

# TRIZ SUMMIT 2023



# TRIZ SUMMIT 2023



Li Mingyang  
Ли Минъян



Dong Yuehu  
Дун Юэху



Han Bing  
Хань Бин



Shi Xiaohua  
Ши Сяохуа

## Solving the Problem of Incomplete Cleaning in the Subframe Manufacturing Industry with TRIZ Решение Проблемы Неполной Очистки при Изготовлении Подрамников с Помощью ТРИЗ



Проект Фонда: Специальный проект по работе с национальными инновационными методами «Исследование и демонстрация системы подготовки кадров с применением инновационных методов в прикладных университетах» (Проект №2020IM030200)  
该论文资助项目：国家创新方法工作专项“应用型高校创新方法人才培养体系研究与示范” (项目编号2020IM030200)

# Outline

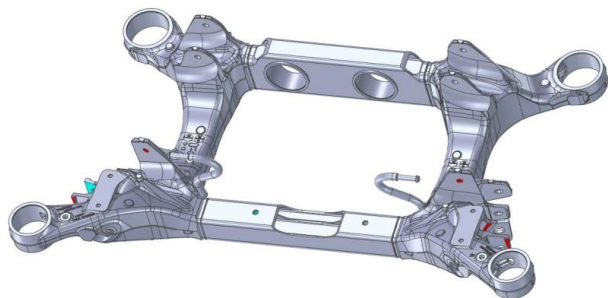
- Problem Situation
- Problem Analysis
  - Incomplete cleaning
- Problem Solving
  - Incomplete cleaning
  - Incomplete drying
- Solutions

# Содержание

- Ситуация проблемы
- Анализ проблемы
  - Недостаточная очистка
- Решение проблемы
  - Недостаточная очистка
  - Неполное высыхание
- Решения

# Problem Situation

- At present, the hollow aluminum alloy subframe is more and more popular with customers, because it can meet the strength while it has lighter weight.
- The purposes of the cleaning process of the subframe after processing are to:
  - (1) Clean the impurities such as cutting fluid, aluminum chips inside and outside the subframe;
  - (2) Keep the subframe dry.



Hollow aluminum alloy  
subframe  
Полый подрамник  
из алюминиевого сплава

# Ситуация Проблемы

- В настоящее время все большую популярность у покупателей завоевывают полые подрамники из алюминиевого сплава, так как они отвечают требованиям прочности и имеют меньший вес.
- Очистка подрамника после обработки проводится в следующих целях:
  - (1) Удаление различных загрязнений, таких как смазочно-охлаждающая жидкость, алюминиевая стружка, с внутренней и внешней поверхностей подрамника;
  - (2) Обеспечение защиты подрамника от влаги.

# Problem Situation - Description Ситуация Проблемы - Описание

Problems in the current system:

- **Incomplete cleaning**

The internal structure of hollow casting aluminum alloy subframe is complex. Aluminum chips in the cavity are not easy to be removed ;

- **Incomplete drying** - derivative problem

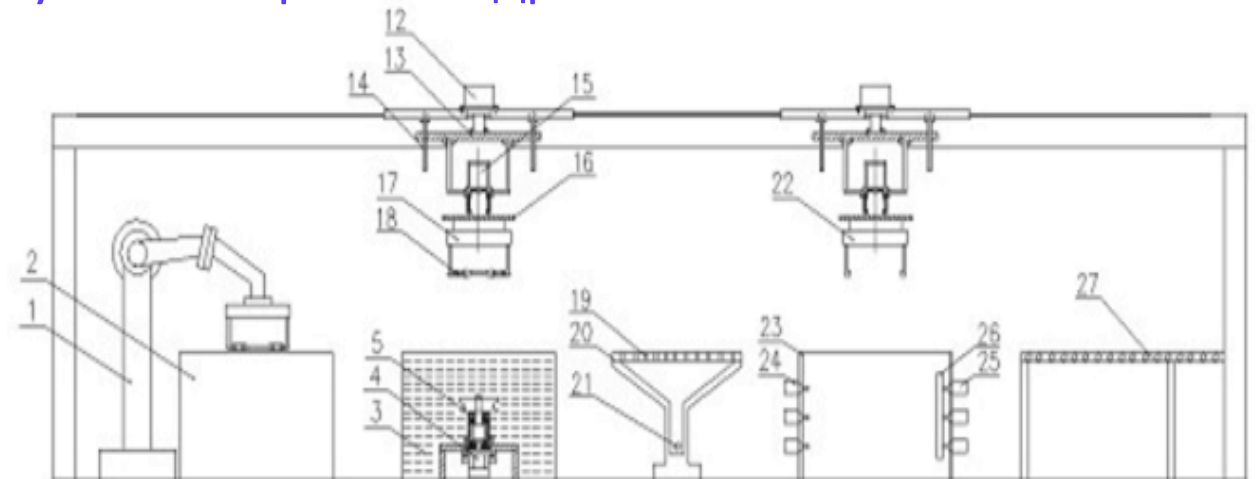
In the drying stage, water droplets are easy to exist in the cavity and blind hole.

Проблемы в существующей системе:

- **Недостаточная очистка**

Конструкция полого литого подрамника из алюминиевого сплава имеет сложную структуру. Алюминиевая стружка в полости трудно удаляется;

- **Неполное высыхание** – сопутствующая проблема  
Наэтапе сушки капли воды остаются в полости и глухом отверстии подрамника.



# Problem Analysis – Methods Analysis Анализ проблем – Анализ Методов

- The existing available cleaning methods of subframe scheme are as follows :

Principle	Solution
<b>Advection</b>	Using high pressure gas, the aluminum chips in the cavity of the subframe are blown out in a specific direction.
<b>Gel</b>	The relatively viscous fluid is used to remove the aluminum chips in the cavity.
<b>Ultrasound</b>	The sound wave causes the aluminum scraps to fall off in the subframe cavity.
<b>Electric Field</b>	The charge in the aluminum scraps is rearranged, and the aluminum scraps are discharged from the inner cavity under the action of the electric field.

- However, the solutions are difficult to implement, such as cutting fluid is difficult to remove.

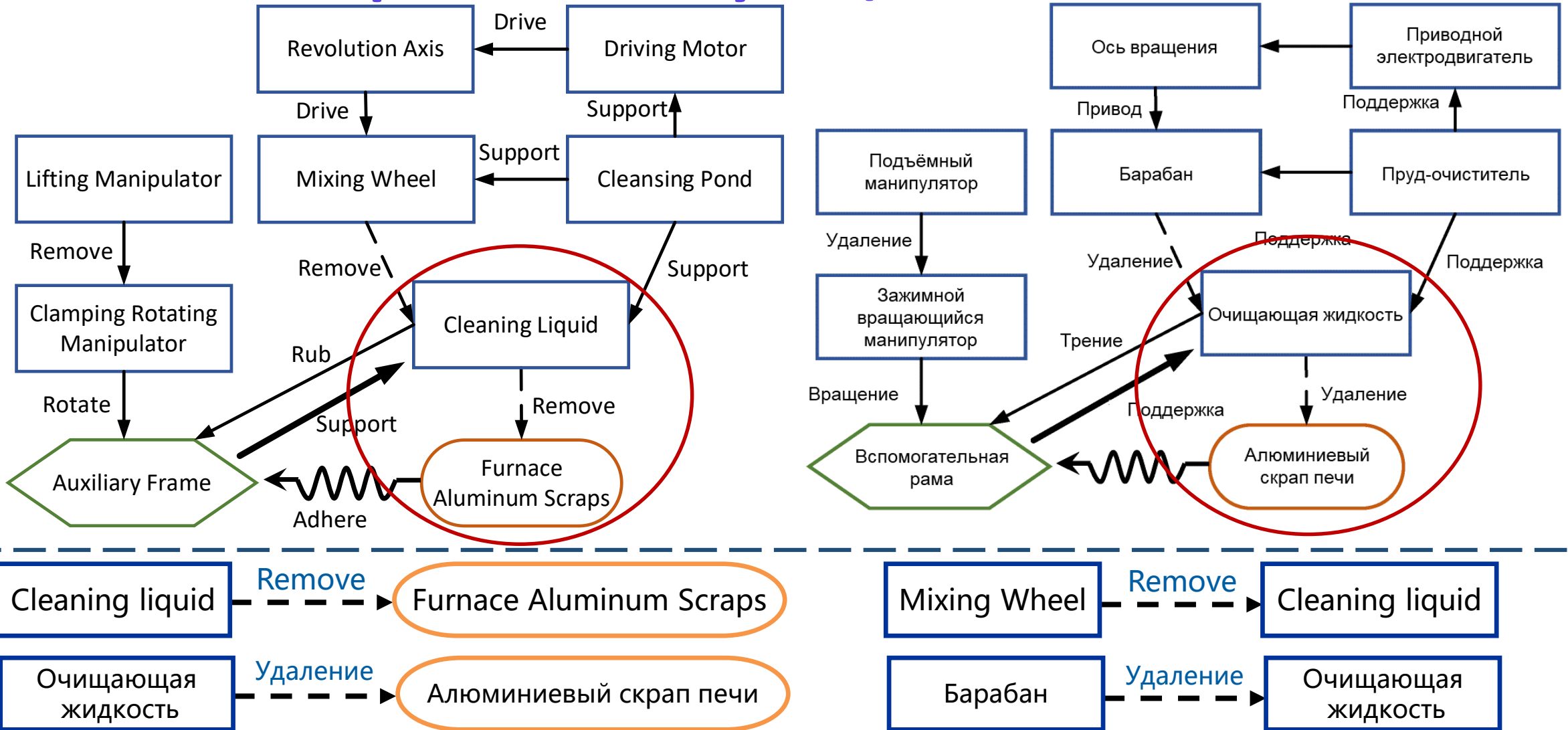
- Существуют следующие доступные методы очистки схемы подрамника:

	Решение
<b>Адвекция</b>	С помощью газа под высоким давлением алюминиевая стружка, находящаяся в полости подрамника, выдувается в определенном направлении.
<b>Гель</b>	Для удаления алюминиевой стружки, находящейся в полости, используется относительно вязкая жидкость.
<b>Ультразвук</b>	Алюминиевая стружка оседает в полости подрамника под действием звуковой волны.
<b>Электрическое поле</b>	Под действием электрического поля происходит изменение заряда алюминиевой стружки, и она вылетает из внутренней полости.

- Однако такие решения сложно реализовать, например, трудно удалить смазочно-охлаждающую жидкость.

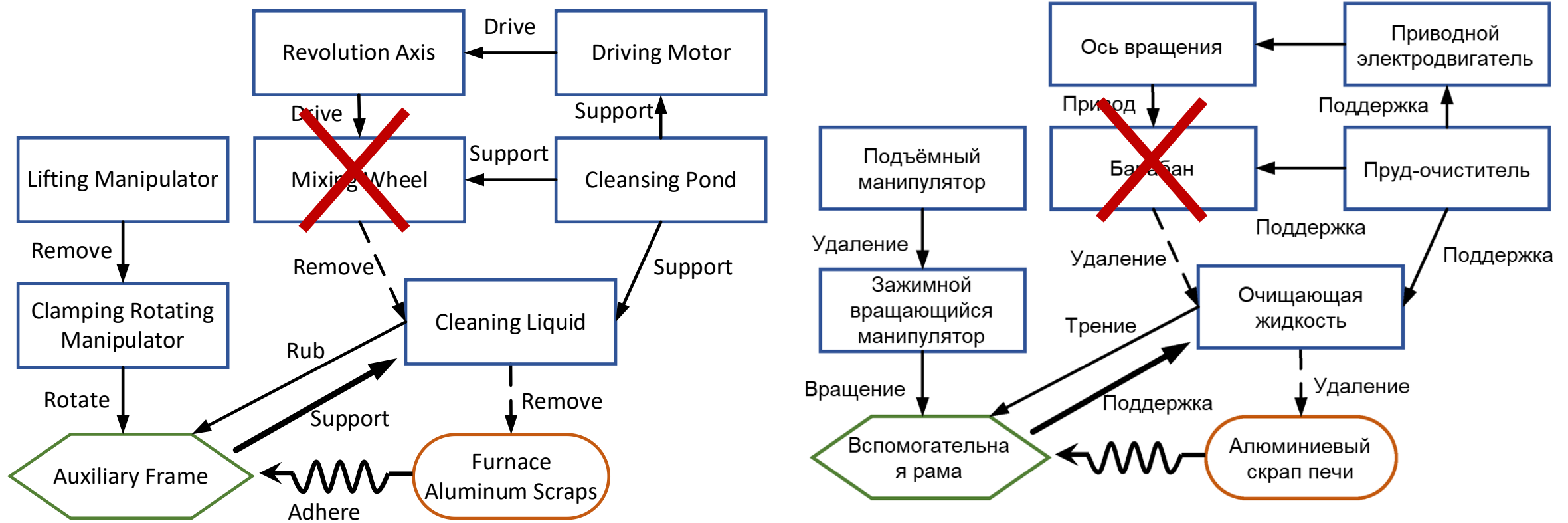
# Problem Analysis – Function Analysis

## Анализ проблем – Функциональный Анализ



# Problem Solving – Trimming

## Решение проблем – Свертывания

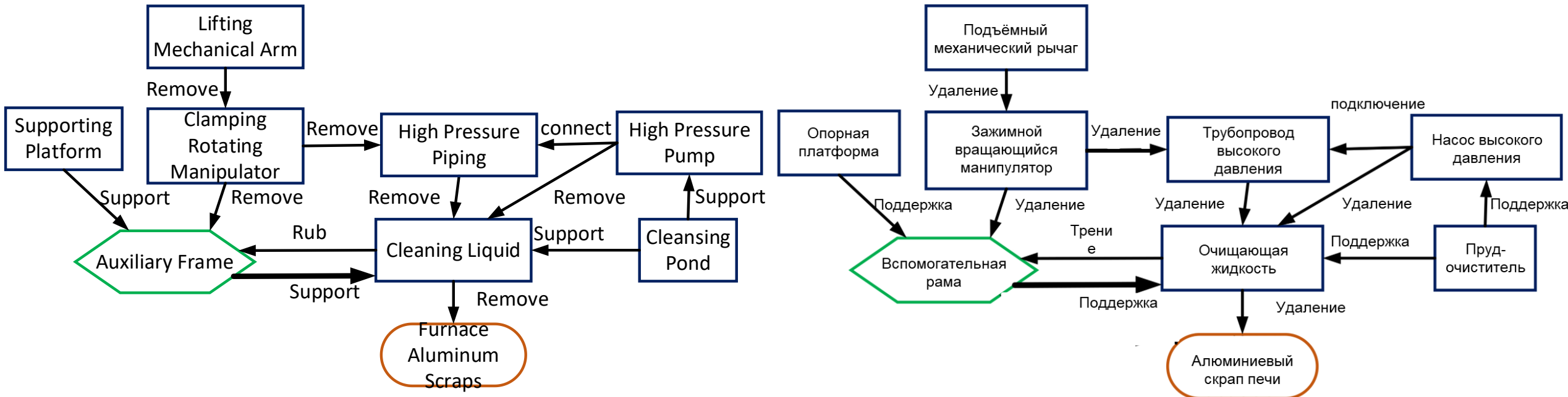


- Function carrier can be trimmed if another component performs its useful function.
- Носитель функции может быть обрезан, если его полезную функцию выполняет другой компонент.



# Problem Solving – Trimming

## Решение проблем – Свертывания



- The high-pressure nozzle is installed on the mechanical arm, and is integrated into a multi-degree-of-freedom manipulator to realize the directional cleaning of the stains inside and outside the subframe.
- На механическом манипуляторе установлена форсунка высокого давления, которая интегрирована в манипулятор с несколькими степенями свободы для осуществления направленного удаления пятен внутри и снаружи подрамника.

# Problem Solving - Effects Database

## Решение проблемы – База Данных Эффектов

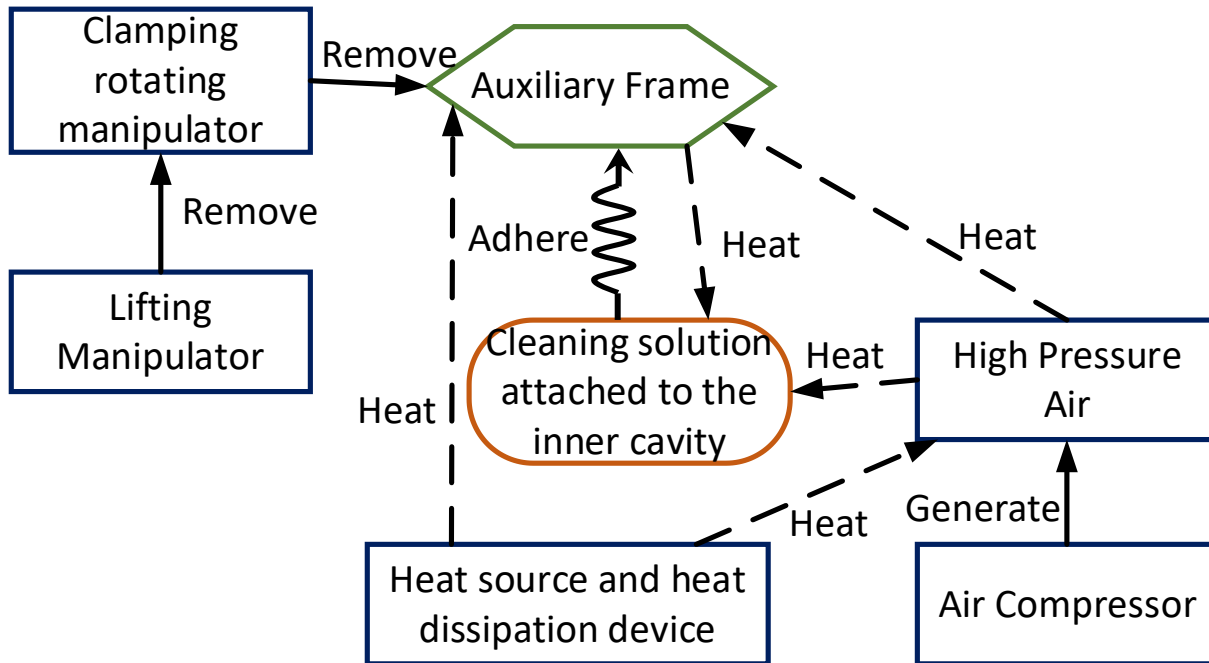
- The cleaning liquid used to clean the subframe contains aluminum chips.
- Очищающая жидкость, используемая для очистки подрамника, содержит алюминиевую стружку.

Effect	Application Scheme	Эффект	Схема применения
Centrifugal Force	Through the centrifugal force generated by the stirring wheel stirring, the aluminum scraps flow to the periphery of the cleaning liquid tank under the action of centrifugal force.	Центробежная сила	Под действием центробежной силы, создаваемой барабаном, алюминиевый скрап стекает к периферии резервуара с очищающей жидкостью.
Filter	By adding a filter screen in the cleaning liquid output pipeline, the aluminum scraps are filtered and the aluminum scraps in the cleaning liquid are separated.	Фильтр	Добавление фильтрующей сетки в выходной трубопровод, подающий очищающую жидкость, позволяет отфильтровать алюминиевый скрап и отделить алюминиевый скрап в очищающей жидкости.

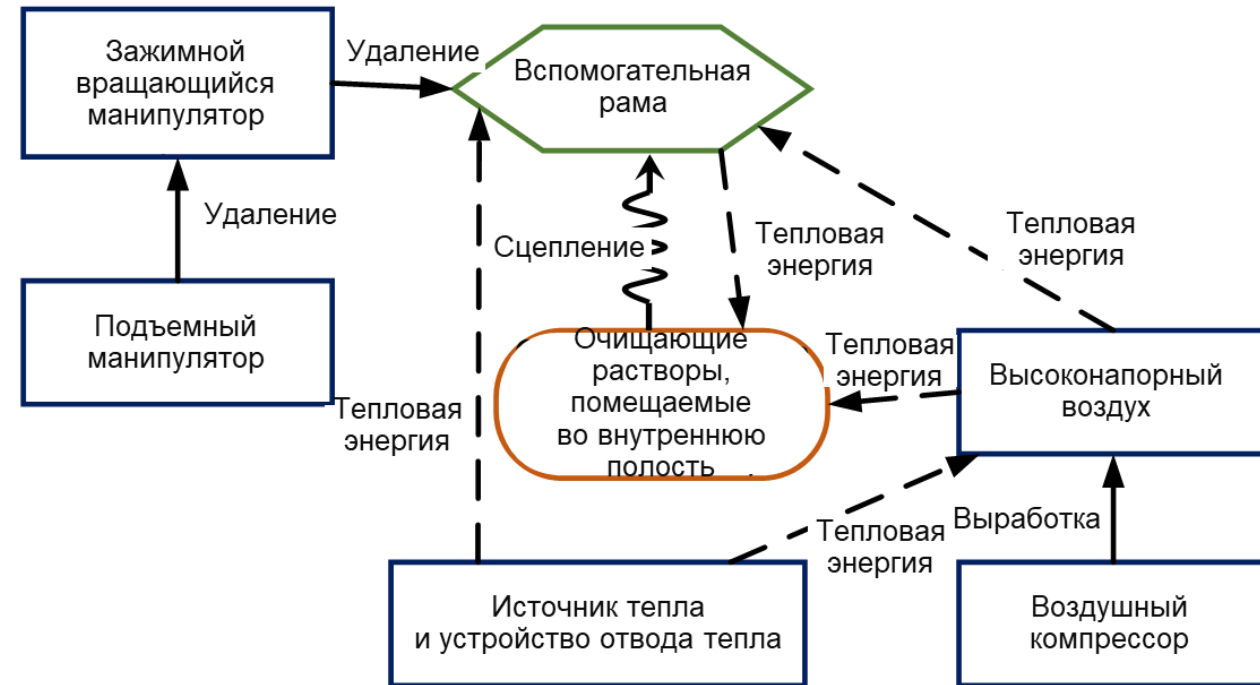
# Derivative Problem

# Сопутствующая Проблема

- Residue of cleaning liquid :



- Остаток очищающей жидкости :



# Problem Solving – Technical Contradiction

## Решение проблемы – Техническое Противоречие

- A technical contradiction description  
 IF : a larger power heater,  
 THEN : “productivity” will be improved;  
 BUT : “power” will be deteriorated.
- Описание технического противоречия  
 ЕСЛИ : нагреватель имеет большую мощность,  
 ТО: «производительность» повышается;  
 НО : «мощность» снижается.

Inventive Principle	Solution
No.10 : Preliminary action	Before the subframe is dried, it is rotated or shaken first, and some water droplets are thrown off.
No.21 : Skipping	Reduce the duration of the subframe in the high-power drying area

Инновационный принцип	Решение
№ 10: Предварительное действие	Перед сушкой подрамника его сначала вращают или встряхивают, при этом с него удаляются капли воды.
№ 21: Быстрое прохождение	Сокращение периода нахождения подрамника в зоне сушки большой мощности

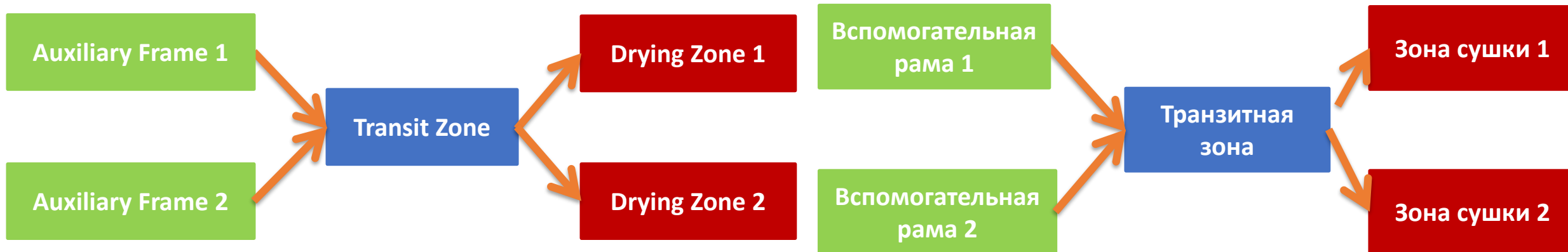
# Problem Solving – Physical Contradictions

## Решение проблемы – Физические Противоречия

- A physical contradiction:
  - The heating time needs to be **long**, because the subframe need to be completely dry.
  - The heating time needs to be **short**, because the process time needs to be as short as possible.
- Separation in Space can be used to get the solution.
- Описание физического противоречия:
  - Время нагрева должно быть **длительным**, так как подрамник должен полностью высохнуть.
  - Время нагрева должно быть **коротким**, так как продолжительность воздействия должна быть как можно меньше.
- Для получения решения может быть использован метод “пространственное разделение”.

# Problem Solving – Physical Contradictions

## Решение проблемы – Физические Противоречия



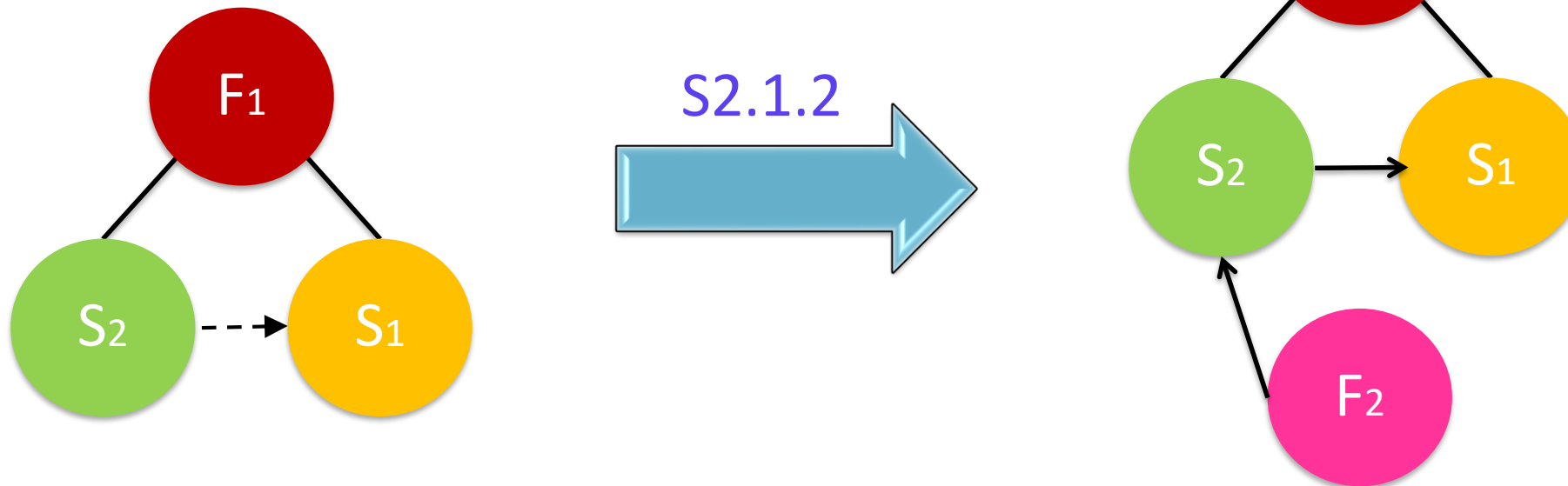
- Two drying zones are constructed, so that the two adjacent auxiliary frames can move to different drying zones after they are transferred from the transit zone.
- In this way, each subframe can stay twice the required time in the drying area, that is, there is sufficient time to heat and meet the process time requirements.

- Две зоны сушки устроены таким образом, чтобы две прилегающие вспомогательные рамы могли перемещаться в разные зоны сушки после их перемещения из транзитной зоны.
- Таким образом, каждый подрамник может находиться в зоне сушки в два раза больше времени, чем требуется, т.е. достаточно времени для нагрева и соблюдения требований по времени выполнения технологического процесса.

# Problem Solving – Su-Field Model

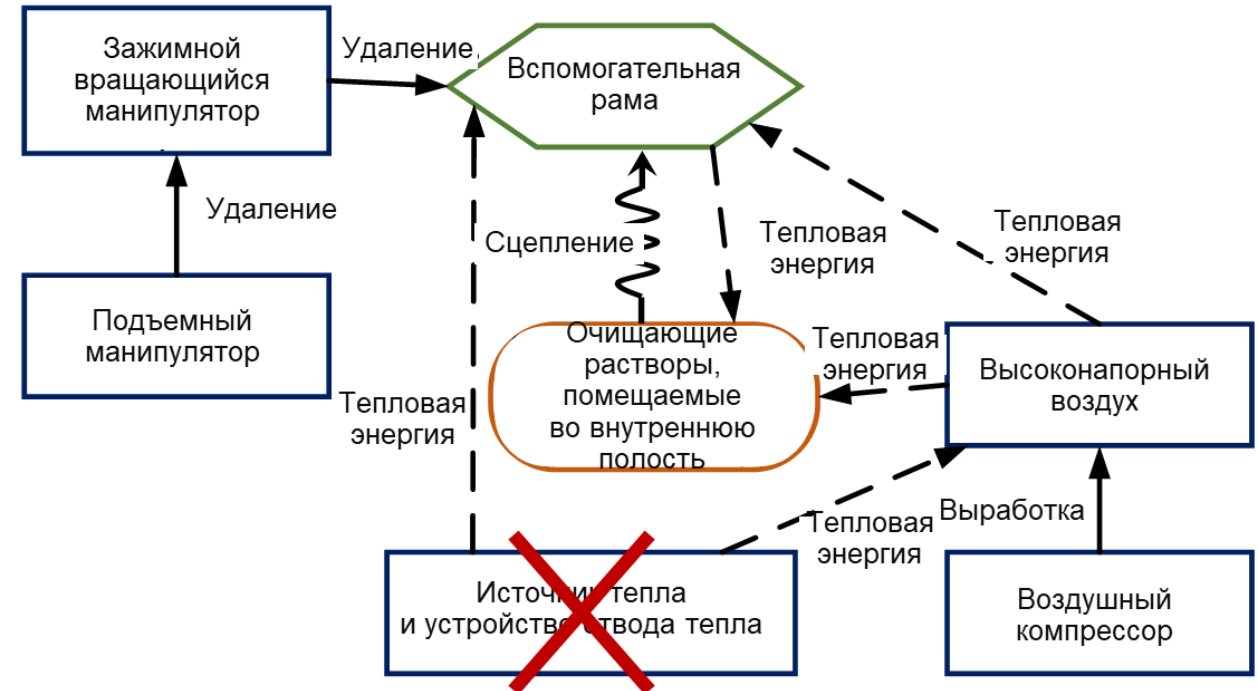
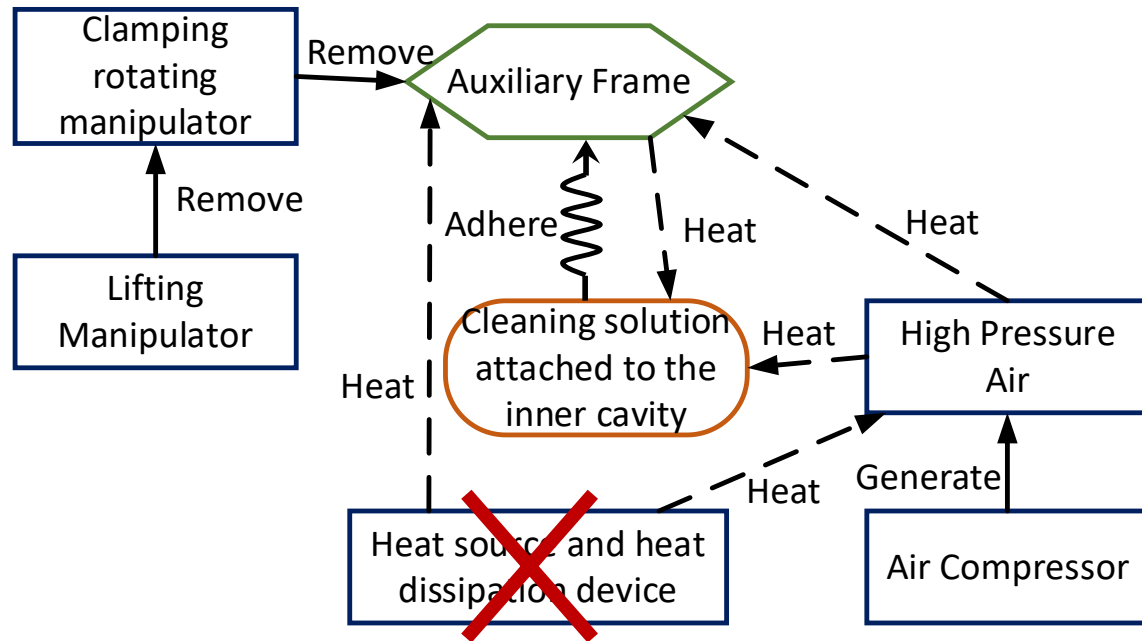
## Решение проблемы – Вепольная Модель

- $S_1$  : Cleaning liquid
  - $S_2$  : Compressed air
  - $F_1$  : Thermal field
  - $F_2$  : Vacuum field
- $S_1$  : Очищающая жидкость
  - $S_2$  : Сжатый воздух
  - $F_1$  : Тепловое поле
  - $F_2$  : Вакуумное поле



# Problem Solving – Trimming

## Решение проблем – Свертывания



- Function carrier can be trimmed if another component performs its useful function.
- Носитель функции может быть обрезан, если его полезную функцию выполняет другой компонент.



## Problem Solving - Trimming

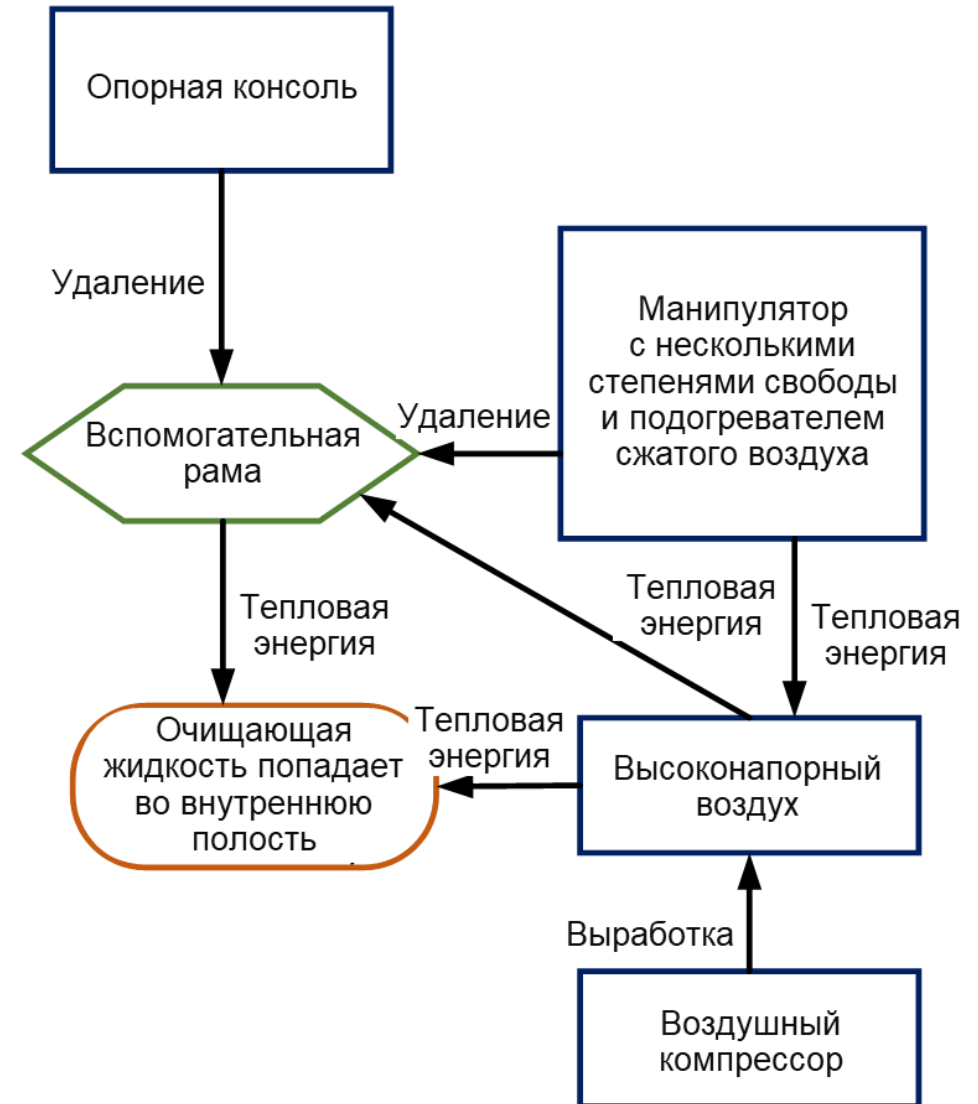
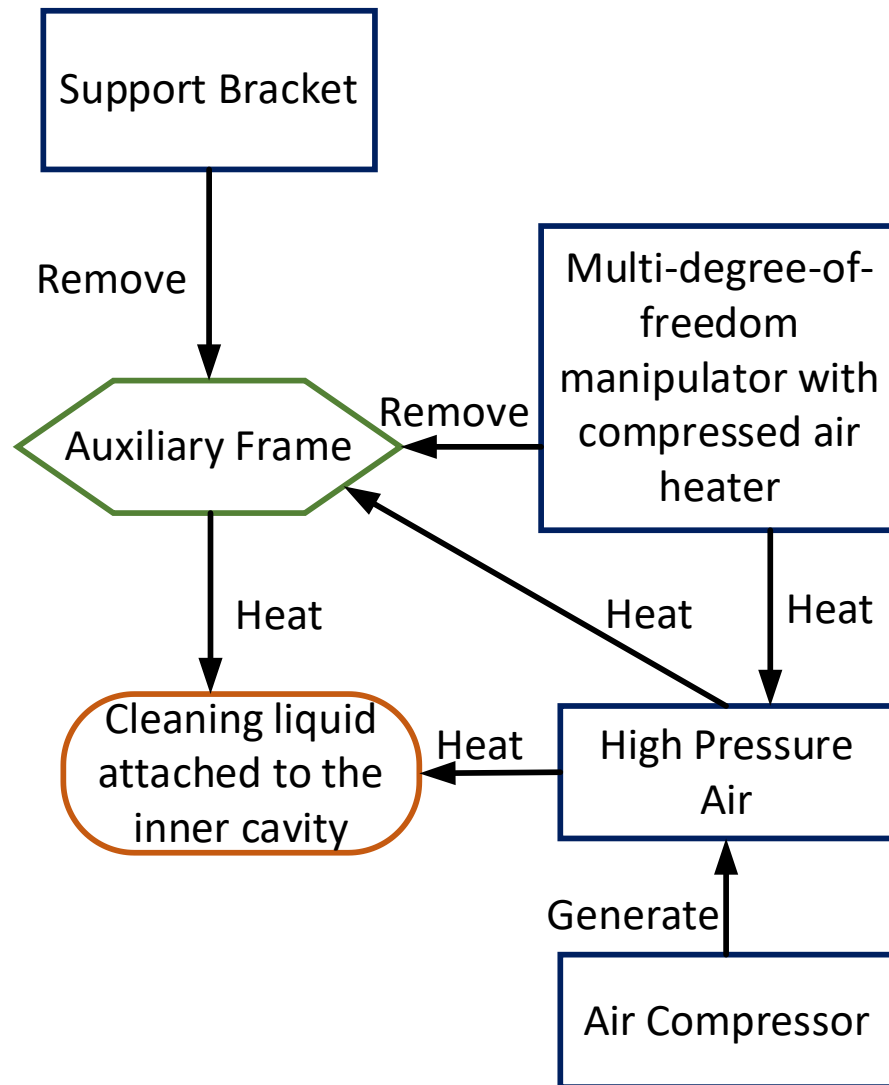
## Решение проблем – Свертывания

- The air compressor, heat source and heat dissipation device are replaced by a movable compressed air heater. And It is integrated into a multi-degree-of-freedom manipulator to blow high-temperature and high-pressure gas into the inner cavity to increase efficiency.

- Воздушный компрессор, источник тепла и устройство отвода тепла заменены подвижным подогревателем сжатого воздуха. Кроме того, для повышения эффективности в него встроен манипулятор с несколькими степенями свободы, позволяющий вдувать во внутреннюю полость газ высокой температуры и высокого давления.

# Problem Solving - Trimming

# Решение проблем – Свертывания



# Solutions

- **The prime problem** - Incomplete cleaning :
  - Multi-degree-of-freedom feeding spray integrated manipulator
  - Separation of aluminum scraps from cleaning solution by centrifugal force and filter
- **The derivative problem** - Incomplete drying :
  - The subframe is shaken before drying, and some water droplets can be thrown off in advance.
  - Double drying areas
  - Multi-degree-of-freedom cutting manipulator with compressed air heater

# Решения

- **Основная проблема** – недостаточная очистка:
  - Интегрированный манипулятор с несколькими степенями свободы для подачи распыляемого материала
  - Отделение алюминиевых отходов от очищающего раствора с помощью центробежной силы и фильтра
- **Сопутствующая проблема** – Неполное высыхание:
  - Перед сушкой подрамник встряхивают, и таким образом можно заранее удалить часть капель воды.
  - Двойные зоны сушки
  - Манипулятор с несколькими степенями свободы и подогревателем сжатого воздуха

# Solutions

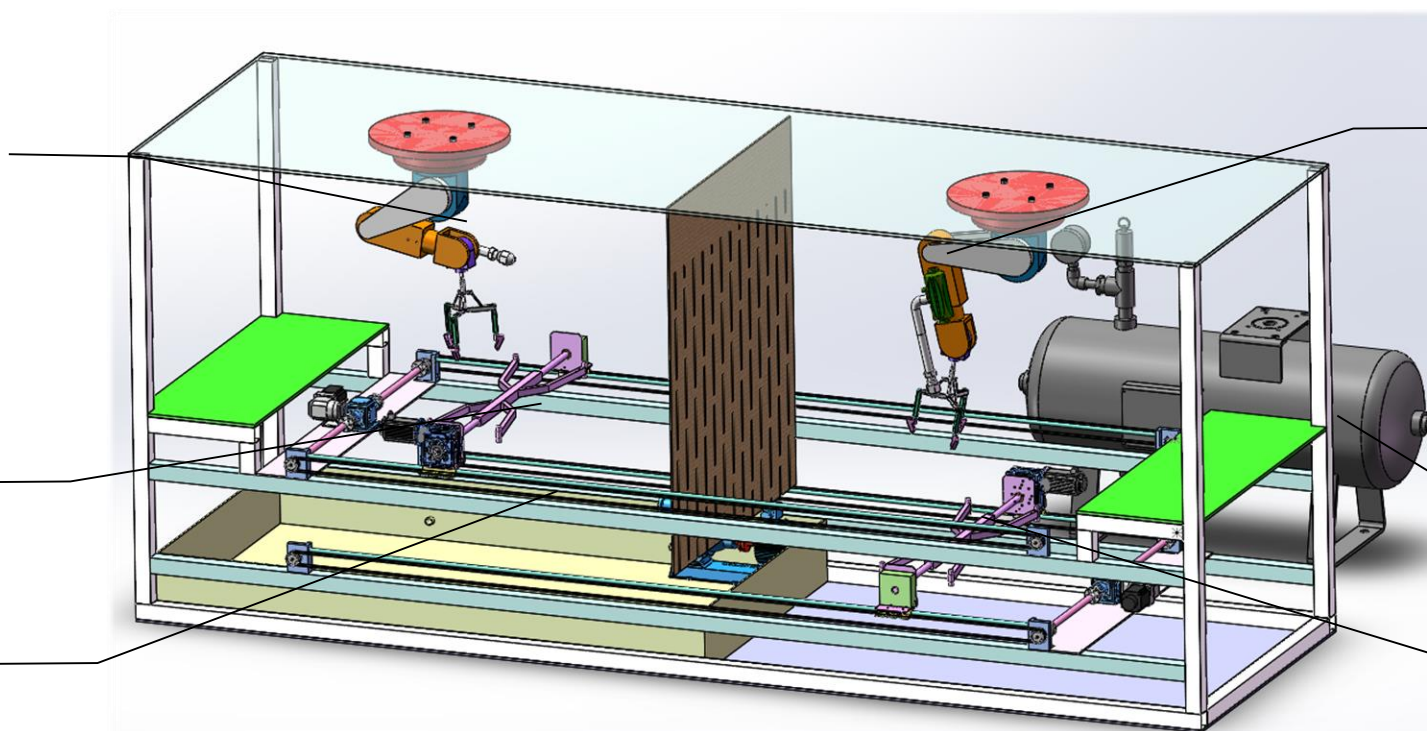
# Решения

- According to the available solution with higher evaluation, the improved subframe cleaning device is shown in the figure:
- На рисунке показано усовершенствованное устройство для очистки подрамника в соответствии с имеющимся решением с более высокой оценкой:

Loading Multi-degree-of-freedom Manipulator  
Загрузка манипулятора с несколькими степенями свободы

Transport rack 1  
Транспортировочная стойка 1

Cross-layer transport device



Multi-degree-of-freedom manipulator with compressed air heater  
Манипулятор с несколькими степенями свободы и подогревателем сжатого воздуха

Air compressor  
Воздушный компрессор

Transport rack 2  
Транспортировочная стойка 2

TRIZ SUMMIT  
2023

? Q&A ?

SESSION

? СЕССИЯ ?

ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ ?



**TRIZ** SUMMIT  
2023

THANK YOU!  
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

