

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»

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и эскизного проекта
штамповой оснастки для изготовления детали «Брызговик двигателя» в
CAD/CAE-системах

Студент(ка)

Е.С. Глухов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

П.А. Путеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

« » 20 г.

Тольятти 2016

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»

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «СОМДиРП»
_____ В.В. Ельцов
(подпись) (И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент _____ Глухов Илья Вячеславович

1. Тема _____ Разработка технологического процесса и эскизного проекта штамповой оснастки для изготовления детали «Картер масляный» в CAD/CAE - системах _____
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы _____
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____ Базовый технологический процесс изготовления детали, годовая программа выпуска 120000 штук год, материал изделия сталь 08Ю-ОСВ _____
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) _____ Анализ технологических исходных данных, Разработка технологического процесса, Инженерный анализ напряженно-деформированного состояния детали при операции вытяжки, Выбор оборудования и средств автоматизации, Разработка эскизного проекта штампа для вытяжки, Безопасность и экологичность объекта, Экономическая часть _____
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала _____ Эскизный проект штампа для вытяжки план верха, эскизный проект штампа для вытяжки план низа, эскизный проект штампа для вытяжки разрез А-А, эскизный проект штампа для вытяжки разрез Б-Б, сравнительная технология, инженерный анализ процесса вытяжки _____
6. Консультанты по разделам _____ Л.Н. Горина, _____ И.В. Краснопевцева, _____ В.Г. Виткалов _____
7. Дата выдачи задания « ____ » _____ 20 ____ г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

П.А. Путеев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

И.В. Глухов

(И.О. Фамилия)

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»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «СОМДиРП»

_____ В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Студента: _____ *Глухов Илья Вячеславович*

по теме: «Разработка технологического процесса и эскизного проекта
штамповой оснастки для изготовления детали «Картер масляный» в CAD/CAE-
системах»

<i>Наименование раздела работы</i>	<i>Плановый срок выполнения раздела</i>	<i>Фактический срок выполнения раздела</i>	<i>Отметка о выполнении</i>	<i>Подпись руководител я</i>
Анализ технологических показателей исходных данных				
Разработка технологического процесса изготовления детали				

Инженерный анализ напряженно- деформированного состояния детали при операции вытяжки				
Выбор оборудования, средств механизации или автоматизации				
Разработка эскизного проекта конструкция штамповой оснастки				
Безопасность и экологичность технического объекта				
Технико- экономическое обоснование проекта				

*Руководитель выпускной
квалификационной работы*

Задание принял к исполнению

(подпись)

(подпись)

П.А. Путеев

(И.О. Фамилия)

И.В. Глухов

(И.О. Фамилия)

Аннотация

В бакалаврской работе разработана электронная модель детали Брызговик двигателя, проведен детальный анализ технологичности детали и базового технологического процесса. С помощью CAD и CAE систем спроектированы вытяжной переход, рабочие поверхности инструментов, детали штамповой оснастки, предлагаемы технологический процесс. Проведен анализ полученной детали. Выбрано оборудование, средства автоматизации. Проведен анализ безопасности технологического процесса, а также экономическое обоснование изменения базового технологического процесса.

Расчеты, проводимые в данной работе, соответствуют методическим указаниям. Сохранены требования к объемам графического материала и пояснительной записки.

Содержание

Аннотация	1
Введение.....	9
1. Анализ технологических показателей исходных данных.....	11
1.1 Анализ технологичности детали	11
1.2 Анализ возможных технологических процессов изготовления детали.	12
1.3 Определение и анализ технико-экономических показателей выбранного процесса.....	12
1.4 Задачи дипломного проекта.....	13
2. Технологическая часть	14
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса.....	14
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки и определение коэффициента использования металла (КИМ)	16
2.4 Расчет энергосиловых параметров операций техпроцесса.....	18
3. Инженерный анализ напряженно-деформированного состояния детали при операции вытяжка	26
3.1 Построение математических моделей деталей штампа	26
Подготовка моделей к анализу	27
3.3 Создание конечно-элементной сетки и ввод данных для анализа.....	27
3.4 Расчет и вывод полученных данных	30
4. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации.	31
4.1 Выбор типа, расчет основных параметров, определение основных технических характеристик.	31
4.2 Выбор средств механизации или автоматизации, определение основных технических характеристик.	33

4.3 Описание работы штамповочной линии, планировка участка штамповки.	35
5. Конструкторская часть.	38
5.1 Состав и конструкция штамповой оснастки.	38
5.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов.....	38
5.3 Прочностные расчеты деталей штампов.	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Определение числа и расположения упругих элементов.	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Определение центра давления штампов.	Ошибка! Закладка не определена.
5.6 Определение исполнительных размеров инструмента. .	Ошибка! Закладка не определена.
6. Безопасность и экологичность технического объекта	41
6.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта с точки зрения его безопасностных и экологических характеристик	41
6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков, возникающих при производстве, эксплуатации и конечной утилизации технического объекта дипломного проекта	42
6.3 Анализ эффективности предлагаемых методов и технические средства снижения профессиональных рисков	43
6.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	45
6.4.1 Идентификация факторов пожара.....	45
6.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.....	46

6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.....	47
6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	48
6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	49
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	51
7.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов	51
7.2 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов.....	51
7.4 Норма штучного времени на производство единицы продукции определяется по формуле:	54
7.5 Ориентировочная плановая стойкость штамповой оснастки ($T_{и.шт}$) определяется в зависимости от вида штампа, толщины обрабатываемого материала и его твердости.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.6 Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки	54
7.7 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки	54
7.8 Расчет капитальных вложений	55
7.9 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали	56
7.10 Структура себестоимости.....	58
7.11 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....	58
7.12 Заключение	59
Заключение	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	61

Введение

Обработка материалов давлением имеет широкое распространение во многих отраслях промышленности. Машиностроительные предприятия не являются исключением, так как подавляющее большинство деталей в автомобиле получают именно с помощью этих операций.

Такое обширное использование ОМД обуславливается тем, что получаемые изделия обладают характеристиками, как разнообразие форм, прочность, высокая чистота поверхности, возможность получения глубоких и полых деталей, однородность толщины стенок и все это при относительной легкости, как раз необходимыми для деталей транспортных средств.

Однако достижение таких свойств обеспечивается кропотливой работой инженеров, а также использования ими методов компьютерного моделирования. Это позволяет во много сократить расходы и время затрачиваемое на проведение практических экспериментов.

Использование программы компьютерного моделирования NX 9.0 позволяет создать точную трехмерную модель будущей детали, визуализировать отображение цвета модели, используя библиотеку материалов, в несколько шагов создавать чертежи детали в различных проекциях, на любом этапе проверить различные параметры, такие как размеры, масса, объем.

После моделирования детали используют следующий программный продукт LS-DYNA. Он в свою очередь позволяет спроектировать технологический процесс. Задание любых поверхностей инструментов и заготовок, развиваемых усилий, скоростей, точное их расположение, позволяет не ограничивать многообразие производимых деталей и оборудования, используемого для этого. Процесс можно отобразить в виде пошагового движения инструмента и его воздействия на заготовку. После получения готовой детали проверить многие факторы, влияющие на качество.

Эти возможности значительно ускоряют и снижают затраты на процесс моделирования.

Целью бакалаврской работы является уменьшение себестоимости изделия путём проектирования рациональной формы заготовки.

1. Анализ технологических показателей исходных данных

1.1 Анализ технологичности детали

Деталь «Брызговик двигателя» крепится снизу автомобиля и служит для защиты двигателя и важных узлов автомобиля от механического воздействия окружающей среды, таких как неоднородность дорожного полотна, различного мусора, а также пыли, грязи и влаги, которые могут нарушить правильное функционирование мотора.

Данная деталь изготавливается из стальной ленты 08Ю, толщиной 2 мм.

Механические свойства листовой стали 08Ю:

- сопротивление срезу $\sigma_{ср} = 250 \text{ МПа} = 25 \text{ кгс/мм}^2$
- предел прочности $\sigma_{в} = 290 \text{ МПа} = 29 \text{ кгс/мм}^2$
- относительное удлинение $\delta - 42\%$

Брызговик двигателя представляет собой относительно несложную симметричную деталь, что отвечает требованиям технологичности при вытяжке полых деталей.

1. на поверхности детали отсутствуют гофры, складки, царапины, задиры от штамповки;
2. полученная путем моделирования технологического процесса деталь соответствует размерам и форме, представленным на чертеже;
3. малые упругие деформации, что представлено на диаграмме;
4. обеспечена необходимая прочность и жесткость, при минимальном расходе металла;
5. минимальные радиусы закруглений в отходной части 6мм, в детали 10мм при толщине металла в 2мм;
6. отсутствуют острые углы в плане и у дна детали;
7. сопряжения сторон наружного контура выполнены с закруглениями только при вырубке детали по всему контуру.

Заключение

Выполнив детальный анализ пространственной формы, а также размеров детали, можно сделать вывод о том, что данная деталь удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям, а, следовательно, является технологичной.

1.2 Анализ возможных технологических процессов изготовления детали.

Возможный технологический процесс представляет собой 4 последовательные операции, которые позволяют получить деталь «Брызговик двигателя». Выполняется на многопозиционном прессе-автомате “Muller Weingarten” MW-1700.

Операция 10 – Вырубка заготовки

На данном этапе заготовка вырубается из ленты 08Ю, толщиной 2мм.

Операция 20 – Вытяжка

Получение основной формы детали и подштамповок на ней путем деформирования плоской заготовки.

Операция 30 – Пробивка отверстия

Выполнения овального отверстия, предназначенного для удобного удаления масла, без необходимости демонтажа детали «Брызговик двигателя».

Операция 40 – Обрезка фланца

Последняя операция, на которой получается окончательный контур детали, путем обрезки отхода от предыдущих операций.

1.3 Определение и анализ технико-экономических показателей выбранного процесса

Выполнив анализ базового технологического процесса изготовления детали типа «Брызговик двигателя» были выявлены не рациональные размеры заготовки, что приводит к большей стоимости изготовления детали, а также возможное улучшение качества получаемого изделия путем изменения формы заготовки.

1.4 Задачи дипломного проекта

Определив и проанализировав недостатки базового технологического процесса, были поставлены следующие задачи:

1. Разработать электронную модель изделия;
2. Провести анализ базовой технологии;
3. Определить параметры раскроя;
4. Определить энергосиловые параметры;
5. Провести анализ разработанного техпроцесса в САЕ;
6. Выбрать оборудование и средства автоматизации;
7. Разработать эскизный проект штампа для вытяжки;
8. Провести анализ безопасности проекта;
9. Провести экономический анализ базового и проектного процесса изготовления детали.

2. Технологическая часть

2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Проектируемый технологический процесс выполняется на

Операция 10 – Вырубка заготовки

Получение заготовки на вырубном штампе

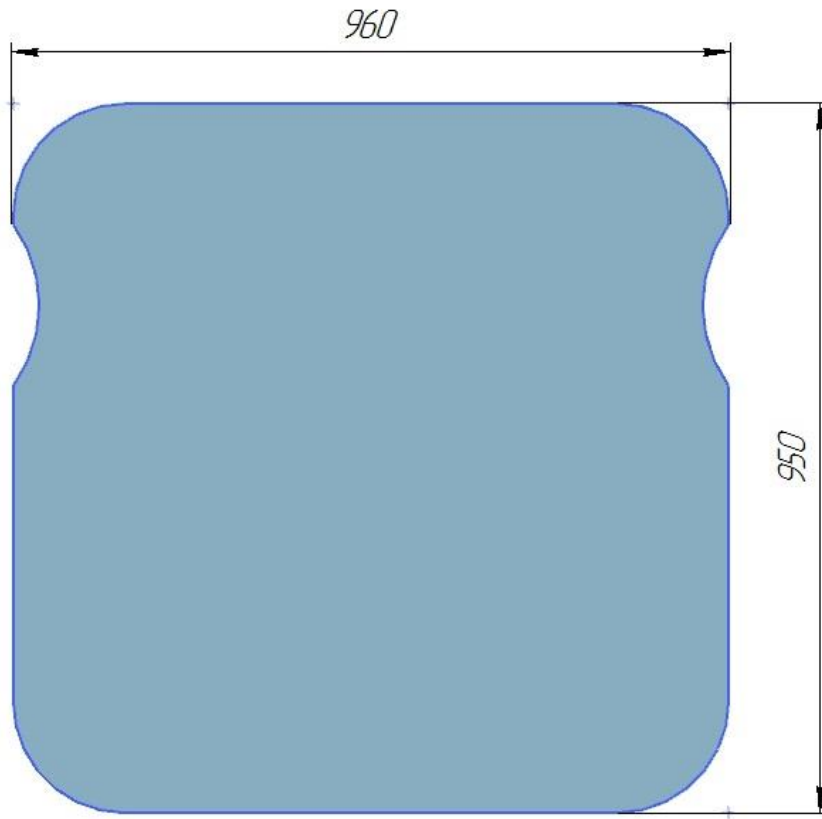


Рисунок 1 – Заготовка

Операция 20 – Вытяжка

Получение основной формы детали и подштамповок на ней путем деформирования плоской заготовки.



Рисунок 2 – Операция вытяжки

Операция 30 – Пробивка отверстия

Выполнения овального отверстия, предназначенного для удобного удаления масла, без необходимости демонтажа детали «Брызговик двигателя».

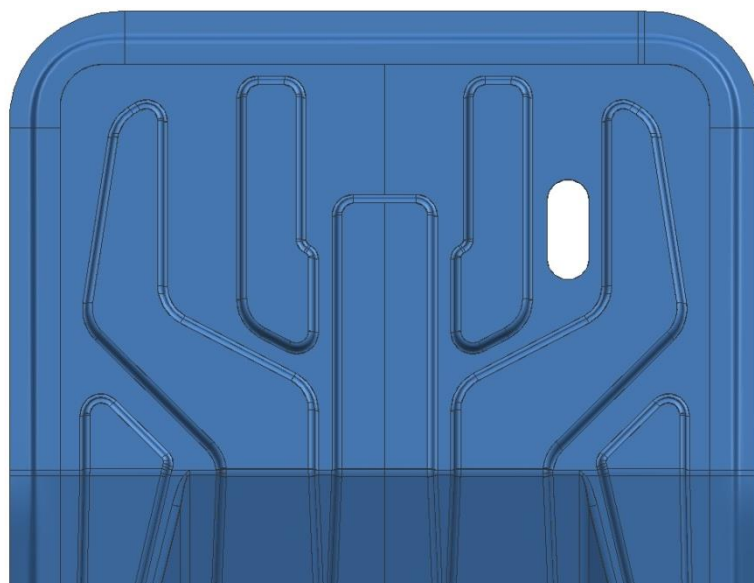


Рисунок 3 – Операция пробивки

Операция 40 – Обрезка фланца

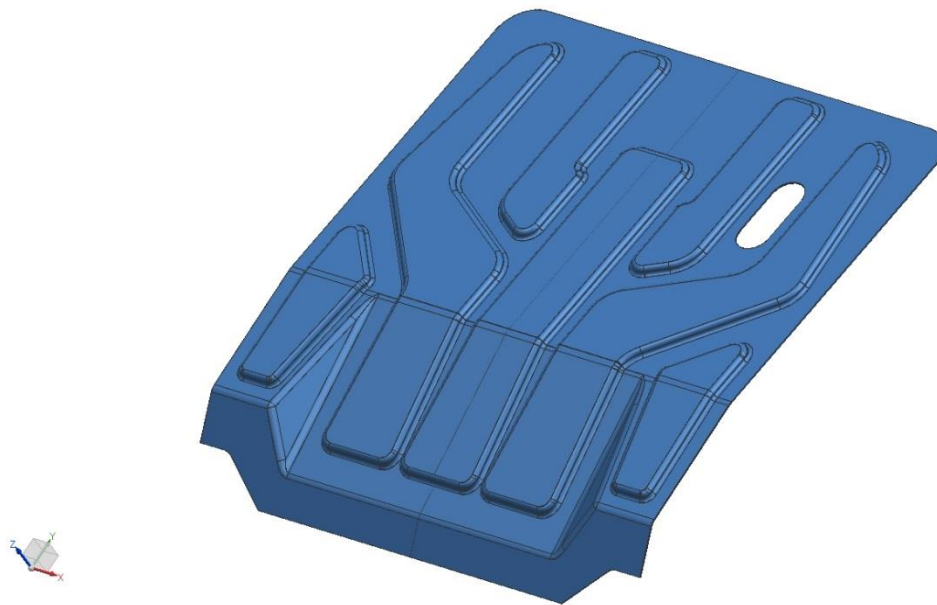


Рисунок 4 – Операция обрезки

Последняя операция, на которой получается окончательный контур детали, путем обрезки отхода от предыдущих операций.

2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки и определение коэффициента использования металла (КИМ)

Размеры заготовки определяются исходя из учета длины максимального продольного и поперечного сечения детали, а также технологических припусков, необходимых для возможности выполнения операции.

Размеры сечений детали будут произведены с помощью программного продукта Siemens NX 9.0



Рисунок 5 – Определение ширины

Поперечное сечение детали

Прибавив 15% длины поперечного сечения, получаем ширину будущей заготовки:

$$L = 833 + (833 \cdot 0,1) = 960 \text{ мм}$$



Рисунок 6 – Определение длины

Продольное сечение детали

Прибавив 15% длины поперечного сечения, получаем ширину будущей заготовки:

$$L = 825 + (825 \cdot 0,15) = 950 \text{ мм}$$

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что заготовка должна иметь размеры 960х950

Размеры заготовки предложенного технологического процесса

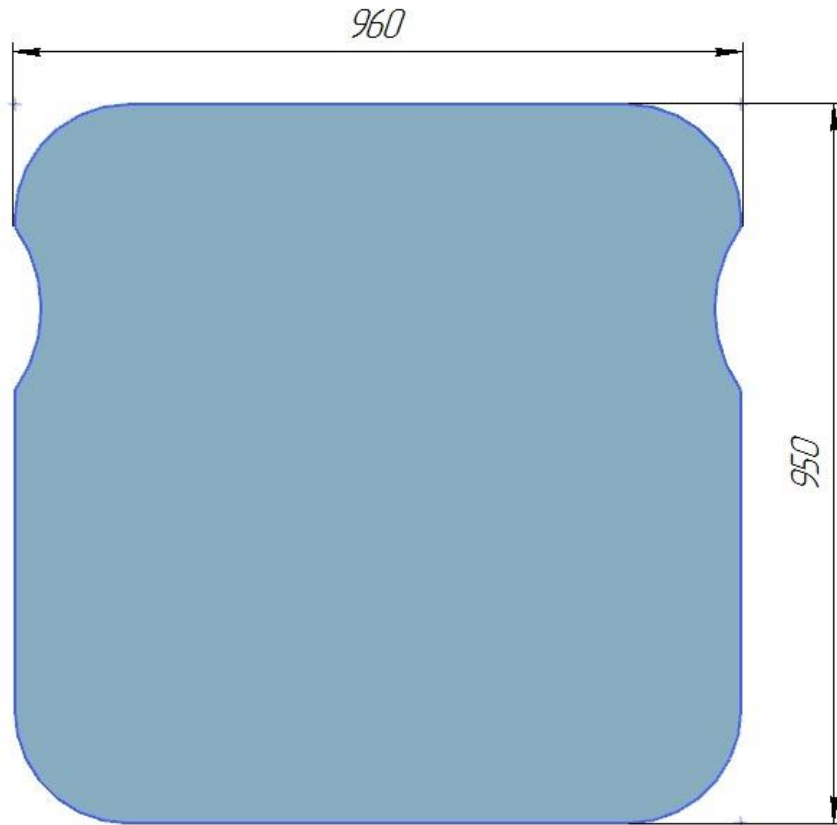


Рисунок 7 – Размеры заготовки

2.4 Расчет энергосиловых параметров операций техпроцесса

Определение длин линии резки, а также периметра вытяжного проема осуществляется с помощью программного продукта Siemens NX 9.0

Операция 10 Вырубка заготовки

Осуществляется на вырубном штампе из листа материал 08ю толщина 2мм

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k$$

P – Усилие вырубки

L – Длина линии резки

S – Толщина материала

σ_{cp} – Сопротивление резу

k – Коэффициент учитывающий неоднородность материала и затупление режущих кромок

$$P = 3592 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,3 = 2334 \text{ кН} = 2,3 \text{ МН}$$

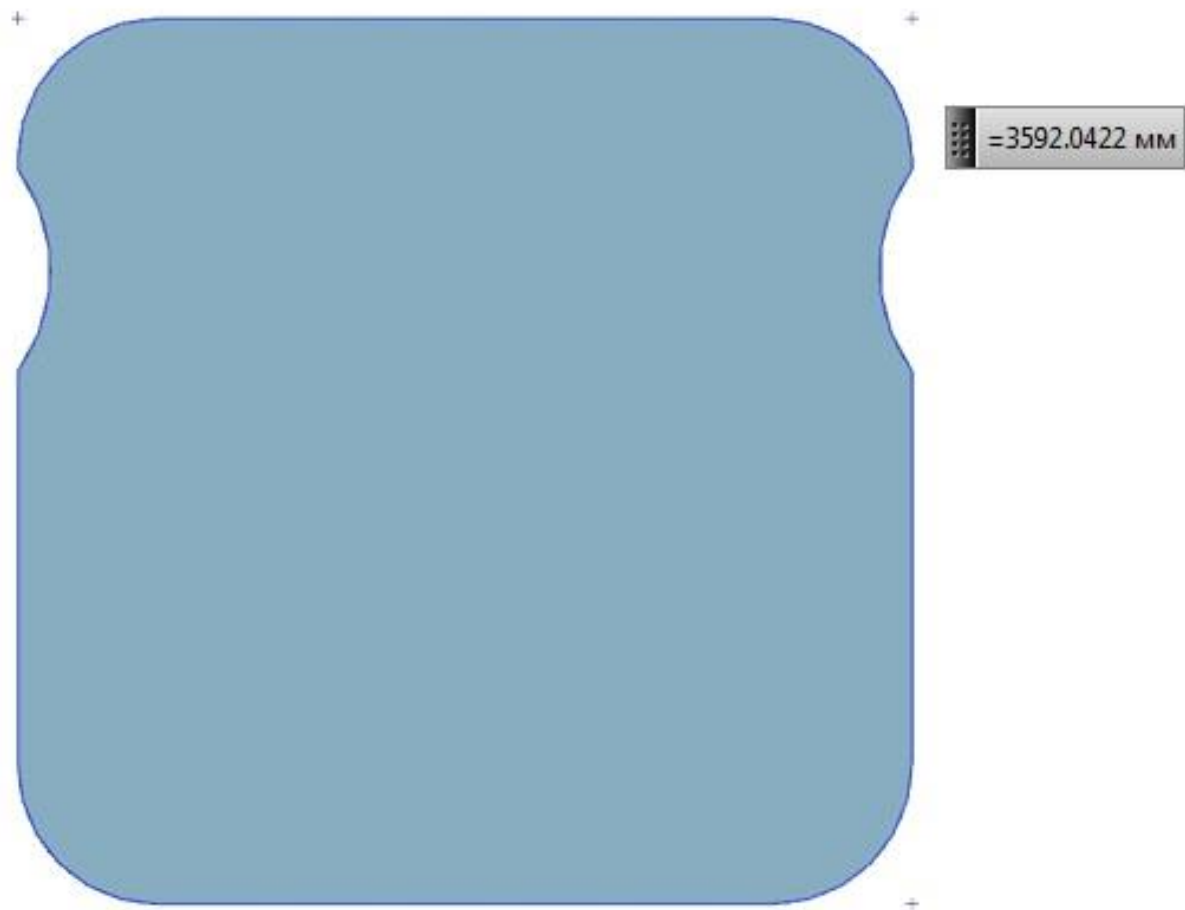


Рисунок 8 – Длина линии реза

Операция 20 Вытяжка

Осуществляется на вытяжном штампе

$$P = \Pi \cdot S \cdot \sigma_b \cdot k_h$$

Π – периметр вытяжного проема

S – Толщина материала

σ_b – Предел прочности

k_h - Коэффициент

$$P = 3247 \cdot 2 \cdot 29 \cdot 1,5 = 2843 \text{ кН} = 2,8 \text{ МН}$$

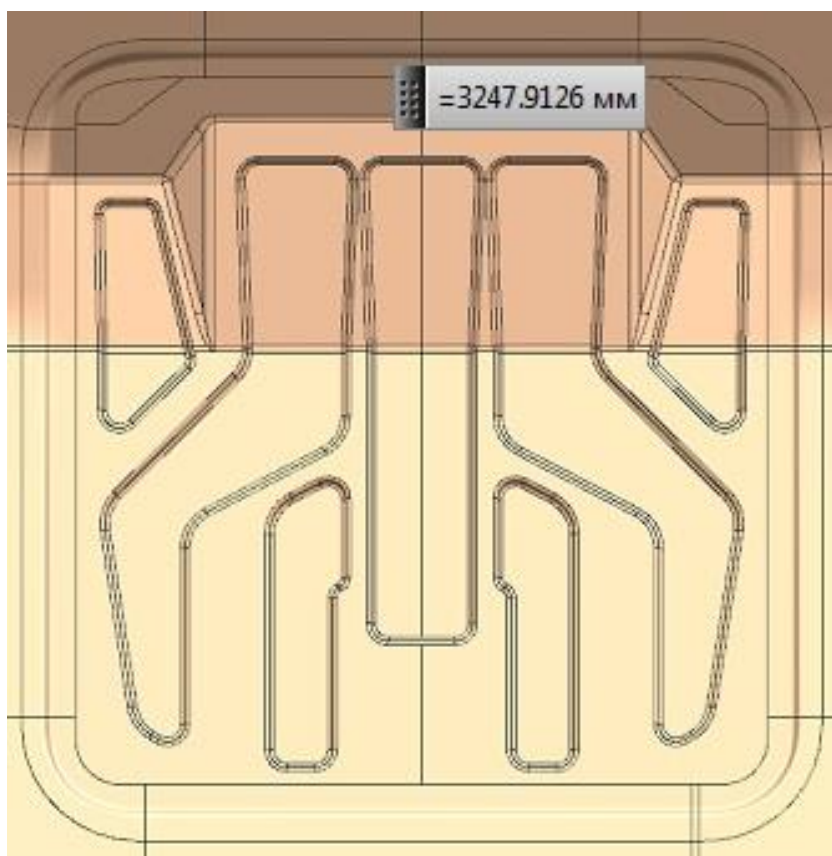


Рисунок 9 – Периметр вытяжного проема

Усилие давления прижима

$$Q = F \cdot q$$

Где F - площадь заготовки под прижимом;

q - удельное давление прижима для мягкой стали.

$$Q = 371217 \cdot 0,2 = 739 \text{ кН}$$

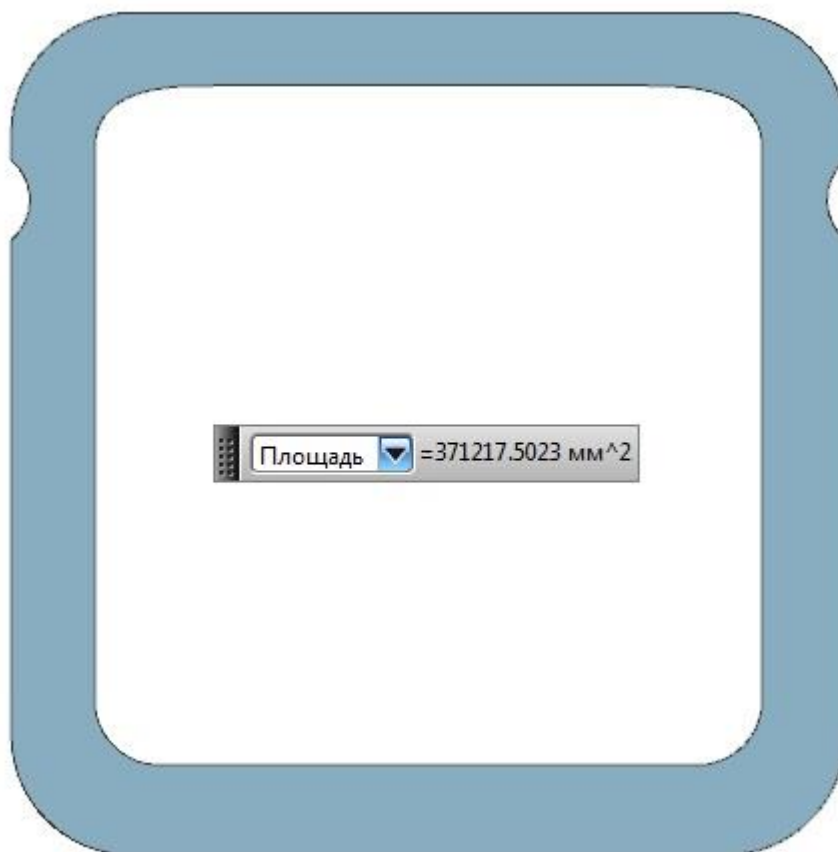


Рисунок 10 – Площадь заготовки под прижимом

Суммарное усилие операции вытяжка

$$P_{\text{сум}} = P + Q$$

$$P_{\text{сум}} = 2843 + 739 = 3582 \text{ кН} = 3,6 \text{ МН}$$

Операция 30 Пробивка отверстия

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k$$

P – Усилие пробивки

L – Длина линии резки

S – Толщина материала

$\sigma_{\text{ср}}$ – Сопротивление резу

k – Коэффициент учитывающий неоднородность материала и затупление режущих кромок

$$P = 297 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,3 = 195 \text{ кН}$$

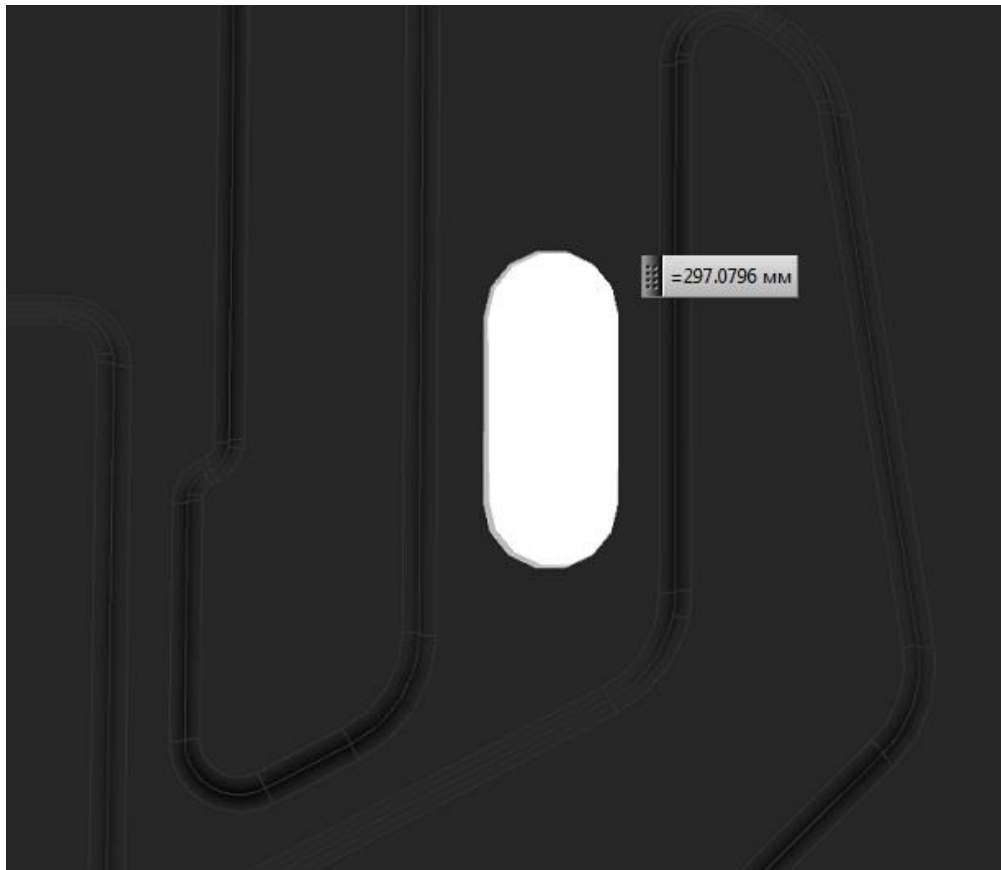


Рисунок 11 – Длина линии реза пробиваемого отверстия

Операция 40 Обрезка фланца

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k$$

P – Усилие обрезки

L – Длина линии обрезки

S – Толщина материала

$\sigma_{\text{ср}}$ – Соппротивление резу

k – Коэффициент учитывающий неоднородность материала и затупление режущих кромок

$$P = 3041 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,3 = 1976 \text{ кН} = 1,98 \text{ МН}$$

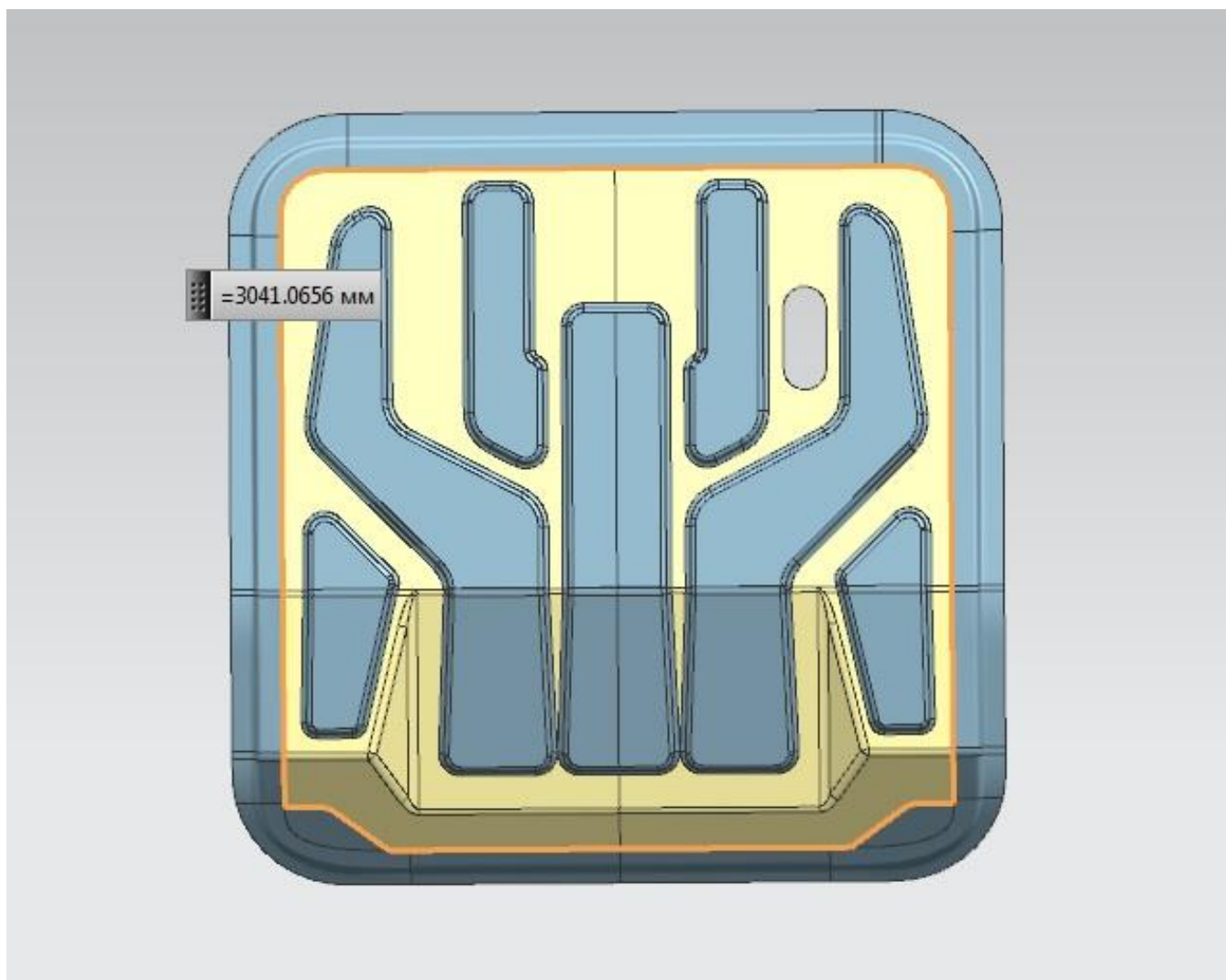


Рисунок 12 – Длина линии обрезки фланца

2.4.2 Определение работы

Операция 10 Вырубка заготовки

Работа вырубки вычисляется по формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}$$

Где $x = 0,5$ – коэффициент, определяемый из соотношения,

$x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$ ($P_{\text{ср}}$ -усреднённое усилие вырубки, выбираем по таблице);

$P = 2642 \text{ кН}$ – усилие вырубки;

$S = 2\text{мм}$ – толщина материала;

$$A = 0.65 \cdot \frac{2642 \cdot 2}{1000} = 3,44\text{кДж}$$

Операция 20 Вытяжка

Работа вытяжки вычисляется по формуле:

$$A = C \cdot \frac{P \cdot h}{1000};$$

Где $C = 0,7$ – значение коэффициента по опытным данным.

$h = 125\text{мм}$ – максимальная глубина вытяжки;

$P = 2843\text{кН}$ - усилие вытяжки;

$$A = 0.7 \cdot \frac{3582 \cdot 125}{1000} = 313\text{кДж}$$

Операция 30 Пробивка отверстия

Работа вырубки вычисляется по формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}$$

Где $x = 0,65$ – коэффициент, определяемый из соотношения,

$x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$ ($P_{\text{ср}}$ -усреднённое усилие вырубки, выбираем по таблице);

$P = 195\text{кН}$ – усилие пробивки;

$S = 2\text{мм}$ – толщина материала;

$$A = 0.65 \cdot \frac{195 \cdot 2}{1000} = 0,25\text{кДж}$$

Операция 40 Обрезка фланца

Работа обрезки фланца вычисляется по формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}$$

Где $x = 0,5$ – коэффициент, определяемый из соотношения,

$x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$ ($P_{\text{ср}}$ -усреднённое усилие вырубки, выбираем по таблице);

$P = 457,2 \text{ кН}$ – усилие обрезки;

$S = 1,2 \text{ мм}$ – толщина материала;

$$A = 0,65 \cdot \frac{1975 \cdot 2}{1000} = 6,36 \text{ кДж}$$

3. Инженерный анализ напряженно-деформированного состояния детали при операции вытяжка

3.1 Построение математических моделей деталей штампа

Для того чтобы провести анализ спроектированного технологического процесса были спроектированы тела рабочих инструментов. Для этих целей использовался программный продукт Siemens NX 9.0, в котором с нуля были построены электронные модели тел пуансона, матрицы и прижима.

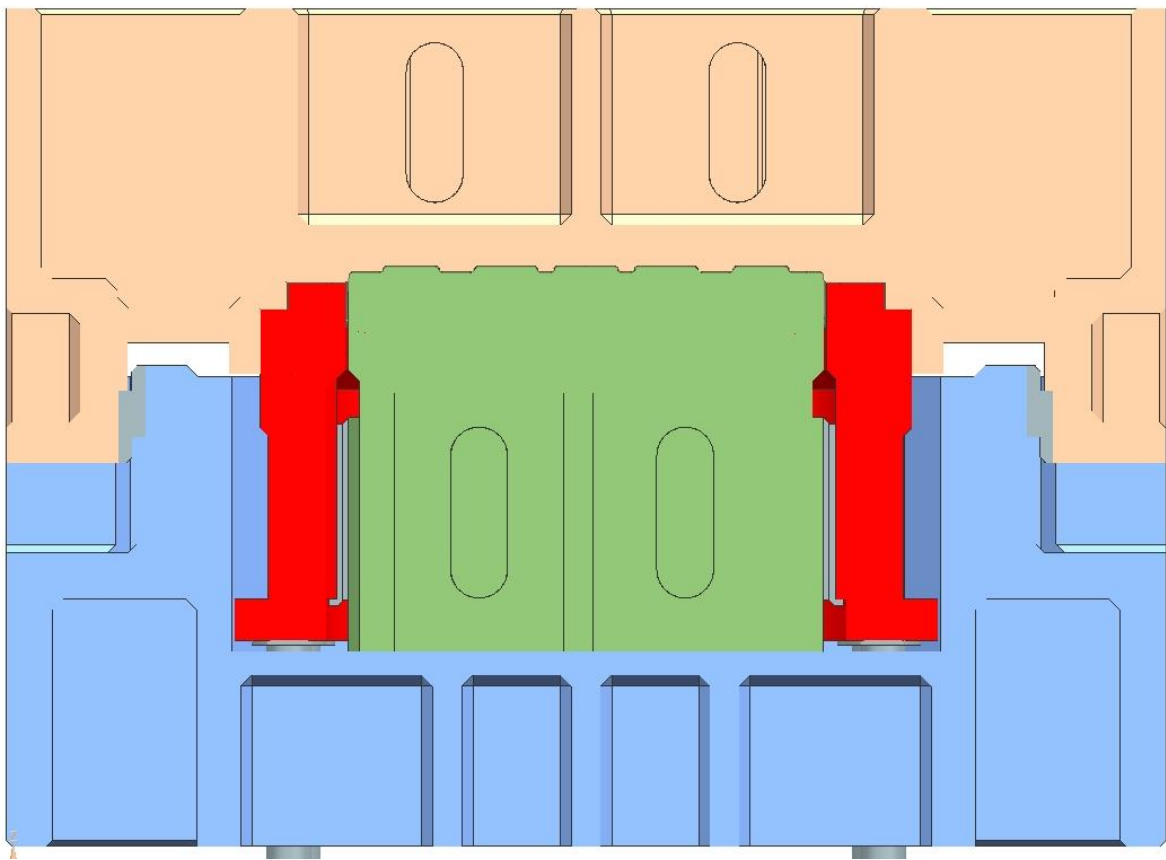


Рисунок 12 – Штамп для вытяжки

Также была спроектирована заготовка, которая представляет собой поверхность, с заданными размерами. Толщина заготовки будет задаваться на следующих этапах.

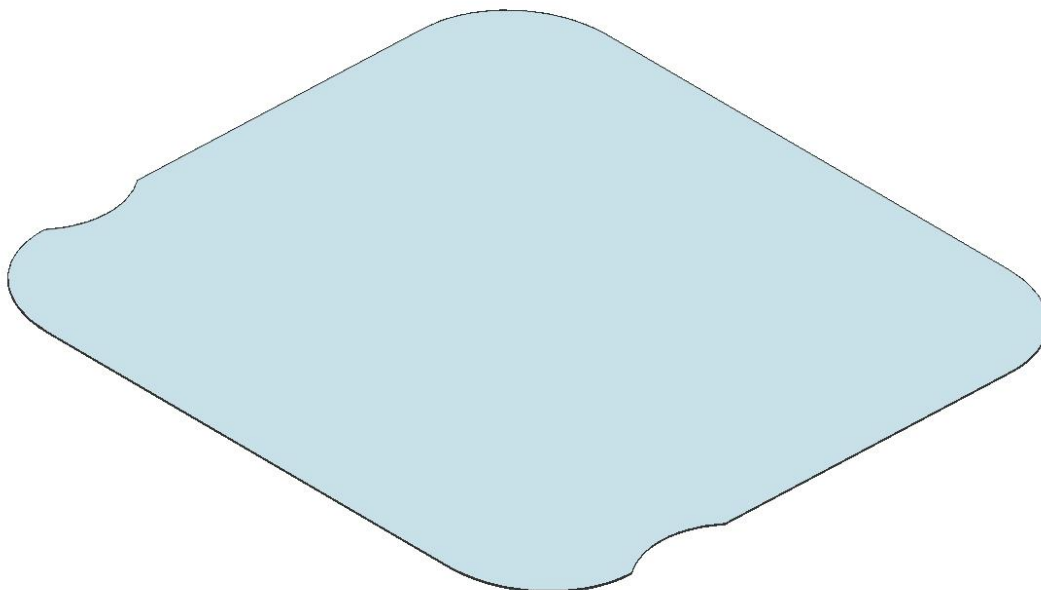


Рисунок 13 – Модель заготовки

Подготовка моделей к анализу

Следующим этапом была подготовка моделей к анализу, а именно экспорт рабочих поверхностей инструмента и заготовки в файлы формата IGES. Осуществлялся экспорт только поверхностей, непосредственно контактирующих с заготовкой, так как другие поверхности тел не участвуют в операции, а так же буду усложнять дальнейшие этапы анализа.

3.3 Создание конечно-элементной сетки и ввод данных для анализа

Следующим программным продуктом, который позволит подробно задать все параметры рабочих инструментов, заготовки и моделируемой операции является программный продукт LS-PrePost 2.4. В эту программу по очереди импортировались полученные на предыдущем этапе поверхности рабочих инструментов и заготовки. Сначала они представляют собой линии геометрии спроектированных тел. Каждой из них присваивается определенный размер конечных элементов, который в дальнейшем влияет не только на эстетичность отображения полученных поверхностей, но и на течение процесса. Программа будет просчитывать движение каждого конечного элемента, и для ускорения расчета процесса было принято решение в

радиусных частях задать необходимый размер конечных элементов, а на плоских поверхностях использовать более крупные.

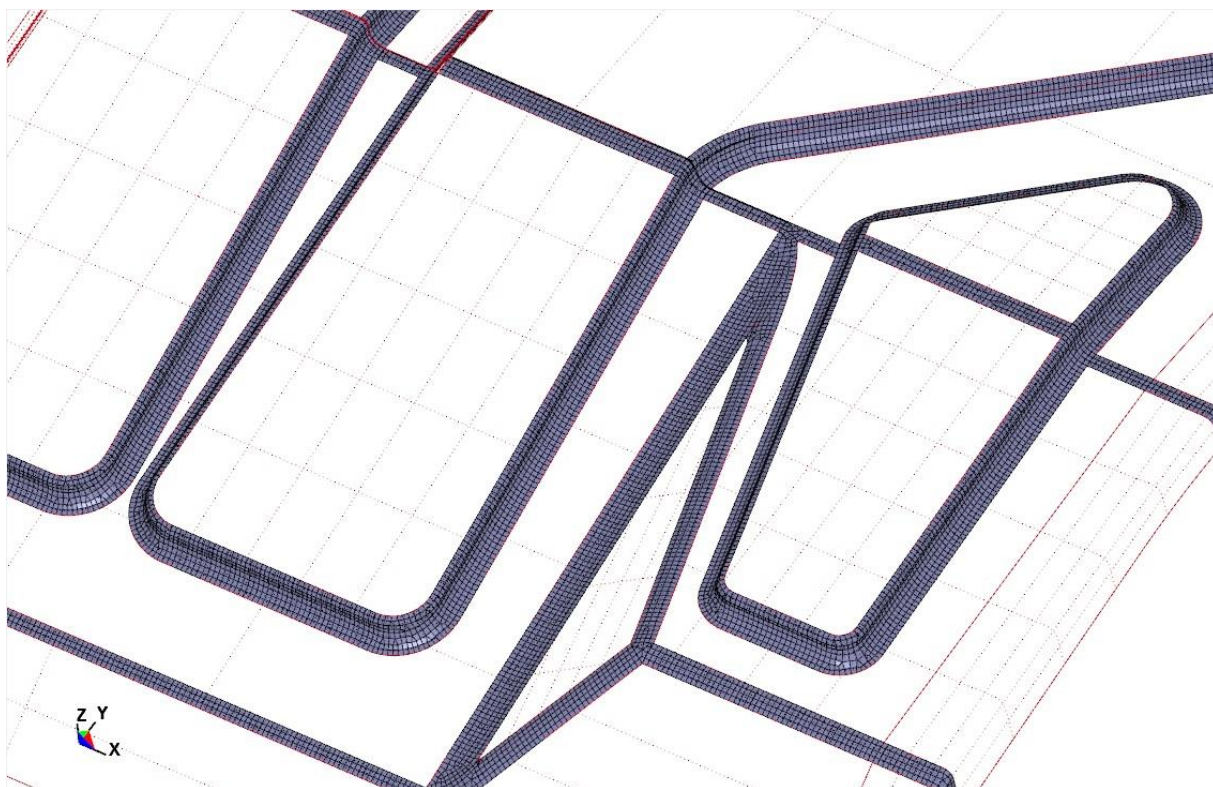


Рисунок 14 – Различное отображение сетки на радиусных частях

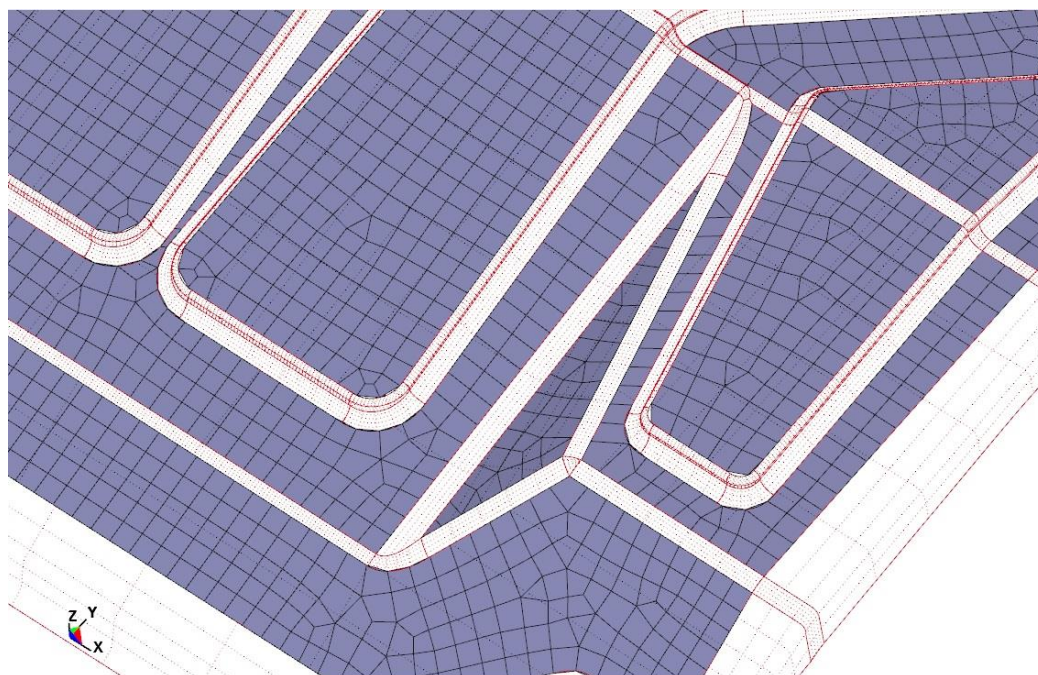


Рисунок 15 – Сетка на прямых участках

После подготовки рабочего инструмента необходимо задать параметры заготовки. Размер конечных элементов необходимо задать сопоставимым с наименьшим размером на рабочих поверхностях. Во вкладке заготовка выбирается необходимая поверхность, задается толщина и материал.

Задаются рабочие инструменты, выбирая из поверхностей, полученных на предыдущем этапе. Также задается их положение и коэффициент трения.

Задаются позиции матрицы, пуансона, прижима и заготовки.

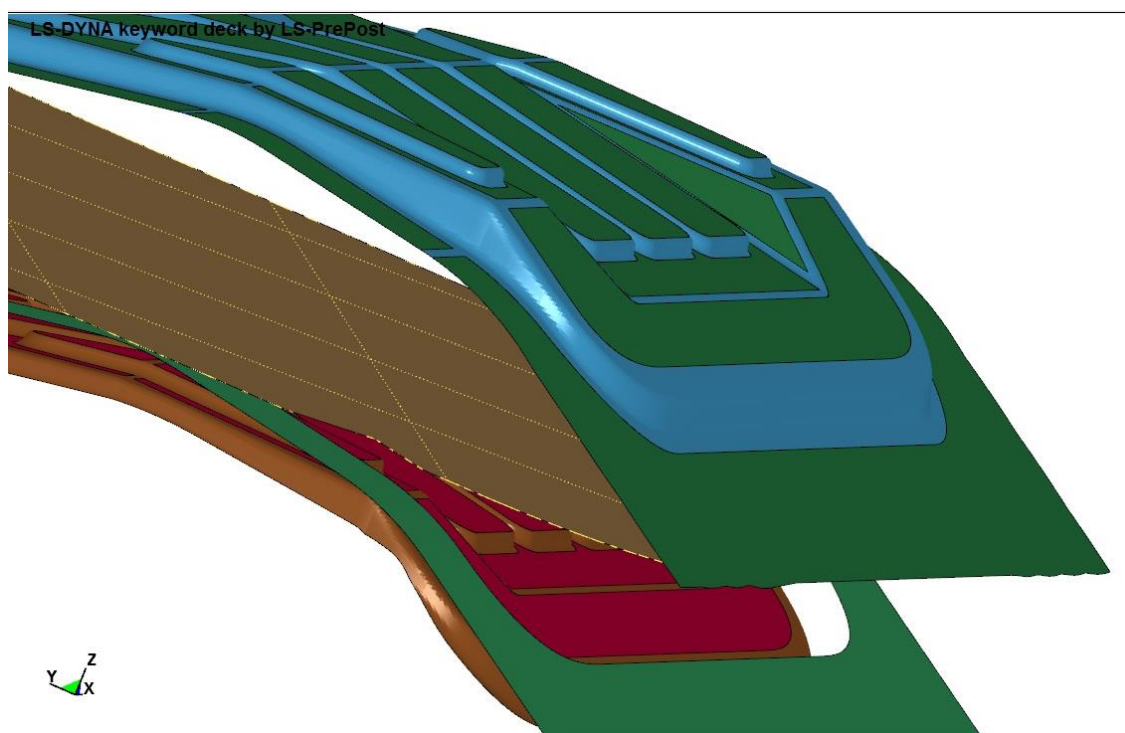


Рисунок 16 – Позиционирование инструмента

На следующем этапе задаются все необходимые параметры выполняемой операции, в нашем случае вытяжки. Операция делится на два этапа, в первом осуществляется прижим заготовки, во втором сама операция вытяжки. Для каждого из них задаются необходимые параметры, такие как тип движения, скорость движения, усилия.

Создается файл, хранящий в себе все заданные выше параметры и позволяющий произвести дальнейший расчет.

3.4 Расчет и вывод полученных данных

С помощью программы LS-Dyna Manager производим расчет полученного файла. Необходимо правильно указать характеристики машины, на которой будет производиться расчет, а также количество памяти для расчета.

На выходе получается файл, который можно открыть при помощи LS-PrePost 2.4, что позволяет визуализировать процесс, провести анализ полученного после операции полуфабриката, вывести все анализируемые значения в виде диаграмм.

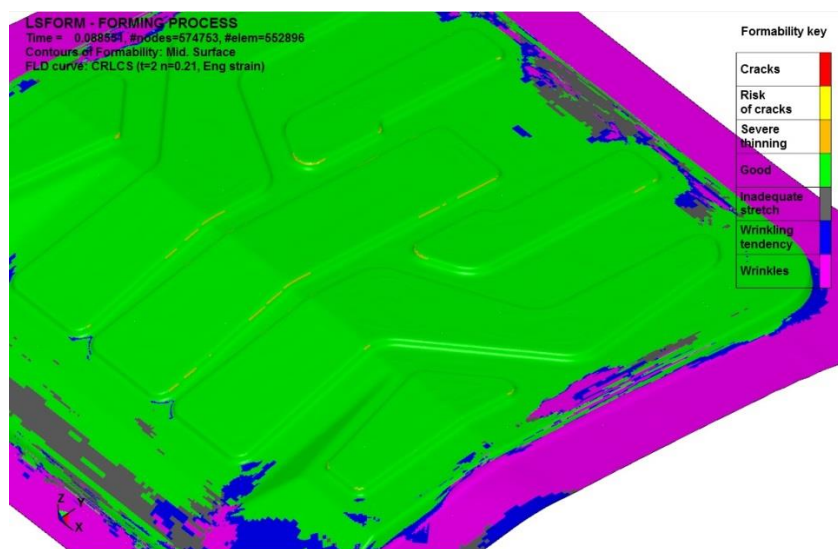


Рисунок 17 – Анализ формуемости

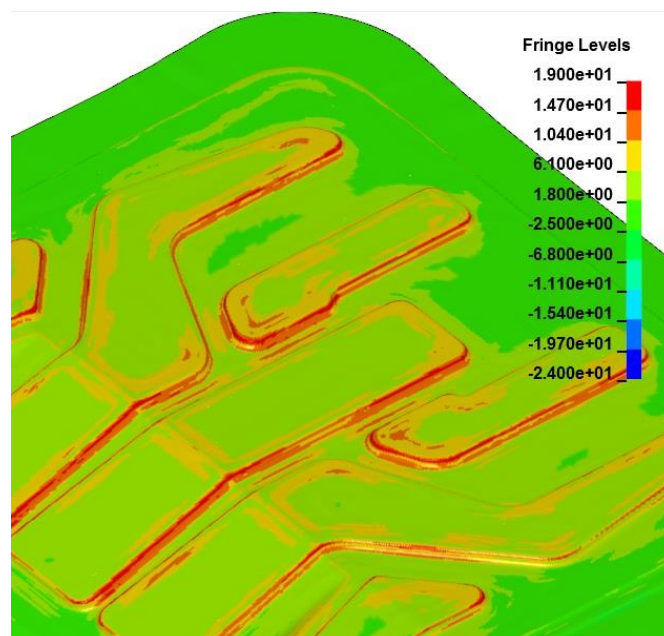


Рисунок 18 – Анализ утонения

4. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации.

4.1 Выбор типа, расчет основных параметров, определение основных технических характеристик.

При выборе прессы исходят из следующих соображений:

- 1) тип прессы и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- 2) номинальное усилие прессы должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;
- 3) мощность прессы должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- 4) пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций — также повышенной точностью направляющих;
- 5) закрытая высота прессы должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;
- 6) габаритные размеры стола и ползуна прессы должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстие в столе прессы — позволять свободное проваливание штампуемых деталей (при штамповке „на провал”);
- 7) число ходов прессы должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;
- 8) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений (буфера, выталкиватели, механизмы подачи и т. п.);
- 9) удобство и безопасность обслуживания прессы должны соответствовать требованиям техники безопасности.

Оборудование подбираем по максимально рассчитанному усилию на операциях. Заведомо берем пресс-автомат большим усилием в полтора раза, чем необходимо для операции, чтобы обеспечить повышенную жесткость и меньшее пружинение станины, а значит большую стойкость штампов. Также избыток усилия предохраняет от поломки при попадании более толстой заготовки, что имеет существенное значение для объемной штамповки.

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{вырубки}} \cdot 1.5 = 2334 \cdot 1,5 = 3501 \text{кН}$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{вытяжки}} \cdot 1.5 = 3582 \cdot 1,5 = 5373 \text{кН}$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{пробивки}} \cdot 1.5 = 195 \cdot 1,5 = 302,25 \text{кН}$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{обрезки}} \cdot 1.5 = 1976 \cdot 1,5 = 2964 \text{кН}$$

$$P_{\text{суммарное}} = 3501 + 5373 + 302,25 + 2964 = 12140 \text{кН} = 12 \text{МН}$$

Также при выборе пресс-автомата необходимо учитывать, чтобы количество операций соответствовало количеству рабочих позиций на автомате в спроектированном технологическом процессе 4 позиции.

Из всего выше перечисленного, выбираем наиболее подходящее по своим техническим характеристикам оборудование – многопозиционный пресс-автомат “Muller Weingarten” MW-1700 усилием 17 МН, с 6 рабочими позициями.

В состав технологической линии прессы MW-1700 входит подающее устройство для подвода штучных заготовок.

Пресс MW - 1700 оборудован механизмом грейферной подачи заготовок - перемещение заготовки с позиции на позицию осуществляется автоматически при помощи грейферных линеек. Характеристики выбранного пресс-автомата соответствуют количеству позиций, усилиям, технологическим соображениям.

Технические характеристики пресса-автомата “Muller Weingarten” MW-1700

№	Параметры	Значения
1	Количество точек подвески ползуна	4
2	Максимальное усилие ползуна 13мм перед нижней мертвой точкой	17МН
3	Максимальное усилие ползуна на каждой стороне под точками подвески	8.5МН
4	Число ходов на холостом ходу, бесступенчато-регулируемое (ход/мин)	10...18
5	Количество рабочих позиций	6
6	Ход ползуна	650мм
7	Диапазон регулировки ползуна	100мм
8	Максимальная закрытая высота	1360мм
9	Расстояние между стойками	6500мм
10	Площадь ползуна	6000 x 2100мм
11	Площадь стола	6000 x 2000мм
12	Проем в столе	720 x 1620мм

4.2 Выбор средств механизации или автоматизации, определение основных технических характеристик.

Автоматизация процессов листовой штамповки позволяет существенно улучшить производственные и экономические показатели в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечить безопасность работ на прессах.

При полной автоматизации коэффициент использования числа ходов прессы составляет 80-95% (потеря времени наблюдается при замене штампов, при установке пакета заготовок).

Устройства автоматизации выбираются из конкретных условий технологического процесса и вида материала. В зависимости от вида материала применяются следующие типы автоматических устройств для подачи заготовок в зону обработки:

- для листового материала – механизация и автоматизация подъема и направления листа в штамп (листозагрузочные устройства);
- для штучных заготовок – автоматизация подачи при помощи бункерных и грейферных устройств.

К средствам автоматизации данного технологического процесса относятся устройство для подачи штучных заготовок.

В массовом и крупносерийном производстве, особенно при изготовлении крупных деталей, целесообразно применять комплексную механизацию и автоматизацию. Вся подготовка металла (нарезка штучных заготовок) выполняется в раскройно-заготовительных цехах.

При создании автоматических штамповочных линий должен быть решен следующий ряд вопросов по механизации:

- 1) подача заготовок и полуфабрикатов в штамп;
- 2) фиксация заготовки в правильном положении;
- 3) удаление детали из штампа;
- 4) транспортировка полуфабриката на следующую операцию;

Таблица 3.3.

Основные характеристики устройства подачи заготовки

Характеристика	Значение
1. Размеры заготовки в направлении подачи, мм	от 450 до 1800
2. Размеры заготовки поперек движения, мм	от 1100 до 3800
3. Вес одной заготовки, кг, не более	40
4. Вес одной пачки заготовок, кг, не более	15000
5. Толщина заготовки, мм	от 0,5 до 2,3
6. Потребляемая мощность, кВт	150

Автоматизация процессов листовой штамповки позволяет существенно улучшить производственные и экономические показатели, так же в несколько раз увеличить производительность труда и обеспечить безопасность труда.

4.3 Описание работы штамповочной линии, планировка участка штамповки.

При правильной организации технологического процесса изготовления детали достигается высокая производительность труда.

Важной частью производственного процесса является установка, наладка, замена штампов, так как именно от их правильно работы зависит качество получаемых изделий. Чтобы повысить производительность труда необходимо уменьшить время установки и замены штампов.

Необходимо предусмотреть мероприятия по сокращению потерь времени на переналадку оборудования путём механизации работ по установке штампов и повышению производительности труда наладчиков. Необходимым условием для этого является надлежащая организация штампового хозяйства и транспортирования штампов.

Планировка оборудования штамповочных цехов должна предусматривать соответствующую площадь около пресса для укладки заготовок, готовых деталей и отходов, а также необходимые проходы и проезды для внутрицехового транспорта.

Планировка участка автоматической линии, в составе которого используется многопозиционный пресс-автомат MW–1700 с питателем штучных заготовок и грейферной подачей от позиции к позиции.

Состав спроектированной автоматической линии:

- 1 – поддон для заготовок;
- 2 – тара с заготовками;
- 3 – тара для бракованных (сдвоенных) заготовок;
- 4 – переносной пульт управления;
- 5 – склиз для удаления деталей;
- 6 – тара для бракованных деталей;
- 7 – тара для готовых деталей;
- 8 – пресс-автомат MW – 1700.

Линия работает следующим образом:

Посредством автопогрузчика поставить стопу заготовок на цепной транспортер позиции подачи стопы заготовок. Стопа заготовок автоматически поднимается на позицию подъема стопы устройства подачи заготовок. Далее стопа заготовок поднимается до момента, пока не будет достигнута максимальная высота стопы. Предварительно выбранные магнитные распушители центрирующего устройства выходят в перед и снимают верхнюю заготовку, далее заготовка поднимается вакуумными присосками до поточного транспортера. Заготовка транспортируется до места сброса заготовки. Там происходит замер толщины заготовки, Если замер определил двойную заготовку, обе заготовки сбрасываются и одновременно происходит подача

следующей заготовки. Если результат замера подтвердит правильность толщины заготовки, то в этом случае заготовка подается прямо на устройство погружения (опускания) заготовки. Далее происходит укладка на устройство погружения и затем опускается. Перед дальнейшим действием (шагом) к холостой позиции устройства погружения, производится смазка заготовки. Далее трехкоординатные грейферные линейки подхватывают заготовку и доставляют к штампам. Агрегаты штамповочной линии (питатель и грейферы) работают от индивидуальных приводов. Их работа координируется с движением ползуна прессы при помощи системы датчиков, информация от которых поступает на световое табло пульта управления прессом, где находится рабочий-оператор. Происходят последующие операции, после которых готовая деталь падает на стол для готовых деталей. Далее укладчик укладывает деталь в тару.

Поверхность прессы окрашивается в светло-зеленый цвет, а движущиеся части – в светло-желтый.

Вспомогательным транспортом являются электрокары, мостовой кран.

5. Конструкторская часть.

5.1 Состав и конструкция штамповой оснастки.

Состав штампа для вытяжки детали «Картер масляный» можно разделить на верхнюю и нижнюю часть.

Верхняя часть включает в себя следующие детали: верхняя плита, на которой выполнены клыки для размещения направляющих планок и плиток, которые крепятся винтами и штифтами. В верхней плите размещена вставка матрицы, которая крепится винтами и штифтами.

Нижняя часть включает в себя пуансон, на котором выполнены приливы для размещения направляющих планок. Он крепится к нижней плите винтами и штифтами. Прижим осуществляет движение при помощи толкателей, на его теле выполнены приливы для направляющих планок, а также размещены фиксаторы заготовки. В нижней плите выполнены карманы для клыков матрицы-верхней плиты, в которых размещаются направляющие плитки.

Листозагрузчик укладывает на первую позицию лист стали 08Ю, который позиционируется при помощи фиксаторов, после чего происходит вырубка заготовки. Затем рейсерные линейки подхватывают заготовку и укладывают на прижим вытяжного штампа. После вытяжки с помощью средств автоматизации заготовка оказывается на позиции, где пробивается отверстие, откуда полуфабрикат попадает на последнюю операцию – обрезка фланца. С помощью рейсерных линеек деталь падает на стол для готовых деталей. Далее укладчик укладывает деталь в тару.

5.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов

Прочностному расчету на прочность подлежат в основном наиболее нагруженные пробивные пуансоны небольших размеров.

В данной детали пробивается только одно отверстие, дальнейший расчет на прочность будем пробивного пуансона производить для овального отверстия 120х50.

5.2.1. Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие

Рассчитываем по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F}$$

где P – усилие пробивки; P = 1950 кгс/мм²;

F – опорная поверхность пуансона, мм²; F=6554 мм²

$$\sigma_{см} = \frac{205,3 \cdot 10^3}{38 \cdot 10^{-4}} = 54,02 \text{ МПа}$$

5.2.2. Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении

Рассчитываем по формуле :

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{f} \leq [\sigma_{сж}]$$

где f – площадь наименьшего сечения пуансона, мм²;

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 7^2}{4} = 38,465 \text{ мм}^2$$

[σ_{сж}] – допускаемое напряжение на сжатие, [σ_{сж}]=160 кгс/мм²

$$\sigma_{сж} = \frac{205,3 \cdot 10^3}{38 \cdot 10^{-4}} = 54,02 \text{ МПа}$$

Сжимающее напряжение составило 54,02 кгс/мм² < 160 кгс/мм², что меньше допускаемых, следовательно условие прочности на сжатие удовлетворяется.

	Наименование детали	Марка материала	Термическая обработка
1.	Пуансон	Чугун ХФ	Отжиг
2.	Плита верхняя	Сталь 45	цементирование 59-63 HRC
3.	Прижим	Чугун СЧ30	Отжиг
4.	Вставка матрицы	X12M1	цементирование 59-63 HRC
5.	Матрица	Сталь 20Х	цементирование 59-63 HRC
6.	Фиксаторы	Сталь 45	цементирование 59-63 HRC
7.	Плита низа	Чугун	Отжиг
8.	Направляющие планки	Сталь 20Х	цементирование 59-63 HRC
9.	Направлявшие плитки	Сталь 20Х	цементирование 59-63 HRC

6. Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта с точки зрения его безопасностных и экологических характеристик

Прессовое производство размещается в отдельном корпусе, где располагаются цехи крупной, средней и мелкой штамповки с заготовительными отделениями и складами штампов и приспособлений, склады металла и склад готовой продукции.

Таблица 1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Вырубка заготовки	19700 7 Штамповщик	Пресс-автомат "Muller Weingarten" MW-1700	Сталь 08Ю
2	Штамповка	Вытяжка	19700 7 Штамповщик	Пресс-автомат "Muller Weingarten" MW-1700	Сталь 08Ю
3	Штамповка	Пробивка отверстия	19700 7 Штамповщик	Пресс-автомат "Muller Weingarten" MW-1700	Сталь 08Ю
4	Штамповка	Обрезка фланца	19700 7 Штамповщик	Пресс-автомат "Muller Weingarten" MW-1700	Сталь 08Ю

6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков, возникающих при производстве, эксплуатации и конечной утилизации технического объекта дипломного проекта

Наиболее опасными производственными факторами являются механический и электрический травматизм различной степени тяжести. Основной причиной механического травматизма является соприкосновение человека с заготовкой и рабочей зоной штампа. Причинами электрического травматизма является неисправность проводки оборудования, ненадёжное заземление или халатность рабочих.

Таблица 2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	При загрузке заготовок и укладки в тару после обработки на прессе	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок	Острые кромки, заусенцы заготовок
2	При работе на прессе	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Прессовое и кузнечное производства
3	Транспортировка заготовок, прессовое производство	Запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	Движение транспорта, вибрация пола, работа металлорежущих станков
4	В крупных цехах	Недостаточная освещённость участка	Осветительные приборы недостаточной мощности

5	При работе с оборудованием	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Электродвигатели прессов, электрический привод, провода
6	При длительной загрузке и укладке заготовок	Нервно-психические перегрузки	Монотонность труда
7	При длительной загрузке и укладке заготовок	Физические перегрузки	Статическое положение тела

6.3 Анализ эффективности предлагаемых методов и технические средства снижения профессиональных рисков

Неотъемлемой частью подготовки кадров для производства является изучение норм и правил техники безопасности, производственной санитарии, гигиены труда, обучение безопасным методам ведения работ. Обучение работающих безопасности труда проводить при подготовке новых рабочих (вновь принятых рабочих, не имеющих профессии или меняющих профессию).

Проведение вводного инструктажа - его проводят со всеми принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности. Также, для вновь принятых на работу проводят первичный инструктаж на рабочем месте с практическим показом безопасных приемов и методов труда, по каждой профессии разработаны свои инструкции. Повторные инструктажи проходят все работающие, независимо от квалификации, образования и стажа работы один раз в год. Внеплановый инструктаж в случае получения травмы. Проведение всех инструктажей четко фиксируется в соответствующей документации.

Таблица 3 – Организационно-технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок	-защитные ограждения штампового пространства с фронта и тыла пресса; -звуковой сигнал перед каждым пуском; -предохранительные устройства, останавливающие привод при перегрузке; -пульт двурукого включения пресса; -автоматизация процесса работы с заготовкой.	-костюм хлопчатобумажный; -рукавицы кожаные; -берет или косынка (хлопчатобумажные); -фартук; -нарукавники хлопчатобумажные; -очки защитные; -паста «Айро» для защиты рук от масла.
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	-смазка трущихся частей пресса; -замена зубчатых передач на передачи с шевронным зацеплением; -применение виброизоляционных фундаментов пресса.	Ушные вкладыши и наушники, беруши
3	Запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	Приточно-вытяжная вентиляция, совмещенная с воздушной системой отопления	Респираторы, полумаски
4	Недостаточная	Расчет и	-

	освещенность рабочей зоны	проектирование достаточного освещения	
5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Подключение оборудования к общему контуру заземления.	Прорезиненные или резиновые тапочки, перчатки
6	Нервно-психические перегрузки	Технические перерывы в течение рабочей смены, минуты эмоциональной разгрузки	-
7	Физические перегрузки	Технические перерывы в течение рабочей смены, разминка	-

6.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Пожаробезопасность – это отдельный пункт техники безопасности, так как именно пожары приводят к наиболее серьёзным последствиям: большим экономическим убыткам, смерти или тяжёлым ожогам рабочего персонала.

6.4.1 Идентификация факторов пожара

Таблица 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок листовой штамповки	Пресс-автомат “Muller Weingarten” MW-1700	В, D, E	-пламя и искры; -тепловой поток;	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся

				-повышенная температура окружающей среды; -пониженная концентрация кислорода; -снижение видимости в дыму.	строительных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технологического оборудования.
--	--	--	--	--	---

6.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители	Пожарные автомобили	Водяные установки систем	Дымчатые датчики	Рукава пожарные	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре

		пожаротушения					(звуковые, речевые)
песок	Пожарные мотопомпы	Газовые установки системы пожаротушения	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели «ВЫХОД»
кошма	Приспособленные технические средства (тягачи, прицепы и трактора).	Порошковые установки и систем пожаротушения	Приёмные контрольные приборы	Колонка пожарная	Костюмы защитные	Лопаты штыковые	Ручные пожарные извещатели

6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые
---	---	--

объекта		эффекты
Листовая штамповка	-обучение персонала требованиям ПБ; -соблюдение техники безопасности; -соблюдение последовательности и алгоритма технологического процесса; -наличие первичных средств пожаротушения; -своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; -ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; -хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ.	- квалифицированный персонал; -обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара, оповещения и эвакуации; -наличие систем пожаротушения.

6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

При холодной штамповке технологический процесс не оказывает сильного воздействия на окружающую среду.

Рассмотрим основные антропогенные факторы:

- Загрязнение атмосферы. Возможно только при работе автопогрузчиков или других транспортных средств работающих на дизельном топливе. На производстве, как правило, используются электропогрузчики, поэтому выбросы в атмосферу сведены к минимуму.

- Загрязнение почвы. Загрязнение почвы может происходить при утилизации промасленной ветоши, отработанного масла и аккумуляторов электрических погрузчиков. Если их просто выбрасывать, то вредные вещества будут попадать в почву и тем самым наносить существенный урон для окружающей флоры.

Поэтому можно сделать вывод, что основные мероприятия по экологической безопасности должны быть направлены на повышенный контроль процесса утилизации использованных технологических материалов.

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса листовой штамповки, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы и производимые изделия (Таблица 1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. Идентифицированы опасные и вредные производственные факторы и представлены в Таблице 2.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (Таблица 3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных

факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (Таблица 4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (Таблица 5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (Таблица 6).

5. Экологические факторы, оказывающие негативное антропогенное воздействие технического объекта на окружающую среду, не выявлены.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Экономическим обоснованием выбора предпочтительного технологического процесса является сравнительный анализ базового и проектного варианта изготовления детали «Брызговик двигателя».

Базовый вариант – штамповка на многопозиционном прессе-автомате “Muller Weingarten” MW-1700. Операция 10 – вырубка заготовки. Операция 20 – вытяжка. Операция 30 – пробивка отверстия. Операция 40 – обрезка фланца.

Тип производства – серийный. Условия труда – нормальные.

Проектный вариант - штамповка на многопозиционном прессе-автомате “Muller Weingarten” MW-1700. Количество единиц штамповой оснастки сохраняется, претерпевает изменения только вырубной штамп.

Тип производства – серийный. Условия труда – нормальные.

Расчеты проводятся в соответствии с известными методиками, приведенными в источниках [1, 2].

7.2 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Исходные данные для расчета себестоимости продукции

а) Общие исходные данные:

Таблица 1

№	Показатели	Обозначение	Значение
1.	Годовая программа выпуска, шт.	$N_{г}$	120000
2.	Эффективный фонд времени работы, час:		
	- оборудования	$\Phi_{\text{Э}}$	3809
	- рабочего	$\Phi_{\text{Э.Р.}}$	1714
3.	Коэффициент выполнения норм	$K_{\text{вн}}$	1,1
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{\text{мн}}$	1,0
5.	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	$K_{\text{о}}$	11,8
6.	Коэффициент монтажа:	$K_{\text{монт}}$	

	- в расчете себестоимости		1,1	
	- в расчете капитальных вложениях		0,1	
7.	Цена материала, руб./кг.	Ц _м	32,107	
8.	Цена отходов (металл), руб./кг	Ц _{отх}	1,027	
9.	Масса заготовки, кг.	М _з	14,5	13
10.	Масса отходов, кг.	М _{отх}	4,5	3
11.	Коэффициент транспортно – заготовительных расходов	К _{тз}	1,04	
12.	Коэффициенты доплат по заработной плате (от 3 до 5 разряда):			

№	Показатели	Обозначение	Значение
а)	До часового фонда зарплаты	К _{доп}	1,12
б)	За профессиональное мастерство	К _{пф}	1,16
в)	За условия труда	К _у	1,16
г)	За вечерние и ночные часы	К _н	1,1
д)	Премияльные	К _{пр}	1,1
е)	На социальные нужды	К _с	1,31
	Итого общий коэффициент доплат К	К _{зпл}	2,39
13.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	К _м	0,8
14.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	К _{вн}	0,7
15.	Коэффициент потерь в сети	К _п	1,03
16.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	К _{од}	0,8
17.	Выручка от реализации, %:от Ц: - изношенного оборудования - изношенного штампа	В _р В _{р.и.}	5 15
18.	Норма амортизации, %	На	10
19.	Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	К _{цех}	1,72
20.	Часовая тарифная ставка, рб./час: - 3 разряд рабочего - 5 разряд наладчика	С _т С _т	66,71 79,89
21.	Цена электроэнергии, руб./кВт	Ц _э	3,8
22.	Цена площади, руб./м ²	Ц _{пл}	4 500
23.	Норматив экономической эффективности	Е _н	0,33

б) Эксплуатационные данные оборудования:

Таблица 2

№ п/п	Наименование оборудования	Усилие, МН	Норма времени, мин.		Мощность М _у , кВт	Площадь S _у , м ²	Цена, руб.
			t _{шт}	t _{маш}			
1	Пресс-автомат “Muller Weingarten” MW-1700	17	0,085	0,067	200	50	11 122 500

в) Исходные данные о штамповой оснастке:

Таблица 3

№	Наименование штампа	Стойкость штампа Т _{и.шт.} , ударов	Цена штампа Ц _{шт} , руб.
	Базовый		
1.	Штамп для вырубки	400000	450000
2.	Штамп для вытяжки	500000	757220
3.	Штамп для пробивки	500000	624850
4.	Штамп для обрезки	500000	624850
	Проектный		
1.	Штамп для вырубки	400000	560000
2.	Штамп для вытяжки	500000	757220
3.	Штамп для пробивки	500000	624850
4.	Штамп для обрезки	500000	624850

7.3. Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_{\text{н}} (1 - B) = (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{сок}}) \cdot C \cdot (1 - B),$$

где $D_{\text{р}}$ – рабочие дни;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены (8 час.);

$D_{\text{пр}}$ – предпраздничные дни;

$T_{\text{сок}}$ – сокращение в предпраздничный день (1 час.);

C – количество смен;

V – коэффициент учитывающий время на ремонт оборудования (0,05 – 0,08).

7.4 Норма штучного времени на производство единицы продукции определяется по формуле:

$$T_{шт} = 1,26 \cdot t_{маш} = 1,26 \cdot (1/\text{кол-во ходов в мин.}),$$

где $t_{маш}$ – основное (машинное) время работы оборудования, мин.;

Количество ходов в мин. – выбирается из ряда наладки по паспорту оборудования.

7.5 Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки

Таблица 4

№	Наименование	Обозначение	Сумма, руб	Примечание
1	Материальные затраты	М	396315	
2	Транспортно - заготовительные расходы	ТЗР	13871	3,5% от М
3	Основная заработная плата рабочих	$З_{пл}^{осн.}$	51330	$С_{т} = 145 \text{ р/ч}$ $T = 1516 \text{ н/ч}$
4	Отчисления на социальные нужды	Сс	15913	31 % от $З_{пл}^{осн.}$
5	Расходы на содержание оборудования	РСО	39458	76,87 % от $З_{пл}^{осн.}$
6	Цеховые расходы	Рцех	43113	83,99 % от $З_{пл}^{осн.}$
	Цеховая себестоимость	Сцех	560000	

7.6 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки

Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Таблица 5

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проектный

1.	Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{г} / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60)$ $n_{об}^{баз} = 0,085 \cdot 270000 / (3809 \cdot 0,7 \cdot 60) = 0,144 \approx 1 \cdot 4 \text{ оп}$ $n_{об}^{пр} = 0,085 \cdot 270000 / (3809 \cdot 0,7 \cdot 60) = 0,144 \approx 1 \cdot 4 \text{ оп}$	1	1
2.	Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$ $K_3^{баз} = 0,144 / 1 = 0,144$ $K_3^{пр} = 0,144 / 1 = 0,144$	0,144	0,144
3.	Численность рабочих-операторов	$P_{оп} = [t_{шт} \cdot N_{г} \cdot (1 + K_o / 100)] / (\Phi_{Эр} \cdot K_{мн} \cdot 60)$ $P_{оп}^{баз} = [0,085 \cdot 270000 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1714 \cdot 1 \cdot 60) = 0,25 \approx 1 \cdot 2 \text{ оп} \cdot 2 \text{ см.}$ $P_{оп}^{пр} = [0,085 \cdot 270000 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1714 \cdot 1 \cdot 60) = 0,25 \approx 1 \cdot 2 \text{ оп} \cdot 2 \text{ см.}$	4	4
4.	Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $N_{шт}^{баз}_{оп.1} = 270\,000 / 400\,000 = 0,68 \approx 1$ $N_{шт}^{баз}_{оп.2} = 270\,000 / 500\,000 = 0,54 \approx 1$ $N_{шт}^{баз}_{оп.3} = 270\,000 / 500\,000 = 0,54 \approx 1$ $N_{шт}^{баз}_{оп.4} = 270\,000 / 500\,000 = 0,54 \approx 1$ $N_{шт}^{пр}_{оп.1} = 270\,000 / 400\,000 = 0,68 \approx 1$ $N_{шт}^{пр}_{оп.2} = 270\,000 / 500\,000 = 0,54 \approx 1$ $N_{шт}^{пр}_{оп.3} = 270\,000 / 500\,000 = 0,54 \approx 1$ $N_{шт}^{пр}_{оп.4} = 270\,000 / 500\,000 = 0,54 \approx 1$	1 1 1 1	1 1 1 1

7.7 Расчет капитальных вложений

Таблица 6

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проектный

1.	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot C_{об.} \cdot K_3$ $K_{об.}^{баз} = 1 \cdot 11122500 \cdot 0,144$ $K_{об.}^{пр} = 1 \cdot 11122500 \cdot 0,144$	1601640	1601640
2.	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
1	1. Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_m = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_m^{баз} = 1601640 \cdot 0,1$ $K_m^{пр} = 1601640 \cdot 0,1$	160164	160164
2	Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_{и} = C_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и}^{баз} = 450000 \cdot 1 + 757220 \cdot 1 + 624850 \cdot 1 + 624850 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 560000 \cdot 1 + 757220 \cdot 1 + 624850 \cdot 1 + 624850 \cdot 1$	2456920	2566920
3	Затраты на производственную площадь	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot C_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл}^{баз} = 1 \cdot 50 \cdot 4500 \cdot 0,144$ $K_{пл}^{пр} = 1 \cdot 50 \cdot 4500 \cdot 0,144$	32400	32400
№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проектный
	Итого	$K_{соп} = K_m + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз} = 160164 + 2456920 + 32400$ $K_{соп}^{пр} = 160164 + 2566920 + 32400$	2649484	2759484
3.	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз} = 1601640 + 2649484$ $K_{общ}^{пр} = 1601640 + 2759484$	4257724	4361124
4.	Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_{г}$ $K_{уд}^{баз} = 4257724 / 270000$ $K_{уд}^{пр} = 4361124 / 270000$	16	17

7.8 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Таблица 7

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Базовый	Проектный
1.	Материальные затраты, руб.	$M = (M_3 \cdot C_m \cdot K_{тз}) - (M_{отх} \cdot C_{отх})$ $M^{баз} = (16 \cdot 32,107 \cdot 1,04) - (6 \cdot 1,027)$ $M^{пр} = (13 \cdot 32,107 \cdot 1,04) - (3 \cdot 1,027)$	460,1	420,2

2.	Зарплата рабочих-операторов, руб.	$З_{пл} = P \cdot C_{г} \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3 / N_{г}$ $З_{пл}^{баз} = 4 \cdot 66,71 \cdot 3809 \cdot 2,39 \cdot 0,144 / 270000$ $З_{пл}^{пр} = 4 \cdot 66,71 \cdot 3809 \cdot 2,39 \cdot 0,144 / 270000$	1,3	1,3
3.	Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования, руб.	$P_A = [(Ц_{об} \cdot (1 - B_p)) \cdot H_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3] / (\Phi_3 \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100)$ $P_A^{баз} = [(11122500 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,085 \cdot 1,3] / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100)$ $P_A^{пр} = [(11122500 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,085 \cdot 1,3] / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100)$	0,46	0,46
4.	Расходы на электроэнергию, руб.	$P_3 = (M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_m \cdot K_v \cdot K_{л} \cdot Ц_3) / (КПД \cdot 60)$ $P_3^{баз} = (200 \cdot 0,067 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / (0,7 \cdot 60)$ $P_3^{пр} = (200 \cdot 0,067 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / (0,7 \cdot 60)$	0,6	0,6

5.	Расходы на амортизацию штампового инструмента, руб.	$P_{и} = (Ц_{шт} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и. шт.}$ $P_{и}^{баз1} = (450\,000 \cdot [1 - 0,15]) / 400\,000$ $P_{и}^{баз2} = (757220 \cdot [1 - 0,15]) / 500000$ $P_{и}^{баз3} = (624850 \cdot [1 - 0,15]) / 500000$ $P_{и}^{баз4} = (624850 \cdot [1 - 0,15]) / 500000$ $P_{и}^{пр1} = (560000 \cdot [1 - 0,15]) / 400\,000$ $P_{и}^{пр2} = (757220 \cdot [1 - 0,15]) / 500\,000$ $P_{и}^{пр3} = (624850 \cdot [1 - 0,15]) / 500\,000$ $P_{и}^{пр4} = (624850 \cdot [1 - 0,15]) / 500\,000$	0,96 1,29 1,06 1,25	1,19 1,29 1,06 1,25
6.	Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_y \cdot n_{об} \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 / N_{г}$ $P_{пл}^{баз} = 50 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,144 / 270000$ $P_{пл}^{пр} = 50 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,144 / 270000$	0,12	0,12
7.	Расходы на зарплату наладчика, руб.	$З_{нал} = (n_{об} \cdot C_{г} \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_{г})$ $З_{нал} = 1 \cdot 66,71 \cdot 1714 \cdot 2,39 \cdot 0,144 / (0,25 \cdot 270\,000)$	0,58	0,58
8	Технологическая себестоимость, руб.	$C_{тех} = M + З_{пл} + P_A + P_3 + P_{и} + P_{пл} + З_{нал}$ $C_{тех}^{баз} = 528,1 + 1,3 + 0,46 + 0,6 + 4,56 + 0,12 + 0,58$ $C_{тех}^{пр} = 420,2 + 1,3 + 0,46 + 0,6 + 4,79 + 0,12 + 0,58$	535,72	428,05
9.	Общепроизводственные расходы, руб.	$P_{цех} = З_{пл} \cdot K_{цех}$ $P_{цех}^{баз} = 1,3 \cdot 1,72$	2,24	

		$P_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 1,3 \cdot 1,72$		2,24
10	Общепроизводственная (Цеховая) себестоимость, руб.	$C_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}$ $C_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 2,24 + 535,72$ $C_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 2,24 + 428,05$	537,96	430,29

7.9 Структура себестоимости

Таблица 8

№	Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
		Базовый	Проектный	Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1.	Материалы	528,1	420,2	98,16	97,66
2.	Основная зарплата	1,3	1,3	0,24	0,3
3.	Затраты на амортизацию	0,46	0,46	0,09	0,11
4.	Расходы на электроэнергию	0,6	0,6	0,11	0,14
5.	Затраты на амортизацию штампового инструмента	4,56	4,79	0,85	1,11
6.	Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей	0,12	0,12	0,02	0,03
7.	Общепроизводственные расходы	2,24	2,24	0,42	0,52
8	Общепроизводственная (цеховая) себестоимость	537,96	430,29	100	100

7.10 Расчет показателей экономической эффективности

проектируемого варианта

Таблица 9

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
1.	Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\Delta_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} = (470,96 - 430,29) \cdot 120000$	4828000	
2.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 467,96 + 0,33 \cdot 16$ $Z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 430,29 + 0,33 \cdot 17$	483,24	435,9
3.	Годовой экономический	$\Delta_{\text{г}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} =$	4564800	

	эффект, руб.	$(473,24 - 435,9) \cdot 120000$	
4.	Срок окупаемости капвложений, год	$T_{ок} = K_{н}^{np} / \Delta_{yr} =$ 2566920 / 4828000	0,57

7.11 Заключение

В результате внедрения спроектированного технологического процесса себестоимость изготовления изделия снизилась с 483,24 рублей до 435,9 рублей, то есть на 47,34 рубля, что составило 9,9% от начальной стоимости.

Заключение

В результате выполнения проекта были получены следующие результаты:

1. Разработана электронная модель изделия
2. Проведен анализ базовой технологии изготовления детали
3. Спроектирован новый технологический процесс
3. Определены рациональные размеры и форма раскроя
4. Определены энергосиловые параметры для каждой из операций
5. Проведен анализ разработанного техпроцесса в САЕ
6. Выбраны подходящие оборудование и средства автоматизации
7. Разработан эскизный проект штампа для вытяжки
8. Проведен анализ безопасности проекта
9. Проведенный экономический анализ базового и проектного процесса изготовления детали показал, что себестоимость снизилась на 9,9%.

Список использованных источников

1. An Expert System Framework for Design of Bending, 2012, Deepak Panghal, S. Kumar
<http://www.sapub.org/global/showpaperpdf.aspx?doi=10.5923/j.ajis.20120207.02>
2. CAD/CAM and Die Face Design in Sheet Metal Forming, 2006, D. J. Schaeffler, E. J. Vineber http://www.asminternational.org/web/fas/technical-resources1/-/journal_content/56/10192/ASMHBA0005150/PUBLICATION;jsessionid=7B4126585CFADB4BBA83DCC2D01AD585?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view
3. Computer-aided structural design of drawing dies for stamping processes based on functional features, 2008, B. T. Lin, M. R. Chang, H. L. Huang, C. Y. Liu
<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00170-008-1670-7.pdf>
4. Development and Manufacture of Dies for Car Body Production, 1997, K. Siegert, T. Altan, T. Nakagawa,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850607608798>
5. Expert System Applications in Sheet Metal Forming, 2010, R. Ganesh Narayanan, <http://www.intechopen.com/books/expert-systems/expert-system-applications-in-sheet-metal-forming>
6. Александрова Н.В. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы / Н.В. Александрова. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 32 с.
7. Александрова Н.В. Организация производства и менеджмент: методические указания для выполнения практических работ / Н.В. Александрова. – Тольятти: ТГУ, 2006. – 100 с.
8. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
9. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
10. Владимирова В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.

11. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти изд-во ТГУ, 2016
12. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.: ил.
13. Зубцов М.Е. Листовая штамповка / М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 432 с.
14. Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
15. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.- 408 с.
16. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 568 с.
17. Руководство пользователя UGS NX v 7.5, 2010.
18. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
19. Скрипачев А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеев. – Тольятти: ТолПИ, 1992.
20. Смолин Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки: учебное пособие. Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.
21. Якуничев Е.В. Технология холодной штамповки. Сборник задач. – Тольятти: ТолПИ, 1991.