Совмест ное применение мет одов Бережливого производст ва, ФСА и ТРИЗ для снижения зат рат и совершенст вования процессов и продукции

Александр Скуратович

Консультант и тренер по совершенствованию изделий, процессов, услуг с помощью ТРИЗ, ФСА и инструментов Бережливого Производства (Lean).

Сертифицированный специалист по ТРИЗ.

Республика Беларусь, Минск.

тел.моб.: +375-29 554-05-65

e-mail: ais99@mail.ru

Supported by

Метод «5 Почему?»

Метод «5 Почему?» -
применяется в LEAN для выявления первопричины проблемы (задачи, НЭ) и принятия контрмер.

Производственная задача №1 - «Лужа на полу».

Задача без противоречия.

- ***Снижение вредных воздействий на человека***
- ***Приведение оборудования в порядок – 5S***
- ***Совершенствование оборудования***
- ***Устранение операций не создающих ценности***

Метод «5 Почему?» для «Лужи на полу»

П1 - Почему около печи постоянно лежит тряпка?

О1 - Из под печи в проход вытекает грязный флюс. Его вытирают и тряпка задерживает флюс.

Метод «5 Почему?» для «Лужи на полу»

П2 - Почему из под печи вытекает флюс?

О2 – «Прохудился» поддон, в который капает флюс.

Идея №1
Можно сделать новый поддон, флюс растекаться не будет.
Но флюс будет испаряться из поддона, а это плохо.

Метод «5 Почему?» для «Лужи на полу»

П3 - Почему флюс капает в поддон?

О3 – В асбестокартонном щите образовалась дыра.

Идея №2 - Можно сделать новый щит и флюс не будет капать на пол. Но флюс будет испаряться со щита, а это плохо.

Метод «5 Почему?» для «Лужи на полу»

П4 - Почему в асбестокартонном щите образовалась дыра?

О4 – Дыру проделали, чтобы сажа проваливалась в поддон, а не выносилась по поверхности щита за пределы печи… на видное место.

Требования к устройству:

- **Сажа должна падать в поддон, а не выноситься наружу.**
- **Капли должны капать в поддон малой площади.**
- **Поддон не должен протекать.**

Метод «5 Почему?» для «Лужи на полу»

Решение:

- Капли и сажа падают в сужающийся лоток и сползают в маленький пластиковый поддон.
- Площадь испарения флюса сильно уменьшилась.
- Пол чистый, вытирать флюс не надо, тряпка не нужна.

Метод «5 Почему?» для «Лужи на полу»

П1 – Почему около печи постоянно лежит тряпка?
О1 – Из под печи в проход вытекает флюс.
Его вытирают и тряпка задерживает флюс.

П2 – Почему из под печи вытекает флюс?
О2 – «Прохудился» поддон, в который капает флюс.

П3 – Почему флюс капает в поддон?
О3 – В асбестокартонном щите образовалась дыра.

П4 – Почему в асбестокартонном щите образовалась дыра?
О4 – Дыру проделали, чтобы сажа проваливалась в поддон, а не выносилась по поверхности щита за пределы печи… на видное место.

Идея №1 - Можно сделать новый поддон, флюс растекаться не будет. Но флюс будет испаряться из поддона, а это плохо.

Идея №2 - Можно сделать новый щит и флюс не будет капать на пол. Но флюс будет испаряться со щита, а это плохо.

Решение:

- **Капли и сажа падают в сужающийся лоток и сползают в маленький пластиковый поддон.**
- **Площадь испарения флюса сильно уменьшилась.**
- **Пол чистый, вытирать флюс не надо, тряпка не нужна.**

Совместное применение методов Lean, ФСА и ТРИЗ

Метод «5 Почему?»
- применяется в LEAN для выявления первопричины проблемы (задачи, НЭ) и принятия контрмер.

Производственная задача №2 -
«Не одевается коробка».
Задача с противоречием.

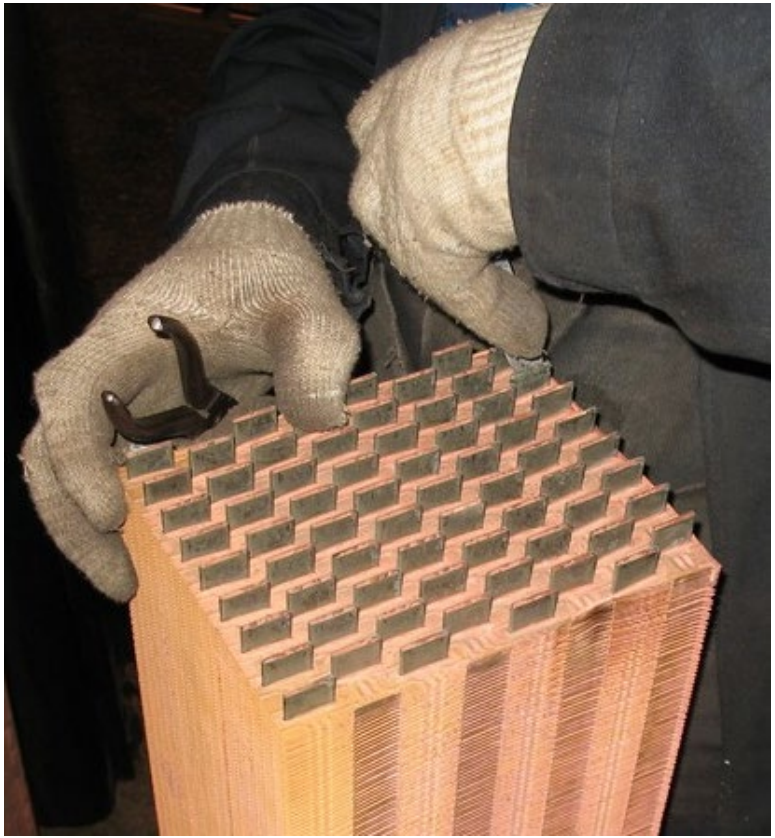
- ***Устранение операций не создающих ценности***
- ***Устранение нежелательных эффектов***
- ***Повышение производительности процесса***
- ***Повышение качества продукции***

Процесс одевания коробки на остов радиатора

Операция №1 – «Одевание коробки на остов радиатора» – «Создающая».

Функция – одеть коробку на трубки остова радиатора.

Процесс одевания коробки на остов радиатора



Операция №2 –
«Рихтовка формы концов труб» – «Исправляющая».

Функция – удалить неровности на концах труб.

НЭ2.1. – Затраты времени, снижается производительность.

НЭ2.2. – Деформация концов труб может приводить к образованию трещин в них, а это потенциальный источник протечек.

Процесс одевания коробки на остов радиатора

Операция №3 -
«Набивание перевёрнутой коробки» – «Исправляющая».

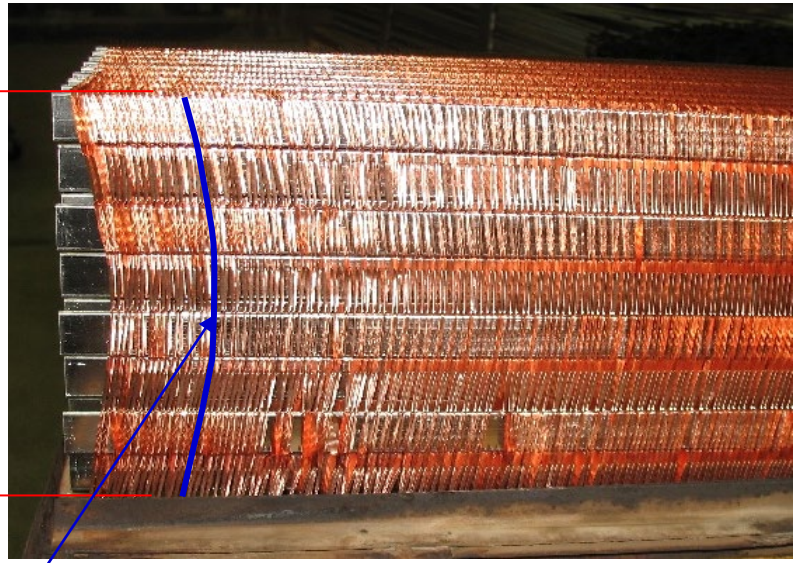
Функция – устранить отклонение в расположении концов труб от их расположения на входе.

НЭ3.1. – Затраты времени на набивание перевёрнутой коробки и снятие её с труб. Снижается производительность.

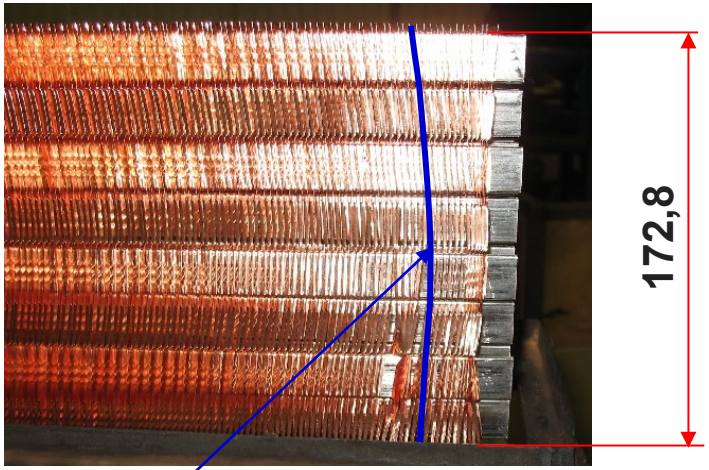
НЭ3.2. – Деформация рядов концов труб может приводить к образованию трещин в них, а это потенциальный источник протечек.

НЭ3.3. – Часто наблюдается сильное смятие нескольких концов труб.

Отклонение положения концов труб на входе и выходе



Изгиб пластин со стороны входа трубок в набор пластин больше



Изгиб пластин на выходе трубок из набора пластин меньше

Разная степень изгиба пластин на входе труб в набор пластин и на выходе из него приводит к тому, что расстояние между крайними трубками на входе и выходе остова радиатора разные.

Процесс одевания коробки на остов радиатора

Операция №4 –

«Одевание коробки на остов радиатора повторно» – «Создающая».

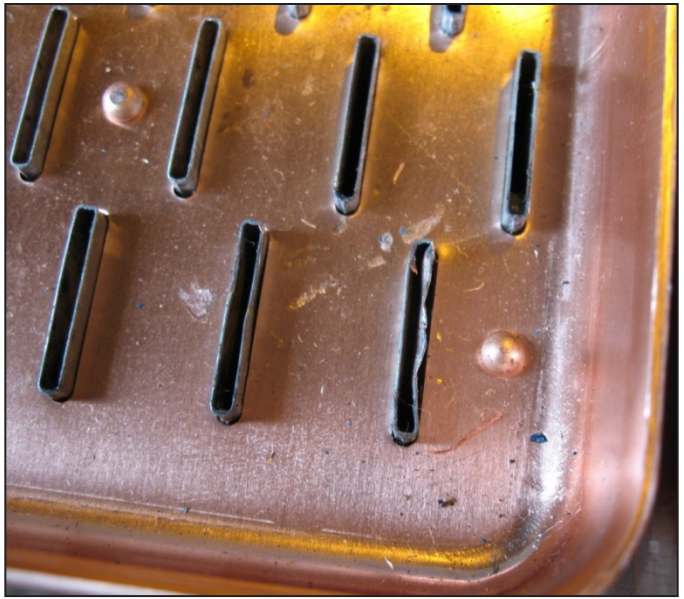
Функция – одеть коробку на трубки остова радиатора.

НЭ4.1. – Повторное одевание коробки – потери времени и производительности.

НЭ4.2. – Коробка может не сесть на концы труб и операции рихтовки надо будет повторять.

НЭ4.3. – Коробка садится на концы труб, но концы нескольких труб в ряду сминаются. В результате остов бракуется. Как быть?

Процесс одевания коробки на остов радиатора



Операция №5 –

«Рихтовка формы концов труб» - «Исправляющая».

Функция – удалить неровности на концах труб.

НЭ5.1. – Форма концов труб выровнена не полностью. Большой зазор между трубкой и коробкой – потенциальный источник протечек.

НЭ5.2 - Часть концов труб сильно сминается и их приходится глушить.

Метод «5 Почему?» для «Не одевается коробка»

П1 – Почему коробка не одевается на концы труб?
О1 – Потому что расстояние между трубками на одном конце остова меньше, чем на другом.

П2 – Почему расстояние между трубками на одном конце остова меньше, чем на другом?
О2 – Пластины со стороны входа трубок в остов изогнуты больше, чем со стороны выхода из него.

П3 – Почему пластины со стороны входа трубок в остов изогнуты больше, чем со стороны выхода из него?
О3 – 1) Трубка дольше трётся о края пластин на входе в остов, чем на выходе.
2) Пластины на выходе поджимают, оголяя концы труб на заданную величину.

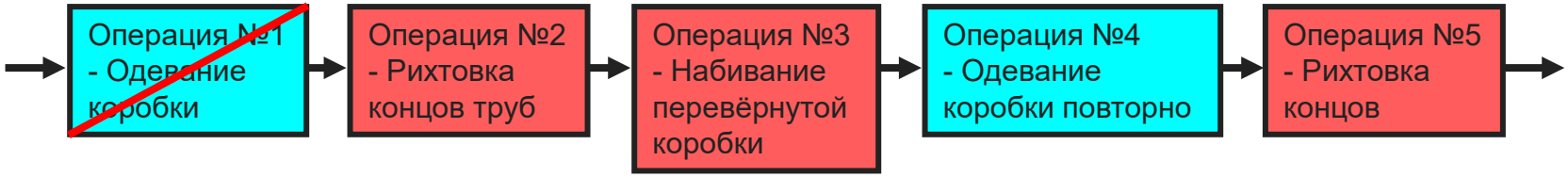
П4 – Почему трубка трётся о края пластин?
О4 – Трубка должна плотно прилегать к краям пластин.

П5 – Почему трубка должна плотно прилегать к краям пластин?
О5 – Чтобы пластина припаялась к трубке и имела большую площадь контакта с ней,… чтобы хорошо проводить тепло…

Метод «5 Почему?» - Причинно-следственный анализ

Что дальше?

Предложения по улучшению процесса от LEAN



Операция №1 – «Создающая»

НЭ1.1. – С одной стороны остова радиатора коробка часто не одевается на концы труб. Концы труб крайнего ряда сминаются.

Для устранения НЭ1.1 введено две «Исправляющие» операции - №2 и №3

Предложения от LEAN:

- ***Необходимость операций №2 и №3 под вопросом.***
- ***Возможно необходима разработка других вариантов способа крепления коробки к остову. ???***
- ***Предлагается оптимизировать время выполнения операции за счет использования перфоратора.***

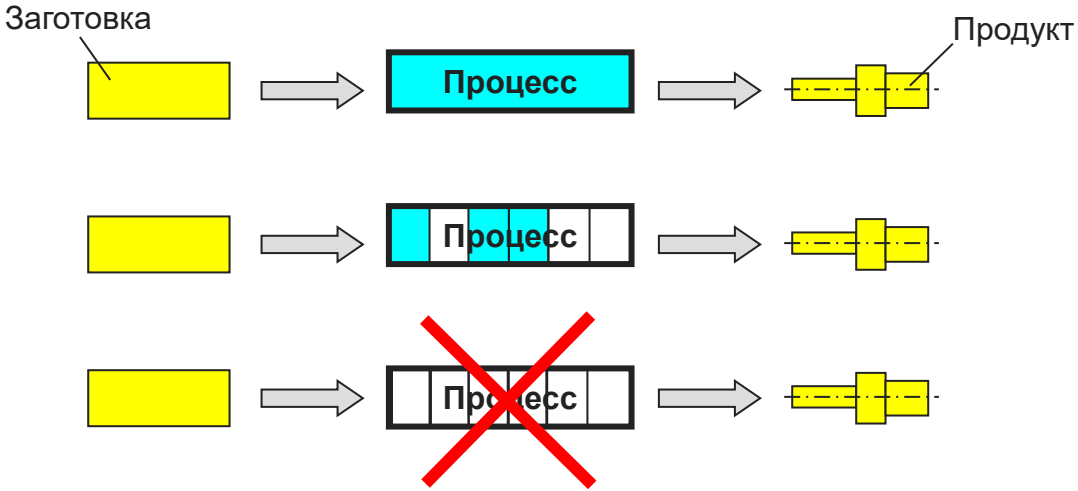
Метод «ФСА+ТРИЗ»
Идеальный технологический процесс

Процессы развиваются в направлении увеличения степени их идеальности.

<u>Идеальный технологический процесс:</u>

- процесс, в котором количество операций, используемого технологического оборудования, приспособлений, инструментов, материалов, требуемого времени стремится к нулю, но качественный продукт получается в требуемом количестве.

<u>Идеальный процесс – процесса нет, но продукт получаем.</u>



Исходный процесс $\frac{Ф}{З}$

Усовершенствованный (более идеальный) $\frac{Ф}{З\downarrow}$ $\frac{Ф\uparrow}{З}$

Идеальный процесс $\frac{Ф}{З \rightarrow 0}$

Метод «ФСА+ТРИЗ» - Типы и ранги операций

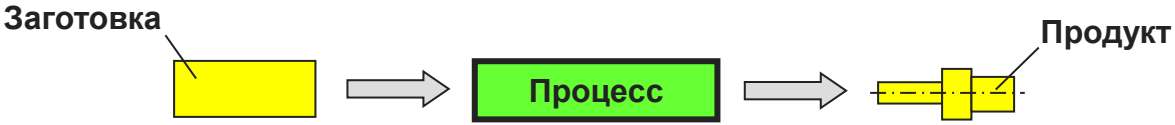
Типы операций

- **Создающие** — - изменяют исходный материал или заготовку в соответствии с требованиями чертежа.
- **Обеспечивающие** — - необходимы для обеспечения создающих операций (заготовка, транспортировка, хранение).
- **Исправляющие** — - служат для удаления нежелательных эффектов, возникших на предыдущих операциях.
- **Контрольные** — - позволяют определять и контролировать параметры изготавливаемого объекта.

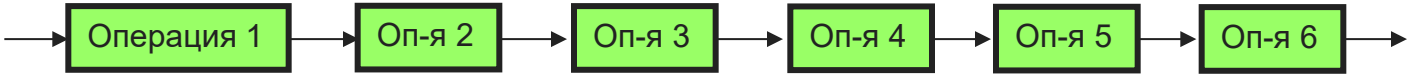
Ранги функций операций:

Создающая операция	- основная	(О)
Обеспечивающая операция	- вспомогательная	(В)
Исправляющая операция	- вспомогательная	(В)
Измерительная операция	- вспомогательная	(В)

Метод «ФСА+ТРИЗ»
Модель «Идеального» процесса

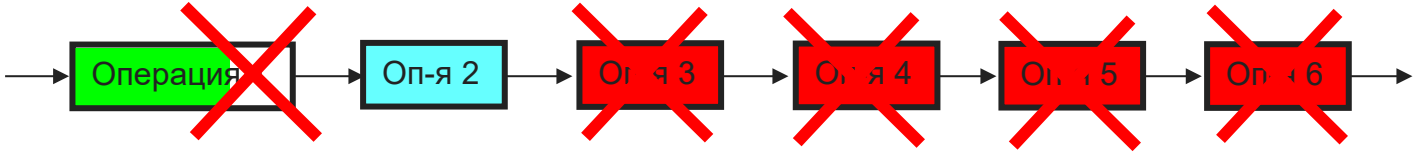


Исходный технологический процесс



$$\frac{Ф}{З}$$

Модель «Идеального» (усовершенствованного) процесса



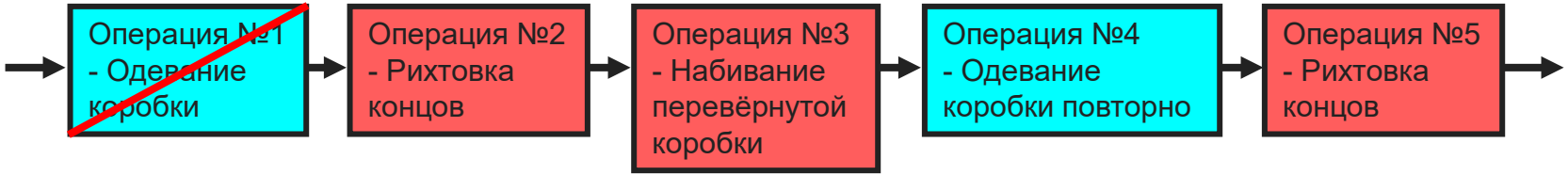
$$\frac{Ф_{const}}{З\downarrow}$$

Функционально-идеальное моделирование процессов – мощный инструмент для упрощения процессов и снижения себестоимости продукции

Предложения по улучшению процесса от «ФСА+ТРИЗ»

Функциональный анализ технологического процесса показал что:

1. **Процесс не оптимальный:**
   - **Создающая Операция №1 часто не выполняется и её требуется повторять – это Операция №4.**
   - **На <u>одну создающую</u> операцию приходится <u>три исправляющих</u>.**



2. **Каждая операция имеет несколько нежелательных эффектов (НЭ). Каждый НЭ это задача, решение которой ведет к совершенствованию процесса – снижению затрат, повышению качества изделия и производительности.**

<u>Предложения от «ФСА+ТРИЗ»:</u>

- ***Наличие в процессе «Исправляющей» операции – это НЭ.***
- ***<u>«Исправляющие» операции необходимо исключить из процесса!</u>***
- ***Необходимо сформулировать условия исключения этих операций.***

Метод «ФСА+ТРИЗ»
Исключение «Исправляющих» операций

Идеальность технологического процесса можно повысить, если сократить количество «Исправляющих» операций.

Операция №3 – «Набивание перевёрнутой коробки» - «Исправляющая»

Функция – устранить отклонение в расположении концов труб.

Операцию «Набивание перевёрнутой коробки» можно удалить из процесса если:

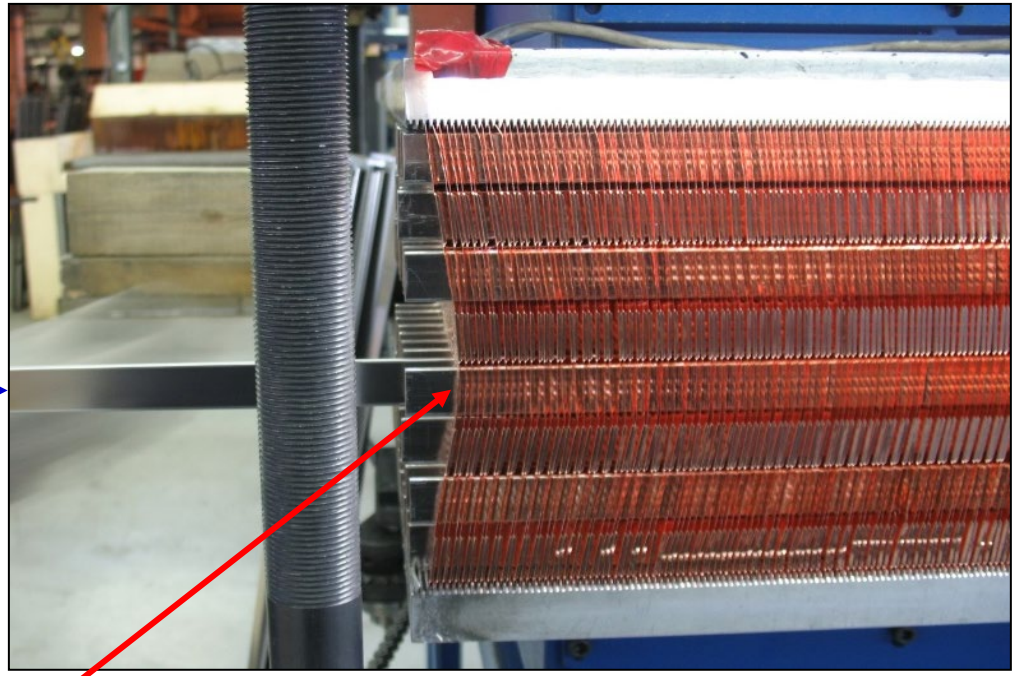
А) Нет операции, на которой создается объект функции – нет операции «Сборки остова радиатора»;

Б) Нет объекта функции - операция, создавшая объект функции, перестает создавать его – нет отклонений в расположении концов труб – операция «Сборки остова радиатора» перестаёт создавать это отклонение ;

В) Объект функции остается, но это не мешает получить качественный конечный продукт – отклонения в расположении концов труб остаются, но это не мешает получить качественный радиатор;

Г) Функция «свертываемой» операции выполняется другими операциями – «устранение отклонений в расположении концов труб» выполняется на предыдущих или последующих операциях.

Метод «ФСА+ТРИЗ» - Ключевая задача



Изгиб пластин

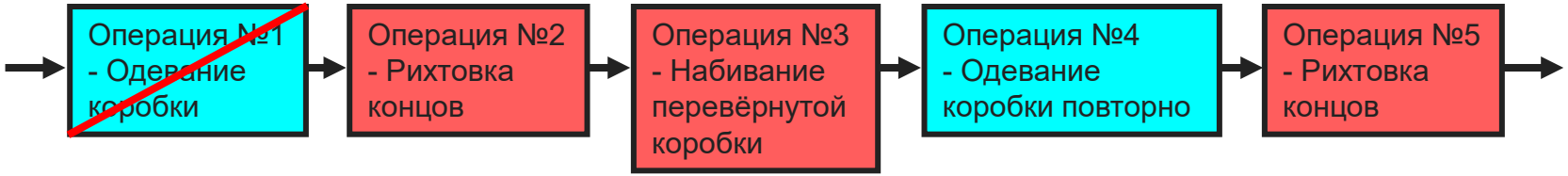
Все НЭ вызваны одной причиной – изгибом пластин, который возникает при сборке остова радиатора.

Ключевая задача:

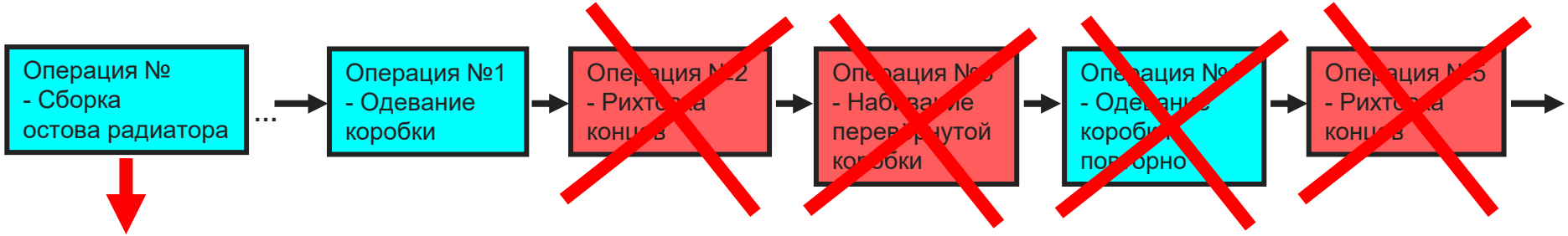
Собрать остов радиатора без изгиба пластин.

Метод «ФСА+ТРИЗ»
Функционально-идеальная модель процесса

Исходный технологический процесс



«Идеальный» технологический процесс



Ключевая задача:

собрать остов радиатора без изгиба пластин.

Метод «5 Почему?» для «Не одевается коробка»

П1 – Почему коробка не одевается на концы труб?
О1 – Потому что расстояние между трубками на одном конце остова меньше, чем на другом.

П2 – Почему расстояние между трубками на одном конце остова меньше, чем на другом?
О2 – Пластины со стороны входа трубок в остов изогнуты больше, чем со стороны выхода из него.

П3 – Почему пластины со стороны входа трубок в остов изогнуты больше, чем со стороны выхода из него?
О3 – 1) Трубка дольше трётся о края пластин на входе в остов, чем на выходе.
2) Пластины на выходе поджимают, оголяя концы труб на заданную величину.

П4 – Почему трубка трётся о края пластин?
О4 – Трубка должна плотно прилегать к краям пластин.

П5 – Почему трубка должна плотно прилегать к краям пластин?
О5 – Чтобы пластина припаялась к трубке и имела большую площадь контакта с ней,… чтобы хорошо проводить тепло…

Метод «5 Почему?» - Причинно-следственный анализ

Метод «ФСА+ТРИЗ»:
Выявить противоречие и устранить его.

Физическое противоречие:
Трубка
- не должна прилегать к краям пластин, чтобы они не изгибались
- должна плотно прилегать к краям пластин, чтобы хорошо проводить тепло.

Решение ключевой задачи

Сформулировано физическое противоречие.

Найдены способы его устранения.

Решение внедрено.

Результат:

- **пластины ровные,**
- **коробка набивается легко,**
- **исправляющие операции исключены из процесса,**
- **увеличена теплоотдача радиатора.**

БП выделяет 8 типов потерь – «Муда»

1. **Перепроизводство**
2. **Запасы**
3. **Дефекты, ремонт, брак**
4. **Движение людей**
5. **Излишняя обработка**
6. **Ожидание**
7. **Перемещение материалов**

8. **Неиспользованный человеческий потенциал**

- Опытный работник выполняет операции, не требующие высокой квалификации.
- Не использование **невербализованных знаний**, умений, навыков сотрудников, их **смекалки и изобретательности**.

ТРИЗ и РТВ помогает:
- развивать творческие способности сотрудников,
- обучать современным методам создания нового продукта.

«Ненужный продукт» – ещё одна Муда

Прежде чем что-то создавать оцени:

- **Есть ли в этом потребность?**
- **Что является «Ценностью» для потребителя?**

9. «Невостребованный» продукт – ещё один тип больших потерь:

- **денег,**
- **времени,**
- **темпов развития,**
- **имиджа компании…**

«Ненужный продукт» – ещё одна Муда

Как выявить
что является «Ценностью» для потребителя?

Чем может помочь ТРИЗ?

Современный ТРИЗ предлагает:

- **MPV-анализ**
- **Законы развития систем**
- **Анализ S-кривых**
- **G3:ID Benchmarking**
- **Функционально ориентированный поиск**

Выводы

1. LEAN (БП) – эффективный набор инструментов для устранения потерь, возникающих при проектировании, производстве и доставке продукции потребителю. LEAN хорошо справляется с задачами организации производства с минимальными потерями.
2. Но в LEAN нет специальных правил для формулирования условий удаления из процессов операций, не создающих «ценности» для потребителя.
3. Но в LEAN нет инструментов решения изобретательских задач.
4. Предлагается рассматривать такие дополнительные классы потерь как:
   - создание «невостребованной» продукции;
   - «неоптимальность» конструкции продукта.
5. Совместное использование инструментов LEAN и ТРИЗ («ФСА+ТРИЗ», ТРИЗ++, G3:ID) не только повышает эффективность LEAN, но и позволяет предложить комплексный план по совершенствованию самой компании и её продукции:
   1) построить эффективный процесс разработки новой и модернизации уже выпускаемой продукции;
   2) спроектировать «оптимальную» конструкцию продукта;
   3) спроектировать «оптимальный» технологический процесс изготовления этого «оптимального» продукта - без операций, не создающих ценности;
   4) «правильно» расставить оборудование для реализации «оптимального» технологического процесса,
   5) правильно организовать саму структуру компании и другие процессы, осуществляющиеся в ней.