

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы автоматизированного проектирования в машиностроении

(профиль)

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: Исследование эксплуатационной надежности технологического процесса штамповки деталей и разработка мероприятий по повышению качества изделий.

Студент(ка)

Мельников А.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель  
Консультанты

Почечуев Е.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

к.т.н., доцент Е.Н. Почечуев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

## Содержание:

Введение.....	3
1. Анализ качества изделий листовой штамповки.....	6
1.1. Факторы влияющие на процесс холодной листовой штамповки .....	6
1.2. Требования предъявляемые к качеству металла.....	7
1.3. Дефекты обработки давлением.....	10
1.4 Выводы.....	26
2. Влияние штамповой оснастки на качество изделий.....	27
2.1 Рабочие элементы штампа .....	27
2.2. Испытание штампов и устранение неполадок .....	29
3. Управление процессом получения качественных изделий листовой штамповкой.....	35
3.1 Анализ существующих методов управления точностью изделий получаемых формообразующими операциями .....	35
3.2 Методы оценки качества .....	38
3.3 Использование программного продукта Autoform для анализа дефектов.....	43
3.4 Способы устранения дефектов. ....	61
4. Разработка мероприятий повышения качества изделий получаемых листовой штамповкой.....	66
4.1 Разработка методики управления качеством .....	66
Заключение .....	70
Список используемой литературы .....	71

## **Введение.**

За последнее время развитие промышленности увеличило масштабы производства. Освоены на практике более новая и более эффективная техника. Внедрение знаний в производство повысило качество изготавливаемой и выпускаемой продукции, что повысило производительность во многом благодаря оптимизации и конкурентоспособности. Применение новых конструкционных материалов, более сложные узлы и детали подталкивает, приводит и вызывает необходимость совершенствования как методов проектирования и создания штамповой оснастки, так и методов обработки рабочих частей штампа. В машиностроении решение этих задач становятся актуальными для промышленности связанной с металлообработкой. Для получения деталей в металлообработке связанных с процессами формообразования деталей главными остаются штамповка и механическая обработка, которые являясь массовыми, предоставляют возможностью получить качественные изделия с заданными допусками от 7 до 14 квалитетов ISO. Одним из главных этапов процесса подготовки механической обработки является инструментальная подготовка производства, потому что эффективность, точность и работоспособность инструментов штамповой оснастки зависит именно на механической обработки. В условиях гибкого автоматизированного производства возрастает роль штамповой оснастки. Это связано с тем, что затраты на инструмент при неавтоматизированном производстве составляют около 5% и достигают 25% себестоимости от обработки в условиях ГПС.

В наше время проектирование штамповой оснастки определяется с системами автоматизированного проектирования (САПР), которые в свою

очередь дают возможность с помощью вычислительных машин комплексно решать вопросы, которые возникают на этапах проектирования и изготовления и принимать лучшие решения на стадии освоения новой продукции.

Существует большое многообразие типов и форм штамповой оснастки, среди которых важную и значительную роль составляют инструменты со сложными формами и криволинейными поверхностями, которые обеспечивают лучшие эксплуатационные показатели, позволяют повысить производительность обработки, снизить динамические нагрузки на пресс и увеличить точность обработки, улучшить условия вырубki, повысить качество обрабатываемой поверхности, обеспечить транспортировку отходов и т.д., а возникают они из-за конструктивных особенностей штамповой оснастки,

Проектирование техпроцессов и штамповой оснастки для обработки таких поверхностей и для их изготовления на сей день является сложным вопросом в инструментальном производстве. Это обусловлено тем, что однозначного соответствия между профилем инструмента для обработки деталей с фасонной поверхностью и профилем этой поверхности не существует. Вследствие этого при обработке фасонных поверхностей возникают некоторые погрешности которые зависят от отличий между расчетными параметрами установки и его реальной установкой в штампе, который так же в последствии может меняться при некоторых видах обработки. На данное время существует очень большая вариация методов проектирования фасонной оснастки штампа, и среди них – методы проектирования оснастки для обработки сложных поверхностей.

Повышение качества изделий для автомобильной промышленности России является основополагающей основой импортозамещения. Качество изделий закладывается на стадии проектирования и разработки технологии процесса штамповки. Стабильность и управляемость технологического процесса изготовления - решающие факторы технологической подготовки

производства. Разработка мероприятий повышения качества изделий в системах САПР в процессе проектирования является важнейшим направлением совершенствования инжиниринга в современном производстве.

Целью магистерской работы является повышение эксплуатационного качества техпроцессов и штампов для изготовления сложных фасонных деталей за счёт применения методов САЕ в процессе технологической подготовки.

## 1. Анализ качества изделий листовой штамповки.

### 1.1. Факторы влияющие на процесс холодной листовой штамповки

Различные факторы влияют на процесс холодной листовой штамповки:

Их можно условно разделить на три четыре большие группы:

1. Технологичность конструкции изделия.
2. Механические и технологические свойства материала..
3. Показатели технологического процесса.
4. Конструкция штамповой оснастки

В процессе разработки техпроцесса важнейшими становятся механические свойства материала к ним относят:

-Предел текучести

-Ресурс штампуемости

-Коэффициенты анизотропии  $r_0, r_{45}, r_{90}$  – влияют на упругую деформацию, разрушение материала. Чем больше коэффициент, тем лучше способность металла к вытяжке.

- Модуль Юнга (модуль продольной упругости) - физическая величина, характеризующая свойства материала сопротивляться растяжению/сжатию при упругой деформации.

-Коэффициент Пуассона- величина отношения относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению. Он зависит от механических свойств материала.  $\mu$  показывает, во сколько раз относительное уменьшение поперечного размера деформируемого тела больше относительного увеличения его длины, при растяжении образца. Для большинства сталей  $\mu = 0,3...0,5$ .

-Коэффициент теплового расширения - физическая величина, характеризующая относительное изменение объёма или линейных размеров

тела с увеличением температуры на 1 К при постоянном давлении. Имеет размерность обратной температуры. Различают коэффициенты объёмного и линейного расширения.

## **1.2. Требования предъявляемые к качеству металла.**

Стабильность технологического процесса штамповки и качество изготавливаемых изделий во многом определяются качеством данного материала. В холодной листовой штамповке существует ряд требований к исходному металлу. Материал, применяемый для холодной штамповки, должен обладать высокой пластичностью, иметь равномерные механические свойства и химический состав и не иметь поверхностных и внутренних дефектов.

Деформируемость металла в холодном состоянии, т. е. его способность выдерживать пластическую деформацию без разрывов и разрушения, которое в свою очередь зависит от нескольких факторов: качество поверхности заготовки; химического состава; структуры; механических свойств и технологических параметров процесса штамповки.

При холодной листовой штамповке в случае наличия дефектов на поверхности материала заготовки приводят в большинстве случаев к возникновению надрывов и трещин. Они могут образовываться на разных стадиях переработки металла, начиная от разливки стали и кончая калибровкой перед высадкой.

Дефектами разливки служат газовые пузыри, расположенные внутри или на поверхности металла, неметаллические включения, пористость и др. Газовые пузыри возникают, как правило в кипящих сталях (КП), а в спокойных образуется неравномерно расположенная пористость. При прокатке дефекты слитков способствуют образованию на поверхности проката трещин, закатов,

глубоких рисок, волосовин, от которых необходимо избавиться до начала процесса холодной деформации.

Исследование влияния глубины и конфигурации поверхностных дефектов на деформируемость углеродистой стали проводят путем осадки образцов с искусственно нанесенной трещиной различной глубины, различным углом и радиусом при вершине. Установлено, что дефекты (волосовины, риски, плены и др.) глубиной 0,05 мм и более при высадке с большими степенями деформации раскрываются, образуя трещины.

Для уменьшения брака при холодном прессовании необходимо изъять дефекты с поверхности обрабатываемого материала. Поэтому поверхность слитков перед прокаткой необходимо зачистить. Это возможно на металлургических заводах. Зачистку можно провести либо механическим, либо огневым способом.

При нагреве слитков перед прокаткой необходимо добиваться наименьшего обезуглероживания. На обезуглероженной поверхности вследствие ее пониженной твердости при прокатке образуются более глубокие риски и царапины.

От степени износа валков напрямую зависит количество возможных дефектов, которые образуются в свою очередь при прокатке. По мере износа на поверхности ручьев прокатных валков появляются надрывы металла, углубления, выступы и т. д. Эти неровности проглядываются на горячем металле и закатываются на последующих переходах, что приводит к нарушению сплошности металла.

При калибровке металла перед процессом штамповки могут образовываться поверхностные дефекты. К этим дефектам относят риски и царапины, которые порой имеют большую протяженность по длине. Устранением этих дефектов может послужить: качественное травление (так при



плохом травлении на материале остаются частицы окалины, которые способствуют образованию рисок и царапин на волоочильном инструменте и материале); применение волок с правильной геометрией рабочего канала; применение высококачественной смазки при калибровке.

Пластичность стали, во многом определяется ее химическим составом. При увеличении количества углерода в стали уменьшает ее пластичность и деформируемость, но в свою очередь увеличивает прочностные характеристики. Стали с содержанием углерода  $\leq 0,25\%$  необходимо отжигать для увеличения пластичности. Практически стали с содержанием углерода  $\leq 0,5\%$  можно штамповать только после предварительного подогрева.

Повышенное содержание кремния в стали резко снижает ее пластичность; при деформировании в холодном состоянии вызывает значительный разогрев заготовки, снижает стойкость инструмента, повышает усилия штамповки и приводит к образованию трещин. 10702-63. «Сталь для холодной высадки», ГОСТ 1050-74. «Сталь углеродистая качественная конструкционная», ГОСТ 360-71. «Сталь углеродистая обыкновенного качества», ГОСТ 4543-71 «Сталь легированная конструкционная». Сортамент калиброванного металла регламентируют ГОСТ 10702-63, ГОСТ 7417-75. Преимущественное применение для штамповки имеет сталь по ГОСТ 10702-63.

Калиброванная сталь для штамповки болтов поставляется в наклепанном состоянии. Наклеп возникает, за счет обжатия при волочении горячекатаной стали. Твердость нагартованной стали, величины временного сопротивления и относительного сужения не должны превышать нормы, установленные соответствующими различными стандартами.

Поверхность калиброванной стали должна быть чистой, гладкой, светлой или матовой без трещин, волосовин, закатов, плен, и окалин. Допускаются отдельные мелкие риски механического происхождения в пределах  $\frac{1}{4}$

'пределных отклонений на диаметр, а также отдельные вмятины и рябизна в пределах допускаемых допусков.

Макроструктура не должна иметь усадочной раковины и рыхлости, трещин, пузырей, расслоений, неметаллических включений и флокенов, видимых без применения увеличительных приборов при проверке на изломах или протравленных образцах.

Необходимо отметить, что показатели, нормируемые стандартами, и, в частности, ГОСТ 10702-63, не полностью удовлетворяют требованиям к материалу, которые предназначены для холодной высадки. Например величина относительного сужения для определенных сталей нормируется меньшей 50%, испытание на осадку предусмотрено только до  $V_a$  первоначальной высоты, нет требования обязательной зачистки поверхности и др.

### **1.3. Дефекты обработки давлением**

При коэффициенте анизотропии (упомянутом ранее в разделе 1.1) равным  $45^\circ$  могут образоваться скалывающиеся трещины, из-за малой пластичности заданного материала.

Из-за попадания мелких частиц или мусора на рабочие валки или рабочие инструменты штампа появляются так называемые риски, которые выглядят как царапины глубиной до 0,5мм.

Дефект, который является результатом деформации мелких неметаллических включений и(или) газовых пузырей называют волосовинами. Они выглядят как тонкие прямые линии некоторой длиной до нескольких сантиметров, которые расположены на поверхностном слое материала или под ним.

При излишке материала в валках возникают так называемые закатывания в виде заусенцев глубиной более одного миллиметра.

Брызги стали в жидком состоянии застывают на поверхности ленты или слитка, которые в последствии раскатывают при прокатке и выглядят, как отслаивающиеся с поверхности пленок толщиной до 1.5 мм называются плены.

Рванины или разрывы наиболее наглядный дефект который легко просматривается. Появляются из-за более высокого усилия прижима, маленьких входных радиусов, при очень маленьком значении пластичности и относительного удлинения и большой высоты вытяжки.



Рис 1.1. Разрывы на детали 755825359R

При повышенном содержании водорода в сталях появляются так называемые флокены. Водород в свою очередь при растворении стали в жидком состоянии в момент охлаждения стремится выйти (выделиться) и заполняет все пустоты, создает огромные давления, приводящие, которые приводят к хрупкому разрушению металла.

В процессе вытяжки деталей из карточки или из контурной заготовки появляются утонения и разрывы. Отсутствие разрывов и трещин является

визуальным подтверждением качественной детали и определяет эксплуатационную надежность деталей. При эксплуатации наблюдают наличие или отсутствие разрушения деталей в зоне утонения при подаче знакопеременных нагрузок.

Формирование точности деталей, изготавливаемых вытяжкой, обусловлено многими параметрами конструкции и технологии детали:

- коэффициентом вытяжки;
- механическими свойствами штампуемого материала;
- геометрическими параметрами изготавливаемой детали;
- относительной толщиной заготовки;
- условиями формообразования (температурой инструмента и заготовки, трением на матрице и пуансоне);
- точностью и качеством поверхности заготовки;
- конструкцией и точностью штампа;
- износом пуансона и матрицы;
- технологическим процессом изготовления детали и др.

У деталей с фланцем точность по диаметру при вытяжке получают в пределах 12... 14 качества точности. [1]

#### Точность при гибке.

Точность формы, линейных и угловых размеров изделия при гибке существенно зависит от схемы формообразования. Различают следующие основные схемы гибки:

- гибка моментом;
- гибка силой;
- комбинированная гибка, при которой возможны варианты:
  - гибка со сжатием или растяжением;

- гибка со сжатием и кручением;
- гибка с подогревом.

При формообразовании моментом получают более точные форму и размеры, чем при гибке силой, так как при гибке моментом напряжения формообразования действуют в основном в зоне формообразования; при гибке же силой напряжения и деформации распространяются обычно и на прилегающие к зоне деформации участки, которые в готовой детали должны быть плоскими. [1]

#### Точность при вырубке и пробивке.

При обычной вырубке и пробивке возможны погрешности формы, размеров элементов изделия, межцентровых и базовых размеров и формы поверхности разделения.

Точность формы при вырубке и пробивке определяется плоскостностью деталей. Возможные погрешности:

- прогиб всей детали при вырубке;
- прогиб материала вблизи зоны разделения при пробивке.

Наименьшие прогибы будут только в том случае, когда заготовка и деталь, как в процессе разделения, так и в процессе удаления до самого последнего момента будут находиться под достаточным давлением прижима, приложенным к плоскости заготовки вдоль кромки разделения на ширине не менее 3...5 толщин заготовки.

Отклонение от плоскостности детали вблизи зоны разделения обусловлено действием изгибающих моментов и напряжений сжатия в плоскости листовой заготовки, возникающих в зоне разделения: чем больше зазор между пуансоном и матрицей (в том числе и за счет их износа) и меньше

относительная толщина детали, тем больше изгибающий момент и прогиб - отклонение от плоскостности.

Отклонение от перпендикулярности поверхности разделения обусловлено двумя причинами:

- особенностью механизма разделения;
- прогибом детали.

Поверхность разделения неодинакова по толщине и состоит из трех участков:

- участок со скруглением-утяжиной, величина которого увеличивается с увеличением пластичности материала и коэффициента трения;

- участок среза, его величина увеличивается с увеличением пластичности штампуемого материала;

- участок скола, завершающийся острой кромкой и заусенцем, который тем больше, чем больше пластичность материала заготовки и больше зазор между матрицей и пуансоном; на новых штампах заусенцы почти всегда отсутствуют.

Скругление кромки детали со стороны врезания пуансона и матрицы в заготовку, хотя и обуславливает отклонение от правильной геометрической формы, но крайне желательно для удаления острых кромок. Размеры торцового смятия и валика-выступа обусловлены также пластическими свойствами штампуемого материала. Обычно ширина зоны торцового смятия находится в пределах  $\sim 0,10 \dots 0,25s$ , а ширина валика-выступа -  $0,15 \dots 0,30s$ , увеличение толщины до  $1,055$ .

Наличие остаточных напряжений в штампуемом материале может привести к серповидности кромок, повороту отдельных сечений - «пропеллерности» детали, т.е. к отклонению от плоскостности. Принятая схема штампа и порядок взаимодействия его элементов могут влиять на форму детали;

например, после вырубки детали из плоского материала с небольшой относительной толщиной возможно получение желобчатости и выпуклости. [1]



Рис 1.2 Гофры



Рис 1.3 Гофры



Рис 1.4 Складки



Рис 1.5 Складки





Рис 1.6 складки



Рис 1.7 Перегиб детали



Рис 1.8 Отклонение формы изделия



Рис 1.9 Отклонение формы изделия

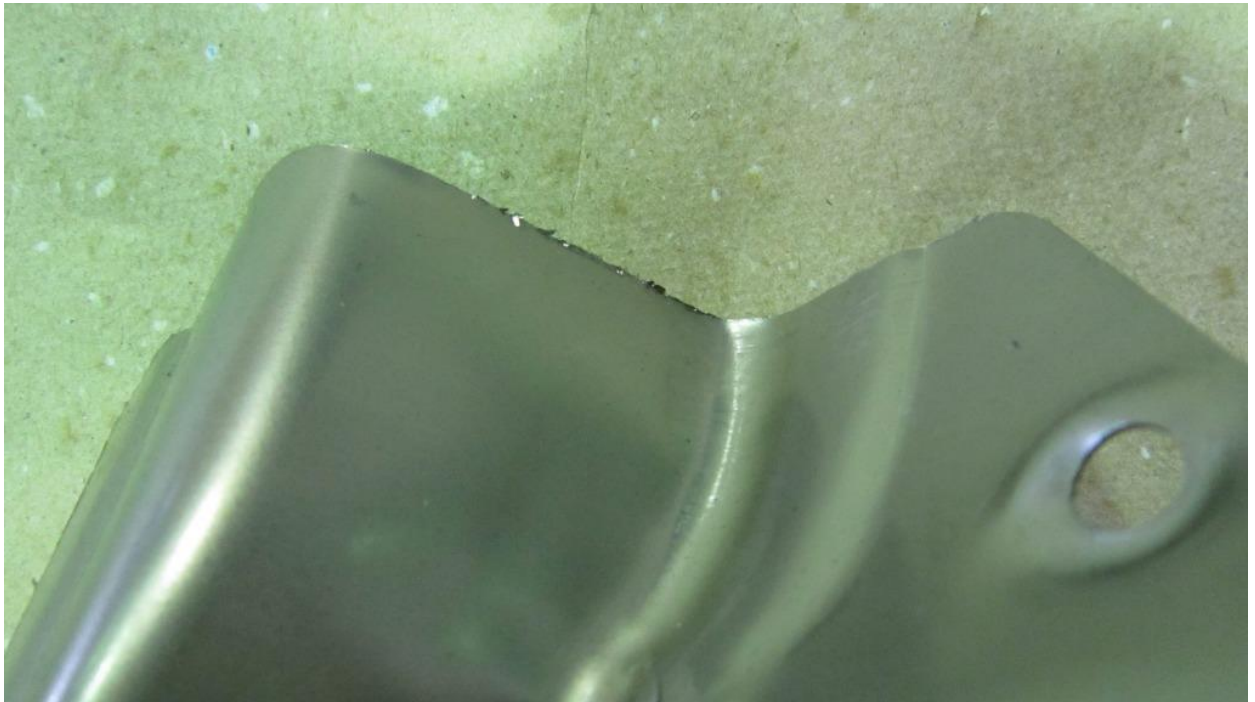


Рис 1.10 Задирьы на изделии



Рис 1.11 Замятие на отверстии



Рис 1.12 Смятие на отверстиях



Рис 1.13 Дефекты на изделии



Рис 1.14 Царапины



Рис 1.15 Смятие



Рис 1.16 Дефект связанный с попаданием грязи в рабочие инструменты.



Рис 1.17 Дефект связанный с попаданием грязи в рабочие инструменты.





Рис 1.18 Дефект с заусенцем

## 1.4 Выводы

Задачами магистерской диссертации являются:

1. Анализ видов дефектов возникающих при листовой штамповке
2. Анализ влияния конструкции штамповой оснастки на качество получаемых изделий.
3. Создание и разработка устойчивого и надежного технологического процесса листовой штамповки в программном продукте САЕ.
4. Разработка метод предотвращения брака в производстве листовых штампованных изделий на стадии проектирования.
5. Разработка мероприятий повышения качества изделий получаемых листовой штамповкой.

## **2. Влияние штамповой оснастки на качество изделий**

### **2.1 Рабочие элементы штампа**

Рабочие элементы пуансонов и матриц разделительных штампов.

Составляющие элементы штампа (матрица и пуансон) для разделительных операций, таких как вырубка и пробивка, могут изготавливаться как совместно, так и отдельно. В первом случае один из элементов (сопрягаемый) дорабатывается по другому. Так при вырубке производится подгонка пуансона по соответствующим параметрам матрицы, так как матрица является деталью, которая определяет размер получаемого изделия, а, следовательно, является основной.

При операции пробивки размер отверстия или паза определяется пуансоном, поэтому в этом случае происходит приведение размеров матрицы в соответствие с параметрами пуансона, так как здесь уже он является основным элементом штампа.

Иногда матрица и пуансон изготавливаются отдельно, то есть каждый из этих элементов обрабатывается до финальных размеров один отдельно от другого, без взаимного согласования. При таком способе собственные размеры этих элементов обычно рассчитывают по специальным формулам, которые приводятся в специализированной литературе.

Самым главным этапом в процессе расчетов и конструирования матрицы и пуансона для холодной штамповки является точный расчет их конструкции, так как именно эти элементы определяют надежность, работоспособность и долговечность штампа.

Форма матрицы всегда находится в прямой зависимости от формы и размеров требуемой штамповки. Ориентировочные размеры матрицы получают, ориентируясь на размеры ее рабочей зоны. При этом полученные размеры

обычно уточняют, учитывая определенные сопутствующие параметры, такие как, конкретное размещения рабочей зоны и отверстий и некоторые другие.

Пуансоны обычно изготавливаются согласно соответствующим ГОСТам. При этом как готовые изделия, так и их элементы, как правило, проверяются по определенным критериям на смятие, на сжатие, а также на продольный изгиб. Рабочие элементы пуансонов и матриц гибочных штампов.

При выполнении рабочих деталей гибочных штампов одним из главных элементов конструкции матриц и пуансонов является соблюдение минимально допустимых для штампуемого материала радиусов гибки  $R$ , которые зависят от: механических свойств материала изгибаемой детали; угла гибки, обуславливающего напряжения растяжения внешних волокон материала изгибаемой детали; направления линии гибки относительно направления волокон, образующихся при прокатке металла; наличия заусенцев на кромках изгибаемой заготовки и их расположения на заготовке.

Минимально допустимые радиусы гибки определяют по формуле  $R_{\min} = S \cdot k$ , где  $S$  - толщина материала, мм,  $k$  - коэффициент, зависящий от механических свойств металла.

Минимальные радиусы гибки применяют лишь в случае крайней необходимости, когда невозможно изменить конструкцию штампуемой детали. В остальных случаях применяют общеупотребительные оптимальные радиусы гибки:  $R \Rightarrow S$  - для материала толщиной до 1,5 мм;  $R \Rightarrow 2S$  - для материала толщиной свыше 1,5 мм.[14]

При гибке под углом к направлению проката берут средние промежуточные значения в зависимости от угла наклона линии сгиба.

В случае гибки узких заготовок, полученных вырезкой или обрезкой без отжига, радиус гибки берут как для наклепанного материала.

При наличии заусенцев на кромках заготовок и их расположения наружу от угла гибки коэффициент  $k$  увеличивают в 1,5 раза. Гибку следует выполнять по возможности заусенцами внутрь гiba.

Длину  $H$  отгибаемой части детали во избежание перетяжек и искривления детали следует выполнять равной не менее двум толщинам материала ( $H \geq 2S$ ). Отгибаемая часть может быть изготовлена длиннее показанной на чертеже детали, а затем отрезана по высоте на другом штампе.

Для предотвращения искривления формы пробитых в заготовке отверстий, расположенных близко к линии гiba, необходимо принимать расстояние от центра радиуса гiba до края пробитого отверстия равным не менее двум толщинам  $S$  материала ( $a \geq 2S$ ). В противном случае для пробивки таких отверстий придется делать отдельный штамп и пробивать отверстия после гiba.

## **2.2. Испытание штампов и устранение неполадок**

В обязанности слесаря, изготавливающего штампы, входит обязанность как выявлять дефекты в штампах, которые зависят от не качественного изготовления и от неправильной установки и наладки, так и знать что могло этого способствовать, для возможности их устранения.

Когда испытывают штампы, то не ограничиваются маленьким числом проштампованных деталей, так как это не дает полной гарантии дальнейшей качественной работы штампа. На каждом предприятии количеством отштампованных деталей своё.

При неправильной установки штампа на пресс появляется ряд дефектов, которые наблюдаются на готовых изделиях.

При не правильной установки штампа на пресс будет односторонне трение на направляющих колонках и дальнейшее появление блестящей

поверхности среза с любой стороны детали будет показывать что с данной стороны отсутствует зазор, и будет происходить быстрое затупление режущих кромок пуансонов и матриц. Этот дефект как правило является следствием перекоса стола пресса, и(или) не параллельности, неравномерности прокладок под штампом и смещения верхней части штампа относительно нижней.

Освобождая нижнюю плиту от креплений и замеряя щупами зазор(ы) между нижней плитой штампа и стола пресса можно определить наличие перекоса стола пресса и неточность размеров прокладок. Можно также, повернув штамп на  $180^\circ$  и закрепив его, снова сделать несколько пробных вырубков, при этом одностороннее трение на колонках появится с противоположной стороны и грат (избыточный металл) на детали будет также с другой стороны.

Вследствие крепления штампа, когда крепят вначале нижнюю плиту, а затем верх штампа получается смещение матрицы относительно пуансонов. При этом между хвостовиком и плоскостью его крепления может остаться зазор. После зажима хвостовика щекой ползуна верхняя часть штампа отойдет на величину зазора. В блочных штампах это вызовет изгибание колонок и одностороннее трение их во втулках, а также смещение пуансонов относительно матриц, что приведет к появлению одностороннего грата на вырубаемых деталях.

В бес колоночных штампах это является причиной зарубания режущих кромок матрицы, появления грата, повышенного износа направляющих плит и ослабления крепления пуансонов и ножей. Все эти дефекты можно устранить повторной, более тщательной установкой штампа на прессе. Загрязнение полосы материала землей, песком и т.д. приводит к быстрому истиранию режущих кромок штампа и рубке неполных деталей (вследствие не доведения ленты до упоров), из-за чего возможна поломка или расшатывание пуансонов,

заклинивание полосы материала (из-за неравномерной ее ширины) в проходе между направляющими линейками. Возможна неправильная геометрическая форма деталей вследствие перекоса узкой полосы.

Плохая работа штампа в результате низкого качества его изготовления может привести к следующим дефектам и неполадкам.

Нарушение размеров или формы детали. Эти отклонения являются результатом ошибки в чертеже на изготовление штампа или несоблюдения указаний чертежа. Их можно устранить исправлением рабочих частей штампа, доводкой или переделкой.

Изгиб заготовки. Этот дефект возникает при отсутствии конусности в окне матрицы, при сужении окна на выходе, большом зазоре между матрицей и выталкивателем или при неудачной конструкции выталкивателя. Для устранения изгиба следует устранить недостатки штампа.

Заусенцы на поверхности среза. Заусенцы получаются при слишком большом или неравномерном зазоре между пуансоном и матрицей, затуплении режущих кромок.

Эти дефекты устраняют переделкой пуансона (при большом зазоре или его конусности), правильной установкой пуансона (при неравномерном зазоре), наклепом матрицы (если она некаленая) с последующим шлифованием ее поверхности, повторной термической обработкой плохо закаленных пуансона или матрицы и заточкой.

Неровности на поверхности среза. Причиной их появления являются недостаточные зазоры. Неровности устраняют изменением зазоров до требуемых шлифованием пуансона или увеличением контурного окна матрицы.

Закупоривание окна матрицы. Закупоривание происходит в результате несовпадения окон матрицы и нижней плиты и приводит к разрыву матрицы. Этот дефект устраняют уширением окна в нижней плите.

Заклинивание штампуемой полосы. Заклинивание появляется при недостаточном зазоре в проходе после ножей. Этот недостаток можно устранить, увеличив зазор шлифованием направляющих поверхностей линейек.

Нарушение шагового расстояния. В результате нарушения шагового расстояния на ленте остаются острые и прямоугольные усы, мешающие ее продвижению до упора. Причина дефекта - закругление в месте сопряжения двух рубящих плоскостей ножевого окна и зазор между упором и рубящей плоскостью ножа. Дефект может появиться и в результате смещения упора или смятия его рабочей поверхности из-за резких ударов.

Устраняют дефект перестановкой упоров или переделкой штампа.

Срез (зарубание) режущих кромок штампа. Срез возникает при слишком больших зазорах между пуансоном и направляющей плитой или втулками и направляющими колонками, а также при неправильной установке пуансона по отношению к матрице и непараллельности плит штампа. Дефект устраняют заменой соответствующих деталей или переустановкой пуансона.

Отсутствие плавного смыкания частей штампа. Дефект появляется вследствие слишком тугой посадки направляющих колонок во втулках, неперпендикулярности осей колонок и хвостовика относительно опорных поверхностей штампа, изгибания пуансонов в момент вхождения в окна направляющей плиты вследствие неправильной установки пуансонов в держателе или несовпадения окон, не параллельности плит штампа. Устраняется соответствующей переделкой деталей штампа.

Вырывание пуансонов или ножей. Дефект является результатом плохого крепления пуансонов и ножей в держателе, чрезмерного усилия сбрасывания отштампованной детали или высечки с пуансонов при положительном уклоне на пуансоне или тугой посадки пуансонов и ножей в окнах направляющей



плиты. Дефект устраняют исправлением пуансонов, более прочной расчеканкой их в держателе, уширением окон направляющей плиты.

Сдвиг заготовок при гибке, разрывы при вытяжке. Дефект появляется вследствие недостаточного регулирования силы прижима заготовки. Для устранения дефекта следует отрегулировать силу действия пружин: увеличить ее при сдвиге или уменьшить при разрыве.

Искривление отогнутого участка при гибке. Для устранения дефекта углубить матрицу.

Резкие отгиски на отформованной поверхности. Дефект появляется в результате недостаточно тщательно выполненной подгонки пуансона к матрице (или наоборот) и неравномерности зазора. Исправляют дефект подгонкой формообразующих поверхностей (выдерживая равномерный зазор).

Морщины и складки на вытянутой заготовке. Для устранения дефекта нужно увеличить силу прижима заготовки.

Волнообразность или задиры на отогнутой части дет ал и. Для устранения волнообразности зазор между пуансоном и матрицей следует уменьшить, а для устранения задиров - увеличить.

Прогиб dna вытяжки. Для устранения дефектов следует обеспечить выход воздуха из штампа высверливанием отверстия в пуансоне и верхней плите штампа. Блестящие следы на вытянутой детали. Если дефект наблюдается по всей окружности, необходимо увеличить зазор, а если только по образующей - устранить несоосность матрицы и пуансона.

Заготовка не садится правильно на фиксатор. Для устранения дефекта нужно проверить заготовку и подогнать.

Неодинаковая ширина фланца заготовки. Этот дефект вызван тем, что стержни прижима разной длины создают неравномерное давление на заготовку. Для устранения дефекта длину стержней следует сделать одинаковой.

Смещение фланца относительно оси детали. Дефект появляется в результате неправильного фиксирования. Для устранения дефекта нужно проверить точность сборки и исправить фиксирующие детали штампа. Морщины на цилиндрической части вытягиваемой детали при второй операции. Дефект появляется в результате неправильного расчета набора металла на первой операции. Для исправления необходимо изменить технологию (уменьшить высоту вытягиваемой заготовки при первой операции). Складки на фланце и волны или морщины на стенках прямоугольной или несимметричной детали. Дефект появляется при недостаточном зажиме заготовки. Для устранения дефекта требуется изменить конструкцию штампа, установив перетяжные ребра на прижиме и матрице. Дно цилиндрической детали не получается плоским. Дефект возникает при отсутствии нажима пуансона на выталкиватель в конце хода прессы. Нужно увеличить высоту выталкивателя.

### **3. Управление процессом получения качественных изделий листовой штамповкой**

#### **3.1 Анализ существующих методов управления точностью изделий получаемых формообразующими операциями**

Процесс - это преобразование любой операционной или другой системой, ресурсов в желательные результаты.

Технологический процесс (ТП) - это упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата.

Развитие управление качеством неразрывно связано с развитием информационных технологий. Генерация и передача новых знаний является ключевыми факторами успеха в управлении качеством. Стремительное развитие информационных технологий дало принципиально новые инструменты для управления качеством и привело к кардинальному изменению идеологии построения информационно-управляющих (ИУС) и информационно-аналитических систем (ИАС) для производственных процессов. Эти системы, интегрированные в единое целое, можно представить как пирамидальную структуру: данные - информация - знания-решения (управляющие воздействия). Основой пирамиды является ИУС, в которой осуществляется непосредственное управление технологическими процессами и формируются исходные данные (значения параметров контроля и управления), полученные в процессе измерения, определяющих характеристики производственных процессов. Следующий уровень ИУС - информационный, обеспечивает предварительную обработку результатов измерений - систематизацию, получение обобщённых показателей, характеризующих свойства и структуру производственных процессов.

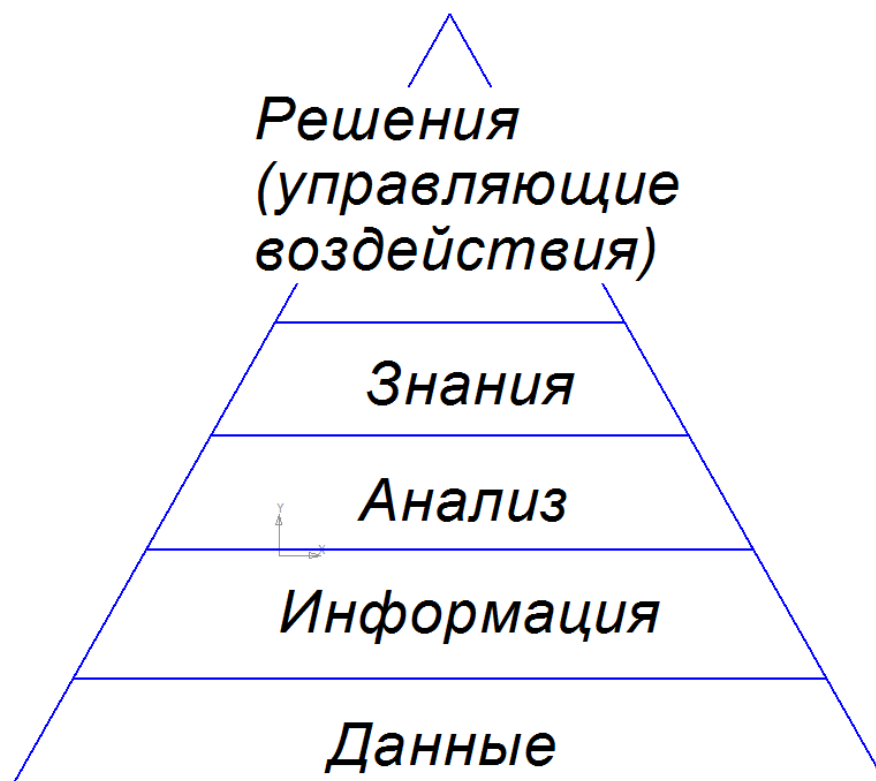


Рисунок 3.1 Пирамида: данные - информация - знания-решения

На аналитическом уровне ИАС, совокупность систематизированных данных и обобщённых показателей (среднее арифметическое значение, среднее квадратичное отклонение размах, и т.д.) сравниваются их с установленными регламентными значениями, зафиксированными в используемых стандартах, нормативах и технических условиях. Информация о несоответствии уровня качества заданным стандартам, регламентам поступает к ведущим специалистам, где проводится анализ и вырабатываются управляющие решения по устранению или предупреждению отклонений. Таким образом, создаётся постоянно расширяющаяся, за счёт результатов анализа, база знаний и формируется цикл управляющих воздействий. Представленная на рисунке 1 структура цикла управляющих воздействий отражает один из базовых принципов стандартов ISO по коррекции параметров процессов для соответствия их технологическим регламентам, который должен быть

реализован в информационно-управляющей и информационно-аналитической системе.

В структуре пирамиды комплексной автоматизации промышленного предприятия различают 5 уровней.

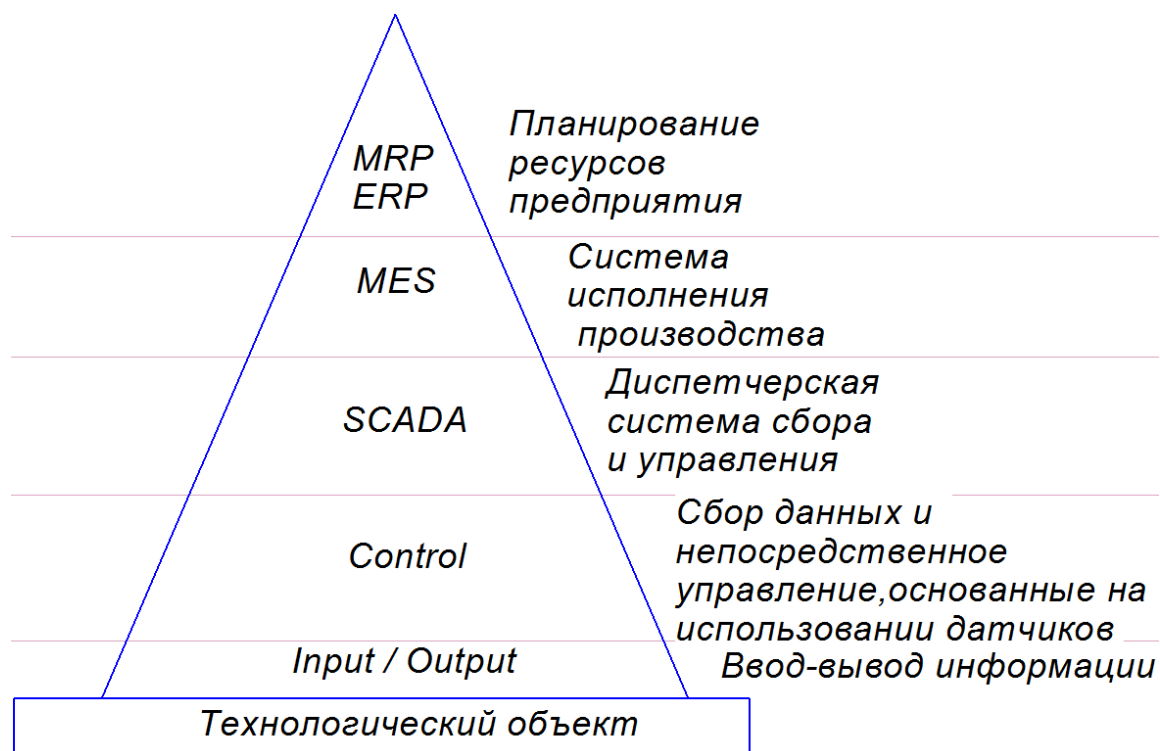


Рис. 3.2 Пирамида информационной структуры управления предприятием.

Первый, нижний, уровень - уровень оборудования (I/O), включающие датчики, исполнительные механизмы, регулирующие органы, относящиеся к управляемым объектам.

Второй уровень - уровень управления (CONTROL), состоит из программируемых контроллеров, регуляторов, промышленных управляющих компьютеров, осуществляющих автоматическое управление объектом, технологическим процессом, по информации получаемой от датчиков.

Третий уровень - уровень диспетчерского (операторского) управления (SCADA- Supervisory Control and Data Acquisition), включающие, управляющие компьютеры, позволяющие следить за ходом управляемого процесса, получать

и накапливать необходимую информацию о нем и при необходимости корректировать его диспетчером-оператором.

Четвёртый уровень- уровень управления производственными процессами, дифференцированными по технологическим переделам (MES- Manufacturing Execution System), состоит из программно-объединённых компьютеров, позволяющих управлять качеством производственных (технологических) процессов, техобслуживанием оборудования, производственными рисками и анализировать структуру производственных затрат и технико-экономических показателей производственных (технологических) процессов.

Пятый уровень - уровень управления предприятием (ERP,MRP), включает программно-объединённые компьютеры, позволяющим осуществлять планирование всех видов ресурсов предприятия - ERP (Enterprise Resource Planning) или планирование ресурсов производства MRP (Manufacturing Resource Planning)

Первые три уровня образуют: АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическими процессом, четвертый уровень: АСУПр - автоматизированная система управления производством, а пятый: АСУП - автоматизированная система управления предприятием.

### 3.2 Методы оценки качества

#### Индексы воспроизводимости процессов

Индексы воспроизводимости  $C_p$ ,  $C_{pu}$ ,  $C_{pl}$ ,  $k$  и  $C_{pk}$  образуют полную систему показателей работы процесса и могут использоваться и с двусторонними, и с односторонними допусками, и с заданными номиналами, и без них.

Количественное представление настройки процесса и его вариации - основа для понимания качества изделий в любом производстве.

Индекс  $C_p$ .

Производственные процессы проходят определенные этапы разработки прежде, чем начнется само производство. Эти этапы подтверждаются проверками на станках поставщика, пусконаладочные испытания станков и производственного оборудования и предпусковые испытания всех режимов для выяснения того, способно ли оборудование производить в ходе производства изделия, удовлетворяющие требованиям технических условий. Типичный подход - выяснение того, попадает ли естественный допуск процесса ( $6\sigma$ ) внутрь границ допуска. Показатель потенциала процесса равен:

$$C_p = \frac{\text{допустимый разброс процесса}}{\text{фактический разброс процесса}} = \frac{ВГД - НГД}{6\sigma} = \frac{ВГД - НГД}{NT}$$

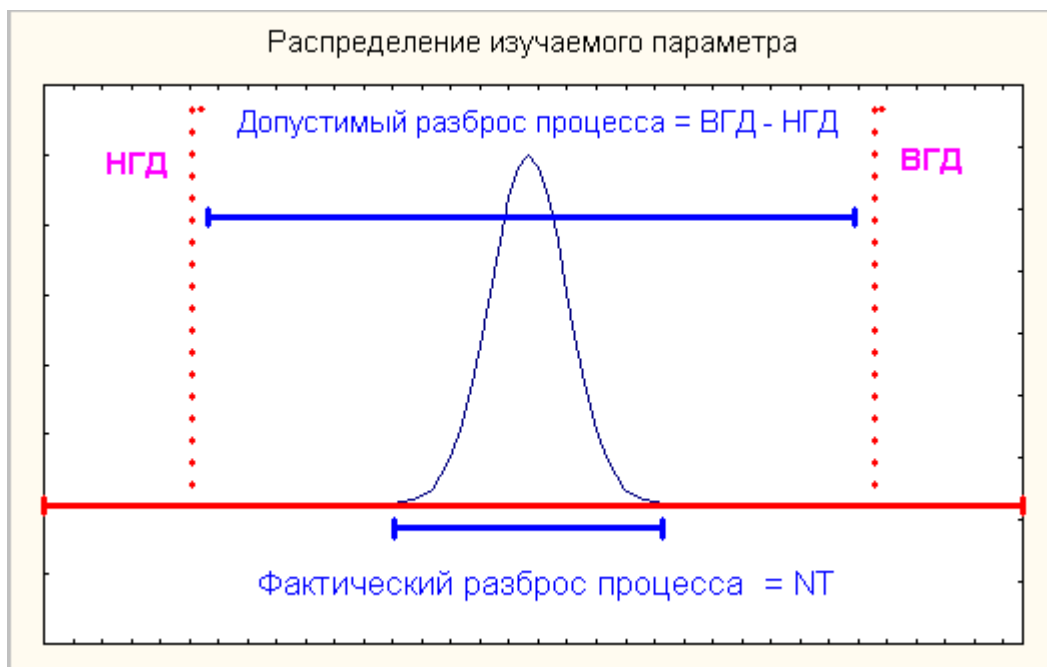


Рис. 3.3 Соотношение параметров  $C_p$ .

Если индекс  $C_p=1,0$ , то это говорит о том, что процесс является воспроизводимым.

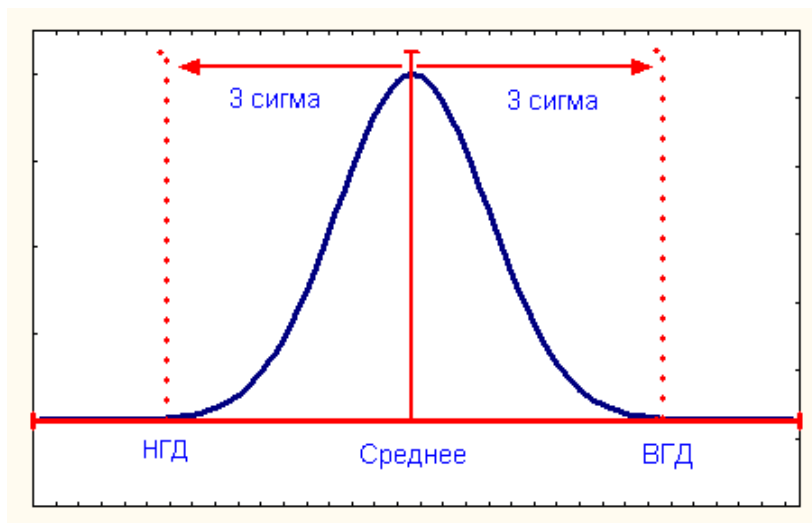


Рисунок 3.4 Распределение отдельных деталей для воспроизводимого процесса ( $C_p=1$ ).

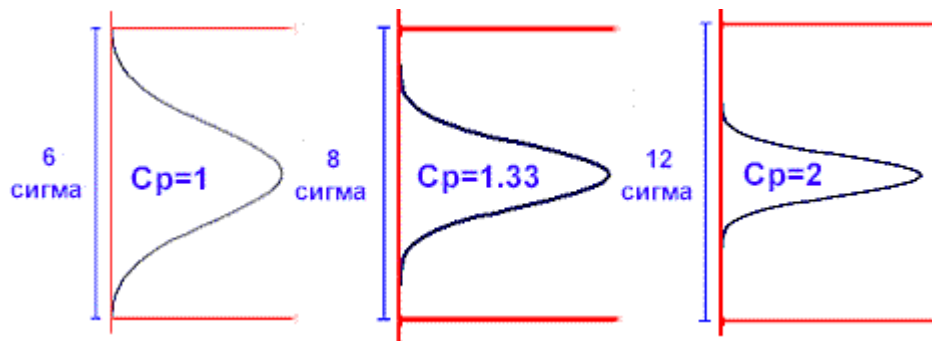


Рисунок 3.5 Индексы  $C_p$  для различных диапазонов распределения процесса

Цель любого индекса - удобная свертка информации в наиболее подходящей форме. Некоторые области применения описываются ниже, но в любом конкретном приложении индексов надо учитывать описанные выше недостатки.



Таблица 3.1. - Показатели робастности управления

Показатель	Уравнение оценивания	Применение
Cp	$\frac{ВГД - НГД}{6s}$	Потенциал процесса для двусторонних границ допуска
CPU	$\frac{ВГД - \bar{x}}{3s}$	Работоспособность процесса относительно верхней границы допуска
CPL	$\frac{\bar{x} - НГД}{3s}$	Работоспособность процесса относительно нижней границы допуска
k	$\frac{2 m - \bar{x} }{ВГД - НГД}$	Отклонение среднего значения процесса от середины (m) между границами допуска
Cpk	Min {CPL, CPU} = Cp (1-k)	Работоспособность процесса для двусторонних границ допуска

Связь индексов воспроизводимости и стабильных процессов с ожидаемым уровнем несоответствий продукции

Таблица 3.2. - Значения индексов воспроизводимости

Значение или <i>Cpk</i>	Уровень несоответствий продукции в	
	процентах несоответствующих единиц продукции,	числе несоответствующих единиц на миллион единиц продукции
0,33	32,2	322000
0,37	27,7	277000
0,55	9,9	99000
0,62	6,3	63000
0,69	3,8	38000
0,75	2,4	24000
0,81	1,5	15000
0,86	0,99	9900
0,91	0,64	6400
0,96	0,4	4000

### 3.3 Использование программного продукта Autoform для анализа дефектов.

Разработка компании AutoForm Engineering. Самая популярная система в мировой автомобильной промышленности и листоштамповочном производстве благодаря сочетанию скорости работы, удобства пользования и точности результатов. Предназначена для: анализа штампуемости детали, оптимизации геометрии вытяжных переходов и заготовки, оптимизации раскроя листа, компьютерной верификации штампов и техпроцессов листовой штамповки и гидравлической раздачи труб.

Пакет AutoFORM является одним из самых распространенных специализированных программных продуктов для обеспечения оптимизации технологического процесса листовой штамповки. Его используют для анализа операций глубокой вытяжки, гибки с вытяжкой, гибки с пробивкой и т.п.

При моделировании процессов штамповки AutoFORM разбивает поверхность на сетку конечных элементов, что позволяет более точно описать геометрию и в свою очередь получить более точные результаты

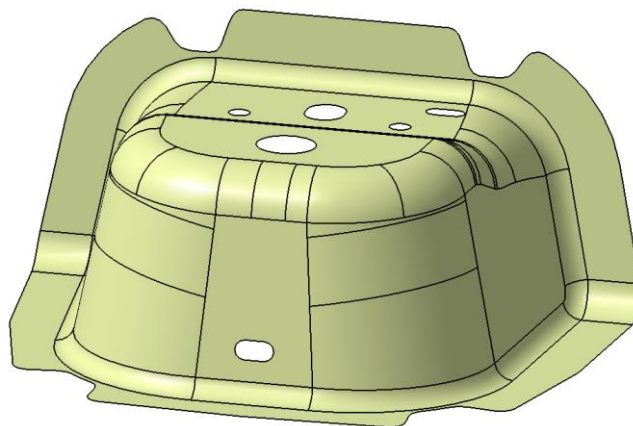


Рис. 3.6. Электронная модель детали «Накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда»

Технологический процесс изготовления детали «Накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда» состоит из следующих операций:

10. Резка карточек Сх2.

20.1 Вытяжка Сх2.

20.2 Обрезка, пробивка Сх2.

20.3 Обрезка, пробивка Сх2.

30.1 Разделение пробивка Сх2.

30.2 Правка, фланцовка Сх2

30.3 Пробивка Сх2.

Согласно технологическому процессу создаем нашу симуляцию



Рис 3.7. Технологический процесс в окне программы Autoform

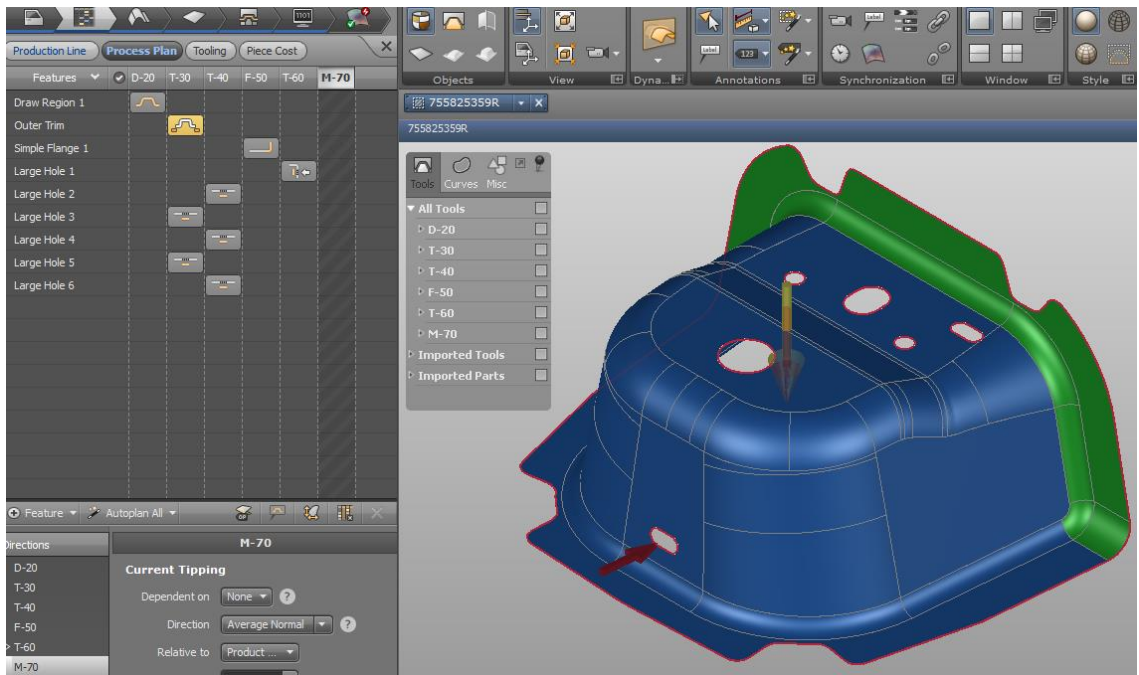


Рис 3.8 Технологический процесс в окне программы Autoform

Для операции вытяжка подгружаем геометрию вытяжного перехода полученного в CAD программе NX.

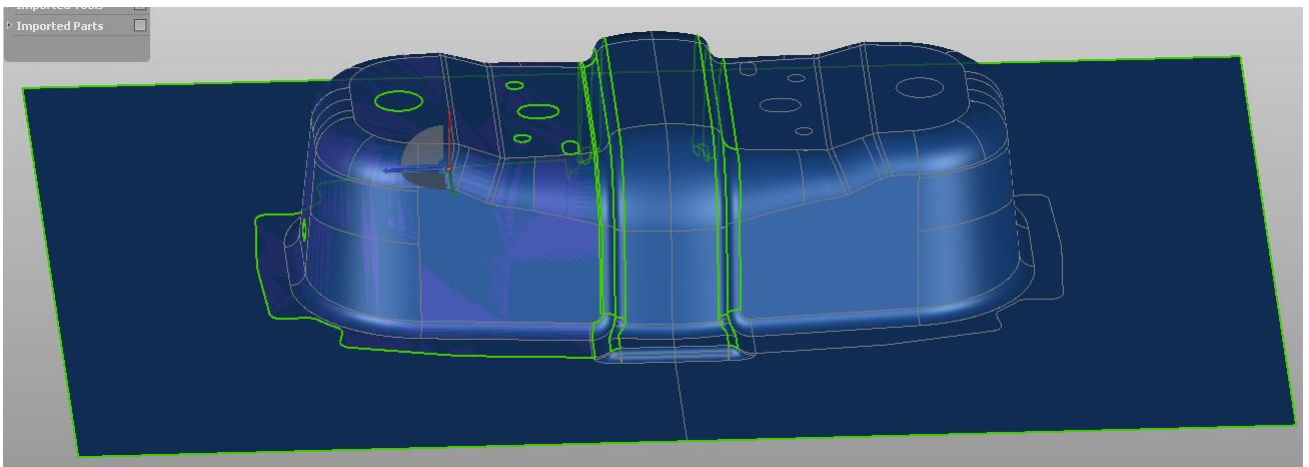


Рис 3.9 Вытяжной переход

Аналогично поступаем со следующими обрезными и отбортовочной операциями

Карточку задаем размерами 410 на 295, согласно карте эскизов.

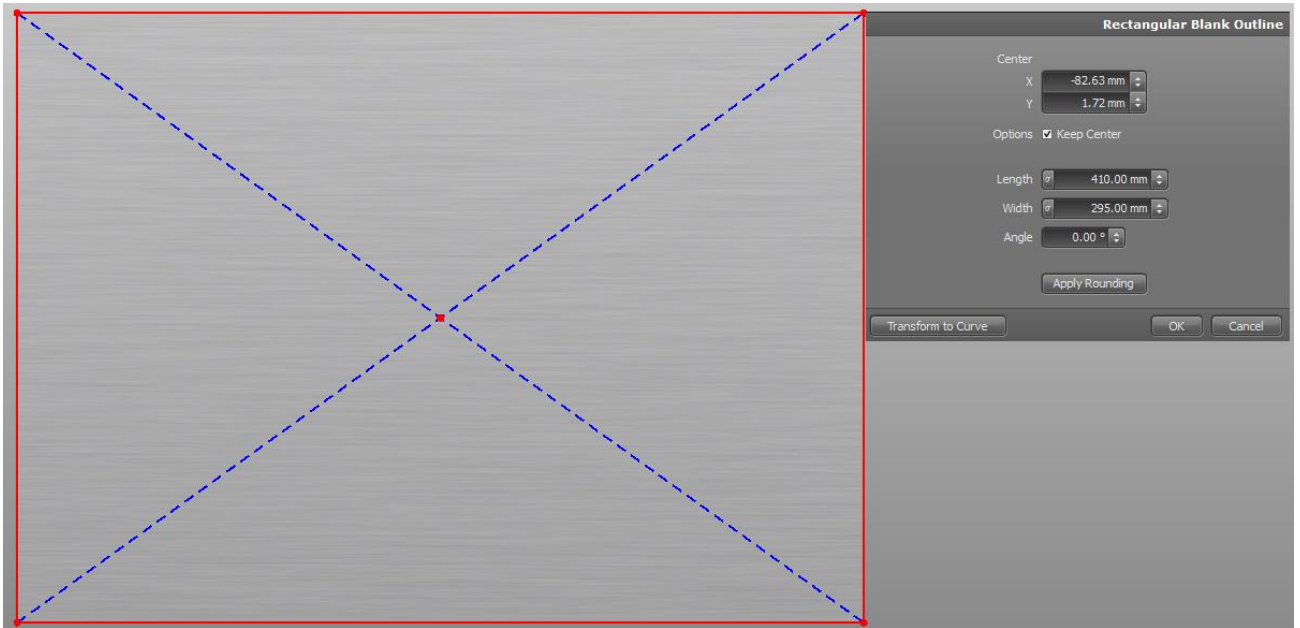


Рис 3.10 Карточка 410 на 295

Результат пружинения получаем с зажимами в калибре согласно их координат по чертежу.

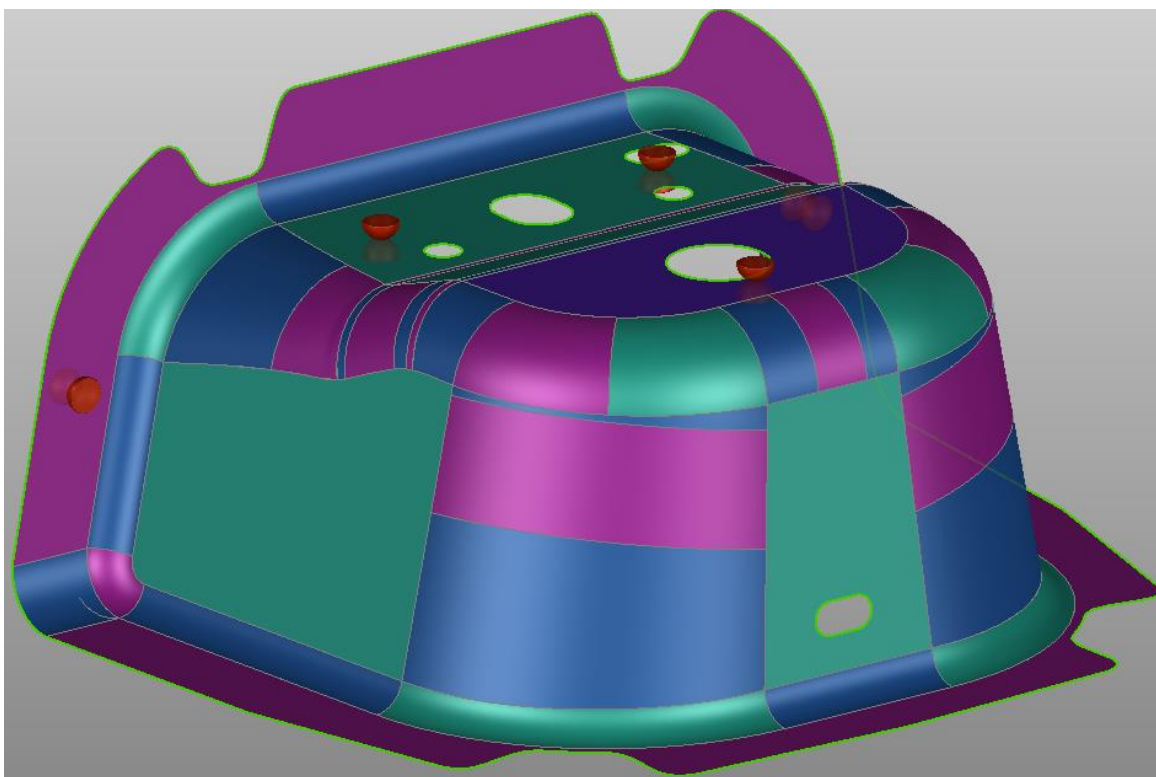


Рис 3.11 Зажимы в калибре

В результате получаем наш технологический процесс:

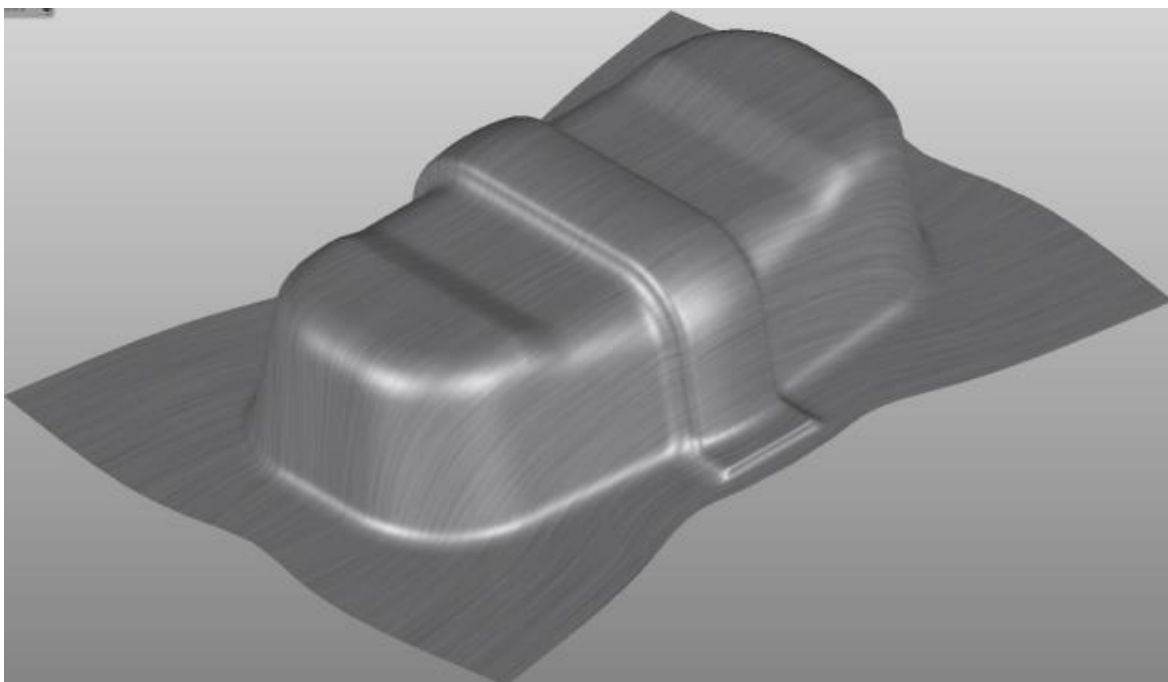


Рис. 3.12 Оп. 20.1 Вытяжка Сх2

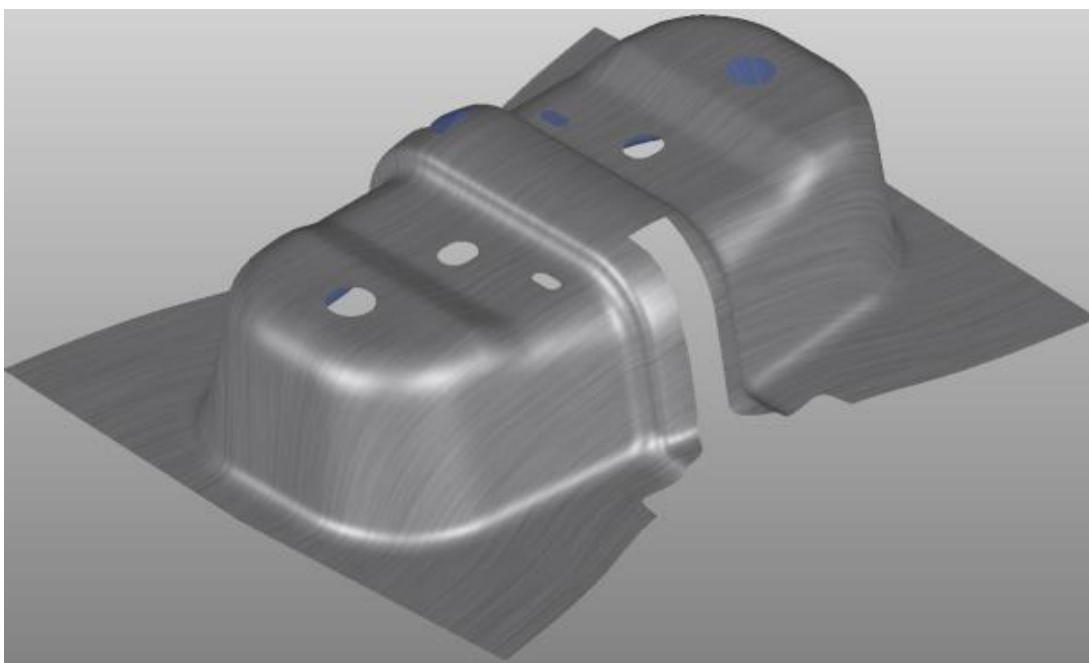


Рис 3.13 Оп 20.2, 20.3 Обрезка, пробивка Сх2

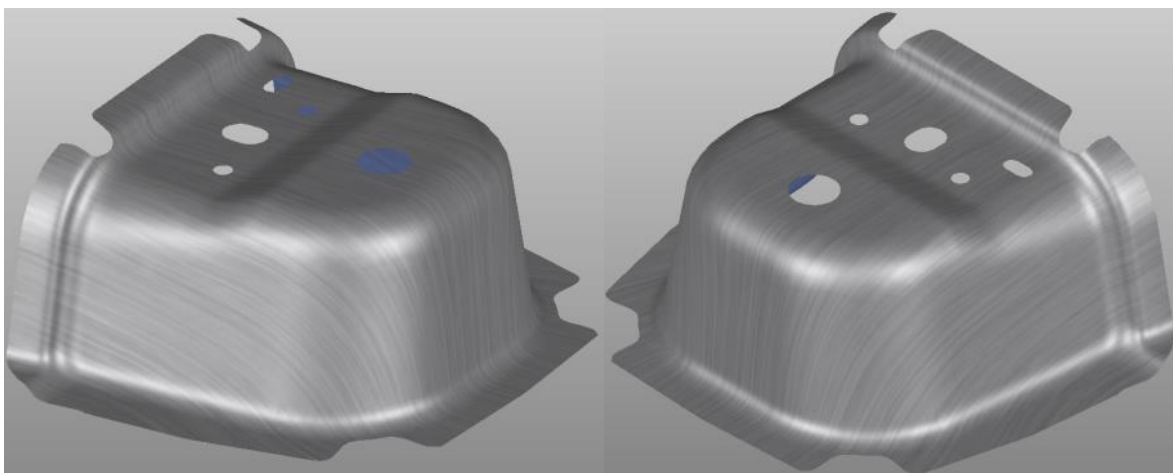


Рис 3.14 Оп. 30.1. Разделение, пробивка Сх2



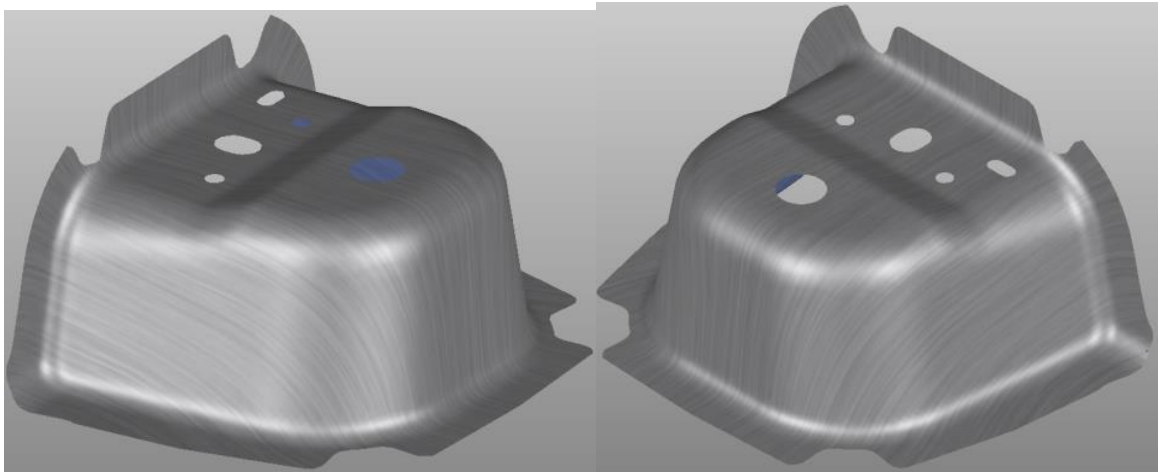


Рис 3.15 Оп. 30.2 Правка, фланцовка Сх2.

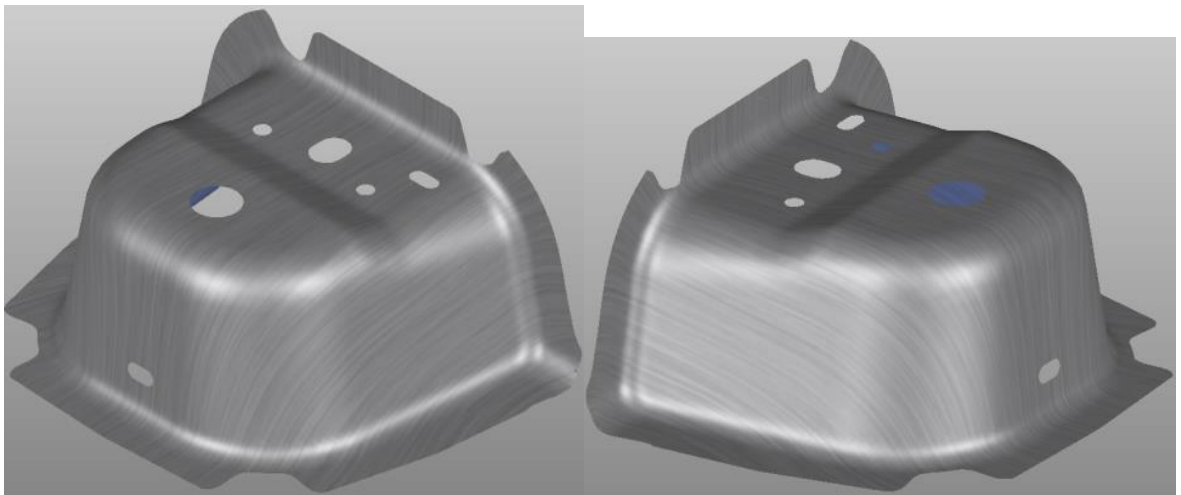


Рис 3.16 Оп. 30.3 Пробивка Сх2

В программе Autoform была проведена симуляция технологического процесса. Для расчета в модуле sigma были выбраны следующие параметры:

Коэффициент трения: 0,135...0,165 frictionCoef  
ficient

Усилие прижима: 14т.с. ... 18т.с. constantFor  
ce

Предел прочности и предел текучести  $\pm 10\%$  tensileStren  
gth yieldStress

Толщину стали 1,2 мм  $\pm 0,08$ мм согласно допуску. thickness

В результате был получен анализ влияния заданных параметров на процесс штамповки. Основной проблемой при штамповке детали накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда являются разрывы. Влияние факторов на утонение представлены на рисунке 3.17.

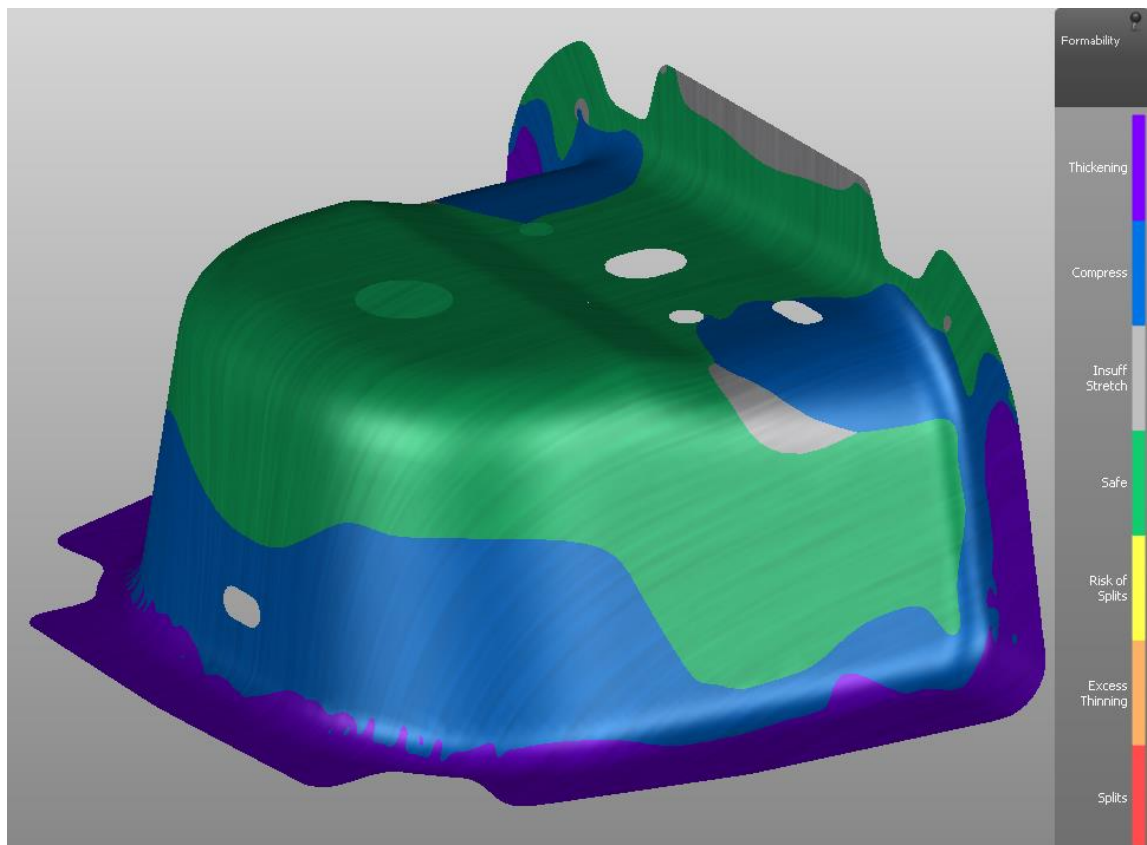


Рис 3.17 Анализ штампуемости

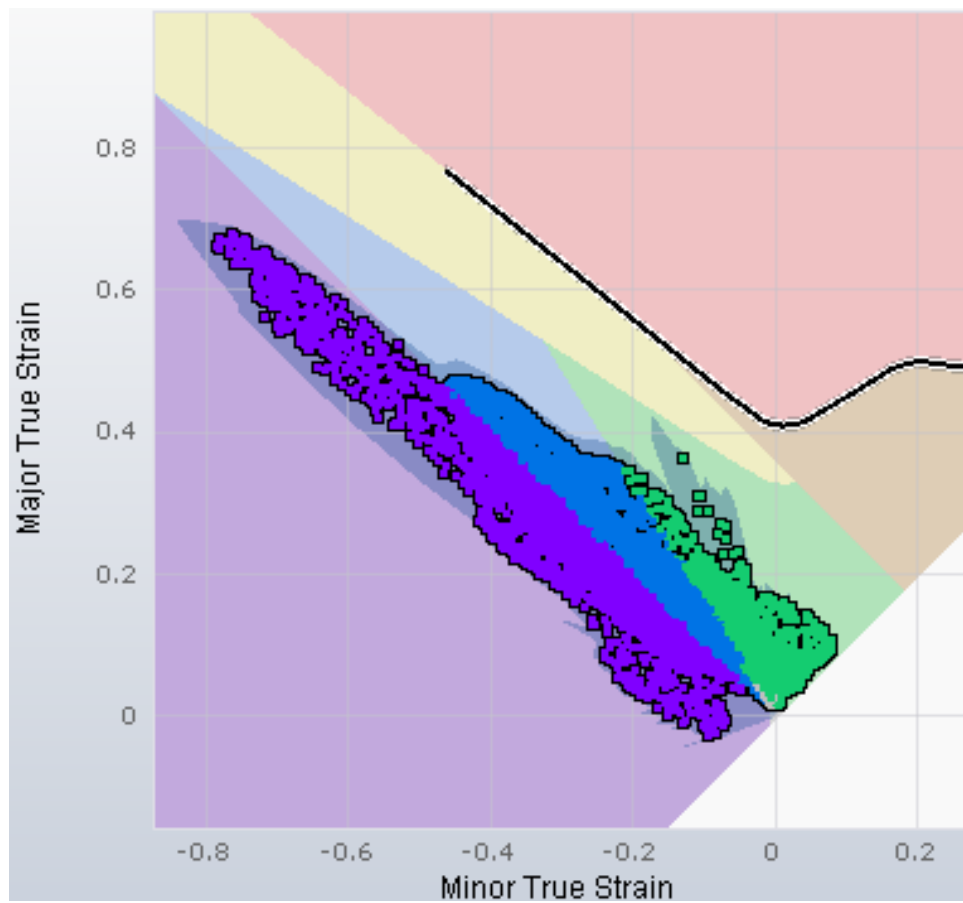


Рис 3.18 FLD диаграмма

С помощью программного продукта Autoform можно определить изменение толщины детали на различных участках после выполнения всех операций

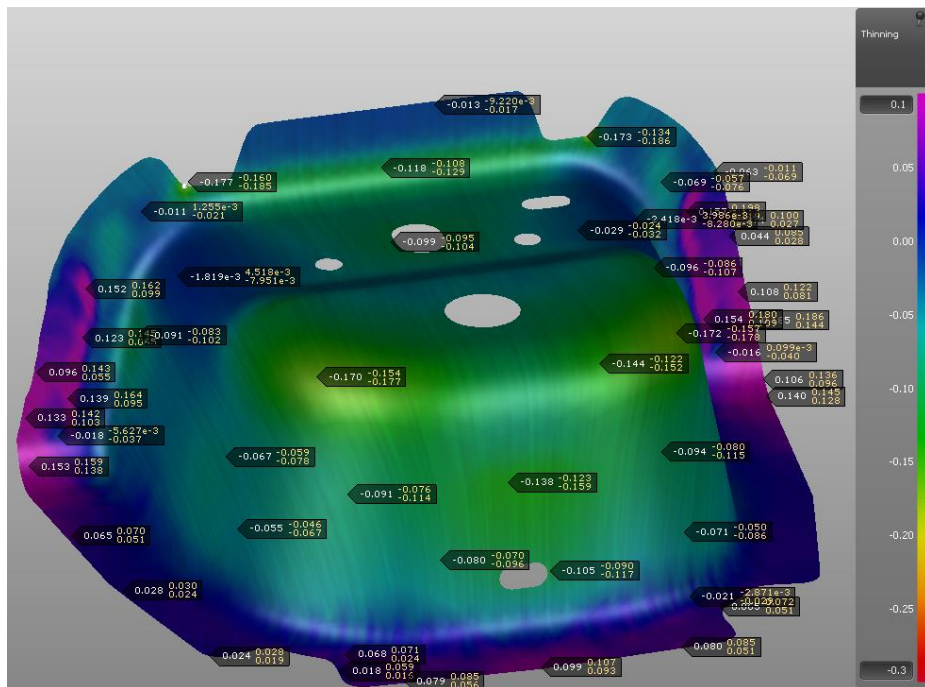


Рис 3.19 Анализ на утонение детали

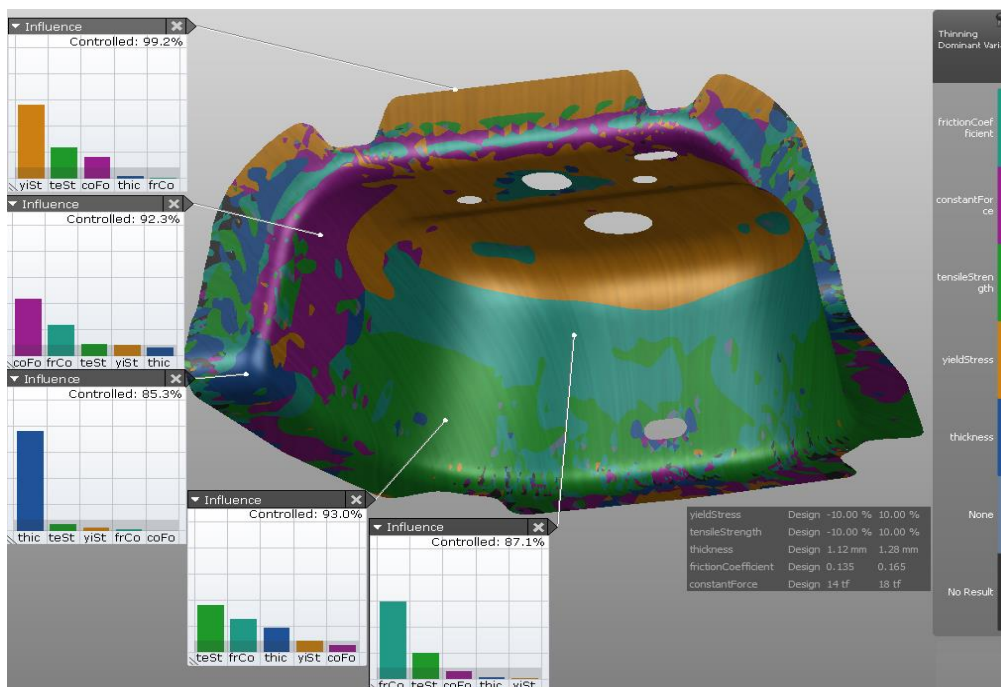


Рис 3.20 Влияние параметров на утонение

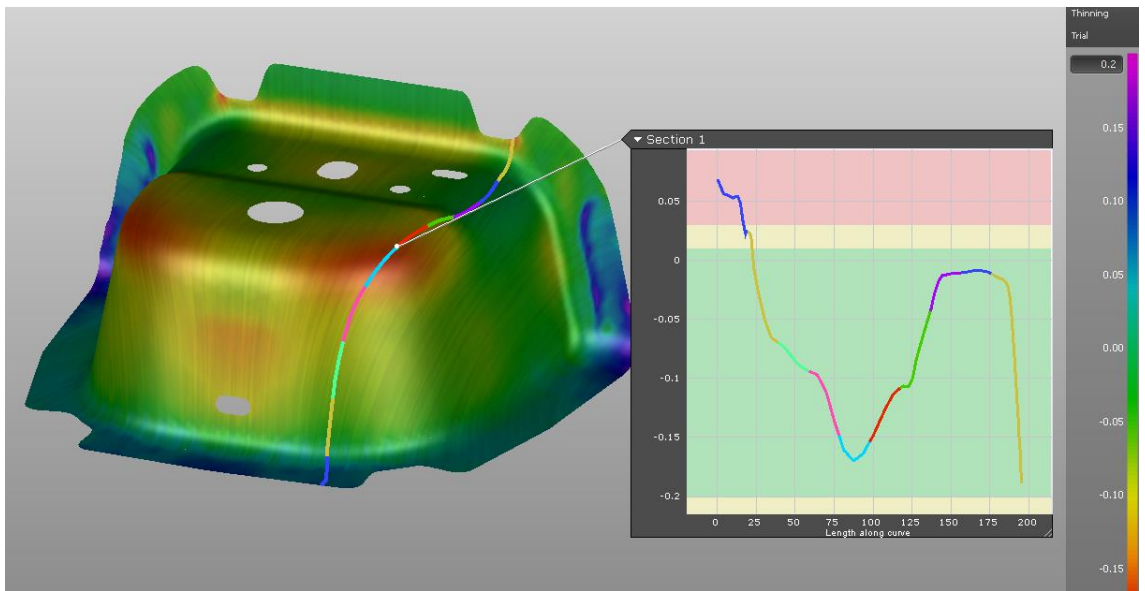


Рис 3.21 График утонения в сечении А-А

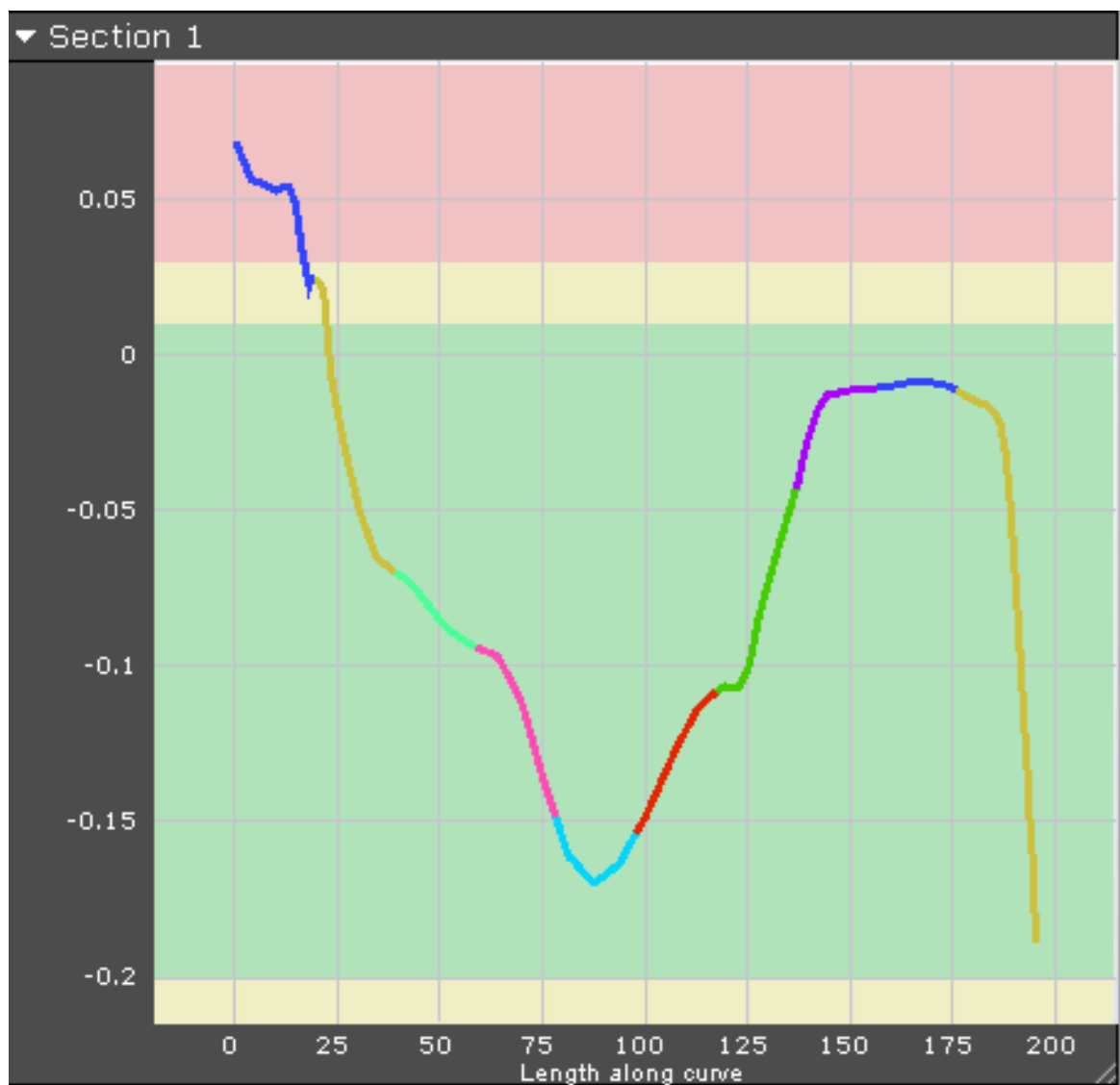


Рис 3.22 График на утонение в сечении А-А

Как видно из сечения А-А наибольшее утонение составляет порядка 20% на краю фланца и появляется оно не после вытяжки, а после фланцовки, так как после вытяжки в этой зоне утонение составляет всего 7%. Огромную роль на этом участке будет играть инструмент. Другое менее опасное утонение вызванное вытяжкой рассмотрим в сечении Б-Б.

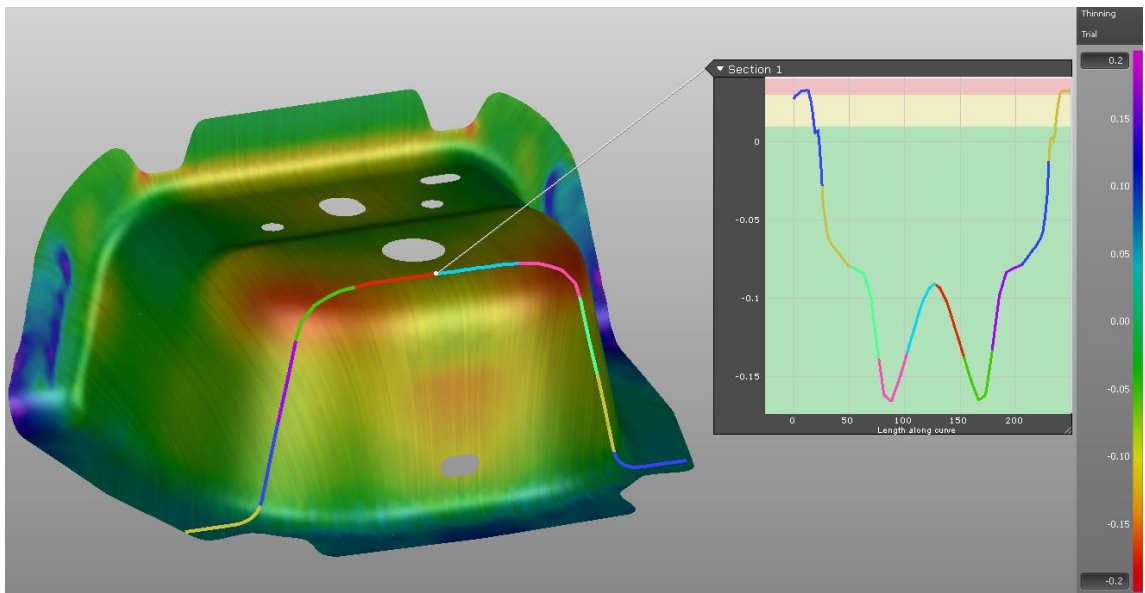


Рис 3.23 График утонения в сечении Б-Б

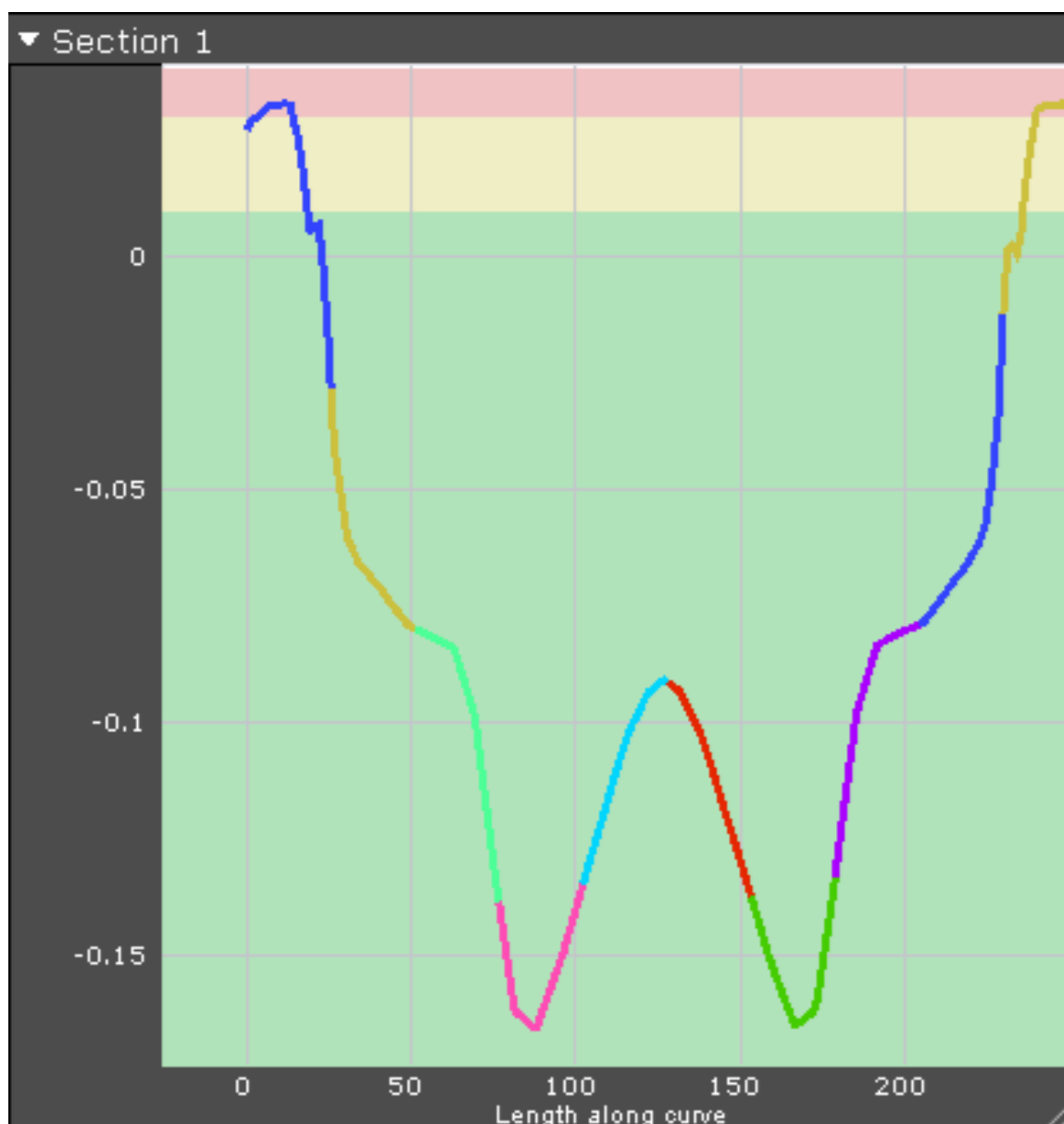


Рис 3.24 График на утонение в сечении Б-Б

Как видно из графика в сечении Б-Б, утонение составляет порядка 18% и является опасным в этой зоне. Как видно из рисунка 3.20, в этой зоне утонение зависит больше всего от предела текучести, который можно поменять заменой стали, однако в свою очередь не всегда это допустимо. Деталь является относительно симметричной, и более подробно будем рассматривать влияние наших параметров на утонение в этой зоне.



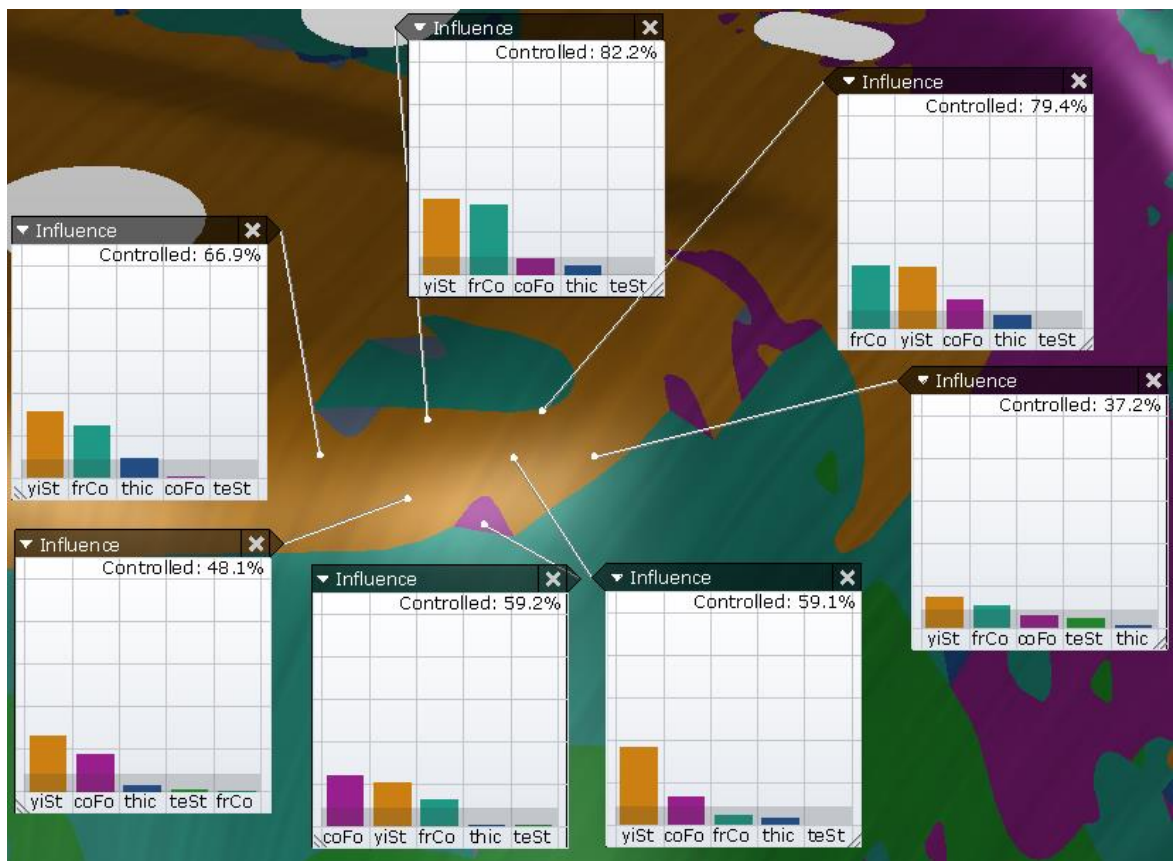


Рис 3.25. Влияние параметров на утонение в наиболее опасной зоне

Как видно из рисунка 3.25 наиболее влияющие факторы на утонение в опасной зоне являются:

- предел текучести
- коэффициент трения
- усилие прижима

Теперь при появлении разрывов, мы знаем какие параметры необходимо менять, чтобы управлять технологическим процессом.

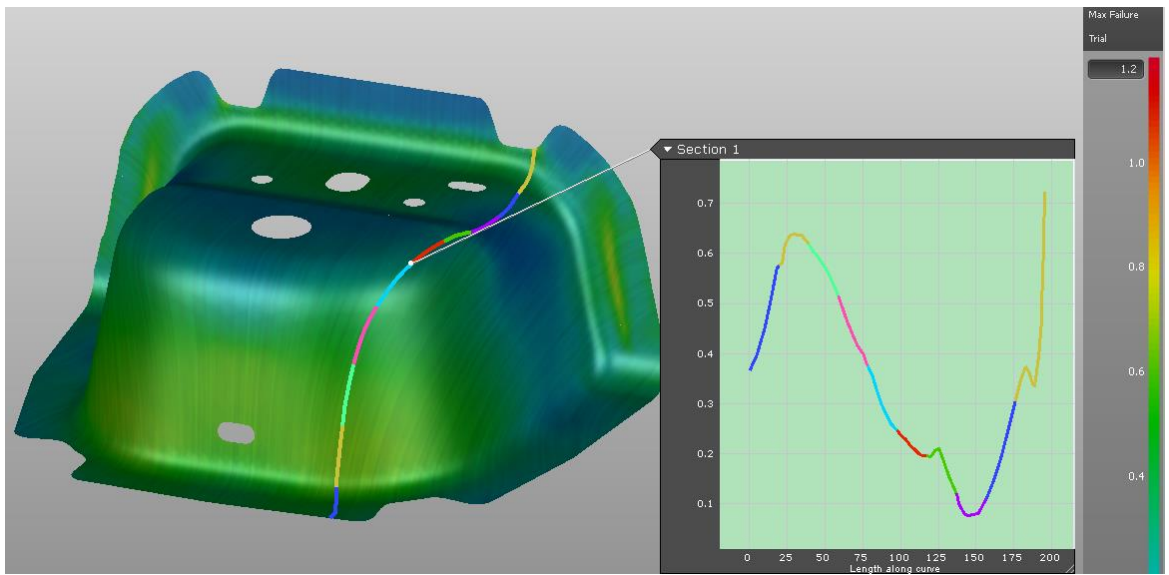


Рис 3.26 График на разрушение в сечении А-А

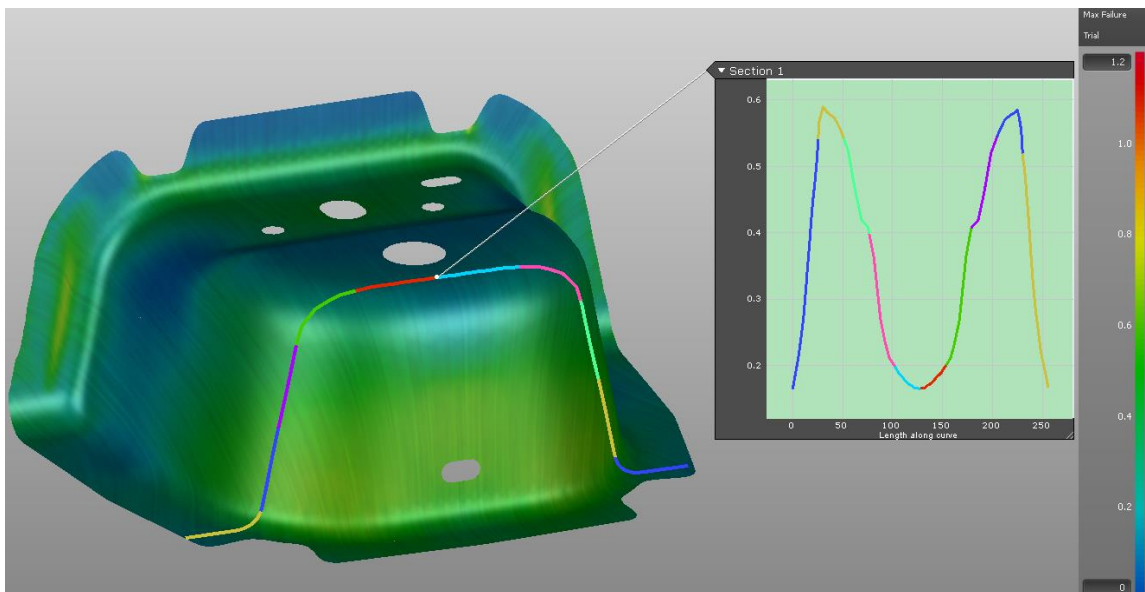


Рис 3.27 График на разрушение в сечении Б-Б

При проведении гибочных операций необходимо всегда учитывать наличие упругих деформаций материала, вследствие которых форма изделия после гибки, отличается от формы штампа. Поэтому при проектировании и изготовлении штампов для гибки, следует учитывать величину пружинения материала. Для получения заданного угла и радиуса после гибки необходимо угол и радиус на штампе (на пуансоне) уменьшать на величину пружинения. Опыты показали, что величина пружинения зависит от рода и толщины материала, формы детали, относительного радиуса гибки, угла гибки, а также от силы удара.

Пружинение - изменение размеров листовых деталей, изделий по сравнению с размерами, заданного, инструментом, вследствие действия упругих напряжений после снятия деформируемой нагрузки. При этом растянутые слои заготовки уменьшаются, а сжатые удлиняются.

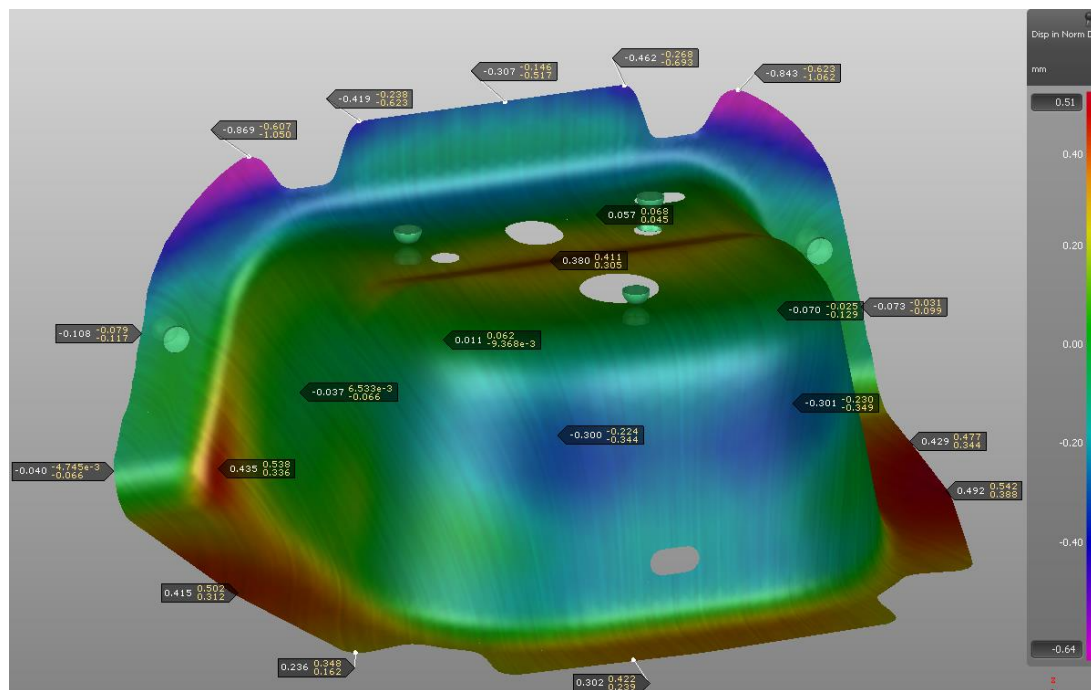


Рис. 3.28 Анализ на пружинение детали

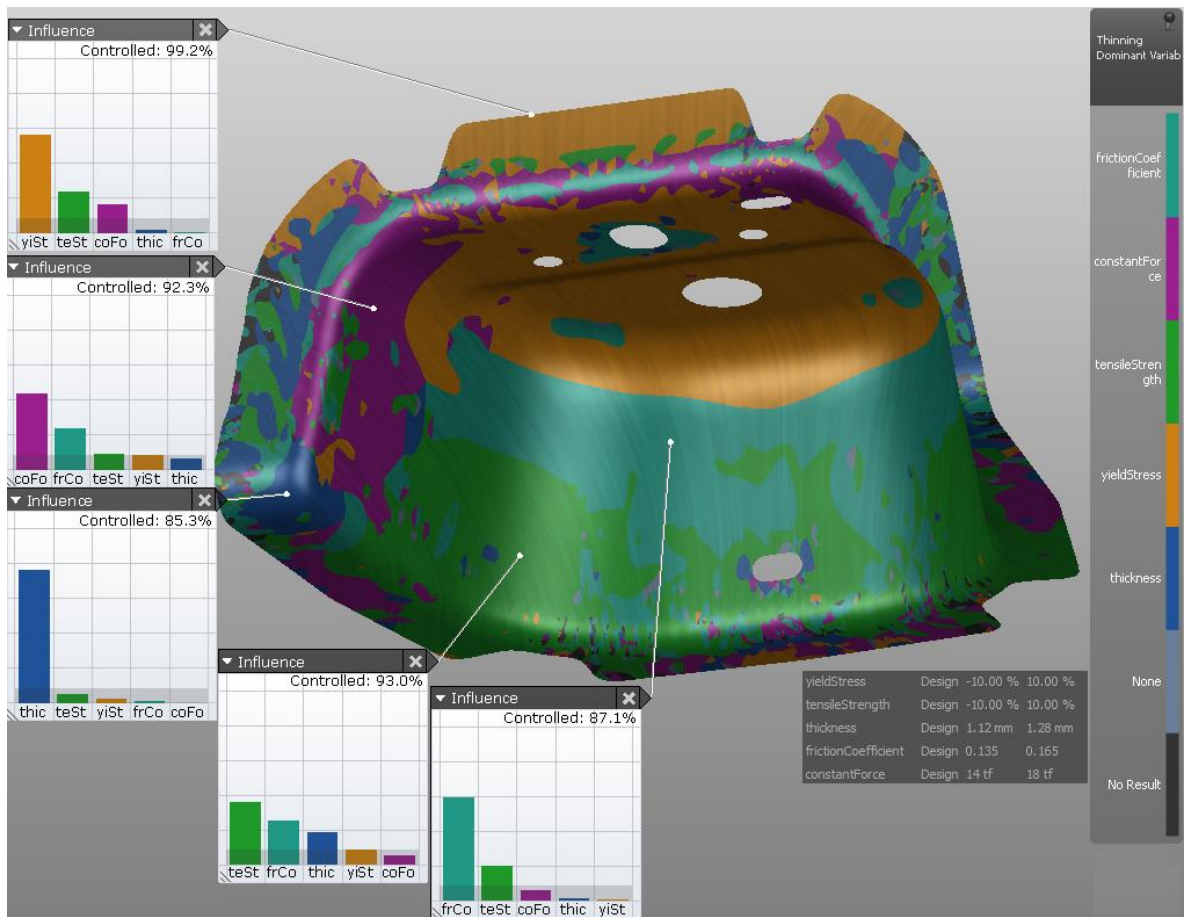


Рис. 3.29 Влияние параметров на утонение.

### 3.4 Способы устранения дефектов.

Устранение дефектов изделия производится на основе анализа их возникновения. На стадии проектирования задается:

1) Оптимальная величина усилия прижима. Назначается исходя из оптимального растяжения и минимального количества складок. Больше усилие прижима ведет к потерям на трение и отрыву дна в самом начале процесса вытяжки и большая вероятность разрыва. Чем меньше усилие прижима, тем больше вероятность появления складок и гофр на изделии. Данная деталь «Накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда» штампуется на прессе с усилием 16 т.с., а максимальное усилие прижима составляет 20 т.с. Данное усилие достигается за счет усилия пневмоподушек.

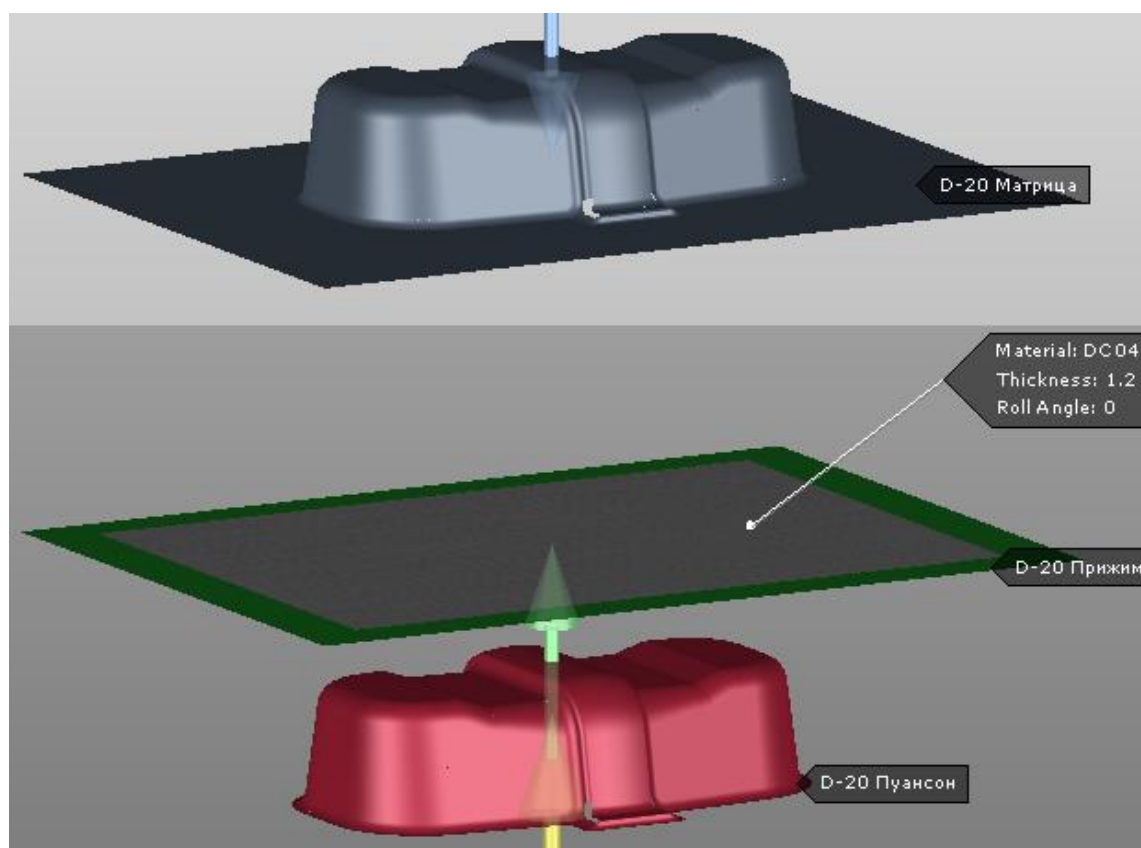


Рис. 3.30 Рабочие инструменты на операции 20. Вытяжка Sx2

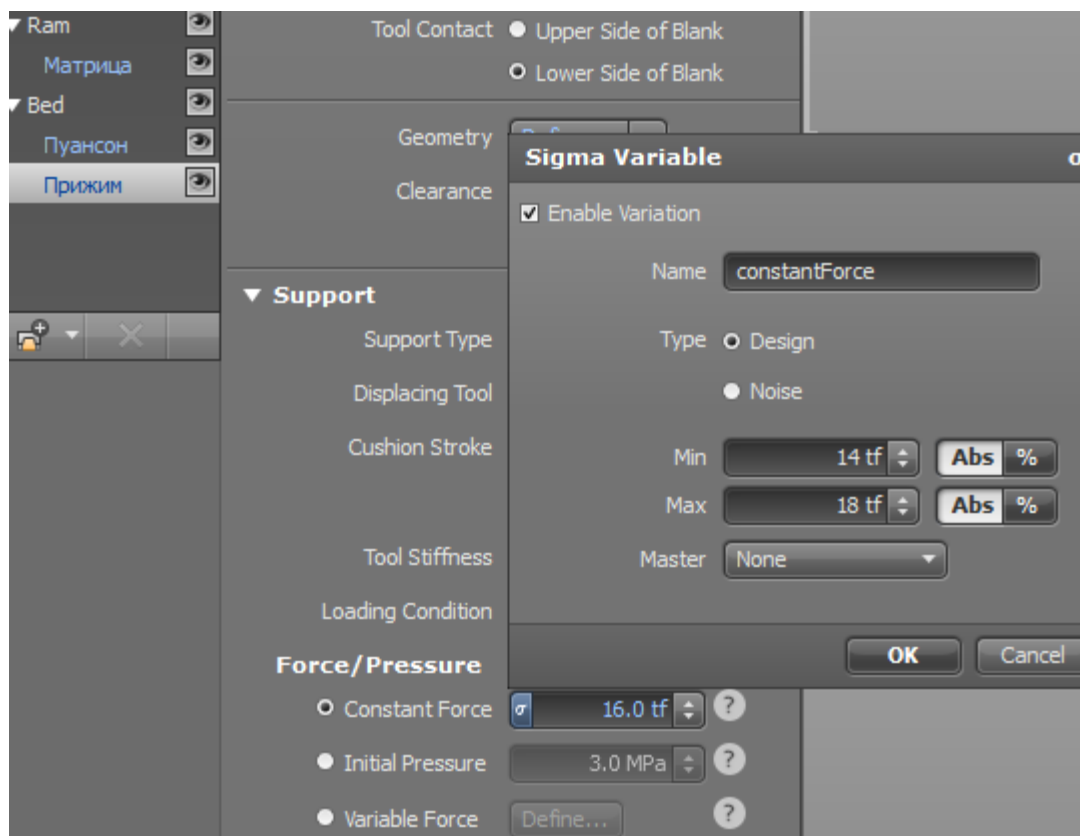


Рис 3.31 Задание разброса для усилия прижима

2) Для уменьшения сил трения при штамповке применяют смазку, противостоящую выдавливанию с контактных поверхностей при высоких удельных усилиях.[13]

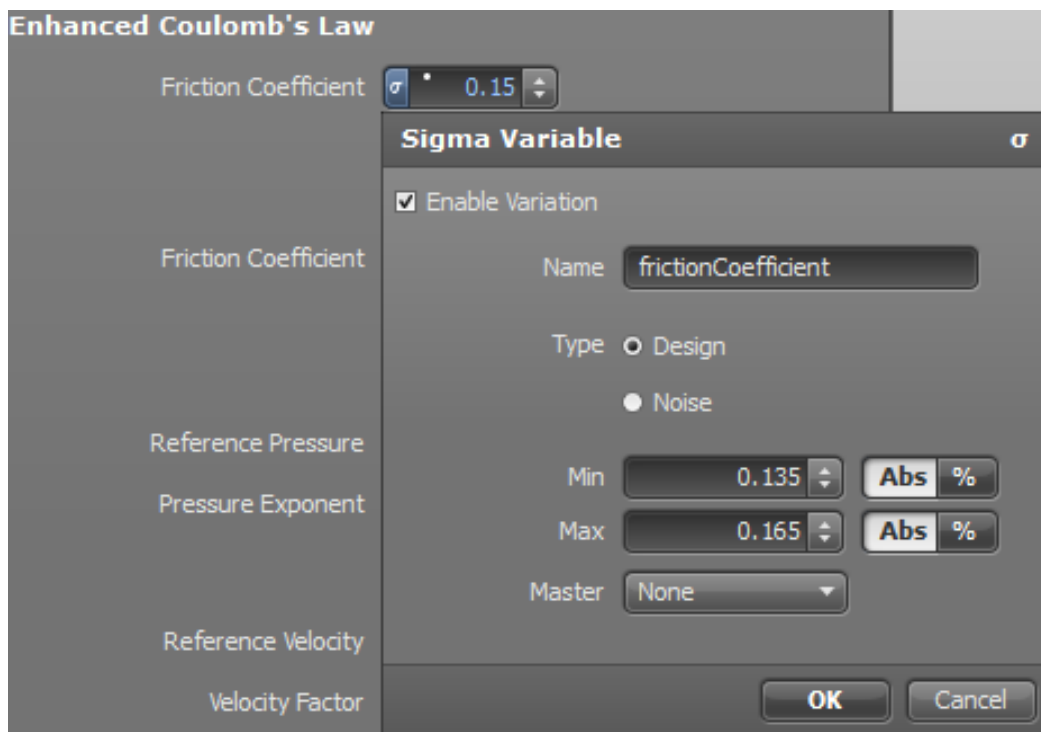


Рис 3.32 Задание разброса для коэффициента трения.

### 3) Механические свойства стали:

Предел прочности - механическое напряжение, при превышении которого образец разрушается;

Предел текучести - механическое напряжение, при превышении которого образец продолжает удлиняться и получает остаточную пластическую деформацию [29].

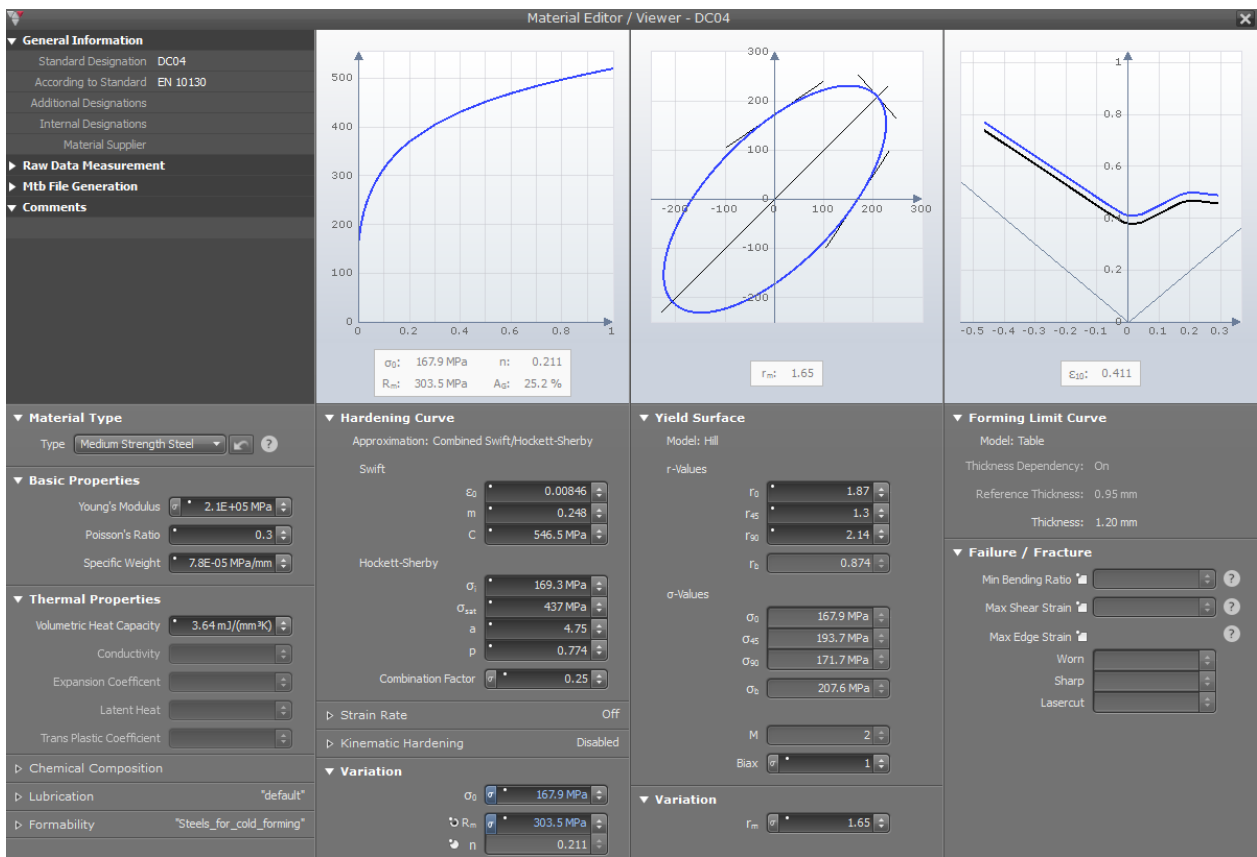


Рис 3.33 Основные параметры стали DC04

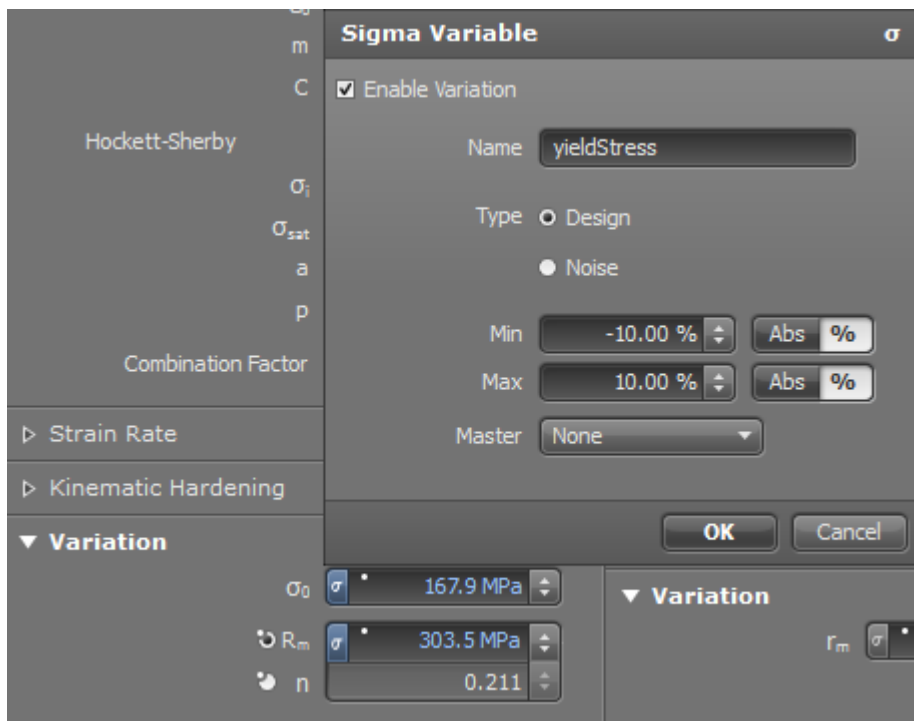


Рис 3.34 Разброс предела текучести.



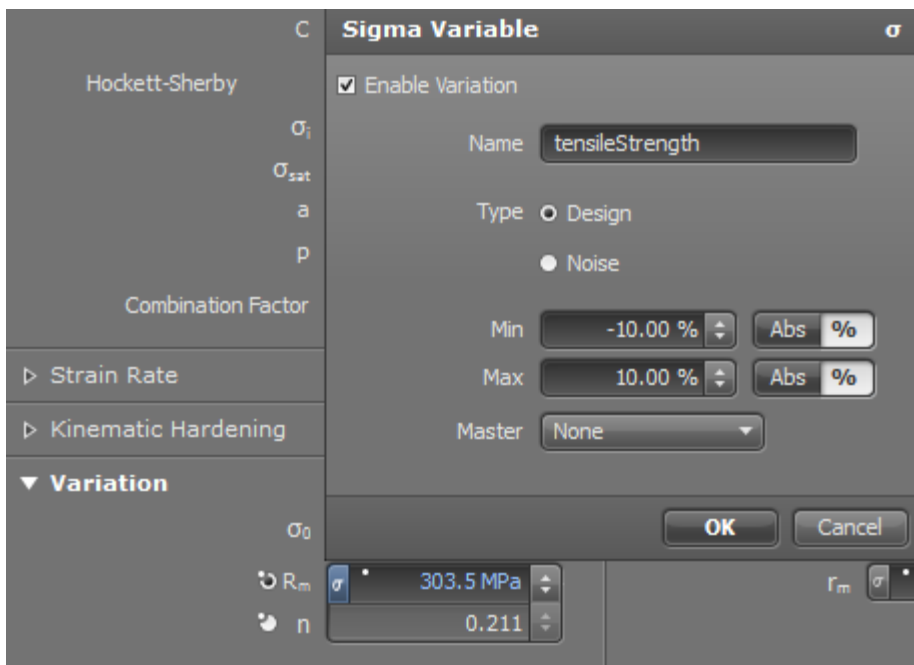


Рис 3.35 Разброс предела прочности

4) Требования к качеству проката.

Толщина стали имеет свой допуск. Этот допуск установлен в ГОСТ 19903-74 [30]

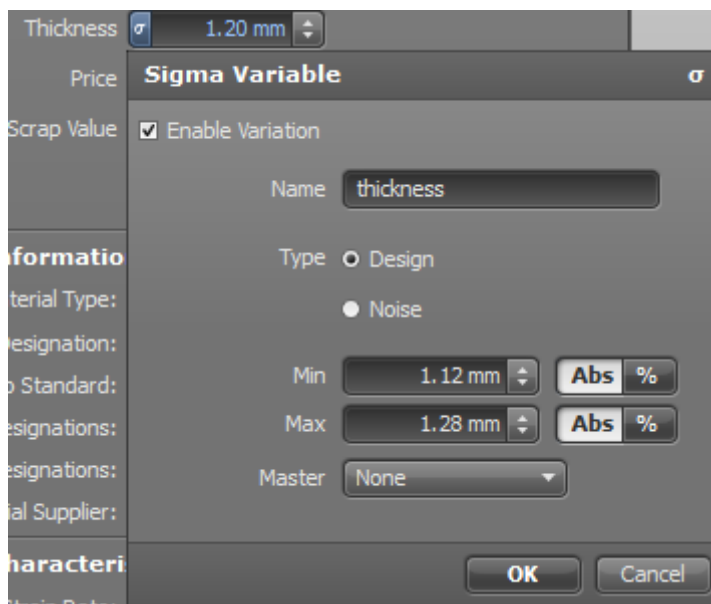


Рис 3.36 Разброс толщины стали согласно допуску

## **4.Разработка мероприятий повышения качества изделий получаемых листовой штамповкой.**

### **4.1 Разработка методики управления качеством**

Статистические методы, основанные на использовании математической статистики, являются эффективным инструментом сбора, анализа и интерпретации информации о качестве. Для получения заданной точности и достоверности используют эти методы, ведь их применение не требует особых затрат и позволяют прогнозировать и решать проблемы на всём этапе жизненного цикла изделия и на основе этого выбирают наиболее оптимальные решения.

В соответствии с положениями стандартов ИСО серии 9000, статистические методы рассматриваются как единый набор высокоэффективных средств обеспечения и улучшения качества на основе объективно полученных и интерпретированных фактов. Стандарты ориентируют на разработку применения статистических методов, начиная с исследования требований рынка к качеству продукции и кончая ее утилизацией после использования.

Говоря о статистических методах контроля качества, следует подчеркнуть, что это инструменты познания. Основное их назначение - контроль протекающего процесса и предоставление участнику процесса фактов для корректировки и улучшения процесса.

Процедуры контроля показателей качества продукции достаточно хорошо разработаны в случае контроля партий при изготовлении и поставках штучной продукции. Имеется много международных, региональных и национальных стандартов, регламентирующих процедуры отбора образцов для испытаний, гарантирующих высокую достоверность контроля при оправданных рисках,

как потребителя, так и поставщика продукции (вероятности ошибок первого и второго рода).

Сложнее решаются подобные проблемы для так называемой нештучной продукции, когда показатели качества продукции непрерывно распределены в объеме поставки случайным или закономерным образом. При контроле такой продукции на первое место выходят процедуры отбора проб, их подготовки для выполнения испытаний и методики выполнения измерений [1, 2]. В связи с этим следует отметить важные обстоятельства, влияющие на достоверность контроля качества, в первую очередь это то, что множество свойств товаров априори не известны потребителям (для нештучной продукции, например, распределение величины показателя качества продукции в партии). При этом большинство значимых свойств, определяемых технологией изготовления, особенностями сырья и т. п., известны производителю, но не всегда известны потребителю, что позволяет, в том числе и недобросовестным производителям, пользоваться преимуществом в знании свойств товара и производить продукцию с худшими или недостоверными отдельными характеристиками. Для смягчения указанных отрицательных последствий, получения конкурентных преимуществ, защиты внутреннего рынка и одновременно рекламы собственной продукции предприятия в частности должны сосредоточить усилия на следующих направлениях:

1. Разработке и принятии соответствующих стандартов на продукцию с лучшими потребительскими свойствами и новейшими методами испытаний.
2. Внедрении статистических методов управления процессами производства.
3. Внедрении современных систем менеджмента качества и использовании систем добровольной сертификации, обучении и информировании потребителей.

Решение указанных проблем должно способствовать повышению надежности поставок требуемой продукции, т. е. обеспечению их качества.

На производстве применяется блок схема показанная ниже.

Ф.1042-1 ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

### 5 ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПИВШЕЙ ОТ ПОТРЕБИТЕЛЯ

5.1 Описание действий по работе с информацией, поступившей от потребителя, показано в виде блок-схемы (рисунок 1) и пояснений к ней в таблице 1.

Таблица 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	№ дубл.	Подпись и дата	Изм.	№ инв.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Изм.	№ инв.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Изм.	№ инв.	Взам. инв. №	02.52.254.0.645		Лист																	
																			5																			
																			<pre> graph TD     Start([начало]) --&gt; 1[1]     1 --&gt; 2{2}     2 --&gt; 3[3]     2 --&gt; 4[4]     3 --&gt; 4     4 --&gt; 5[5]     5 --&gt; 6[6]     6 --&gt; End([конец])         </pre>																			
																			Перечень шагов или действий		Ответственный		Исполнитель (участник)		Документ, регламентирующее действие		Запись, подтверждающая действие											
																			1. Регистрация поступившей от потребителя информации.		Начальник БТК		Контролер БТК		СТП 02.16.001.0.4 01 СТП 02.16.001.0.4 16 СТП 02.16.001.0.4 22		База "Информация о качестве продукции" Приложение 3 Журнал регистрации актов по гарантии. Приложение 4											
																			2. Анализ поступившей информации. Необходимо направить представителя к потребителю?		Начальник БТК		Контролер БТК		Договор, согласованный с потребителем													
																			3. Направление представителя к потребителю для решения вопросов по качеству.		Начальник БТК		Мастер БТК Контролер БТК Инженер-технолог ОАЭСП Мастер производственного участка		СТП 02.16.001.0.4 16 СТП 02.16.001.0.4 29		Доверенность Приложение 2											
4. Обработка информации, поступившей от потребителя, извещение служб завода служебной запиской		Начальник БТК				СТП 02.16.001.0.4 16		Журнал регистрации служебных записок. Приложение																														
5. Выполнение работ, согласно информации, указанной в служебной записке, службами завода.		Начальник БТК		Инженер по качеству		СТП 02.16.001.0.4 22		Журнал регистрации служебных записок. Приложение 1																														
6. Мониторинг и подведение итогов выполненных работ по обработке информации.		Начальник БТК		Инженер по качеству		И 02.52.254.0.4 12		Журнал регистрации служебных записок. Приложение 1 База "Информация о качестве продукции" Приложение 3 Журнал регистрации актов по гарантии. Приложение 4																														

На основе предложенной, была составлена блок-схема, показанная ниже:

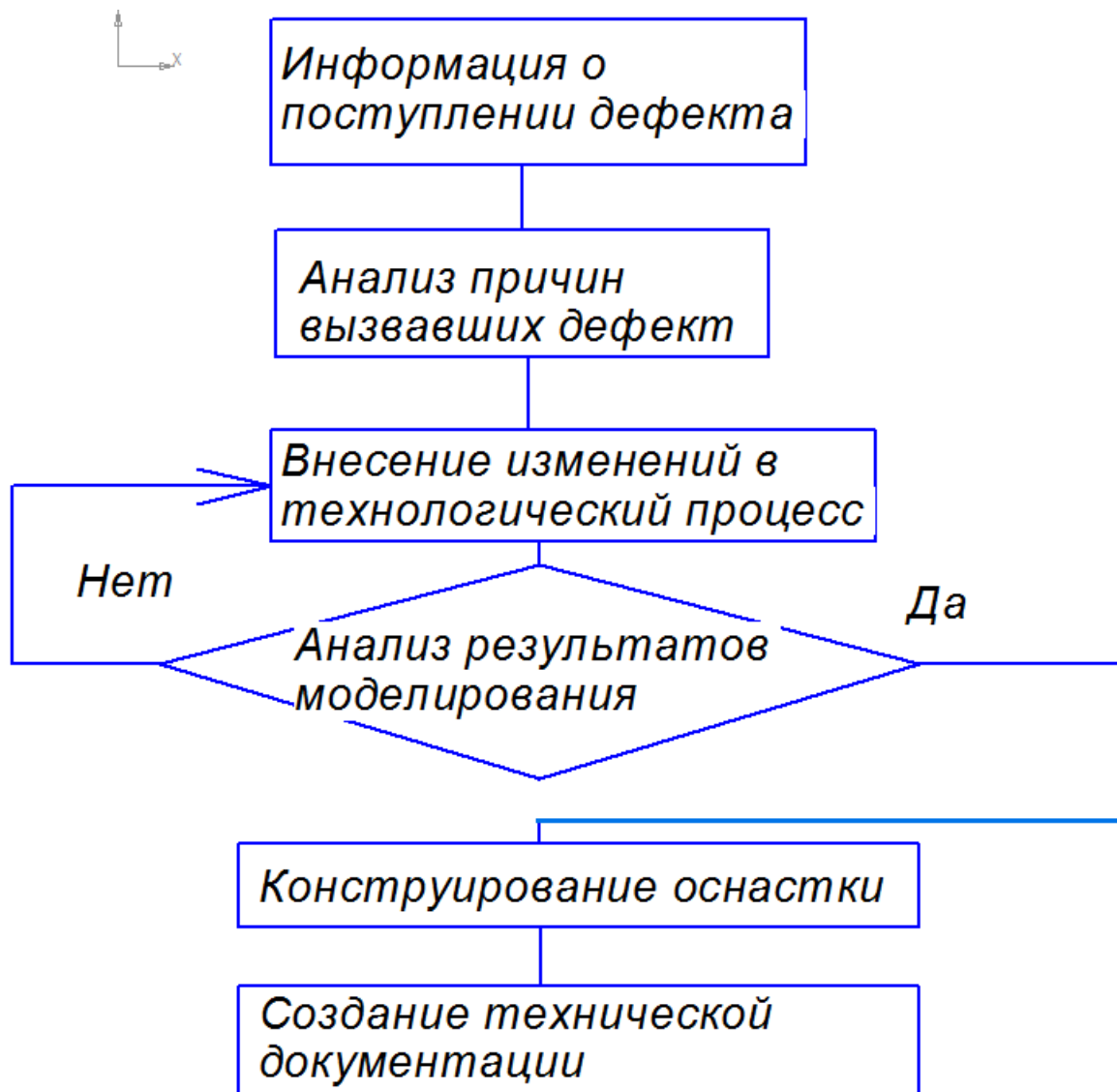


Рисунок 4.1. Алгоритм проектирования технологических процессов на стадии технической подготовки производства.

## Заключение

1. Предложена блок-схема алгоритма контроля качества изделий на стадии проектирования.
2. Установлены границы индексов  $C_p$  и  $C_{pk}$  для разработки устойчивых технологических параметров процесса листовой штамповки.
3. Определены с помощью диаграмм Паретто показатели свойств материалов, параметры технологического процесса и размеров штамповой оснастки определяющие надежность техпроцесса штамповки детали «Накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда»
4. Внедрена методика контроля качества штамповки изделий в процессе проектирования технологии.

## Список используемой литературы

1. В.Г. Ковалёв, С.В. Ковалёв ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ Технологическое обеспечение точности и стойкости
2. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. Л.: Машиностроение, 1980г., 432с.
3. Burr, 1. R. (1976). Statistical Quality Control Methods Marcel Dekker, New York, New York. ;
4. Charbonneau, H. C. and Webster, G. L. (1978). Industrial Quality Control. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. часть 3.2
5. Ford Motor Company (1984). Continuing Process Control and Process Capability Improvement. Ford Motor Company, Dearborn, MI. часть 3.2
6. Hahn, G. J. (1970). "Statistical Intervals for a Normal Population Part 1. Tables. Examples and Applications." Journal of Quality Technology 2, pp. 115-125. часть 3.2
7. Hotter, P. (1985). "Moving to Prevention: An Industry in Transition." Quality Progress 18, pp. 24-26. часть 3.2
8. Jessup, P. T. (1983). "Process Capability, The Value of Improved Performance," paper presented at the ASQC Automotive Division Workshop Seminar, November 2-4, Southfield, Michigan. часть 3.2
9. Juran, J. M. and Gryna, F. M. (1980). Quality Planning and Analysis McGraw-Hill, New York, New York. часть 3.2
10. Juran, J. M. Gryna, F. M., and Bingham, R. S. (1979). Quality Control Handbook. McGraw-Hill, New York, New York. часть 3.2
11. Sullivan, L. P. (1984). "Reducing Variability: A New Approach to Quality." Quality Progress 17, pp. 16-21. часть 3.2
12. Sullivan, L. P. (1985). "Letters." Quality Progress 18, pp. 7-8. Key Words: Capability, Target Value, Process Potential Process Performance. часть 3.2

13. Малов А.Н. Технология холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1969., 586с.
14. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке – 6-е изд., перераб. и доп.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1979.- 520с.
15. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки :учеб. Пособие для студентов заочной формы обучения/ Е.Л. Смолин.- Тольятти: ТГУ, 2007.-72с.
16. Норицин И. А., Власов В. И. Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки. – М.: Машиностроение, 1967. – 388 с
17. Смирнов А. М., Васильев К. И. Основы автоматизации кузнечно–прессовых машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 270 с.
18. Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев. Технология холодной штамповки. - М; Машиностроение, 1989г.-304с.
19. Кузнечно-штамповочное оборудование (под ред. А. Н. Банкетова и д-ра техн. наук. проф. Е. Н. Ланского) М., Машиностроение, 1982г.-574с.
20. Контроль качества ферросплавов: Спр. изд. / Ю. Л. Плинер, Л. Ф. Первов, В. Г. Мизин и др. М.: Металлургия, 1993.
21. Анализ металлов. Пробоотбор. пер. с нем.; под ред. В. Г. Мизина и Р. Б. Кричевец. М.: Металлургия, 1981.
22. ГОСТ Р 50779.11-2000 (ИСО 3534.2-93). СМ. Статистическое управление качеством. Термины и определения.
23. ГОСТ Р ИСО 11462-1-2007 СМ. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Ч. 1. Элементы.
24. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91). СМ. Контрольные карты Шухарта
25. ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011 СМ. Контрольные карты. Ч. 1. Общие принципы



26. ГОСТ Р ИСО 5479-2002 СМ. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.

27. ГОСТ Р ИСО 2174-2010 СМ. Статистики пригодности и воспроизводимости процесса для количественных характеристик качества

28. ГОСТ 17260-2009 (ИСО 3713:1987). Ферросплавы, хром и марганец металлические. Общие требования к отбору и подготовке проб.

29. Муханов К. К. Металлические конструкции. Учебник для вузов. Изд. 3-е, испр. и доп. М., Стройиздат, 1978. 572 с.

30. ГОСТ 19903-74 - Прокат листовой горячекатаный. Сортамент

31. Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки / Е.А. Попов. - М: Машиностроение, 1977. -278 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Тольяттинский государственный университет  
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и  
родственные процессы»

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ШТАМПОВКИ ИЗДЕЛИЙ И  
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО  
ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЯ.

Мельников А.В.  
Группа: МСм-1401

Руководитель:  
к.т.н. Почекуев Е.Н.

# Актуальность:

Повышение качества изделий для автомобильной промышленности России является основополагающей основой импортозамещения.

Качество изделий закладывается на стадии проектирования и разработки технологии процесса штамповки. Стабильность и управляемость технологического процесса изготовления - решающие факторы технологической подготовки производства. Разработка мероприятий повышения качества изделий в системах САПР в процессе проектирования является важнейшим направлением совершенствования инжиниринга в современном производстве.

## Цель работы:

Разработка методов повышения надежности и управляемости процесса штамповки типовых деталей автомобиля путем применения методов САПР для повышения качества получаемых деталей.

# Задачи:

1. Проанализировать методы повышения качества изделий получаемых листовой штамповкой.
2. Создать и разработать устойчивый технологический процесс в программном продукте Autoform.
3. Разработать методы предотвращения брака в производстве листовых штампованных изделий на стадии проектирования.
4. Разработать мероприятия повышения качества изделий получаемых листовой штамповкой.

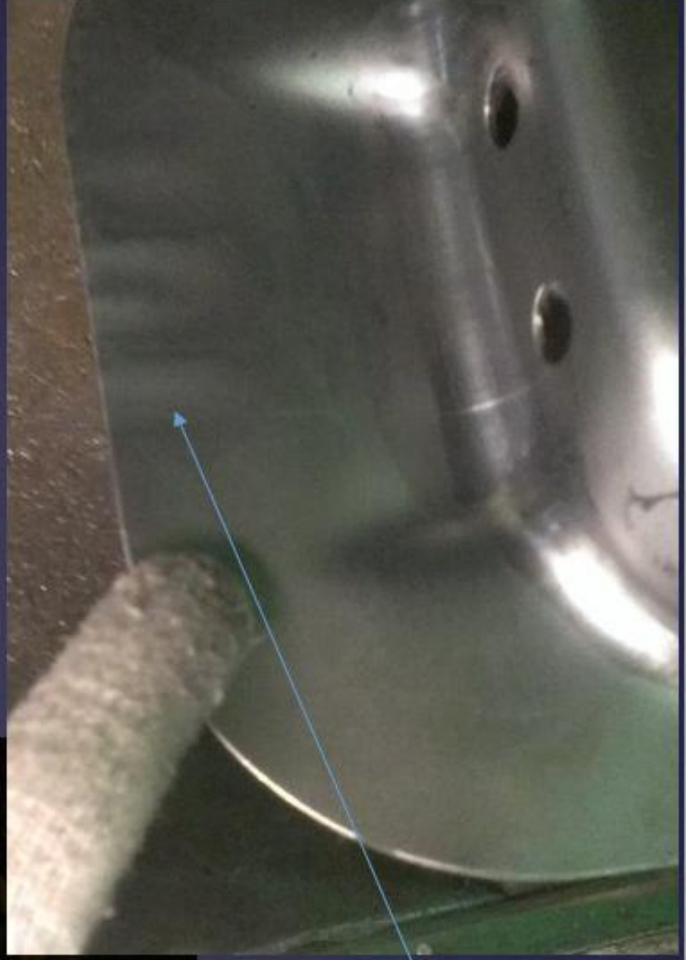
# Обзор проблемы

Утонение,  
разрывы



Задир, царапины

Складки, гофры



## Метод решения с использованием программного продукта Autoform модуль Sigma

Воспроизводимость процесса -полный размах  
изменчивости стабильного процесса, обычно равный  
Разброс  $C_p$  - характеризует соответствие изменчивости  
статистически устойчивого процесса ширине поля  
спецификации.

Центрированность  $C_{pk}$  - характеризует настроенность  
процесса на центр поля спецификации.

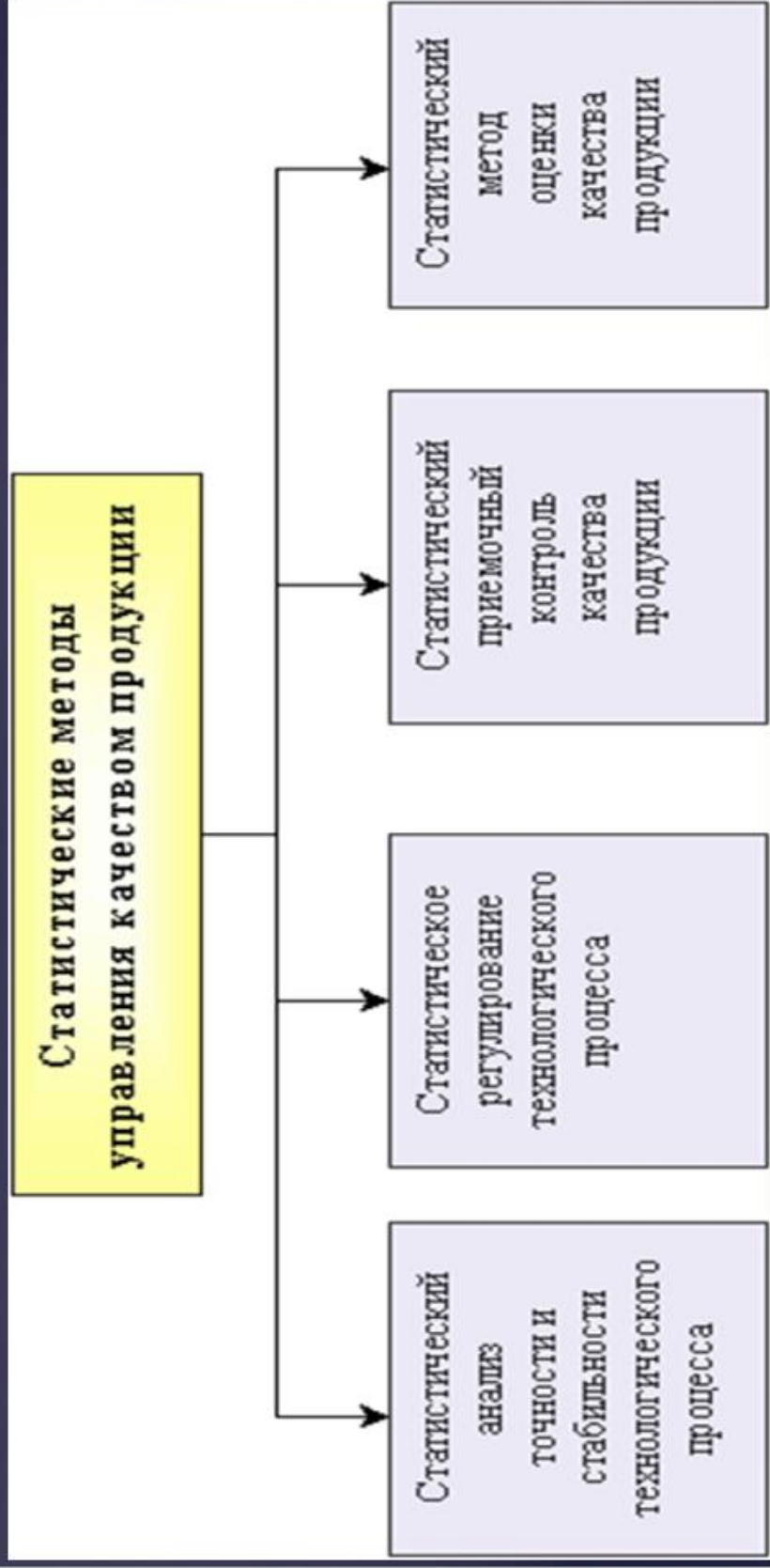
$C_p < 1$

$C_{pk} < C_p$

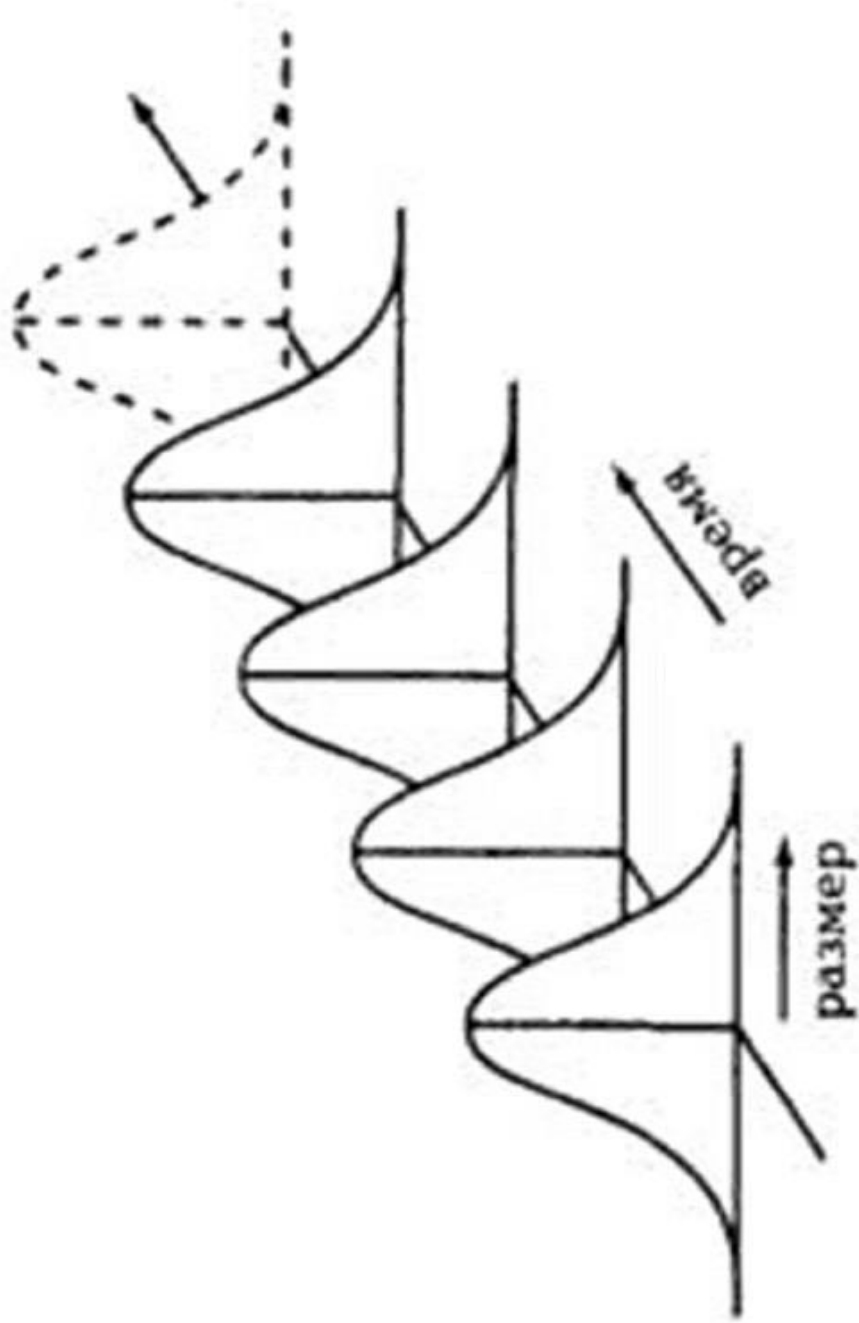
Следует добиваться  $C_{pk} = C_p > 1,33$



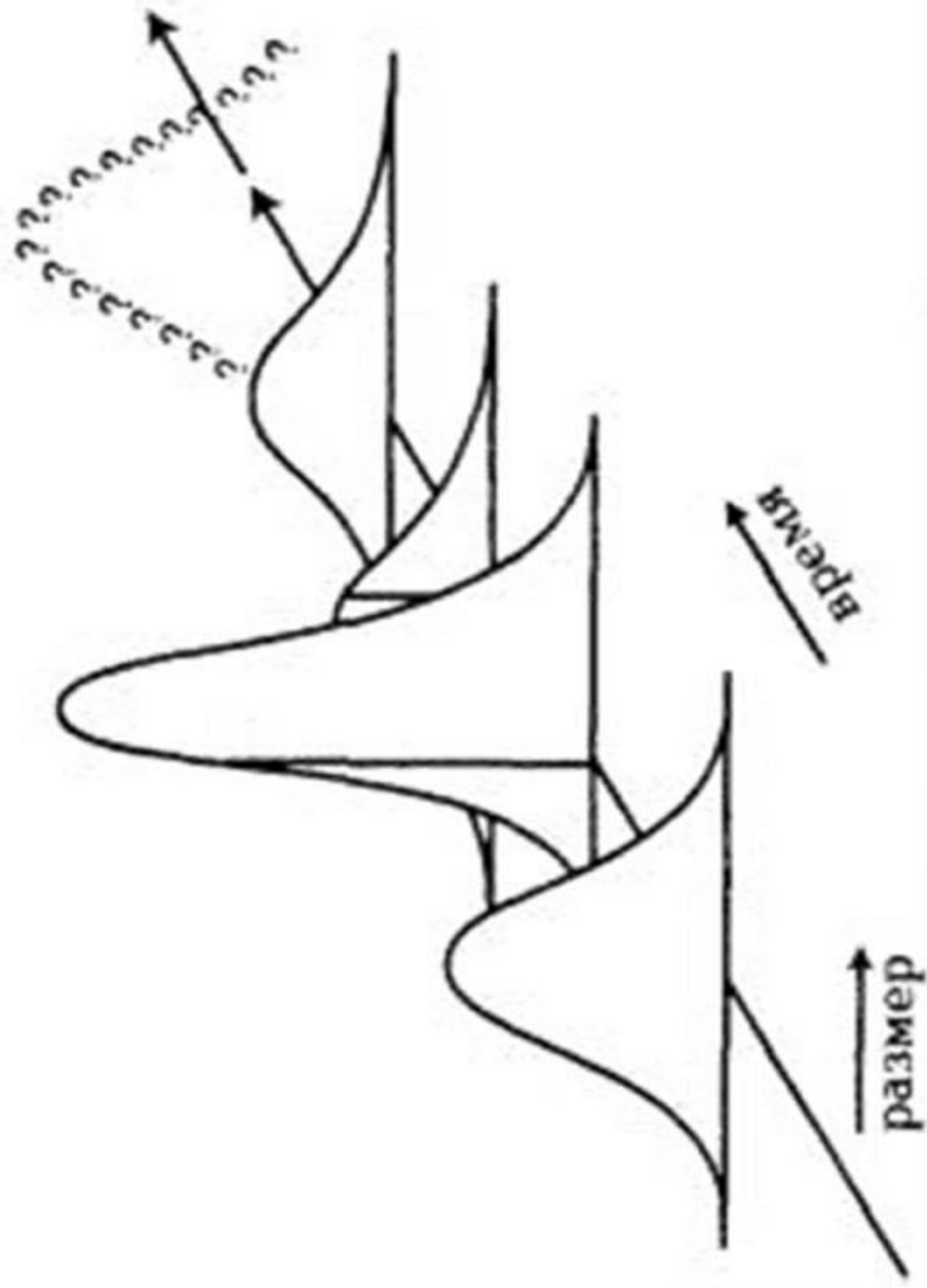
Производственные процессы проходят определенные этапы разработки прежде, чем начнется само производство. Эти этапы подтверждают стабильность производства



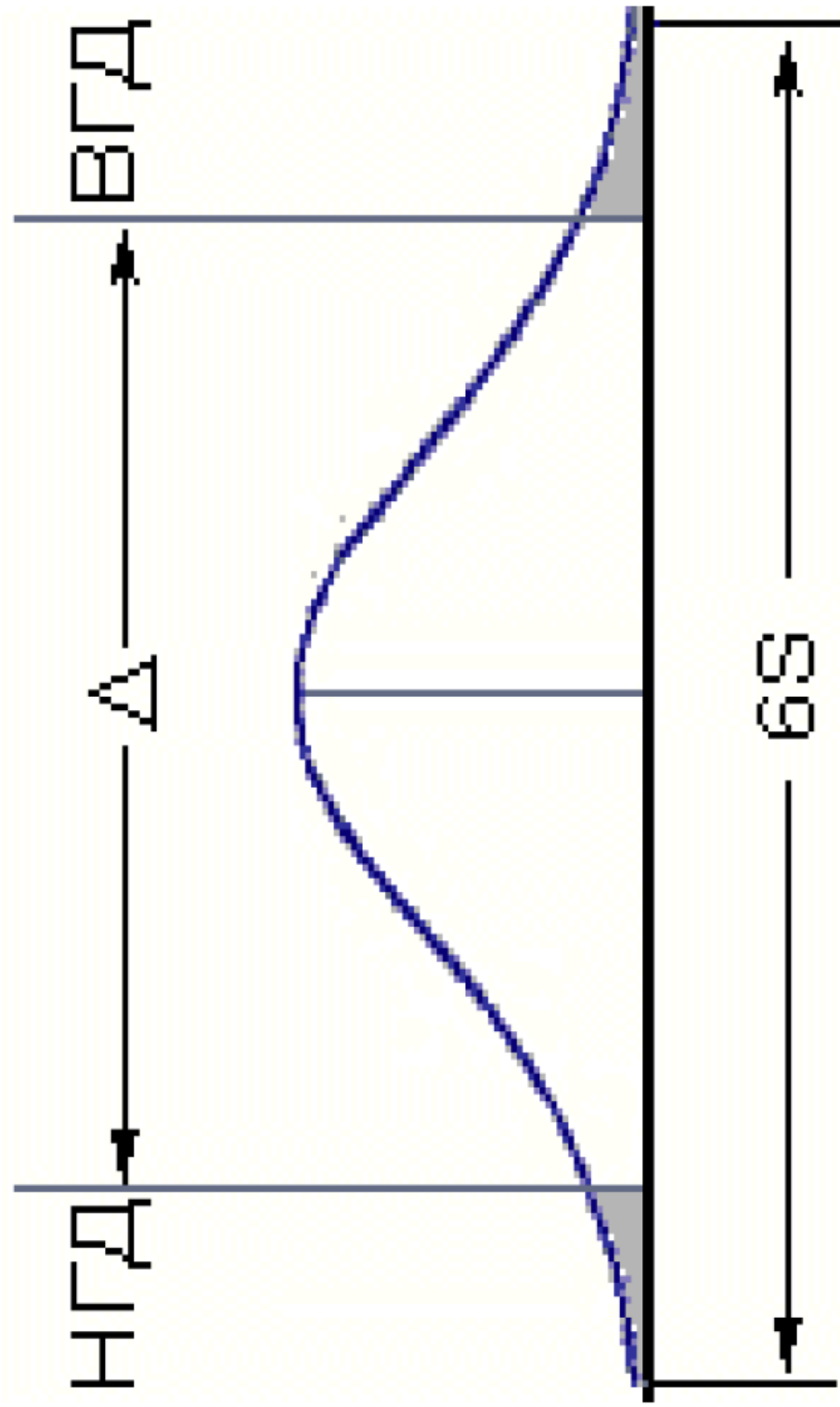
# Вид распределения стабильного процесса



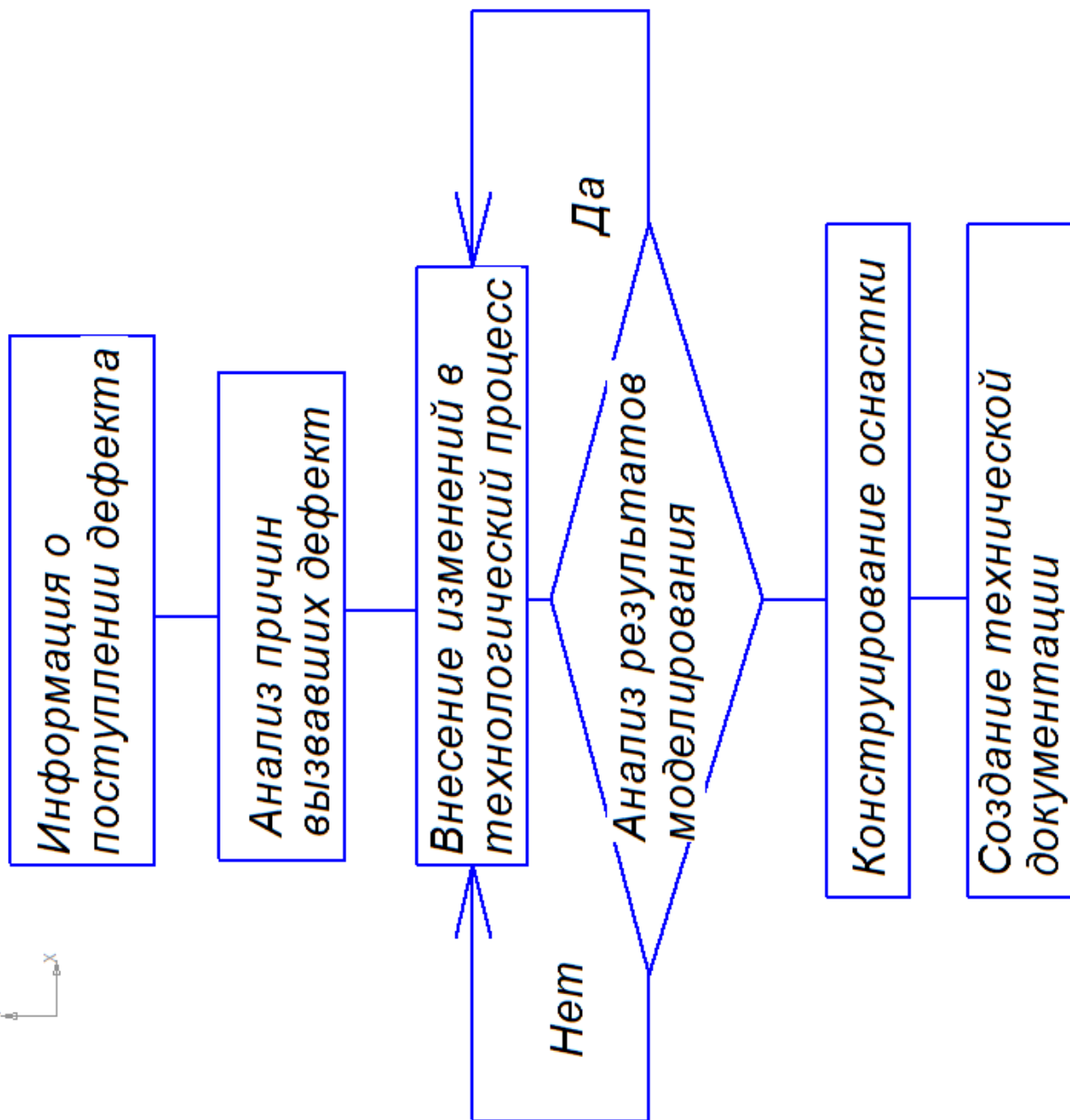
# Вид распределения нестабильного процесса



# Распределение показателей качества отлаженного процесса



# Разработка мероприятий на производстве для управления качеством



Анализ штампуемости в  
программном продукте Autoform  
детали «Накладка заднего крепления  
сиденья 1-го ряда»

Технологический процесс изготовления детали  
«Накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда»  
состоит из следующих операций:

10. Резка карточек Сх2.

20.1 Вытяжка Сх2.

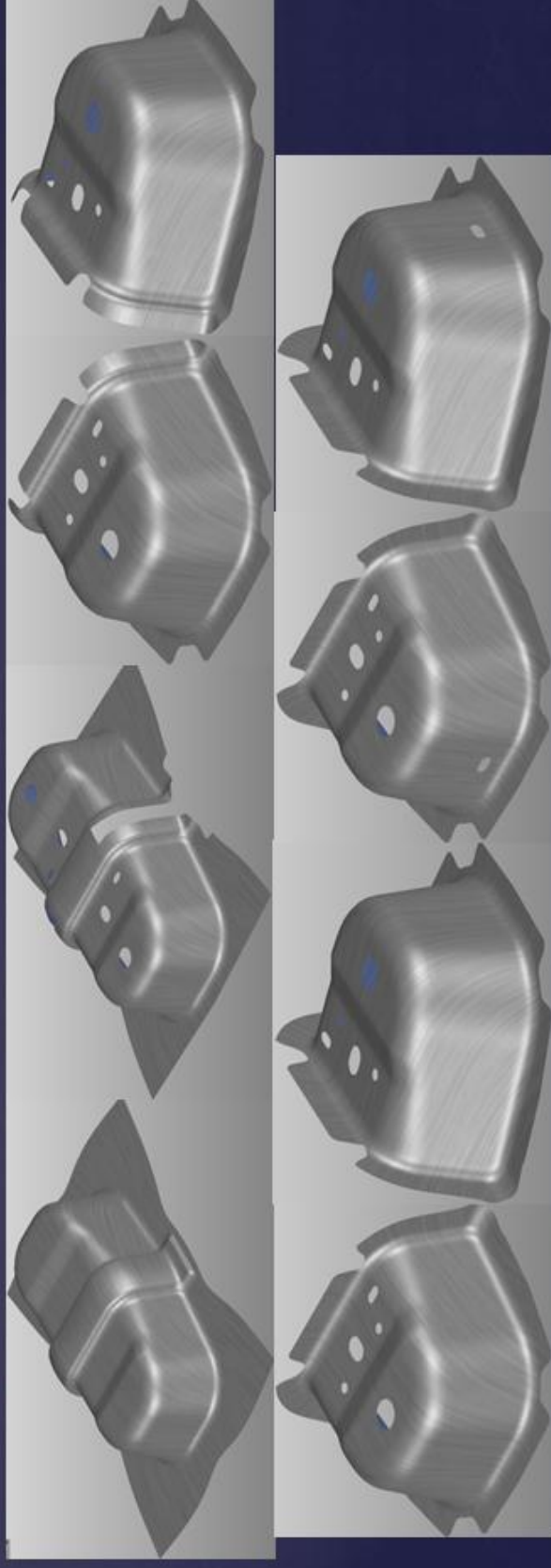
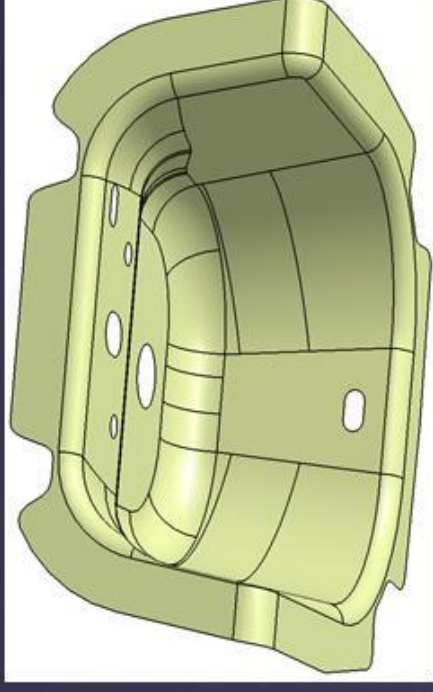
20.2 Обрезка, пробивка Сх2.

20.3 Обрезка, пробивка Сх2.

30.1 Разделение пробивка Сх2.

30.2 Правка, фланцовка Сх2.

30.3 Пробивка Сх2.





В программе Autoform была проведена симуляция технологического процесса.

Для расчета в модуле sigma были выбраны следующие параметры:

Коэффициент трения: 0,135...0,165



Усилие прижима: 14т.с. ... 18т.с.



Предел прочности и предел текучести  $\pm 10\%$

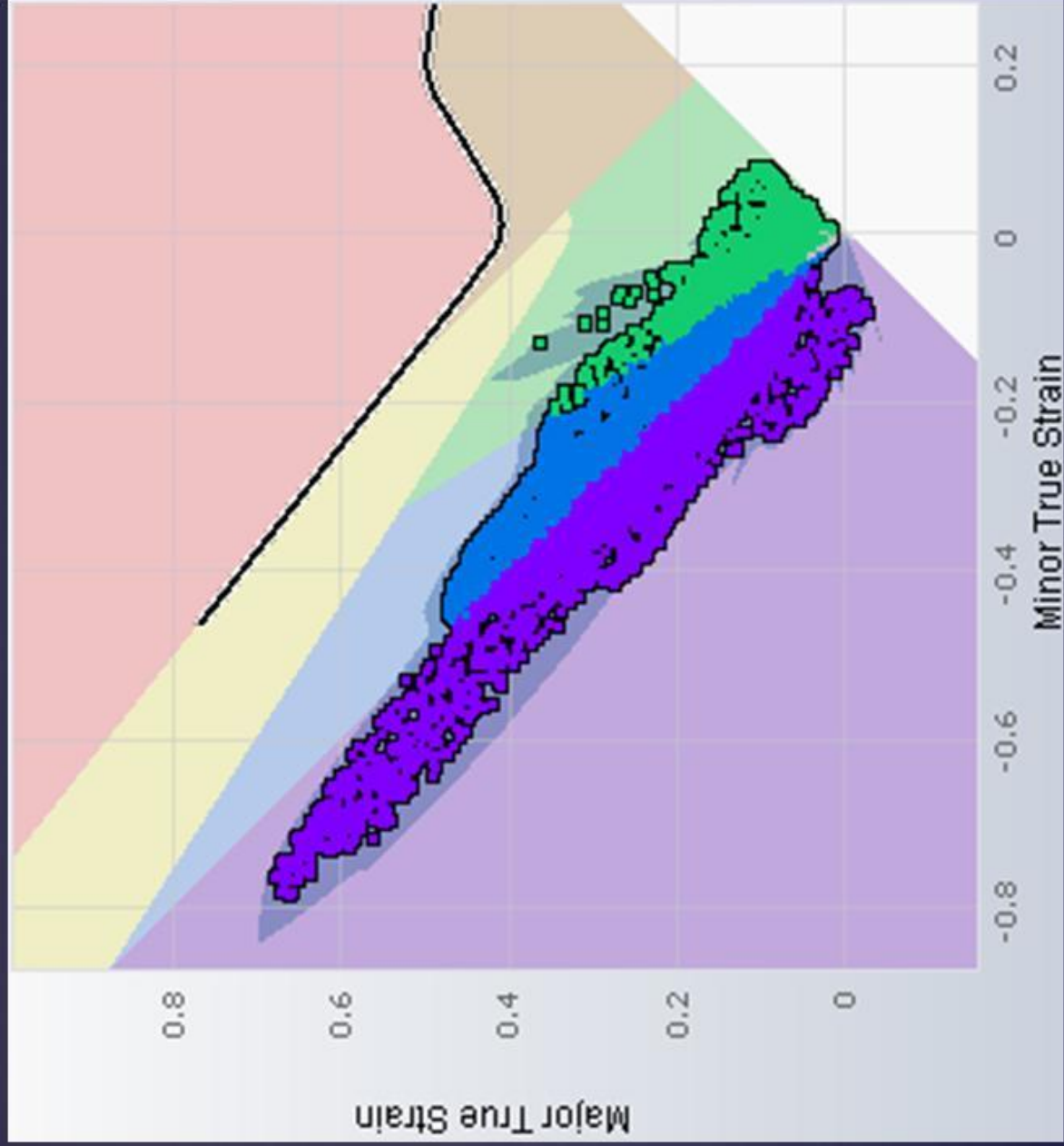


Толщину стали 1,2 мм  $\pm 0,08$ мм согласно допуску.

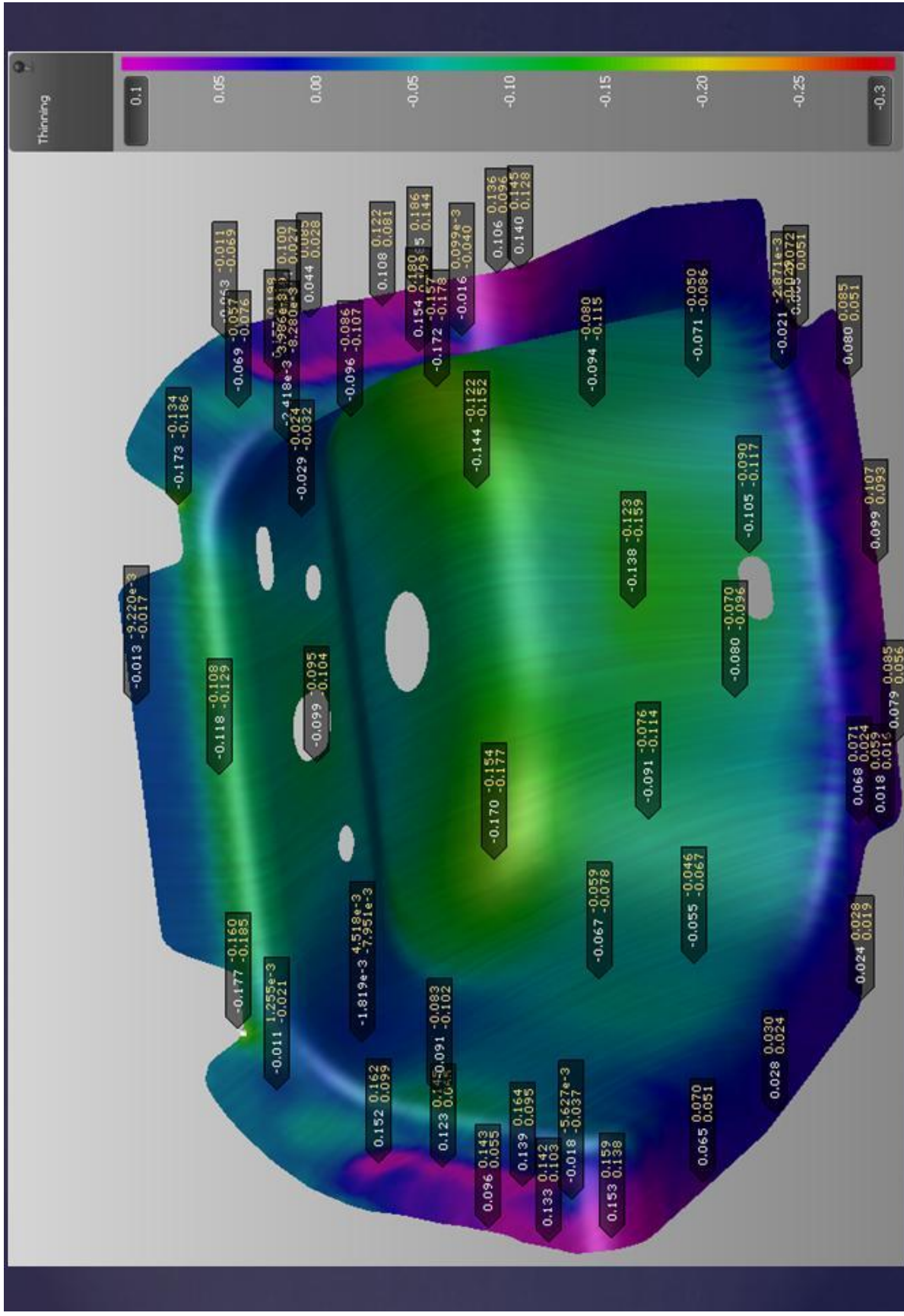


В результате был получен анализ влияния заданных параметров на процесс штамповки. Основной проблемой при штамповке детали накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда являются разрывы.

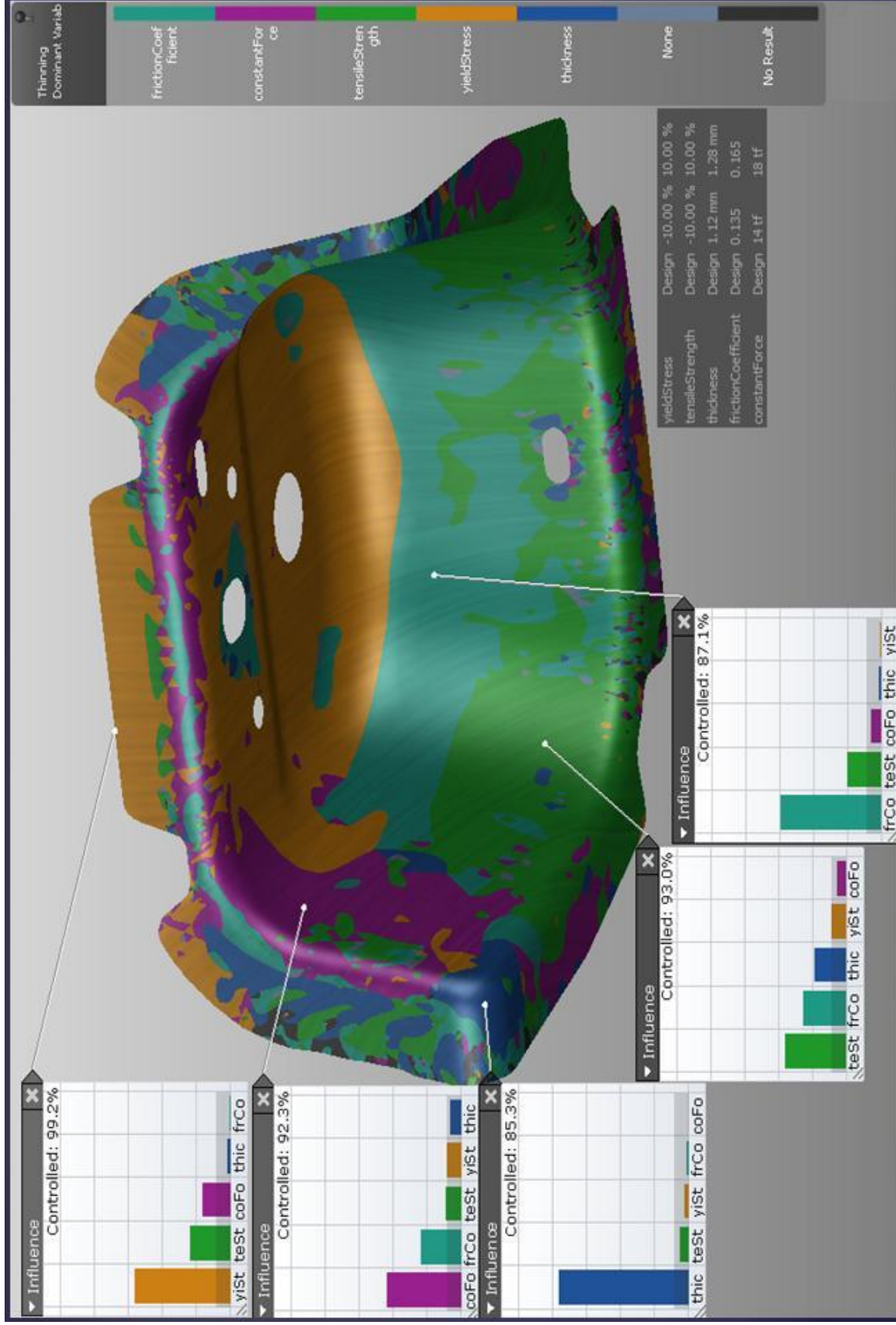
# Анализ процесса штамповки



FLLD



Анализ утонения детали



## Влияние параметров на утонение

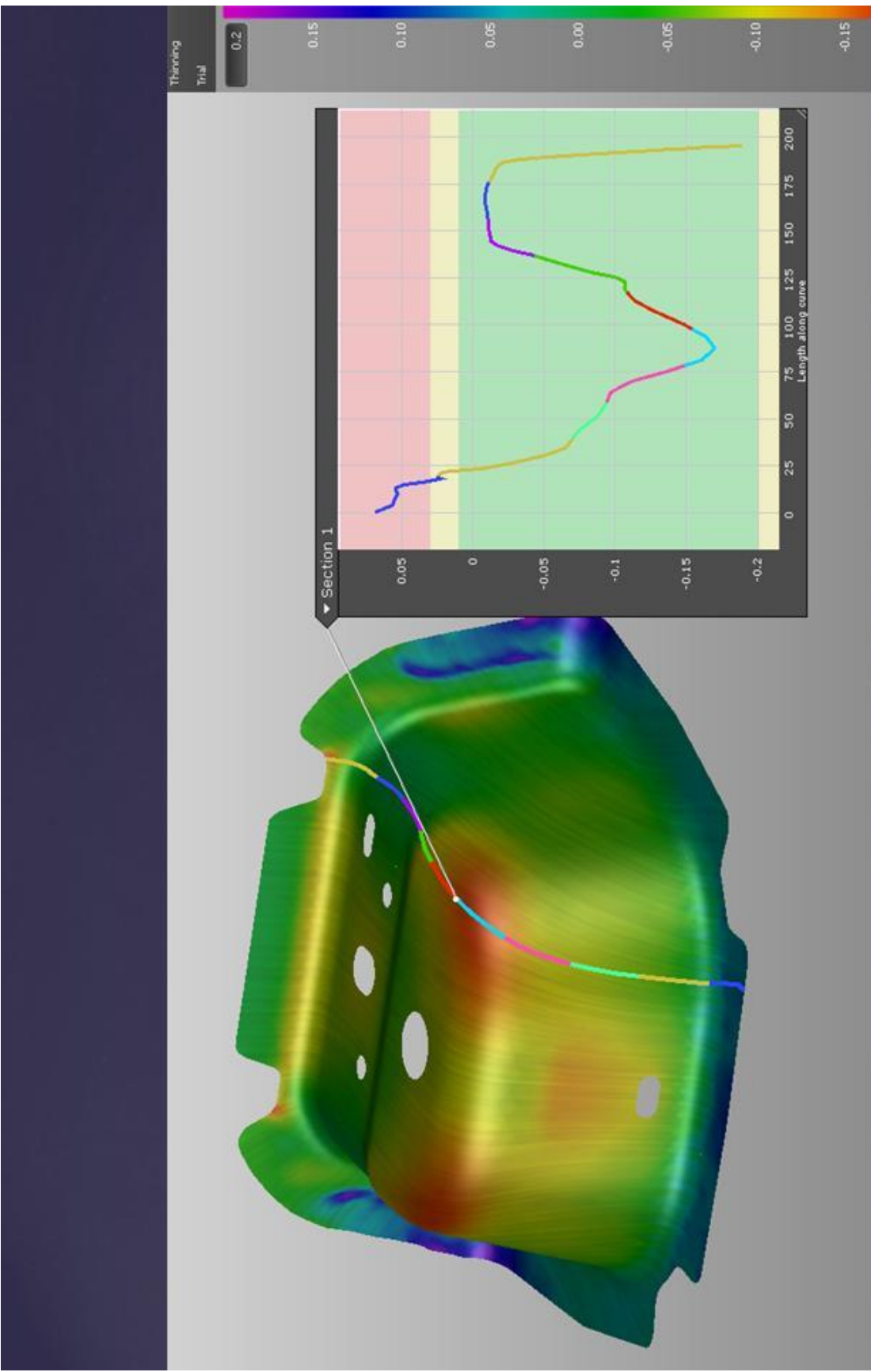


График утонения в сечении А-А

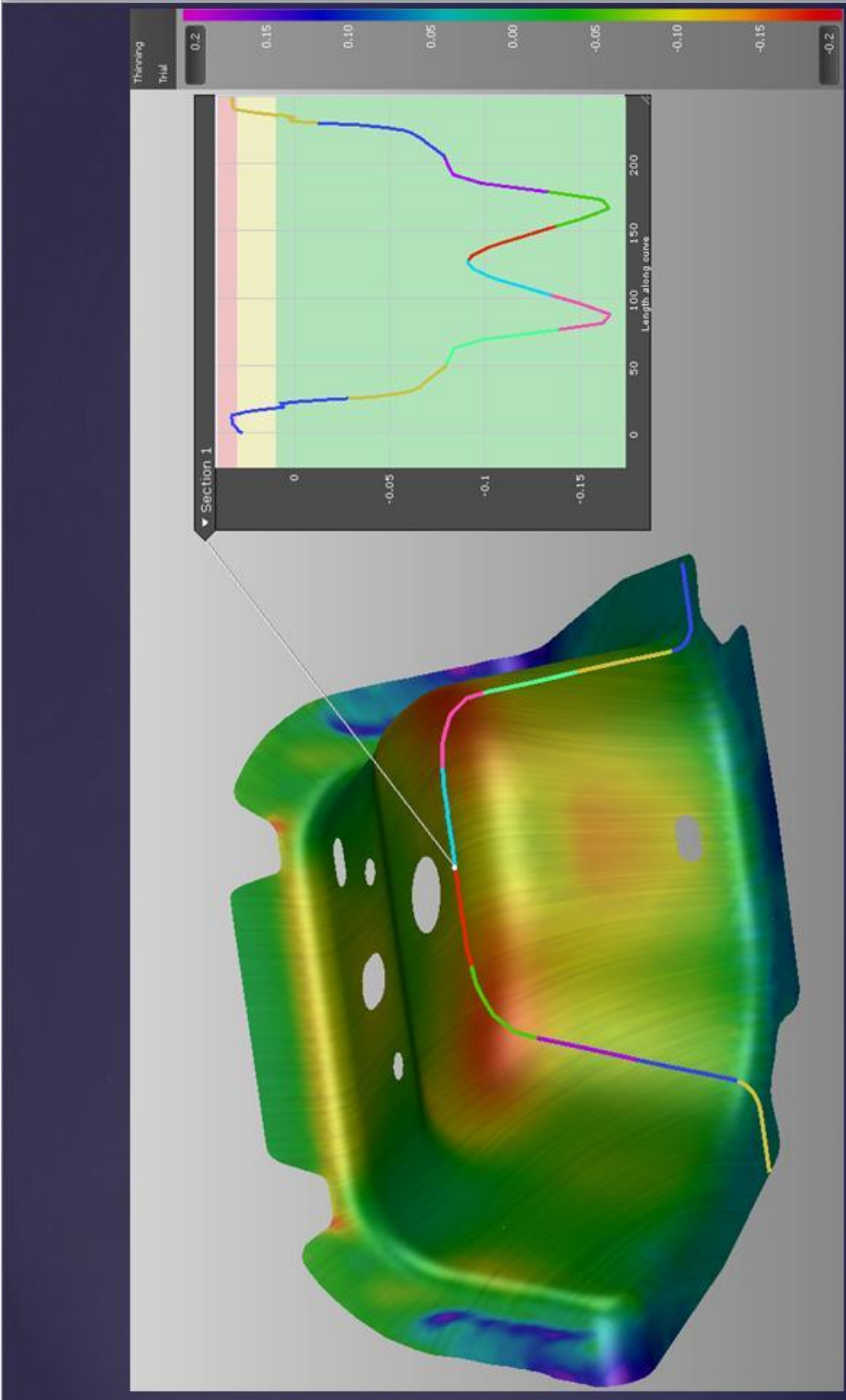


График утонения в сечении Б-Б

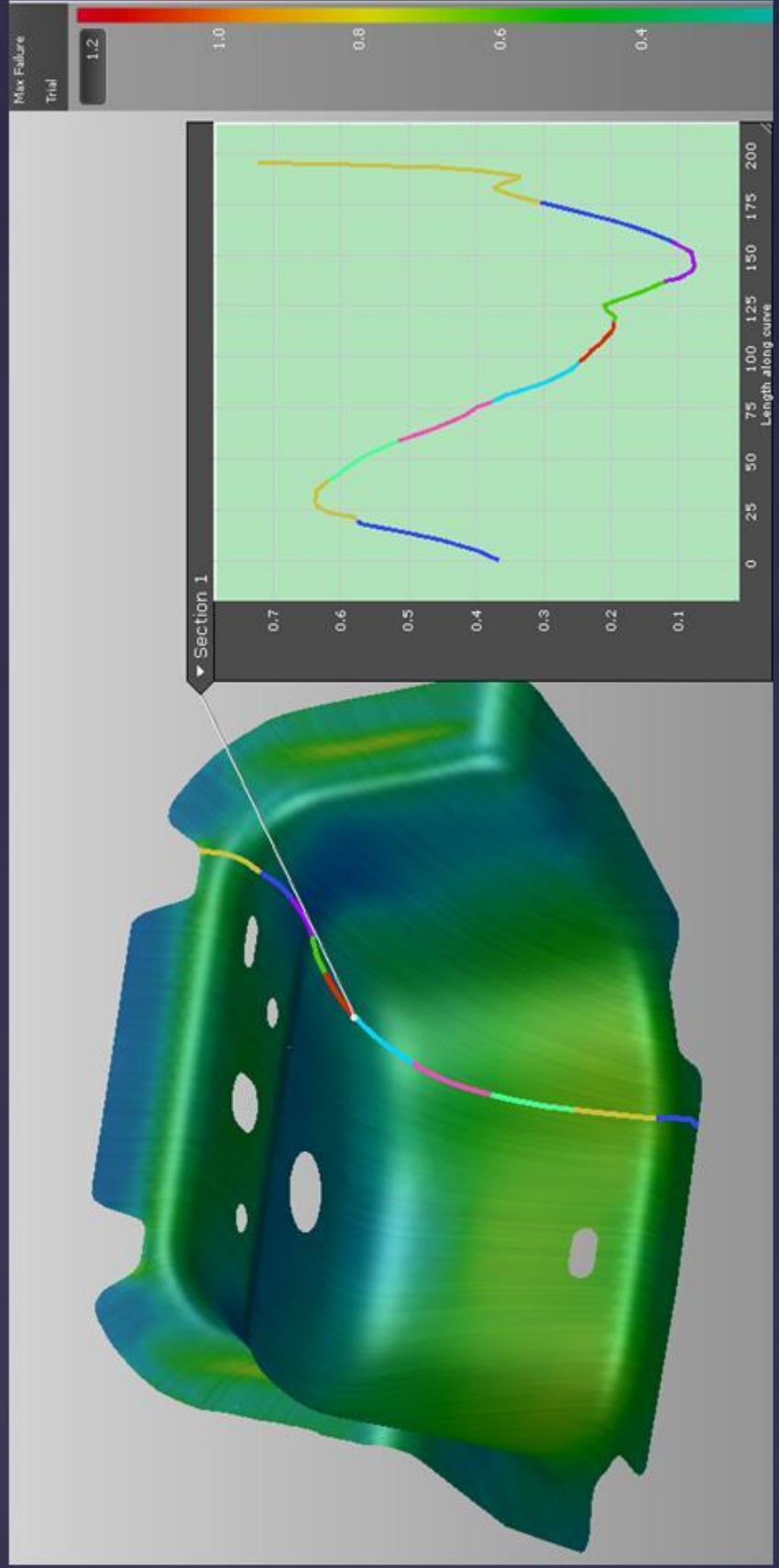


График на разрушение в сечении A-A



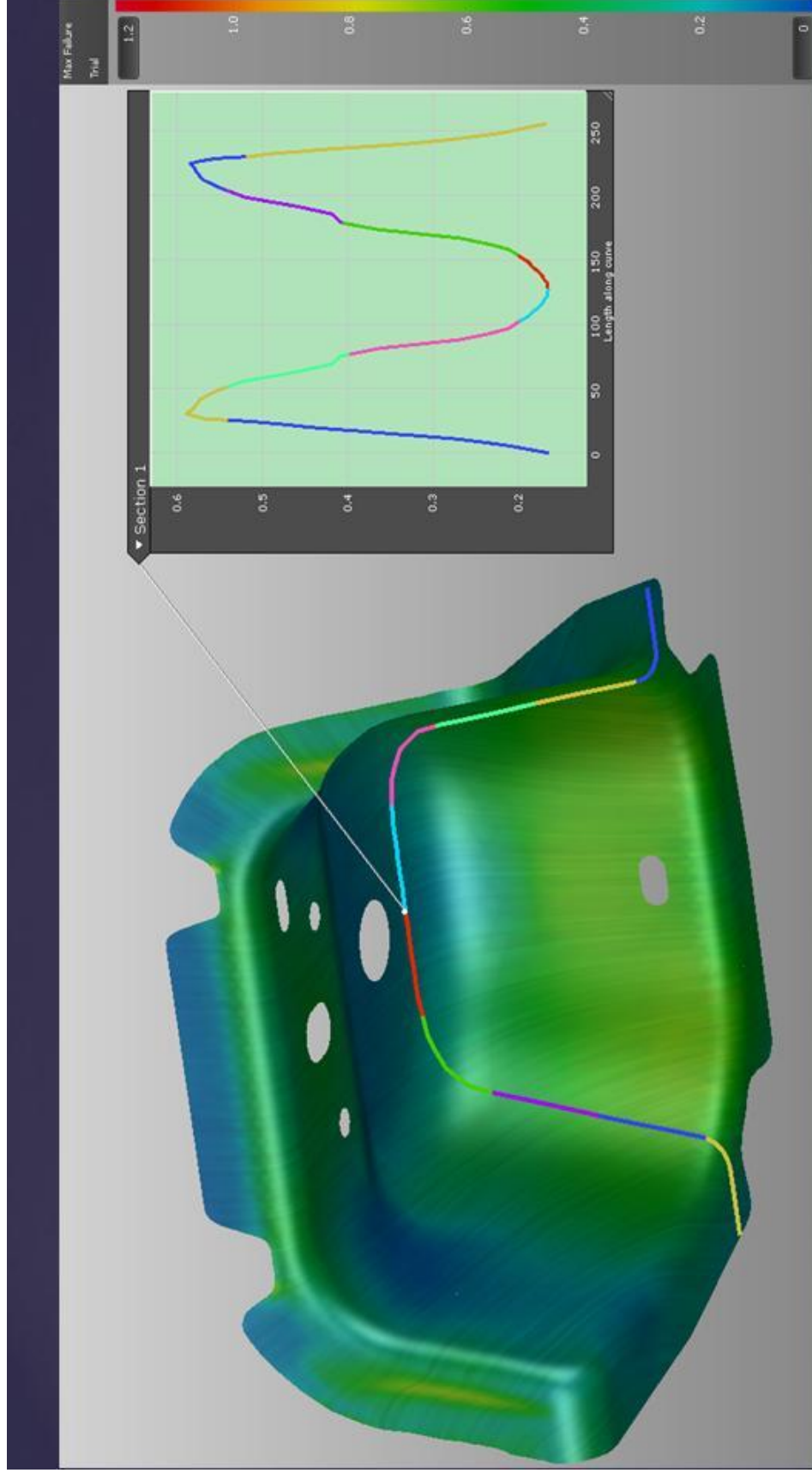


График на разрушение в сечении Б-Б

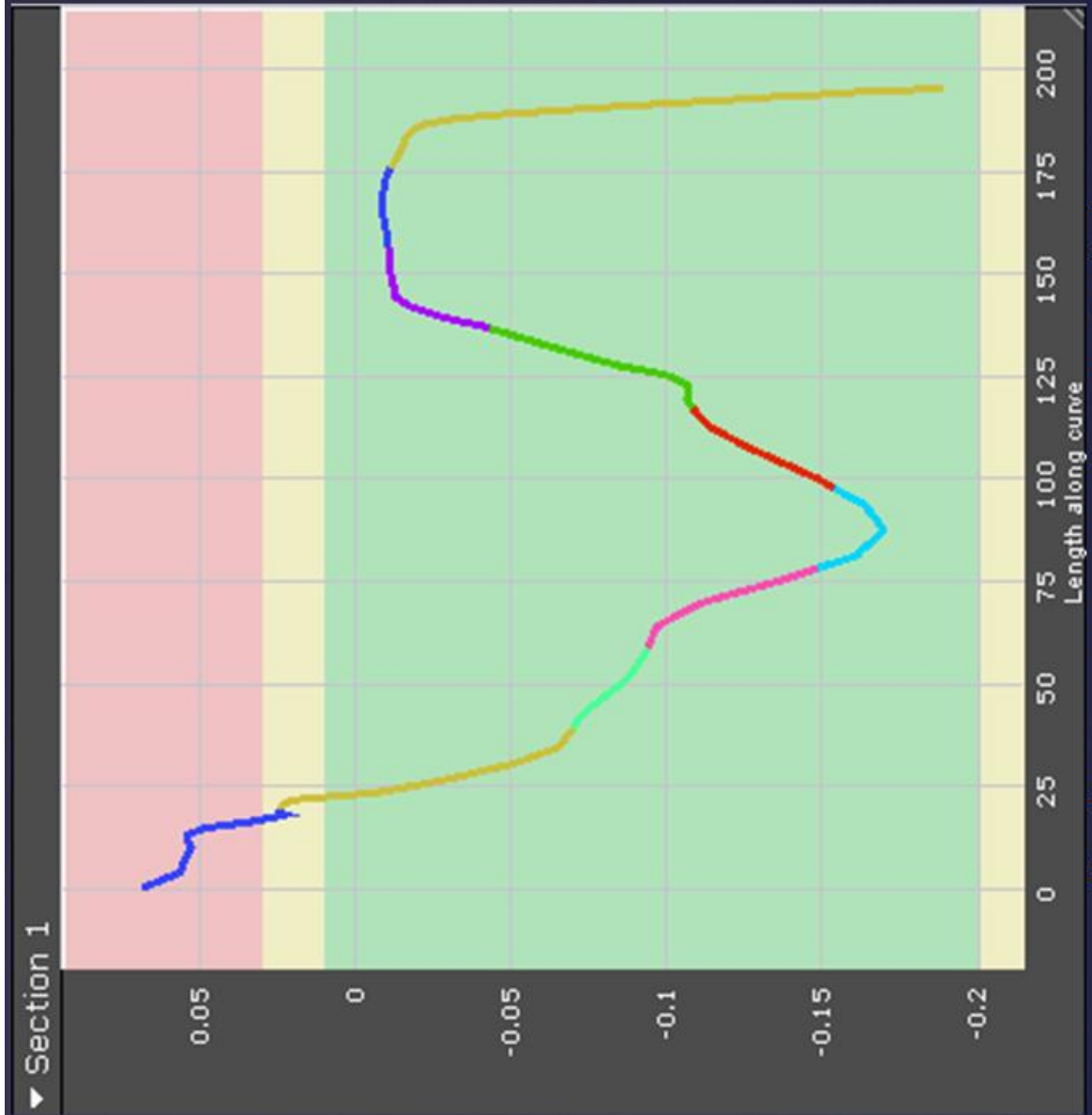


График на утонение в сечении А-А

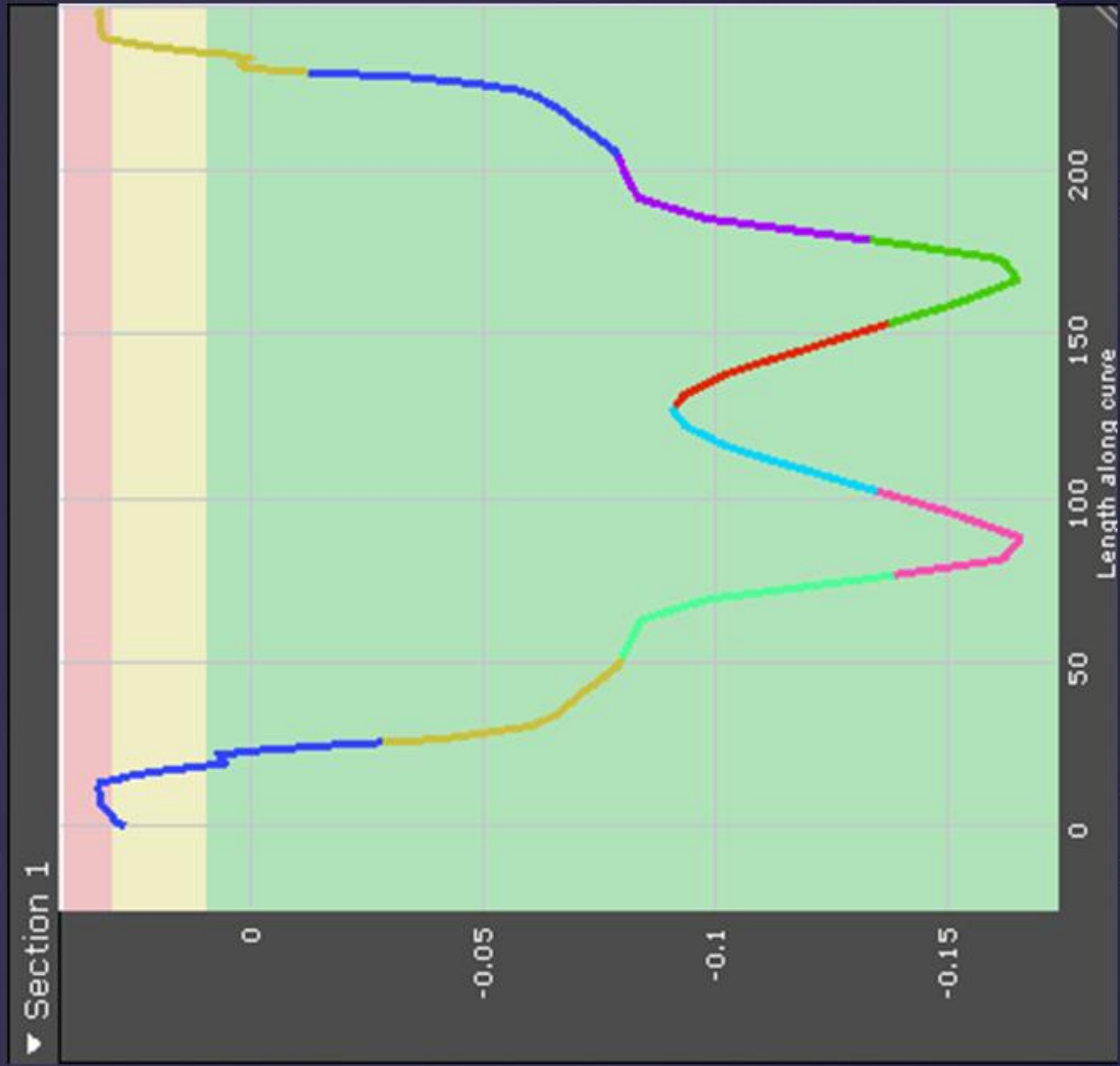
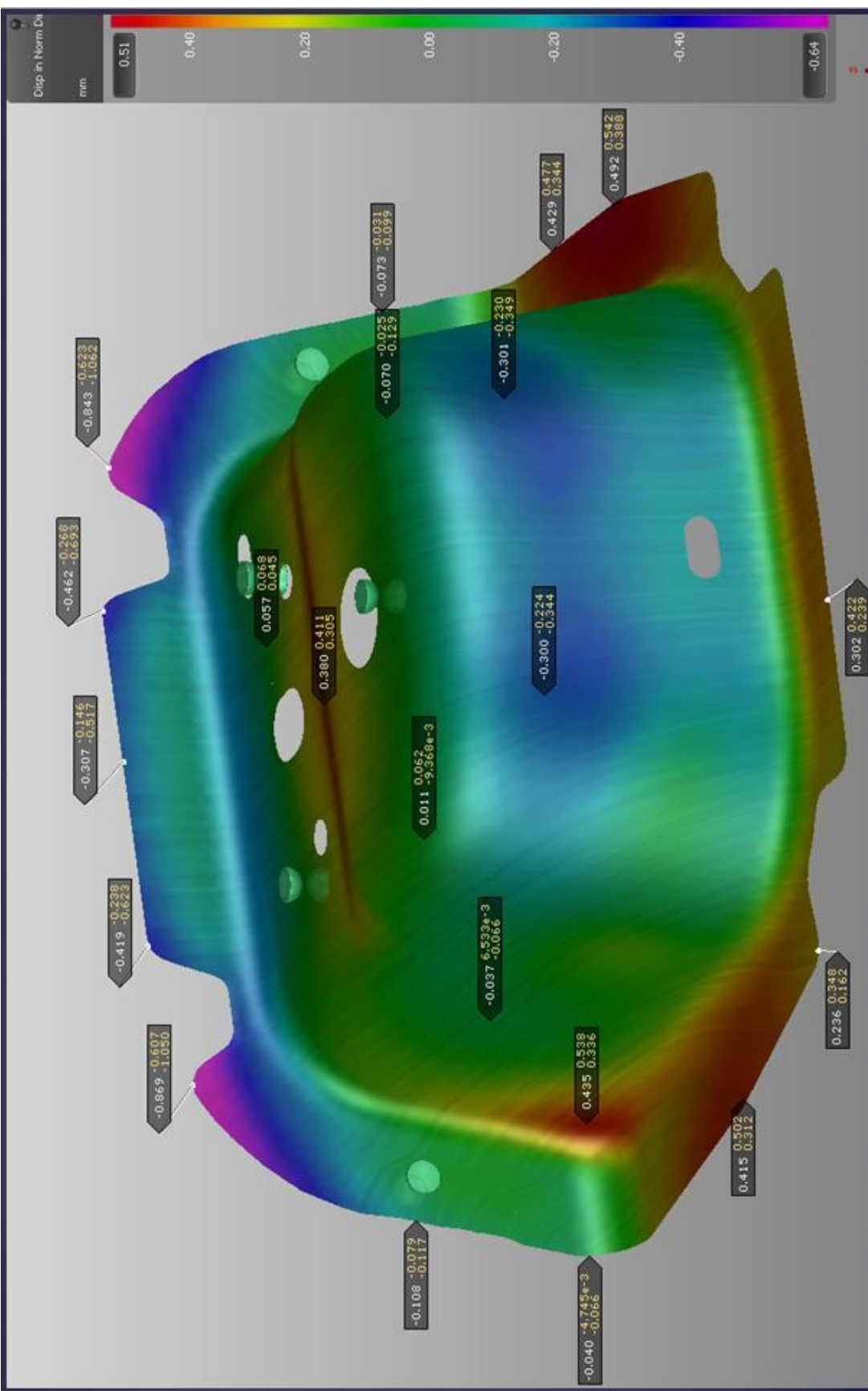
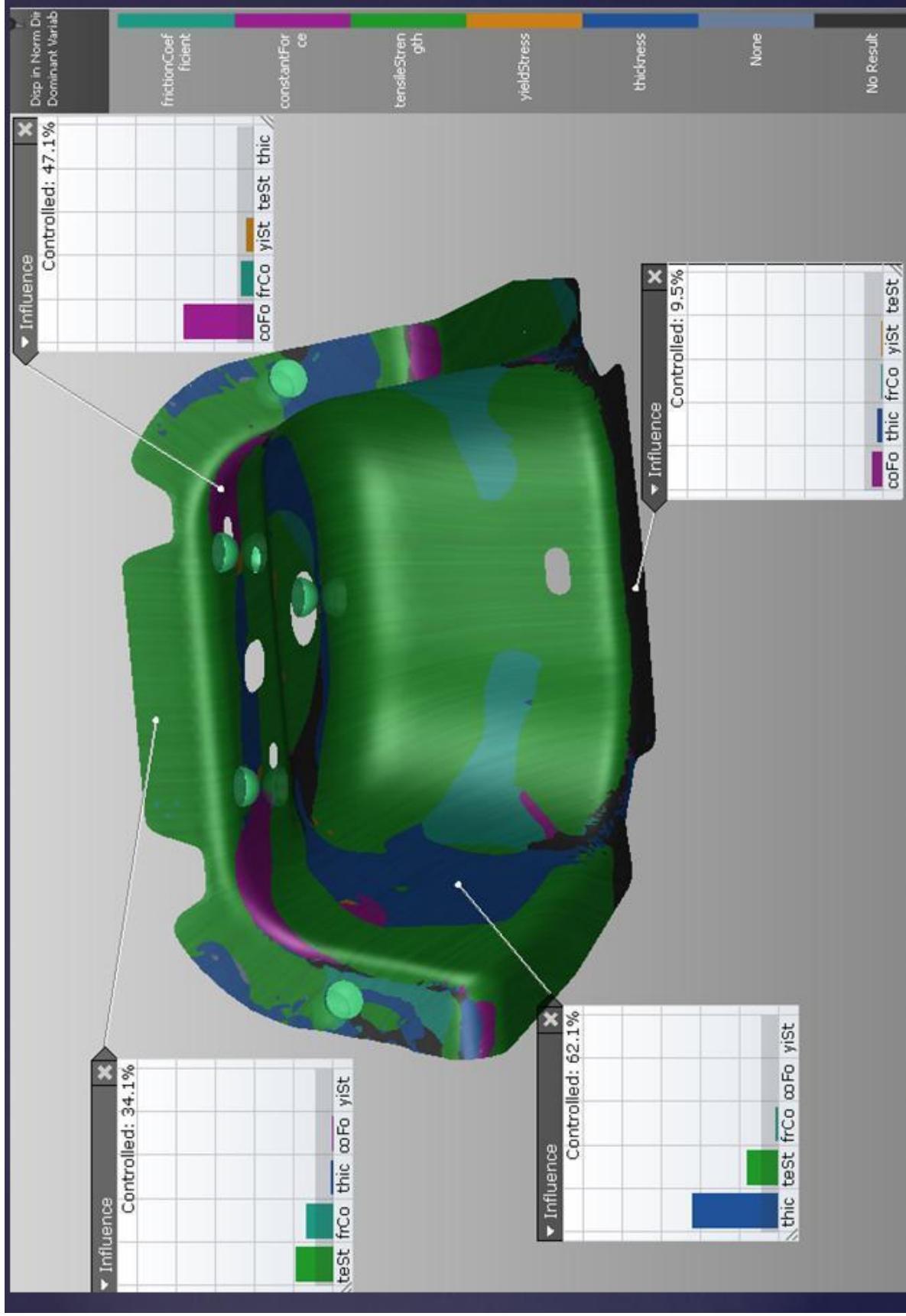


График на утонение в сечении Б-Б



# Анализ пружинения детали



# Влияние параметров на пружинение

# Выводы:

1. Предложена блок-схема алгоритма контроля качества изделий на стадии проектирования.
2. Установлены границы индексов Ср и Срк для разработки устойчивых технологических параметров процесса листовой штамповки.
3. Определены с помощью диаграмм Паретто показатели свойств материалов, параметры технологического процесса и размеров штамповой оснастки определяющие надежность техпроцесса штамповки детали «Накладка заднего крепления сиденья 1-го ряда»
4. Внедрена методика контроля качества штамповки изделий в процессе проектирования технологии.