение второй части пары с высокой точностью. Трущаяся пара сама обеспечит оптимальную форму контакта.

Пример

Лопатка турбины изготавливается с концом из более мягкого металла с небольшим запасом по размеру. При работе турбины избыточная часть на конце лопатки быстро истирается о твердый корпус, обеспечивая минимальный зазор между турбиной и корпусом.



Рис. 37. Турбинная лопатка

1.14. Последовательное снижение качества

В разных странах разные сроки годности лекарств. Как нетрудно догадаться на Западе они существенно короче. А после истечения срока годности лекарства подлежат утилизации. Российские аптекари придумали интересный бизнес. Они забирают эти лекарства, берут деньги за утилизацию..., а после этого продают лекарство в России за нормальную цену (поскольку по российским законам они еще годные!).

Вот такой интересный бизнес. А главное – все законно.

МКС: Если какой либо продукт не может быть использован вследствие окончания гарантийного срока использования или снижения качества до недопустимого уровня (то есть продукт не может быть использован в основном процессе из-за снижения характеристик) и должен быть утилизирован, то можно попытаться использовать его по назначению там, где стандарты его применимости ниже.

Следствие 1: возможно каскадное последовательное применение продукта по мере снижения качества.

Следствие 2: возможно дробление процесса на несколько под-этапов для более полного использования очищающего материала (дискретное применение).

Следствие 3: возможен встречный каскад продукта – встречные потоки при рафинировании продукта для более полного использования извлекающего материала (использование непрерывного снижения качества).

Следствие 4: встречный каскад по передаче энергии – встречные процессы теплообмена (использование непрерывного снижения температур).

Пример 1

В советское время микросхемы изготавливали, в основном, на оборонных предприятиях. Выход качественных микросхем для обороны был невысоким, но чтобы не выбрасывать дорогостоящие изделия, отбракованные микросхемы использовали в гражданском применении.

Пример 2

У всех продуктов, даже консервированных, есть определенный срок хранения. В СССР были большие государственные запасы консервов на случай войны. По мере того как этот срок приближался, старые запасы извлекались из хранения и продавались, а на их место помещались новые продукты. Аналогично поступают в американских супермаркетах. Когда окончание срока годности приближается, менеджер вешает на продукт этикетку с большой скидкой, чтобы быстро продать товар (который, кстати, пока продавать законно!).

Пример 3 (к следствию 2):

При обезжиривании поверхности тонколистового металла перед покраской (на металле остается значительное количество машинного масла после прокатки, что недопустимо при покраске), металл протирают тряпками, смоченными в растворителе. При этом за один раз достичь требуемого качества удаления масла не удастся, Процесс приходится повторять 3—4 раза. Причем тряпки приходится менять, поскольку грязные тряпки перестают удалять масло, а наоборот загрязняют поверхность. Постепенно тряпки остаются все чище, и чище, и выбрасывать их жалко. Применяется каскадная схема – тряпки, использованные в последней итерации, во второй раз используются на предыдущем этапе, тряпки, использованные на втором этапе, в следующий раз используются на первом, и, наконец, тряпки, используемые

на первом этапе, и вобравшие в себя максимум масла выбрасываются. Так удается значительно сократить расход тряпок на обезжиривании.

Пример 4 (к следствию 2).

Последовательное использование фиксажа

Раньше при фотопечати, после проявления фотобумаги и ее после промывки погружали в ванночку с фиксажем, где не засвеченное серебро переходило в фиксаж. Достаточно быстро в фиксаже накапливались серебро, что замедляло процесс фиксации изображения. Фиксаж приходилось часто менять, хотя он все еще был пригоден для извлечения серебра, но опасно было неполное удаление серебра из фотобумаги. Ушлые фотолюбители научились экономить – использовать последовательное фиксирование в 2-х ваннах фиксажа последовательно. В результате, в первой ванночке удалялось большее количество серебра, а вторая ванночке гарантировала качество его удаления. При этом удавалось без снижения качества обрабатывать в том же количестве раствора в 3—4 раза больше фотобумаги.

Заметим, что при больших объемах печати, использовался каскадный прием, то есть после полного использования первой ванночки, раствор из нее выливался, и в него переходил раствор второй ванночки, а в нее наливался свежий раствор.

Пример 5 (к следствию 3)

На заводе редких металлов извлечение редкоземельных металлов из сырья выполняется по схеме встречных потоков в длинной ванне. Вправо двигался на транспортере поток сырья, а навстречу ему шел поток раствора. Наиболее свежий раствор встречается с сырьем в последней стадии его обработки (где мало полезной составляющей). Далее он постоянно насыщается металлом и после окончания контакта передается на извлечение редкозема.

Пример (к следствию 4)

Встречный теплообмен.

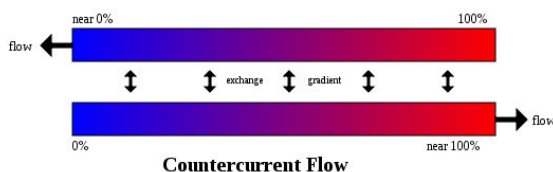


Рис. 38. Схема встречного теплообмена

1.15. Быстрее, чем сосед...

Для взрывоопасных помещений необходимо использовать легкосбрасываемые панели, то есть панели, которые выполняют свои функции по защите помещения от холода, но при взрыве быстро сбрасываются, не допуская опасного повышения давления. Их крепеж выдерживает стандартные нагрузки, но не выдерживает повышение давления при взрыве внутри помещения. Крепление этих панелей выполняется на ослабленных болтах (болты с проточкой).



Рис. 39. Крепежный болт с ослаблением

МКС: Если существует опасность неуправляемого выхода из строя одного из частей системы в экстремальной ситуации, то одним из вариантов защиты может быть модифицирование одного из элементов (наименее ценного), который будет более восприимчив к разрушению под возможным вредным действием, выполняя не только свою основную функцию, но и функцию «предохранителя».

.
.

Пример-шутка.

Бегут от медведя два незадачливых охотника, наконец, один устав говорит другому:

- А, зачем бежим, он все равно бежит быстрее нас,
- Главное для меня бежать не быстрее его, а быстрее тебя!



Рис. 40. Медведь

Пример-шутка

Чтобы выжить в поле во время грозы, достаточно взять с собой высокую подругу...

•

1.16. Горючие отходы в энергию

На одном из заводов было два трубопровода. По одному прокачивали нефть для основного производственного процесса, а по другому – мазут для котельной. При перекачке нефти проблем не возникало, а вот мазутный трубопровод постоянно забивался, оседающим на стенках твердым осадком. Очистка труб – сложный и трудоемкий процесс.

Но инженеры нашли решение. Время от времени через «мазутопровод» прокачивают нефть, растворяющую мазутный осадок. Грязная нефть вместе со смытым осадком отправлялась в топку котельной, где смытый остаток давал дополнительную энергию.

МКС: Горючие отходы могут быть смыты органическим растворителем, или задержаны сгораемым фильтром, а затем сожжены вместе с ними при утилизации, генерируя дополнительное тепло.

МКС 1: Избыточный углерод или примеси углеводородов в составе сырья, используемого в процессе, могут применяться как «дополнительное! топливо.

Пример 1

Промывные масла при смене масла, загрязняются и подлежат переработке. Удобным способом их утилизации является сжигание загрязненных масел в специальных котлах-утилизаторах вместе с загрязненным маслом двигателя и коробки передач.

Пример 2

Дождевые и промышленные стоки предприятия пропускаются через торф, который потом направляется на сжигание. При этом уловленные нефтепродукты повышают калорийность торфа.

Пример 3

При производстве кирпича в кирпич добавляют, опил или мелкую стружку. При обжиге кирпича они, сгорая, не только оставляет поры, повышая изоляционные свойства, но и выделяют дополнительное тепло. Иногда, вместо опилок, с теми же целями добавляют угольную крошку, которая является отходами при производстве кокса.

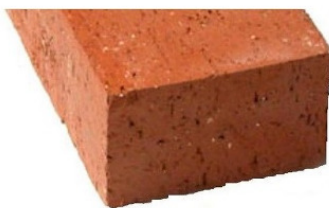


Рис.41. Поры в кирпиче, от выгорания угольной крошки и опилок

Пример 4

Во время конверторного процесса углерод, содержащийся в жидком чугуна, окисляется и разогревает металл до температуры плавления стали, которая на 200—250 С больше температуры плавления чугуна. Таким образом, в процессе нет необходимости тратить дополнительное топливо, чтобы разогреть жидкий металл.

Замечание: углерод в чугуна можно расценивать как вредный компонент.

1.17. Обрабатывать в упаковке

Если вам нужно отбить мясо, но не испачкать все вокруг, то это можно сделать, предварительно поместив мясо в пластиковый пакет. Он будет пропускать удары молотка, что позволит хорошо отбить мясо, но не допустит, чтобы брызги летели во все стороны.

МКС: Если во время процесса кроме полезного действия по обработке всего объема изделия, есть и вредное действие, проявляющееся с поверхности изделия (разбрызгивание, испарение, пылению и др.), то введите упаковку, которая не мешает полезному действию процесса, но будет препятствовать вредному и легко удаляется после процесса (или во время процесса).

Пример

Бракованный порошок никеля трудно переплавить. Во время нагрева он быстро окисляется. При этом лишь половина его плавится и попадает в жидкий металл. Остальной металл уходит с отходящими газами в виде пыли, а также переходит в шлак. Чтобы избежать потерь, предложено «упаковывать» порошок в «ящик» из листа никеля и вместе с ящиком отправлять в печь. В результате почти весь порошок никеля попадает в расплавленный металл.

Замечание: главное в этом микростандарте – найти подходящую упаковку.

1.18. Умный в гору не пойдет, место слабое найдет

Как можно открыть банку консервов в горах, если нет консервного ножа? Оказывается очень просто. Надо просто тереть острым верхним краем банки (где зачеканена крышка) о камень. Сталь банки достаточно тонкая (по ГОСТу – 0,18—0,36 мм) и мягкая. Достаточно быстро острый край банки протрется, и крышка легко отделится от банки.



Рис.42. Консервная банка с зигами

МКС: Если не получается решить задачу по разрушению прямым путем в силу достаточно большой прочности объекта там, где разрушение ожидается, необходимо найти в нем слабое место там, где не ожидается разрушения и снять проблему.

Пример

В детективном фильме есть эпизод, когда главному герою необходимо было войти в комнату с бронированной дверью. Но он не стал ломиться в бронированную дверь. Он просто сломал стену комнаты из гипсокартона рядом с дверью.

1.19. Суррогат

Под суррогатом понимают – неполноценный заменитель чего-либо.

С началом Первой Мировой войны в русскую армию были призваны миллионы солдат. И тут возникла проблема – как обуть армию? Ботинки – неудобны, а кожи для пошива сапог не хватает. Положение спасло изобретение Михаила Поморцева. Он взял брезент, пропитал его смесью канифоли, парафина и яичного желтка, и получил материал со свойствами, близкими к свойствам кожи. Он не пропускал воду, но зато, в отличие от резины, пропускал воздух. Разумеется, этот материал уступал по свойствам натуральной коже, но зато был дешевый и мог производиться в больших количествах. Материал получил название «кирза», а кирзовые сапоги до сих пор на вооружении российской армии.



Рис.43. Кирзовые сапоги

МКС: Если материал для изготовления изделия слишком дорог, или его количество ограничено, то решение может быть в его замене на суррогат, который хотя и уступает по свойствам, но более дешевый и доступный.

Пример

Примерами замены тканей могут быть искусственный шелк, вискоза и другие. Они уступают по качеству натуральным, но намного дешевле, и поэтому пользуются спросом.

Пример

Натуральный латекс обладает замечательными свойствами. Например, сок гевеи обладает антибактериальными свойствами. Такие материалы незаменимы при изготовлении детских товаров. К сожалению, потребность в латексе и каучуке многократно превышает его производство. Поэтому там, где нет острой необходимости в уникальных свойствах натурального латекса, используются суррогаты в виде искусственного латекса (высокоэластичных пенополиуретанов) и искусственного каучука. Стоит заметить, что в условиях Великой Отечественной войны, именно искусственный каучук использовался на всех танках советской армии.



Рис. 44. Катки танка Т-34 – литая сталь покрытая каучуком

Пример

Разумеется, все знают, что винные бутылки надо закупоривать пробкой из пробкового дерева (особая разновидность дуба). Но с ростом потребления вина, натуральной пробки стало не хватать. Именно поэтому, на дешевых винах стали применять искусственную пробку – особый вид пластика. Искусственная пробка немного уступает качеству натуральной, но зато более технологичная при изготовлении и дешевая.



Рис. 45. Винная пробка из натуральной коры пробкового дерева и искусственная

1.20. Временный суррогат с заменой

Особой разновидностью суррогатов, могут быть материалы, используемые временно, с постепенной заменой на натуральные в процессе работы. Особенно часто это прием используется в медицине.

Про ожогах большой части поверхности кожи человека, он может погибнуть, и пересадка кожи невозможна, поскольку ее просто не хватает по причине несовместимости тканей. Но кожа защищает человека от попадания болезнетворных микробов и позволяет дышать. Как быть?

Ученые нашли выход – искусственную кожу. Это аналог кожи человека по строению, который частично заменяет ее и по некоторым функциям. Для изготовления искусственной кожи используется коллаген, который выделяется из телячьей кожи. Разумеется, надо следить за совместимостью (и тут чистый аналог различным группам крови, когда всегда можно подобрать совместимый материал).

«Искусственная кожа» – временная заплатка. Она защищает человека в критический момент, когда человек получил большие ожоги и есть опасность ожоговой болезни. Постепенно кожа человека восстанавливается, и необходимость в суррогатной коже отпадает. Она постепенно отмирает и отпадает, по мере замены собственной новой кожей человека.

МКС: Если противоречие состоит в том, что необходимо некоторое вещество, которого нет в наличии в необходимом количестве, то следует поискать заменитель (суррогат), который временно будет выполнять (полностью или частично) функцию необходимого вещества, но со временем суррогат будет заменен основным веществом.

Замечание: Замена основного вещества на суррогат целесообразно принимать в критических ситуациях, когда не хватает основного вещества.

Пример 1

При большой потери крови у человека резко снижается кровяное давление и, возможна смерть пациента. Чтобы избежать этого, в кровеносную систему вводят физиологический раствор (раствор соли). Разумеется, физиологический раствор не может переносить кислород, но зато поддерживает рабочее кровяное давление. Со временем он выводится из организма, и заменяется кровью, которую постепенно вырабатывает организм.

Замечание: иногда вместо физиологического раствора вводят перваторан – заменитель крови. Кроме свойства поддержания давления, перваторан может еще, и переносить кислород. Хотя в полной мере и перваторан не заменяет кровь.

Пример 2

В первой книги серии «ТРИЗ для чайников» в Главе 1, п.1.2. описана задача о том, как изготавливают трубчатые протезы для внутренних органов человека. Для этого делают пористый каркас и заполняют поры материалом, который постепенно растворяется организмом человека. Протез заменяет больные органы. По мере растворения, материал заменяется тканями организма, в том числе мелкими кровеносными сосудами. Так постепенно формируются ткани, которые срастиваются с тканями организма, не вызывая отторжения и некроза.

1.21. Добавить до годного

Часто при отливке изделий получают отходы в виде литников. Их приходится отправлять в переплавку. Чтобы не терять ценное сырье предлагается придумать такую форму литника, чтобы отходы можно было использовать в качестве готовых заготовок для чего-либо.

МКС. Если при изготовлении заготовки (мерная нарезка с остатком, выштамповка с отходами от дыр, отливка с литником и т.п.) получается много отходов, то рекомендуется так изменить размер или форму заготовки, чтобы отход можно было использовать в качестве заготовки (как исходном процессе, так и в другом месте по другому назначению) или, чтобы он просто исчез. Возможные вариации микро-стандарта:

- сделать так, чтобы нарезке получились только мерные длины (Пример 1);
- изменить заготовки так, чтобы при штамповке отходы стали заготовками;
- сделать форму отрезаемых частей отливок такой, чтобы их можно было использовать в качестве заготовок для чего-либо.

Пример 1

При производстве вагон-домов «Группы Техмаш» для основания каркаса использовался гнутый швеллер с полкой 160 мм. Стандартная длина заготовки 12 метров. Но если получать такую заготовку, то будет много отходов, ведь блоки были 3х8 метров, а значит из одной исходной заготовки проката получались две заготовки под сварку – 3 и 8 метров, правда еще 200 мм от конца приходится обрезать для выравнивания, но все равно 800 мм – отход, который невозможно использовать. Решение – заказывать заготовку длиной 11 200 мм. Чистая экономия металла составила 7%.

Пример 2

При отливке пластиковых изделий в отходы попадали литники – материал, остающийся в трубке, через которую жидкий пластик попадал в форму. Инженеры предложили решение – сделать литники в форме букв, и использовать отходы для изготовления детской азбуки.

Пример 3

Из прутка на токарном станке нарезали заготовки определенной длины, снимая фаску на концах. Поэтому всегда конец, за который удерживался прут, шел в отходы. Обычно инженеры стремились минимизировать этот конец, пока один из них не сообразил, что если сделать конец длиной в изделие, то его можно использовать, удерживая при обработке за предпоследний участок.

1.22. Как удалить микрозагрязнения из нефтесточков

Крупные загрязнения легко убрать из воды с помощью разных механических фильтров. Но микронные частицы нефти, пыли и т. п. легко проходят через механические фильтры. Чтобы избавиться от таких загрязнений, их необходимо коагулировать.

Одна из серьезных проблем для предприятий – очистка ливнесточков, содержащих нефтепродукты. Это дождевая вода, в которую попадают масло, бензин и другие нефтепродукты. Нефтепродукты крайне в воде малочисленны, что затрудняет их очистку, но при этом предельно допустимая концентрация (ПДК) оказывается существенно превышенной.

В России разработана и внедрена эффективная технология очистки таких загрязненных стоков. Стоки насыщаются воздухом под давление 5—6 атмосфер. При таком давлении в объеме стоков находится соответственно в 5—6 раз больше воздуха, чем может быть растворено, при обычном давлении. После этого, давление резко сбрасывается, когда стоки выбрасываются через форсунку в общий бак-отстойник. При этом избыточный растворенный воздух начинает выделяться во всем объеме жидкости в виде мельчайших пузырьков. Пузырьки же возникают в первую очередь в местах несплошности воды, каковыми и являются микрозагрязнения. Появившийся пузырек начинает быстро расти и поднимается на поверхность в виде пены, увлекая за собой микрозагрязнение, на котором он появился. Остается только собрать пену с поверхности и вода оказывается очищенной на 98%.

МКС: Для эффективного удаления микрочастиц из жидкости можно создать объемный процесс улавливания: один из вариантов создания равномерного объемного процесса – создать избыточно растворенный газ в жидкости, который будет выделяться во всем объеме жидкости в виде микропузырьков после резкого сброса давления, которые образуются на микрочастицах, имеющихся в воде.

1.23. Превратим плоское в ребристое

Можно ли поставить стакан на обычный лист бумаги, который краями опирается на края двух других стаканов, и не продавил его? Задача, неразрешимая, пока лист плоский, легко решается, если из плоского листа сделать ребристую поверхность. Нагрузка сможет продавить лист и не вызовет потерю устойчивости.



Рис. 46. Стакан на ребристом листе бумаги

МКС: Если прочность плоской конструкции под нагрузкой связана с ее устойчивостью, то ее устойчивость может быть обеспечена переходом к дополнительному измерению, за счет придания листу жесткости переходом к зигзагообразной форме.

Пример 1

Кирпичная стена будет прочнее, если выполнить ее зигзагом.

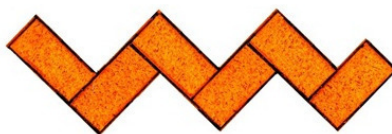


Рис.47. Зигзагообразная стенка (вид сверху)

Пример 2

Ребро жесткости на боковине автомобиля повышают прочность при боковом ударе.



Рис. 48. Ребра прочности на Хундай

Пример 3

Профнастил успешно сопротивляется боковой нагрузке.



Рис. 49. Изготовление профнастила и забор из него

Пример 4

Зиги, то есть ребра жесткости, формируемые деформацией на плоских или цилиндрических поверхностях, в разы повышают жесткость изделий.



Рис. 50. Зиги на бочках

1.24. Смешать до основного технологического процесса

Известен интересный способ получения кормовой смеси растений, при котором смешивание производится не в специальных бункерах, а планируется заранее, путем выращивания растений на поле полосами. Затем уборка выполняется поперек поля, и во время уборки сразу происходит смешивание.

МКС: Если по технологии не удастся получить материал нужного состава, то его можно составить из необходимых компонент, заблаговременно нужным образом смешав их, и выполнить процесс соединения в единый материал уже после этого.

Пример

Некоторые сплавы невозможно получить из-за значительного различия свойств металлов, которые в них входят. Положение спасает порошковая металлургия. Порошки металлов смешиваются в нужном соотношении, а затем спрессованная заготовка нагревается до температуры получения твердого расплава. В результате мы получаем сплав с нужным содержанием компонент в виде твердого расплава. Вещества не уходят из заготовки, как это бывает при плавлении, и не нарушается равномерность состава в заготовке.

1.25. Отказ от неоправданных ограничений

Бригада лаборатории листового проката Уральского НИИ черных металлов была направлена в Новокузнецк с задачей сокращения потерь нержавеющей стали на заводе имени Кузнецова.

Одно из решений было чисто организационное. Дело в том, что толстый нержавеющий лист поставлялся строго по ГОСТу размером 2х6 метров. Любой брак, а также концы листа отправлялись в переплавку с солидными потерями никеля во время этой операции, хотя металл мог быть использован по назначению без каких-либо проблем. Но таковы были правила работы с нержавеющей сталью того времени.

Но самое удивительное было то, что на многих заводах, которым поставлял сталь производитель, лист разрезался на мелкие заготовки. Решение оказалось достаточно простым – мы предложили поставлять лист не по ГОСТу, а по техническим условиям, которые допускали поставку листа меньшего размера, чем по ГОСТу при согласии Покупателя.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.