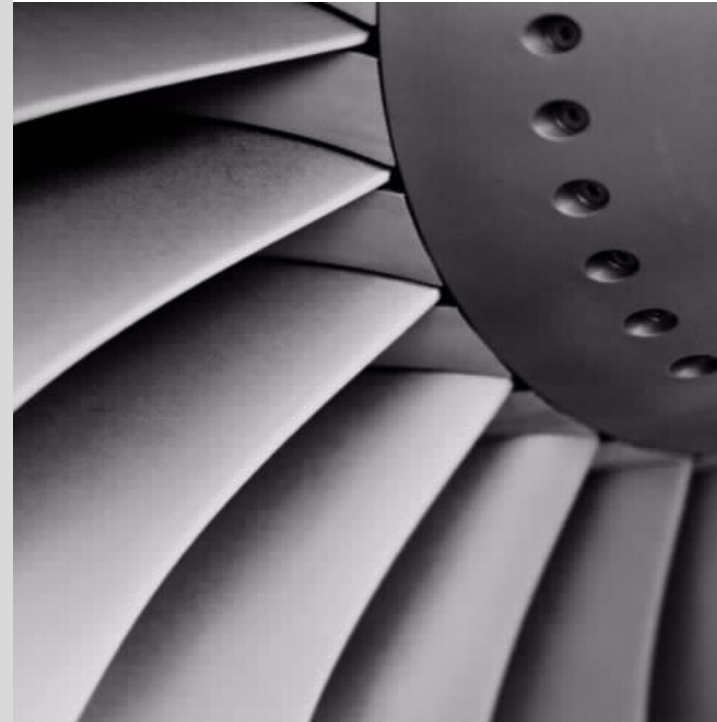


**Запросы на внешние инновации**

**ПАО «ОДК-УМПО»**

**Стержневая масса**



# ДОКЛАДЧИК

---

Филиал ПАО «ОДК-УМПО» ОКБ  
им. А.Люльки                      Начальник  
бригады отдела серийного  
сопровождения Исламов Алмаз  
Камилович

2 уровень обучения ТРИЗ

## ВНЕДРЕНИЕ ТРИЗ



## ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

---

Значительная часть лопаток ГТД, отливаемых из дорогостоящих никелевых жаропрочных сплавов, бракуется по дефектам «слом стержня», «коробление стержня», «тонкая стенка». Все эти дефекты связаны с тем, что при высоких температурах керамические стержни, применяемые для оформления внутренних полостей сложной геометрии, начинают размягчаться и деформироваться.

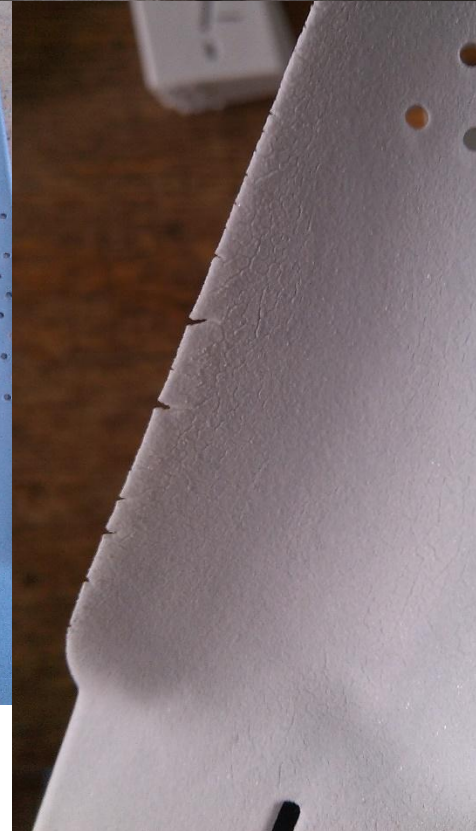
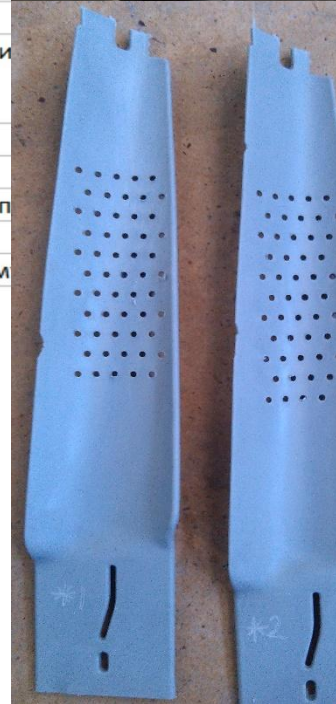
## ЗАДАЧА ДЛЯ ПОИСКА КОМПЕТЕНЦИЙ

---

- Объект – материал для изготовления керамических стержней.
- Функции объекта – оформление внутренних полостей сложной геометрии при литье лопаток ГТД
- Реологические свойства стержневой массы должны обеспечивать качественное формование «сырого» стержня с уровнем дефектов «незалив», «неспай», «утяжина», «расслоение стержневой массы» не более 10%.
- Уровень дефектов отливок, связанных со свойствами стержня – не более 10% от количества залитых отливок.

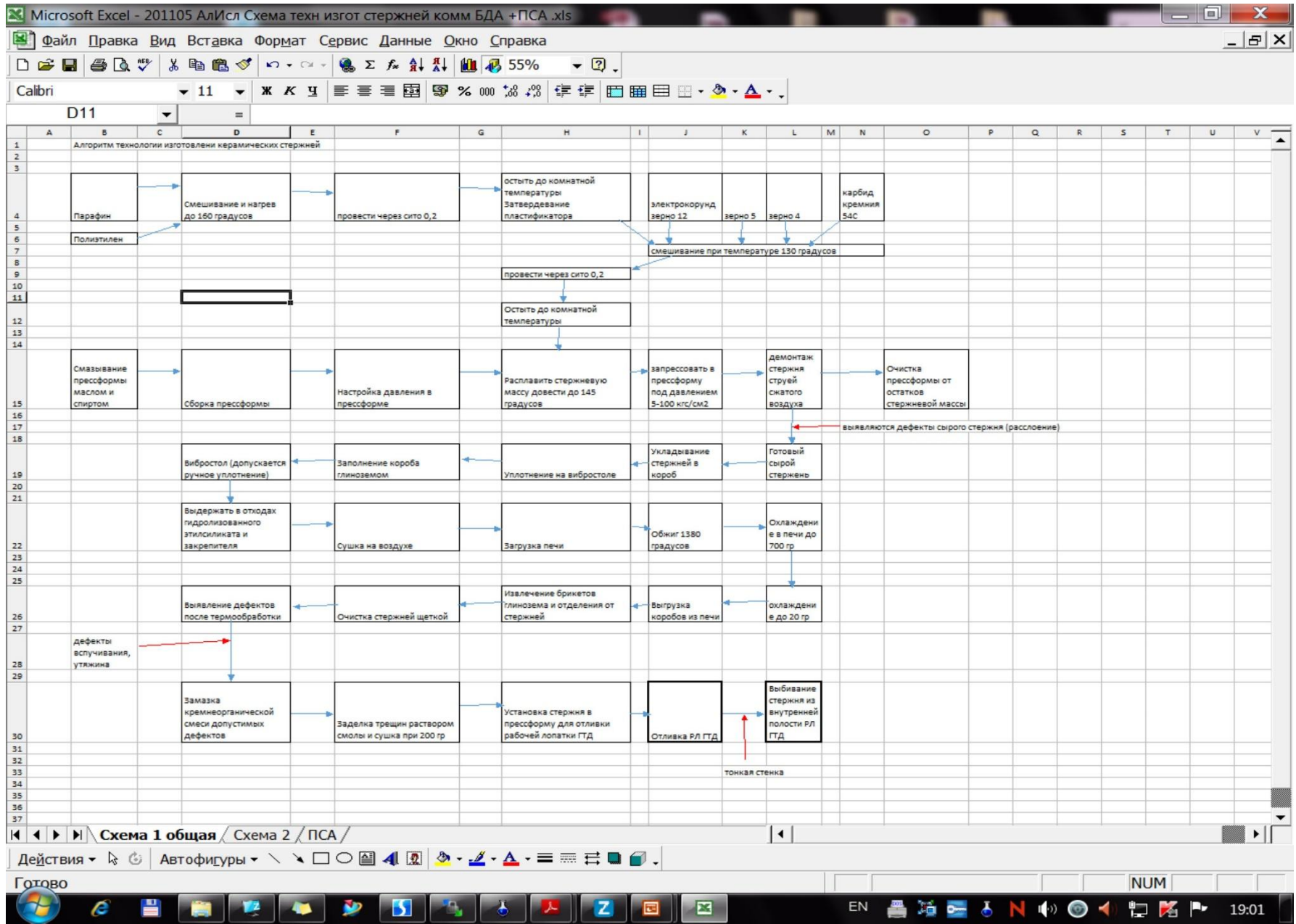
# НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Сформулируйте проблему, нежелательный эффект								
2	Запишите Ваши ответы ниже, в белых ячейках. Тьютор будет комментировать Ваши о								
3	Из-за разделения стержневой массы на легкую и тяжелую фракцию появляется "расс								
4	Из-за неровности поверхности запрессовки образуется дефект "утяжина"								
5									
6									
7	Из-за недостаточной твердости при высоких температурах стержневая масса станови								
8	величине подвижности стержня и "тонким стенкам на РЛ"								
9									
10	Из-за испарения текучих составляющих и сгорания пластификатора при высоких темп								
11									
12	Смотрите, это прямо перечень целевых недостатков для ПСЦ. Делайте схем								
13									



1. Дефекты «сырых» стержней - «незалив», «неспай» и «утяжина» при заполнении пресс-форм сложной конструкции.

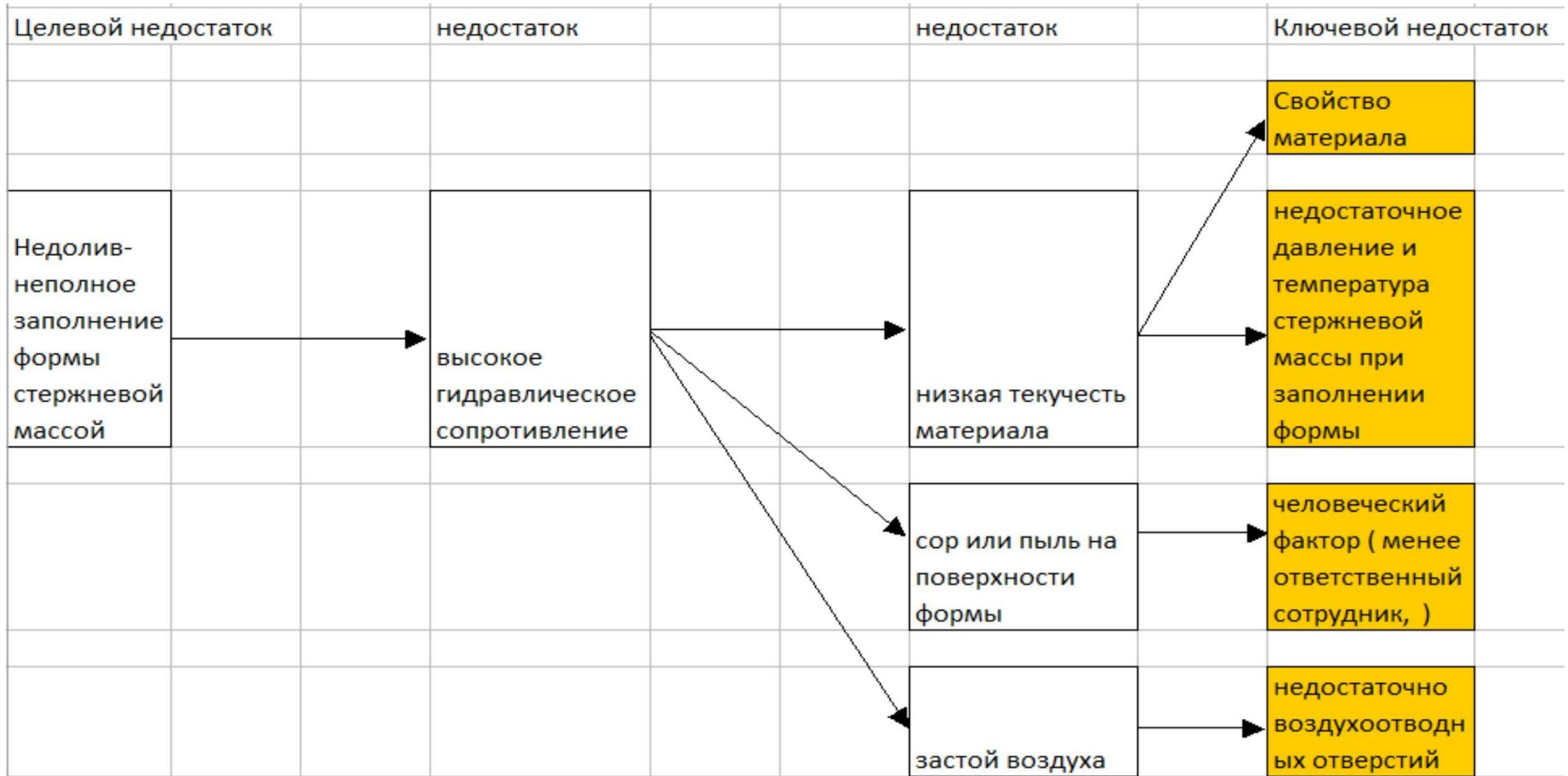
# КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ФА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ





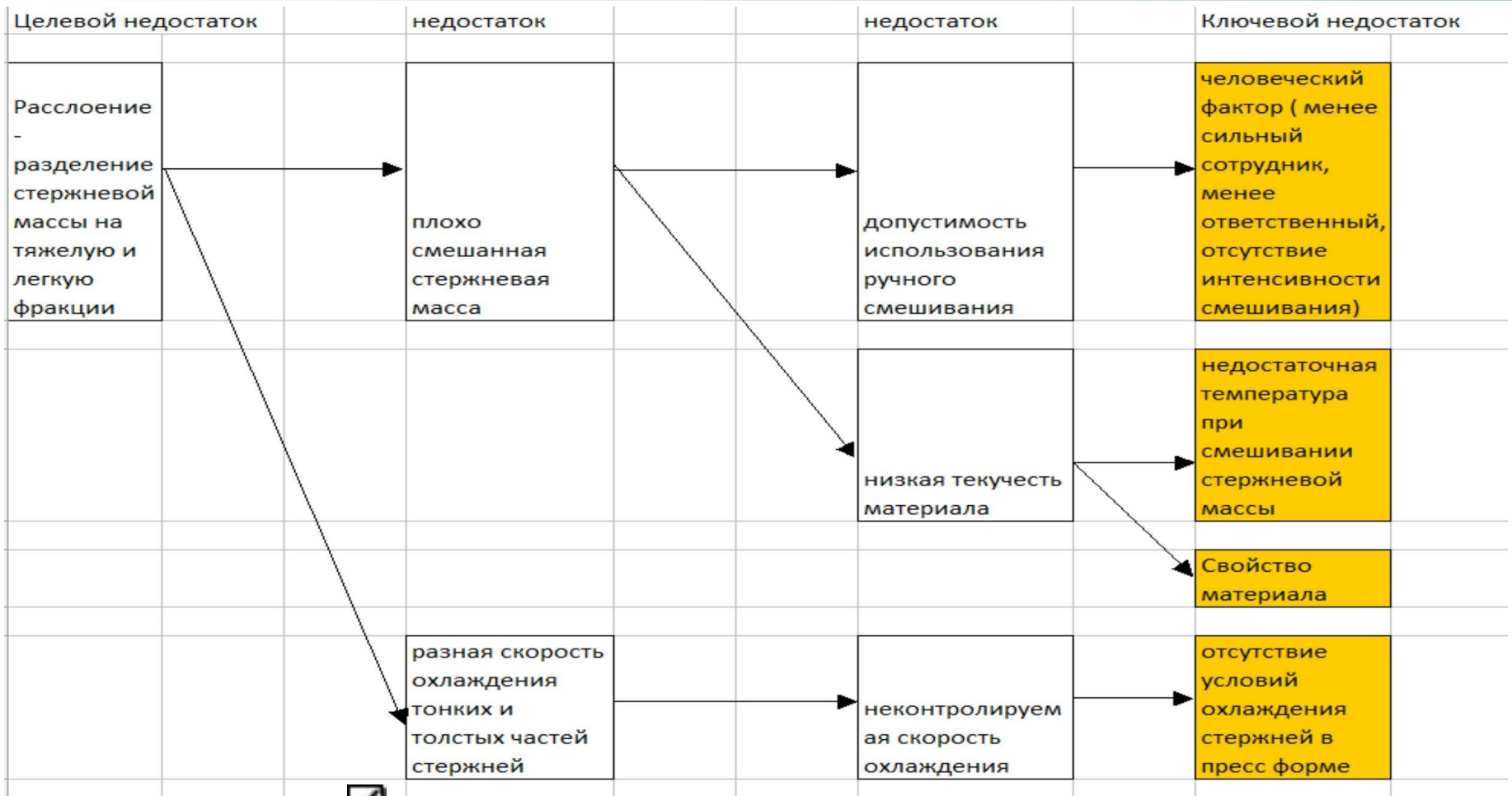


## Возможные причины дефекта недолив



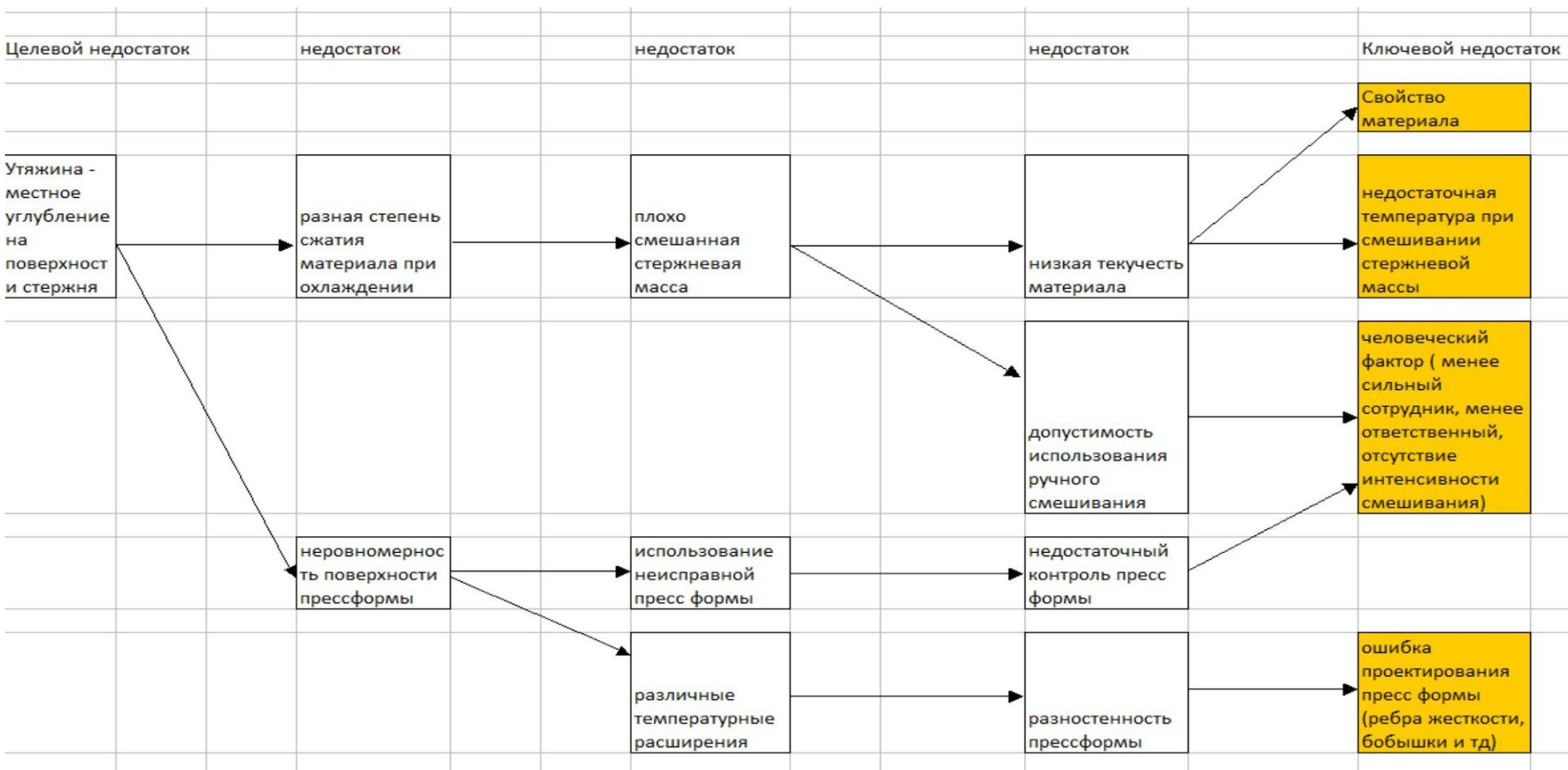
- Свойства материала
- Низкое давление или температура материала, пресс-формы
- Человеческий фактор
- Ошибка проектирования пресс-формы

# Возможные причины дефекта «расслоение»



- Свойства материала
- Низкое давление или температура материала, пресс-формы
- Человеческий фактор
- Отсутствие условий охлаждения

# Возможные причины дефекта «Утяжина»



- Свойства материала
- Низкая температура материала, пресс-формы
- Человеческий фактор
- Ошибка проектирования пресс-формы

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СЫРЫХ СТЕРЖНЕЙ

1. Незалив – происходит как правило при недостаточном давлении пресса, по вине оборудования (пресса), а так же из-за низкой температуры массы или пресс-формы.
2. Трещина – вероятная причина в снятии стержня с пресс формы неконтролируемым потоком воздуха, так же влияет качество смазки пресс формы. Так же возможная причина плохое смешивание перед заливкой и разность температуры пресс-формы и массы
3. Расслоение – происходит при отсутствии смешивания растопленной стержневой массы перед заливом в пресс форму.
4. Утяжина, коробление – происходит при недостаточном нагреве пресс формы или стержневой массы.

## ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ

---

1. Повысить контроль температуры пресс-формы и стержневой массы в стакане, установить индикатор.
2. Модернизировать оборудования для минимизирования ручного влияния
3. Продолжить работы с ПСА далее по тех процессу

# Опыт коллег с ОДК-Пермские моторы

## 1. Спроектирована нейросетевая модель для прогнозирования результата прессования стержней

Первая модель показала, что наименее важными являются параметры смеси, некоторые заданные параметры не влияют на результат, поэтому количество входных параметров для проектирования второй модели было сокращено до **15**.

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
День недели при прессовании	Температура, °C	Влажность на участке, %	Температура массы перед прессованием, °C	Температура пресс-формы перед прессованием (спинка), °C	Температура пресс-формы перед прессованием (корыто), °C	Температура стакана перед прессованием, °C	Время переноса кружки с массой от плитки до начала заливки в стакан, сек	Время выливания массы в прес. стакан, сек	Время нахождения массы в стакане, сек	Время набора давления, сек	Давление прессования, бар	Время прессования, сек	Время массы под давлением, сек	Время выдержки стержня в пресс-форме без давления, сек

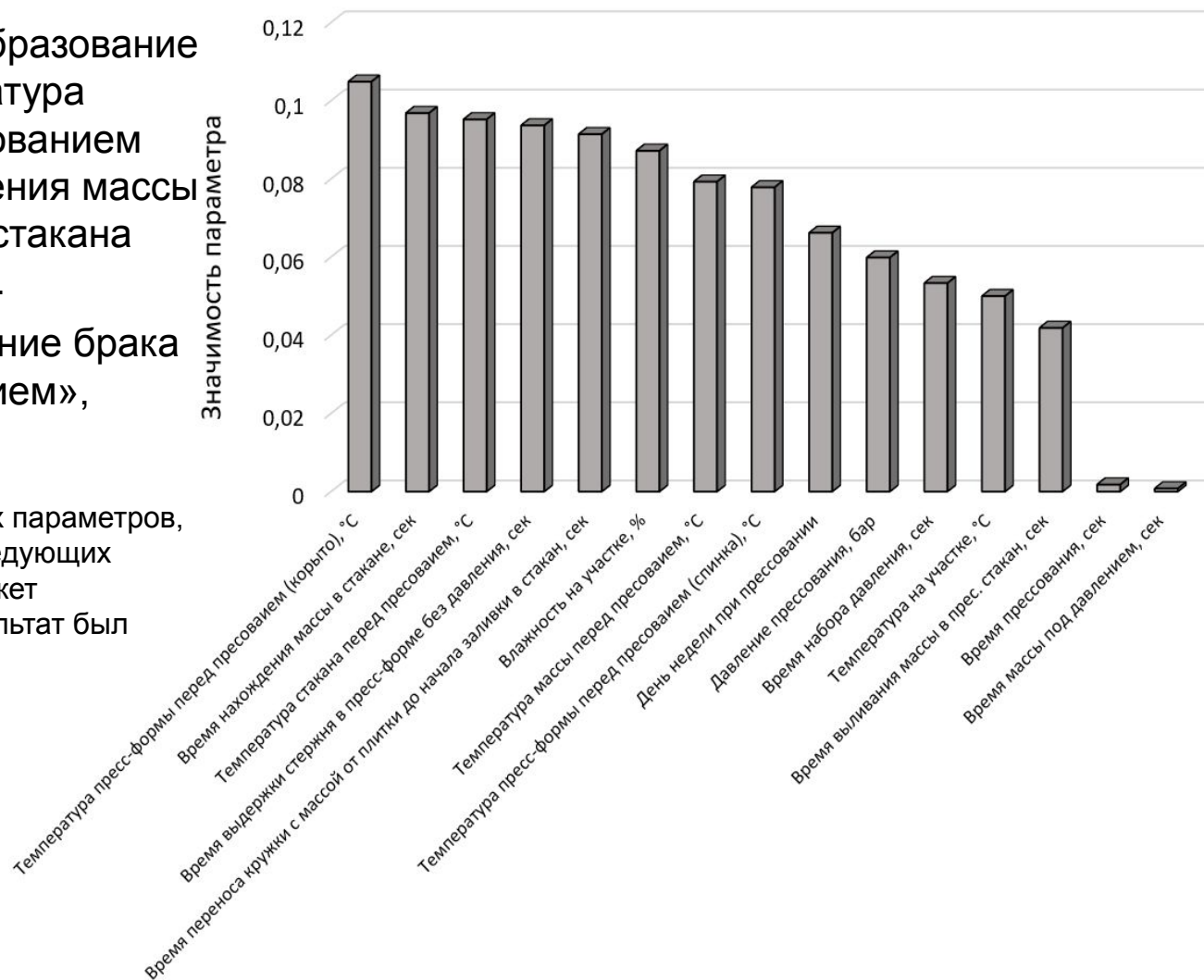
# Значимость параметров ОДК –Пермские моторы

## Оценка степени влияния параметров прессования на образование брака

Наибольшее влияние на образование брака оказывают «Температура пресс-формы перед прессованием (корыто)», «Время нахождения массы в стакане», «Температура стакана перед прессованием» и т.д.

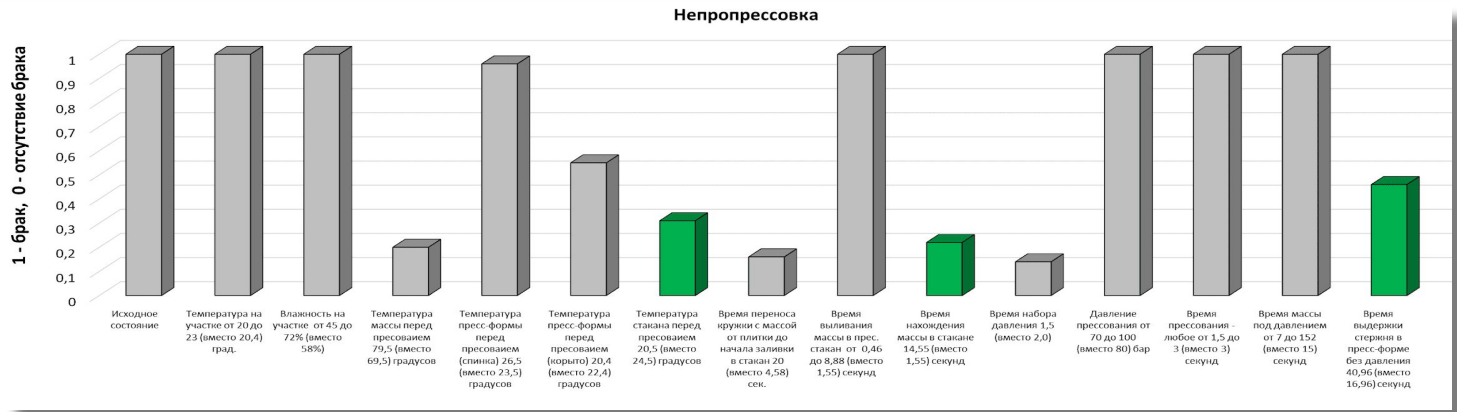
Слабо влияют на образование брака «Время массы под давлением», «Время прессования».

Распределение значимости входных параметров, представленное на рисунке, в последующих вычислительных экспериментах может измениться, поскольку данный результат был получен на довольно грубой нейросетевой модели.

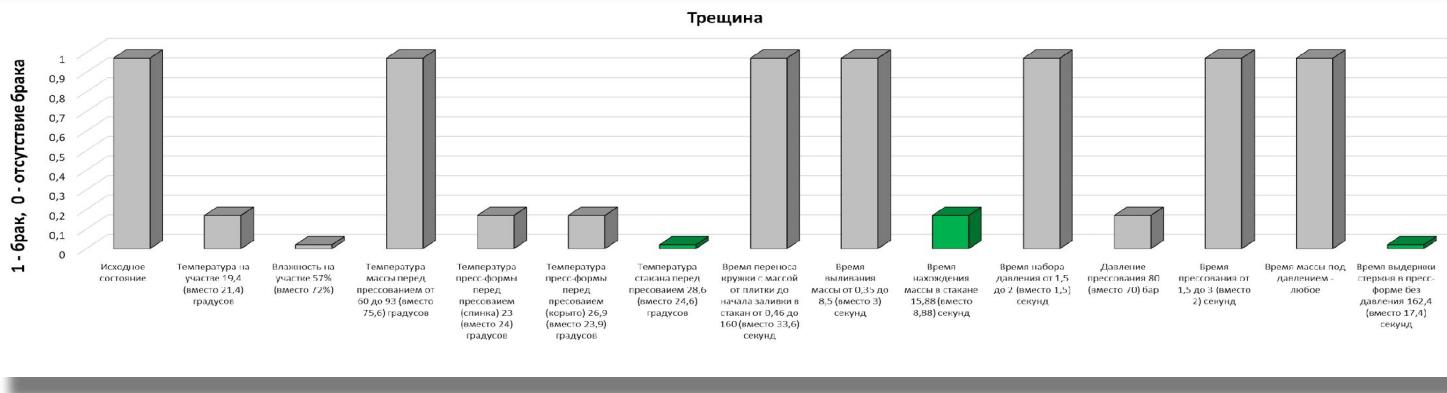


# образование брака «Непропрессовка» и «Трещина»

Имеются параметры, изменение которых приводит качественно к одинаковому результату уменьшения вероятности брака заготовок.



Вероятность возникновения брака уменьшается при увеличении времени выдержки стержня в пресс-форме без давления. То же самое наблюдается при увеличении времени нахождения массы в стакане.



**Зеленым цветом выделены параметры, изменение которых снижает вероятность образования обоих видов брака**

## Практические рекомендации:

- Увеличить Время выдержки стержня в пресс-форме без давления до 200 секунд
- Увеличить Время нахождения массы в стакане до 21 секунды



## **ВЫВОДЫ**

---

**Необходимо провести работы с жестким контролем температуры пресс-формы и стержневой массы со сбором статистики. При этом первые 2 стержня в статистики не учитывать.**

**Спроектировать и изготовить оснастку для механического перемешивания массы в стакане, для исключения человеческого фактора при смешивании.**

**Провести опытные работы по опыту ОДК-Пермские моторы**

**-Увеличить время выдержки стержневой массы в пресс-форме до прессования**

**-...**