

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

(направленность)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель панели» в САД/САЕ-системах

Студент	<u>С.А. Потеребух</u> (И.О. Фамилия)	_____
Руководитель	<u>П.А. Путеев</u> (И.О. Фамилия)	_____
Консультанты	<u>И. В. Дерябин</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>Н. В. Яценко</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>И. В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>В. Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д-р.техн.наук, проф. В.В. Ельцов

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

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

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

Тольятти 2017

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»  
\_\_\_\_\_  
(подпись) В.В. Ельцов  
(И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Потеребух С.А.

1. Тема Разработка технологического процесса и и эскизного проекта штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель панели» в CAD/CAE– системах.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе «Усилитель панели».

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Анализирование исходных данных, 2. Разработка технологической части, 3. САЕ-анализ вытяжного перехода в ПО «LS-DYNA», 4. Выбор оборудования, 5. Конструирование штамповой оснастки, 6. Безопасность и экологичность технического объекта, 7. Экономика.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Презентационные материалы, штамповая оснастка.

6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта (И. В. Дерябин). 2. Экономика (И.В. Краснопевцева) 3. Нормоконтроль (В.Г. Виткалов)

7. Дата выдачи задания « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заказчик

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной  
квалифицированной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

П. А. Путеев

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

С.А. Потеребух

\_\_\_\_\_  
(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: Потеребуха Станислава Александровича

по теме Разработка технологического процесса и эскизного проекта штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель панели» в CAD/CAE системах»

Название Раздела работы	Срок выполнения раздела по плану	Срок выполнения раздела по факту	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ показателей исходных данных	18.03.2017	21.03.2017		
Разработка технологического процесса изготовления детали	22.03.2017	25.03.2017		
Инженерный анализ напряженно-деформированного состояния при операции вытяжка	27.03.2017	2.04.2017		

Продолжение таблицы

Выбор оборудования, средства механизации и автоматизации	4.04.2017	10.04.2017		
--	-----------	------------	--	--

Разработка эскизного проекта, конструкция штамповой оснастки	15.04.2017	25.04.2017		
Безопасность и экологичность технического объекта	23.04.2017	28.04.2017		
Технико-экономическое обоснование проекта	30.04.2017	5.05.2017		

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

П.А. Путеев

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

С.А. Потеребух

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

The bachelor's work has developed the technological process and the outline design of die equipment for the production of the "Panel Amplifier" component using CAD / CAE CAD systems.

In the technological part of the work, the product was tested for processability, the analysis of the basic technology of manufacturing the part was made, the shapes and sizes of the initial billet, the metal utilization factor were determined, and energy-power parameters for the operations of the design technology were also calculated. The draft outline of the tooling was developed. Further in the work, the choice of possible technological equipment and means of automation was made, their technical characteristics were given. According to the die tool, the executive dimensions of the stamp operating parts were determined, materials and methods for heat treatment of die parts were chosen. The note outlines the measures for labor protection. In the economic part, the cost of manufacturing the "Panel Amplifier" part was calculated. The sizes of capital investments for its manufacture on base and design technologies are determined, their comparison is carried out.

All calculations were made in accordance with the guidelines for bachelor's work. The volume of the explanatory note and the volume of the graphic material satisfy the requirements.

## АННОТАЦИЯ

В бакалаврской работе разработан технологический процесс и эскизный проект штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель панели» с использованием САПР классов CAD/CAE.

В технологической части работы проведена проверка изделия на технологичность, произведён анализ базовой технологии изготовления детали, определены формы и размеры исходной заготовки, коэффициент использования металла, также были рассчитаны энергосиловые параметры по операциям проектной технологии. Разработан эскизный проект штамповой оснастки. Далее в работе был произведён выбор возможного технологического оборудования и средств автоматизации, приведены их технические характеристики. По штамповой оснастке были определены исполнительные размеры рабочих частей штампа, выбраны материалы и способы термообработки деталей штампов. В записке изложены мероприятия по охране труда. В экономической части была рассчитана себестоимость изготовления детали «Усилитель панели». Определены размеры капиталовложений для её производства по базовым и проектным технологиям, проведено их сравнение.

Все расчеты проведены в соответствии с методическими указаниями к бакалаврской работе. Объём пояснительной записки и объём графического материала удовлетворяет требованиям.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1. АНАЛИЗИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	15
1.1. Анализирование технологичности .....	15
1.2. Анализирование существующей технологии изготовления детали .....	17
1.3. Недостатки существующей технологичности .....	18
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ.....	19
2.1. Проектный технологический процесс .....	19
2.2. Расчет размеров и определение формы заготовки .....	19
2.3. Рациональный раскрой металла и определение КИМ .....	23
2.4 . Расчет ЭСП штамповки .....	25
3. САЕ–АНАЛИЗ ВЫТЯЖНОГО ПЕРЕХОДА ДЕТАЛИ .....	29
3.1. Построение деталей штампа в NX 9.0.....	29
3.2. Моделирование процесса вытяжки .....	29
3.3. Анализ процесса вытяжки .....	31
3.4. Определение полученных данных .....	31
4. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	35
4.1. Выбор оборудования для изготовления изделия.....	35
4.2. Средство автоматизации и основные характеристики. ....	36
4.3. Принцип работы штамповочной линии. ....	37
5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....	39
5.1. Конструкция штамповой оснастки .....	39
5.2. Выбор материалов и расчет на прочность деталей штампов .....	41
5.3. Размеры инструмента.....	44
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА.....	45
6.1. Техническая характеристика объекта.....	45
6.3. Мероприятия по разработке безопасных условий труда.....	46
6.4. Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке .....	49
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	55
7.1. Сравнительный анализ технологических вариантов .....	55
7.2. Определение необходимых единиц оборудования, коэффициентов, числа работников и оснастки штампа.....	56
7.3. Расчет необходимых единиц оборудования, коэффициентов, числа работников и оснастки штампа.....	58
7.4. Расчет капитальных вложений.....	59

7.5 Расчет себестоимости изделия по сравниваемым вариантам .....	61
7.6. Расчет экономического показателя проектного варианта .....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	66



## ВВЕДЕНИЕ

«Компьютерное автоматизированное проектирование является системой для оказания помощи в создании, модификации, анализа или оптимизации инженерного проектирования. САПР используют для улучшения качества проектирования, улучшения коммуникаций с помощью документации и создания базы данных для производства. В основном САПР выходит в виде электронных файлов для производства или других производственных процессов.» [2].

«Технические и инженерные чертежи и изображения должны передать информацию, о материалах, процессах, размерах и допусков в соответствии с конкретными приложениями конвенций. САПР могут применять для создания кривых фигур в двумерной (2D) или поверхностей твердых тел в трехмерном (3D) пространстве. САПР также используется для создания компьютерной анимации, для спецэффектов, например, рекламы и технических руководств.

САПР является важным промышленным способом, через который осуществляются проекты. Он широко используется во многих приложениях, в том числе автомобильной промышленности, судостроения и аэрокосмической промышленности, а также в области промышленного проектирования. Процесс и выпуски имеют важное значение для успешного решения инженерных и производственных задач.» [2].

Цель выпускной квалификационной работы заключается в снижении себестоимости детали «Усилитель панели».

# 1. АНАЛИЗИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Анализирование технологичности

Инженер-технолог, который отвечает за создание технологического процесса штамповки, выносит постановление, связанное с технологичностью изготовления изделия листовой штамповки. Затем согласовывает изменения геометрии детали с конструктором, проводит проверку качества геометрии электронной модели (ЭМ), находит элементы изделия, которые соответствуют параметрам листового тела. После этого следует проверка штампуемости.

Качество ЭМ изделий (рисунок 1.1), получаемые листовой штамповкой, тесно связаны с техническими методами подготовки производства на предприятиях. Для предотвращения дефектов ЭМ изделия предлагается провести проверку качества ЭМ. Во-первых, необходимо провести проверку и обнаружить все недочеты геометрии исходной модели. Во-вторых следует установить соответствие ЭМ детали условиям, представляющим к листовым телам NX, которые разрешено изготовить штамповкой.

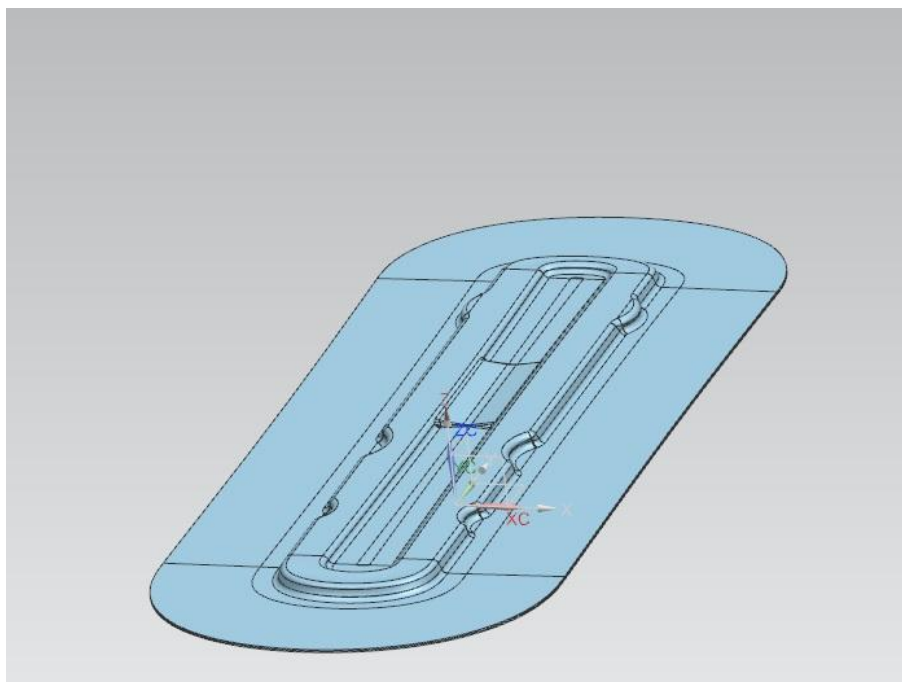
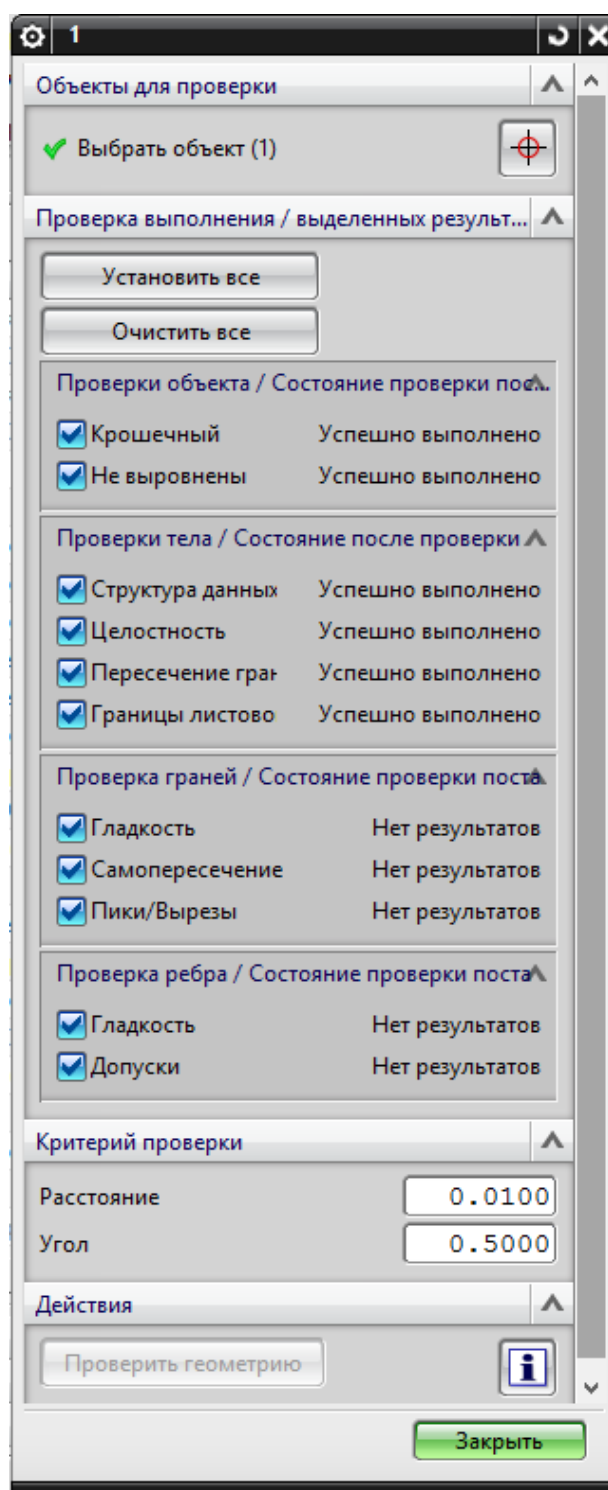


Рисунок 1.1 – Электронная модель вытяжного перехода

Более подробная проверка электронной модели может быть осуществлена для проявления линий с дефектами поверхностями с помощью программного продукта NX 9.0 меню «Анализ – Проверка геометрии» (рисунок 1.3).



Рисисунок.1.2 – Анализ геометрии электронной модели

Как показывает анализ, в данной модели отклонения по форме и размерам отсутствуют, в соответствии с настроенными данными окна анализа.

Результатом контроля качества электронная модель будет листового тела, в которой не будет нарушена геометрия. Так же отсутствуют: не соблюдение топологий, пересечение поверхностей граней, разрывы и др.

#### 1.2. Анализирование существующей технологии изготовления детали

Процесс, подходящий по нормам изготовления детали «Усилитель панели» заключается в последующих операциях:

10. Вытяжка;
20. Обрезка и пробивка;
30. Разрезка;
40. Правка.

##### Операция 10 – Вытяжка

Операция выполняется на многопозиционном прессе фирмы «Muller-Weingarten-1000», усилием 10МН.

На этой операции полуфабрикат после удаления из действующей зоны поступает на ленточный транспортер, передвигающий ее к другому прессу

##### Операция 20 – Обрезка и пробивка

Операции происходит после вытяжки, производится кантовка детали. Обрезка фланца выполняется по контуру детали на прессе фирмы «MW-1000», усилием 10 МН. Расположение в штампе назначается фиксаторами. Далее выполняется пробивка 5 отверстий диаметром 7мм в верхней части детали.

##### Операция 30 – Разрезка

На этой операции происходит разрезка деталей.

##### Операция 40– Правка

Выполняется правка (доработка) формы нескольких участков детали

### 1.3. Недостатки существующей технологичности

Найденные недостатки базовой технологии позволили установить необходимость автоматизации технологического процесса изготовления детали «Усилитель панели» путем перевода производства детали на многопозиционный пресс-автомат.

Чтобы достичь поставленные цели следует разрешить дальнейшие основные задачи:

1. Изготовить улучшенный технологический процесс, в котором будут рассмотрены недостатки существующего технологического процесса.

2. Вычислить форму и размеры существующего полуфабриката для расчета КИМ.

3. Рассчитать новые энергосиловые параметры штамповки.

4. Подобрать соответствующее по расчетам оборудование (пресс) и средства автоматизации для изготовления детали по предлагаемой схеме.

5. Улучшить конструкцию штампа для вытяжки, применение точных фиксаций заготовки в этом штампе (сравнение с базовой технологией).

6. Провести расчеты на прочность деталей изготовленного штампа.

7. Заняться разработкой комплекса мероприятий, акцентируясь на рассмотрении условий труда на выбранном оборудовании и предложений по их улучшению.

8. После внедрения новой технологии вычислить экономический эффект.

## 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

### 2.1. Проектный технологический процесс

Производство технологического процесса в холодной листовой штамповки считается началом всей подготовки производства.

В создании технологического процесса изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» была исследована более рациональная заготовка и её раскрой.

В данном технологическом процессе представлена штамповка на многопозиционном прессе «Muller-Weingarten-1000». На первой операции будет производиться вытяжка заготовки. Фиксирование заготовки снабжается фиксаторами. Материал из рулона стали 08Ю–ОСВ–П–Б 1,5x140, шириной 140мм подаётся на вырубную линию с шагом 520мм. На второй операции происходит обрезка технологического фланца и пробивка отверстий. После чего осуществляется крепление по внешнему контуру с использованием дополнительных фиксаторов. На третьей операции производят разрезку детали. На четвертой операции производят правку. В конечном итоге технологический процесс будет иметь порядок операций:

Операция 10 – Вытяжка

Операция 20 – Обрезка, пробивка

Операция 30– Разрезка

Операция 40 – Правка

### 2.2. Расчет размеров и определение формы заготовки

Для экономичности материала и более подходящего течения материала предлагается исправить размеры начального полуфабриката. В существующей технологии размеры полуфабриката составляют 122 x 433 мм.

С применением средств автоматизированного конструирования NX «Анализ формуемости – одношаговый» произведено моделирование развёртки (рисунок 2.1.)

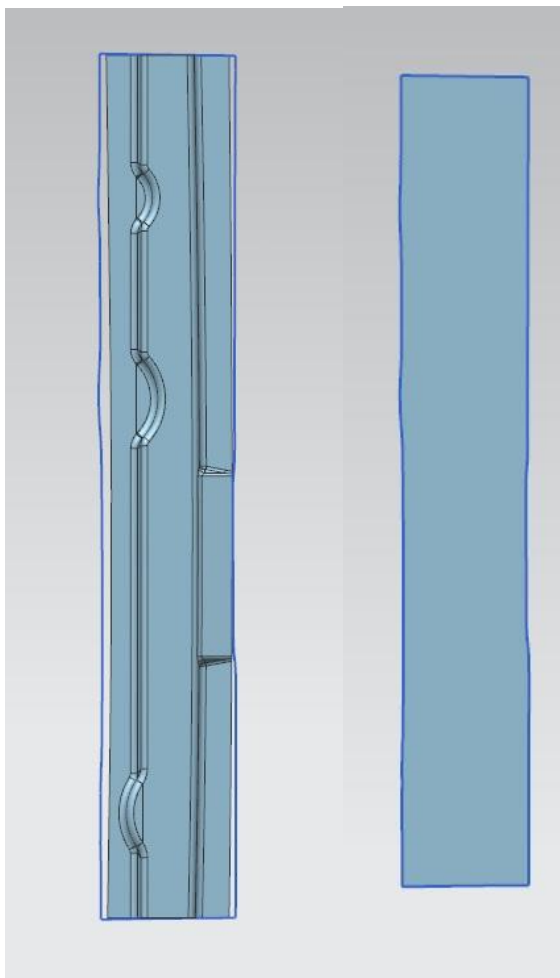


Рисунок 2.1 – Развёртка в одношаговом анализе формуемости

При помощи инструмента измерения получены значения полуфабриката по длине и ширине.

$$L_{\text{попереч}} = 122 \text{ мм}$$

$$L_{\text{продольн}} = 433 \text{ мм}$$

На технологические припуски в поперечном сечении добавим 15 процентов ширины заготовки:

$$L = 122 + 122 \times 0,15 = 140 \text{ мм}$$

Опираясь на размеры детали и данные производства, ширина полуфабриката будет равна 140 мм.

На припуски в продольном сечении добавим 20 процентов длины заготовки:

$$L = 433 + 433 \times 0.2 = 519.6 \text{ мм}$$

Опираясь на размеры детали и данных производства, длина полуфабриката будет равна 520мм.

Таким образом, можно сделать вывод, что полуфабрикат должен иметь размеры 140 x 520 мм, как показано на рисунке 2.2.

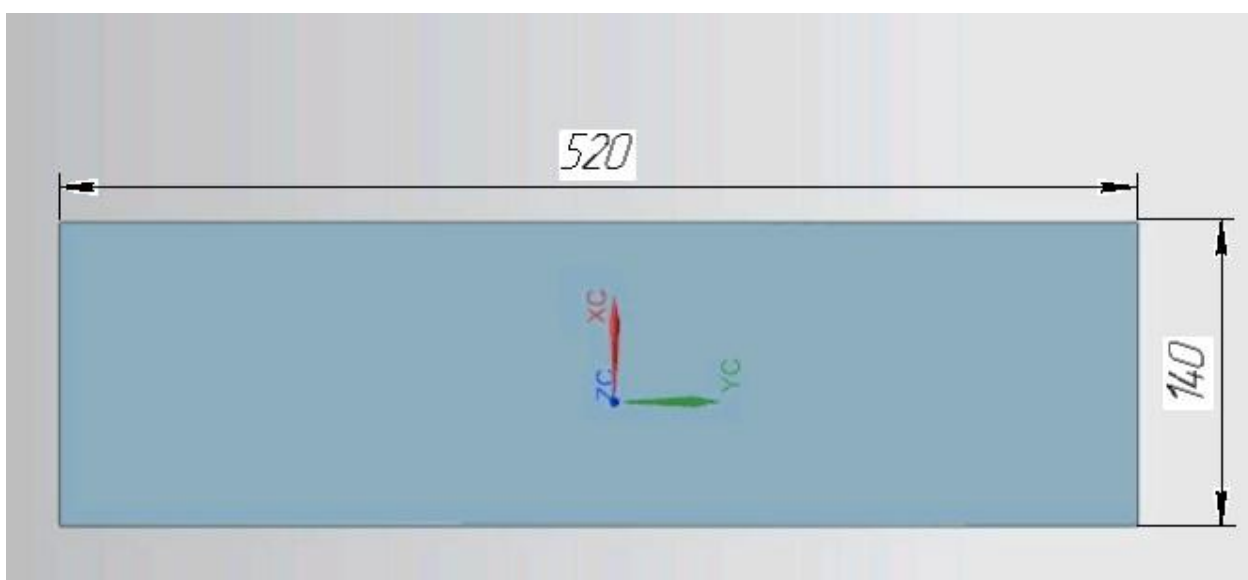


Рисунок 2.2 –Размеры полуфабриката

С применением средств автоматизированного проектирования NX «Анализ – измерение тел» проведены измерения длины наибольшего поперечного сечения (рисунок 2.3) и продольного сечения (рисунок 2.4)





Рисунок 2.3 – Поперечное сечение детали

$$L = 53.3 \text{ мм}$$

Добавляем 15 процентов на технологические припуски:

$$L = 53.3 + 53.3 \times 0.15 = 61.3 \text{ мм}$$

Основываясь на размеры детали и данные производства, можно сказать, что ширина заготовки составляет 62мм

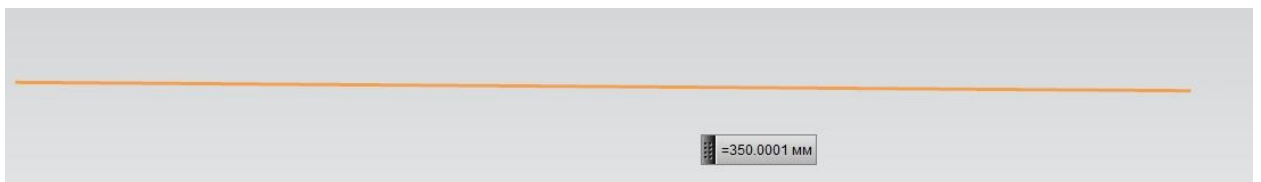


Рисунок 2.4 – Продольное сечение детали

$$L = 350 \text{ мм}$$

Добавляем 20 процентов на технологические припуски:

$$L = 350 + 350 \times 0.2 = 420 \text{ мм}$$

Основываясь на размеры детали и данные производства, можно сказать, что длина заготовки составляет 420мм

### 2.3. Рациональный раскрой металла и определение КИМ

«Экономичность металла и снижение отхода в холодной листовой штамповке имеют очень крупное значение, в частности в крупносерийном и массовом производстве, так как при больших масштабах изготовления даже небольшая потребность металла на одном изделии даст в целом большую экономию.» [15].

«Раскрой листового металла на штучные заготовки и полосы является первой операцией, связанной с потерями металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов. При раскрое листов необходимо руководствоваться следующими правилами»:[15].

1) «Резку заготовок производить по тщательно разработанным раскройным картам, учитывающим наиболее полное использование материала» [15].

2) «При резке крупных заготовок в серийном производстве применять комбинированный раскрой при наилучшем использовании материала и соблюдении комплектности заготовок» [15].

3) «Резку узких полос производить вдоль листа, так как при этом из каждой полосы получается большее количество деталей и уменьшается количество концевых отходов полосы» [15].

4) «Как правило, желательно резать широкие, а не узкие полосы, так как при этом требуется меньшее количество резов, а также меньший шаг подачи при штамповке; кроме того, обычно уменьшаются потери на концевые отходы» [15].

5) «В массовом производстве крупных деталей заказывать специальные мерные листы, кратные двум или более заготовкам»; [15].

6) «В массовом производстве небольших деталей заменять листовой материал холоднокатаной лентой»[15].

7) «Нарезать заготовки для деталей, подвергаемых гибки, желательно с учётом направления волокон проката»[15].

8) «При резке на ножницах применять специальные устройства, облегчающие настройку и повышающие точность реза».[15].

«Различные способы раскроя полосового материала по экономичности и величине технологических отходов могут быть разделены на три вида:

1) «раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму»[15].

2) «малоотходный раскрой, когда вырезается или отрезается часть контура детали, а в отход идет или перемычка между двумя вырезками, или только боковая перемычка»[15].

3) «безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается путём прямолинейной или криволинейной отрезки без образования перемычек».[15].

Опираясь на форму заготовки и выше перечисленное, рекомендуется выбрать прямой однорядный раскрой с малым отходом (рисунок 2.5).

При помощи использования средств автоматизированного проектирования NX «Анализ – измерение тел» проведен замер площади заготовки.

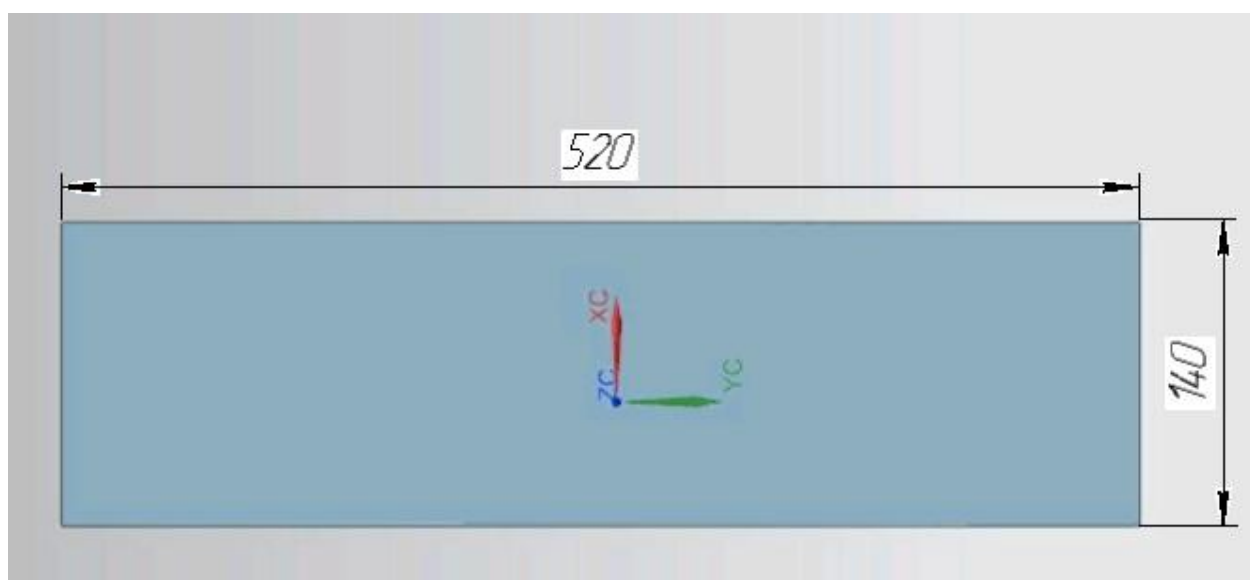


Рисунок 2.5 – Схема раскроя

$$F_{\text{заг}} = 52845.5 \text{ мм}^2$$

Находим коэффициент использования материала по формуле:

$$\eta = \frac{F_{\text{заг}}}{B \times t} \times 100 \%$$

Где  $B = 140$  мм – ширина ленты,

$t = 520$  мм,

$$\eta = \frac{52845.5}{140 \times 520} \times 100 \% = 72 \%$$

Коэффициент Исползования Материала равен 72 %, в существующем варианте коэффициент использования материала был равен 68 %.

#### 2.4. Расчет ЭСП штамповки

Операция 10 – Вытяжка

Коэффициенты для расчета операции вытяжка приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 –Параметры для расчета.

Коэффициенты
$P = 17252$ мм – периметр заготовки
$S = 1.5$ мм – толщина материала
$\sigma_B = 29 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ – предел прочности для стали 08Ю
$k_h = 1.5$ мм – коэффициент для вытяжки
$F = 52845 \text{ мм}^2$ – площадь заготовки
$q = 0.2 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ – удельное давление
$C = 0.8$ – справочный коэффициент
$h = 7$ мм – глубина вытяжки

Таблица 2.2 – Расчет усилия и работы вытяжки

Операции	Расчетные формулы	Значение показателя
Усилие вытяжки	$P_B = P * S * \sigma_B * k_h$ $P_B = 17963 * 1.5 * 29 * 1.5$	11256 кН
	$Q = F * q$ $Q = 52845.5 * 0.2$	105 кН

	$P_{\text{сум}} = P_{\text{в}} + Q$ $P_{\text{сум}} = 11256 + 105$	11361 кН
--	--	----------

Продолжение таблицы 2.2

Работа вытяжки	$A_{\text{выт}} = C * \frac{P * h}{1000}$ $A_{\text{выт}} = 0,8 * \frac{11361 * 7}{1000}$	108 кДж
----------------	---	---------

Операция 20 – Обрезка и пробивка

Коэффициенты для расчета операции обрезки и пробивки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Коэффициенты
$L = 968$ мм – длина линии реза
$S = 1,5$ мм– толщина материала
$\sigma_{\text{ср}} = 25 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ – сопротивление резу для стали 08Ю
$k = 1,3$ – табличный коэффициент
$L = 94$ мм – суммарная длина контура отверстий
$k_{\text{сн}} = 0,07$ – табличный коэффициент
$n = 4$ – количество отхода в теле матрицы
$k_{\text{прот}} = 0,1$ – табличный коэффициент

Таблица 2.4– Расчет усилия и работы для обрезки и пробивки

Операции	Расчетные формулы	Значение показателей
Усилие обрезки и пробивки	$P_{\text{об}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k$ $P_{\text{об}} = 968 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 1,3$	471,9кН

Продолжение таблицы 2.4

	$P_{\text{проб}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k$ $P = 94 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 1,3$ $P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P = 0,07 \cdot 46$ $P_{\text{прот}} = k_{\text{прот}} \cdot P \cdot n$ $= 0,1 \cdot 46 \cdot 4$ $P_{\text{об}}^{\text{пп}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{прот}}$ $= 46 + 3,2$ $+ 18,4$	<p>46 кН</p> <p>3.2кН</p> <p>18.4 кН</p> <p>67,6кН</p>
Работа обрезки и пробивки	$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}$ $A = 0.5 \cdot \frac{471 \cdot 1.5}{1000}$	0.35кДж
	$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}$ $A = 0.5 \cdot \frac{67,6 \cdot 1.5}{1000}$	0,05кДж

Операция 30– Разрезка.

Коэффициенты для расчета операции разрезки приведены в таблице 2.5

Таблица 2.5

<b>Коэффициенты</b>
L= 716 мм — ширина полосы вдоль линии реза
S=1.5 мм– толщина материала
$\sigma_{\text{ср}} = 25 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ – сопротивление резу для стали 08Ю

Таблица 2.6 –Расчет усилия и работы для разрезки.

Операции	Расчетные формулы	Значение показателей
Усилие разрезки	$P = L \cdot S \cdot \sigma_{cp}$ $P = 716 \cdot 1.5 \cdot 25$	268.5 кН
Работа разрезки	$A_{разр} = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}$ $A_{разр} = 0.5 \cdot \frac{268.5 \cdot 1.5}{1000}$	0.2кДж

Операция40 – Правка

Коэффициенты для расчета операции правки приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7

Коэффициенты
$\rho = 7\text{кгс/мм}^2$ – давление правки
$F = 48053\text{мм}^2$ – площадь деформации

Таблица 2.8 –Расчет усилия и работы для правки

Операции	Расчетные формулы	Значение показателей
Усилие правки	$P_{np} = \rho \cdot F$ $P_{п} = 7 \cdot 48053$	3363 кН
Работа правки	$A = \frac{P \cdot S}{1000}$ $A = \frac{3699 \cdot 1.5}{1000}$	5,5кДж

Усилие прижима равно 10% от усилия правки;

$$P_{np} \text{ [2]} = 336\text{кН}$$

$$P_{об}^{\text{II}} = \text{[2]} P_{п} + P_{np} = 3363 + 336 = 3699\text{кН}$$

### 3. CAE–АНАЛИЗ ВЫТЯЖНОГО ПЕРЕХОДА ДЕТАЛИ

Чтобы оценить напряжённо-деформированное состояние детали на вытяжке применяются программные обеспечения: NX9.0,LS–PrePost 2.4 и LS–DynaManager.

#### 3.1. Построение деталей штампа в NX 9.0

Применяя программное обеспечение автоматизированного моделирования NX 9.0 были построены тела полуфабриката, матрицы, пуансона и прижима. Полуфабрикат и рабочие инструменты упорядочены относительно друг друга.

#### 3.2. Моделирование процесса вытяжки

Тела, которые смоделированы в NX 9.0, необходимо экспортировать в формат IGES. Для этого используется инструмент – «Ассоциативные копии». Так же следует скопировать наружные поверхности твердых тел инструмента, обрезать их высоты для сокращения площади расчета и конечно–элементной сетки. Далее нужно выбрать вкладку «Файл», пункт «Экспорт» и экспортировались поверхности в раннее созданную папку.

После этого запустить программное обеспечение LS–PrePost 2.4. при помощи функции «Import» добавить ранее экспортированные IGES файлы. В окне LS–PrePost 2.4представлена геометрия действующего инструмента и заготовки (рисунок 3.1).



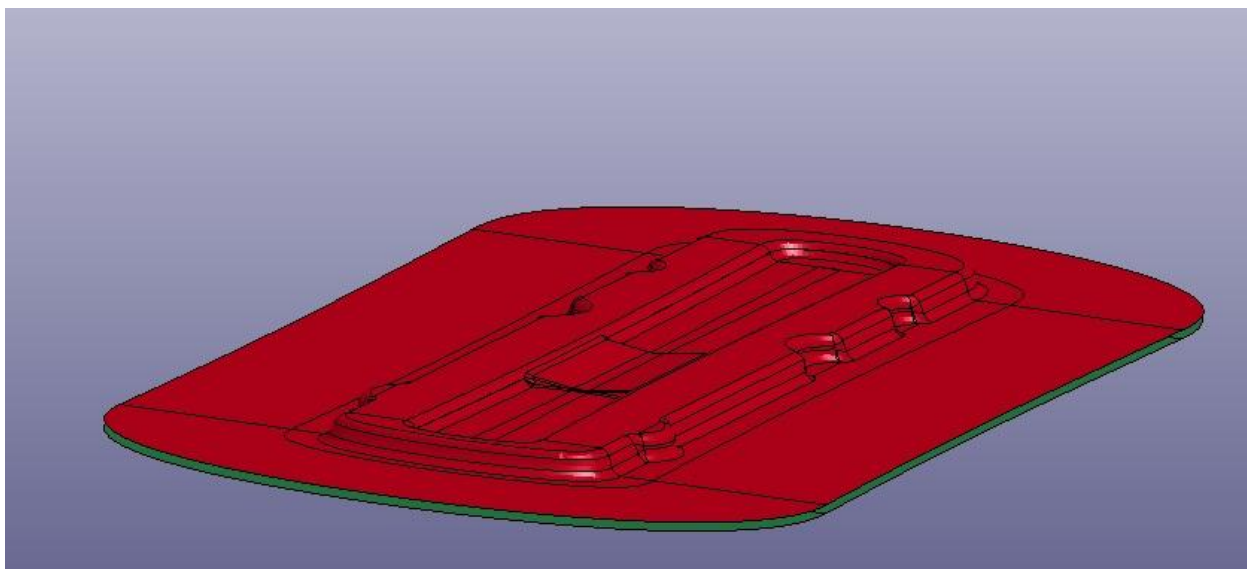


Рисунок 3.1 – Ассоциативные копии поверхностей рабочего инструмента и заготовки

В процессе исследований было выявлено недочеты, прижим не прижимает заготовку с нужным усилием и из-за этого заготовка не отштамповывается до нужной глубины.

Вследствие чего было принято решение добавить технологические валики на матрицу, для более сильного растяжения заготовки (рисунок 3.2).

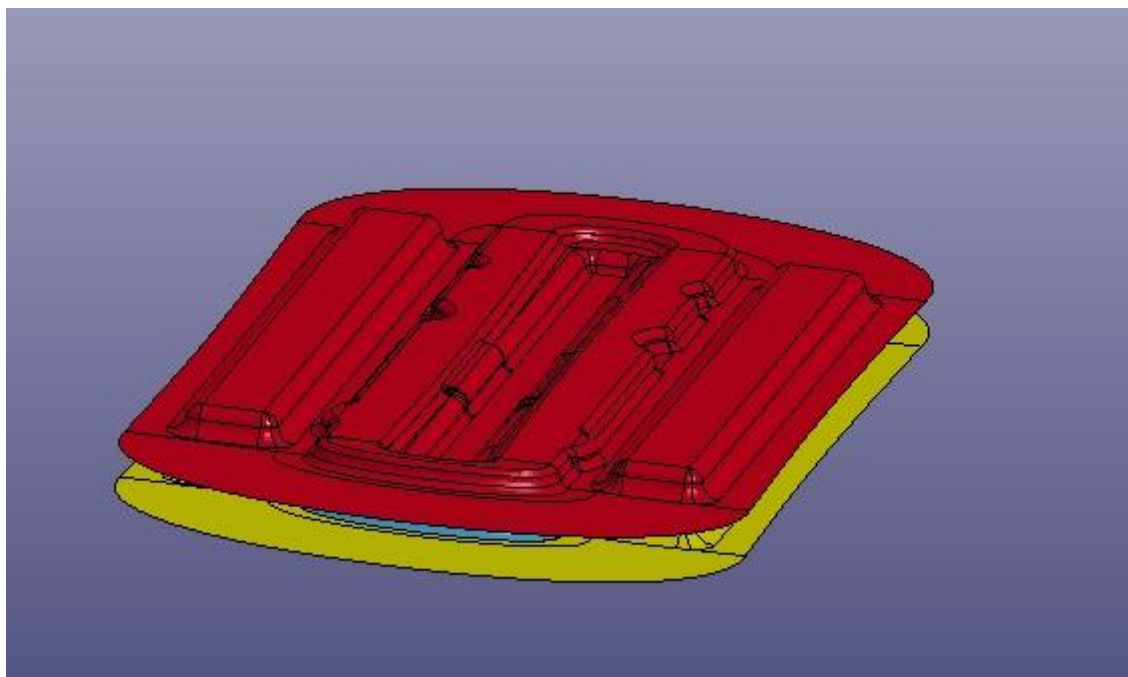


Рисунок 3.2– Ассоциативные копии подверженные изменениям

### 3.3. Анализ процесса вытяжки

На основе полученных данных производится конечно–элементная сетка всех существующих элементов. В большинстве случаев для более конкретного анализа радиусов на рабочих частях и заготовки, применяется сетка с более частым шагом.

Устанавливаются начальные данные заготовки при помощи вкладки «Blank»: материал «сталь 08Ю» и толщина 1,5мм. Назначается инструмент при помощи вкладки «Tool». Из этого следует, что инструмент и заготовка определяются по высоте при помощи вкладки «Position», а также выбирается операция Forming при помощи вкладки «Process». После этого в ранее созданной папке формируется к–файл, который описывает процесс вытяжки.

### 3.4. Определение полученных данных

Для того чтобы рассчитать и вывести полученные данные, необходимо включить программное обеспечение LS–DynaManager. При помощи вкладки «StarLS–Dynaanalysis» загрузить полученный к–файл и запустить расчёт. Результат расчета операции вытяжка отображаются в ранее созданной папке в файле d3plot. С помощью этого файла можно посмотреть результат вычислений в программном обеспечении LS–PrePost 2.4, выбрав вкладку инструмента «LS–DynaBinaryPlot» (рисунок 3.3, рисунок 3.4).

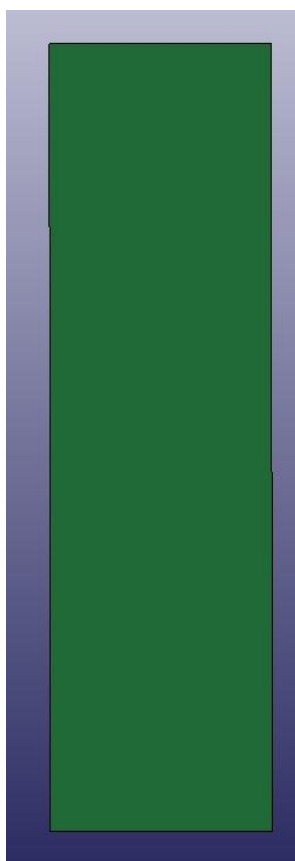


Рисунок 3.3 – Предоставляемая заготовка

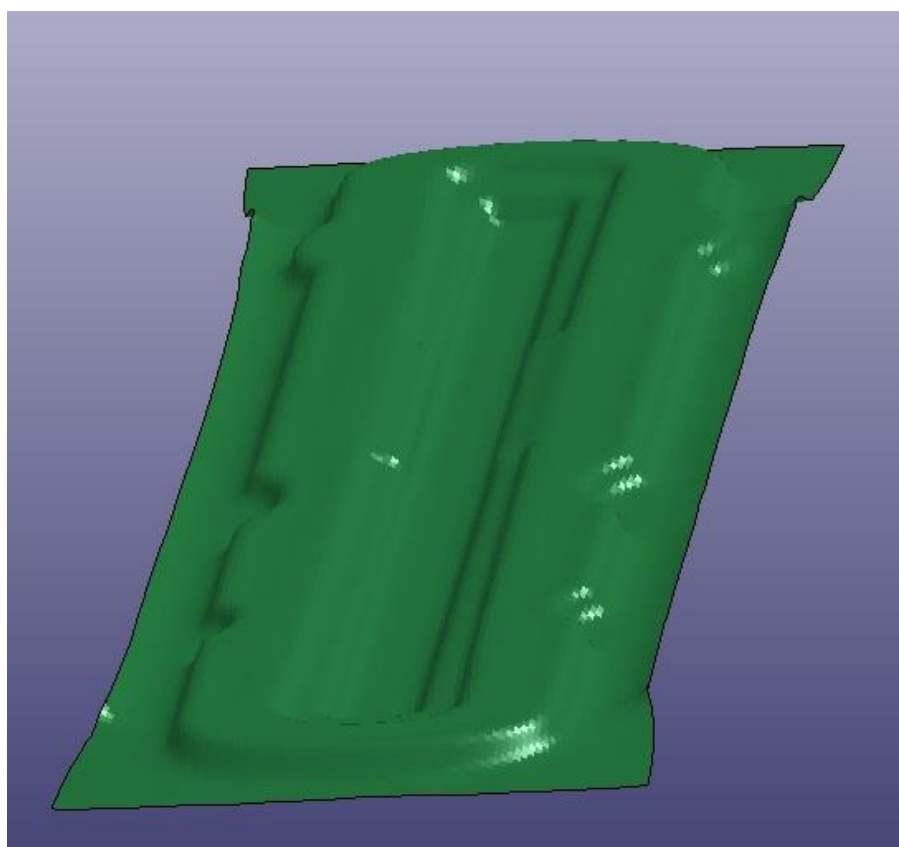


Рисунок 3.4 – Полученная деталь

Также LS-PrePost 2.4 допускает проанализировать полученные результаты (рисунок 3.5, рисунок 3.6, рисунок 3.7).

На рисунке 3.5 показан процент на утонение заготовки, показывающий, что максимальный процент на утонение составляет 19%

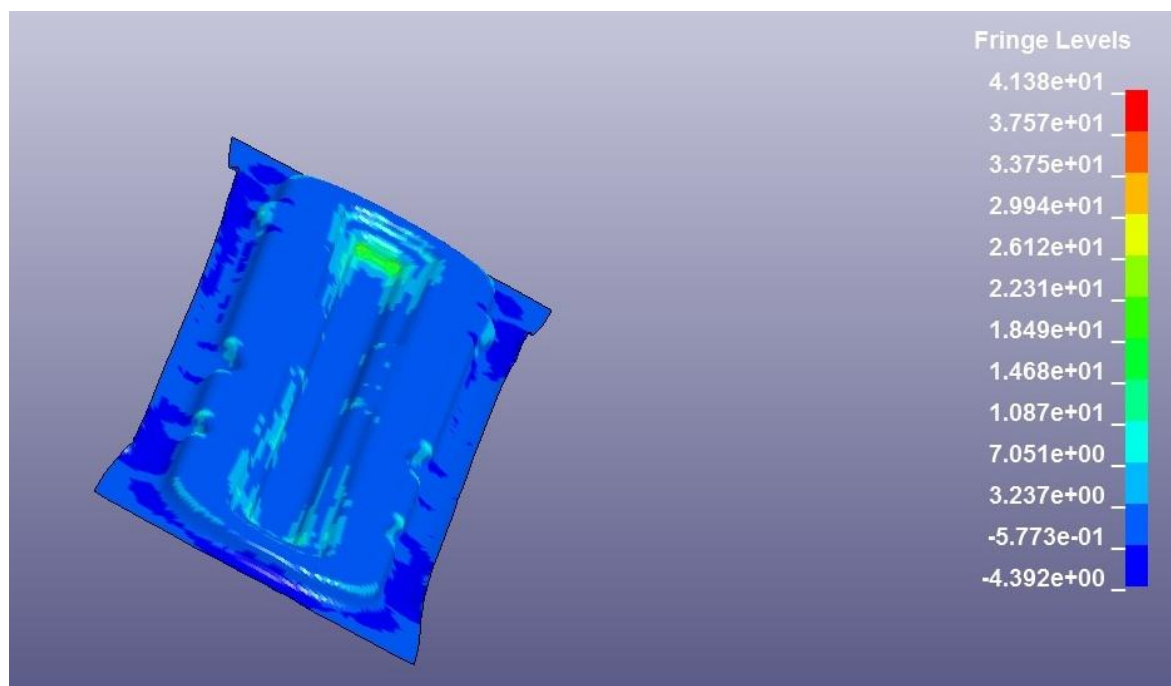


Рисунок 3.5 – Анализ на утонение

На рисунке 3.6 видно, что при формообразовании рабочей детали разрывов не наблюдается.

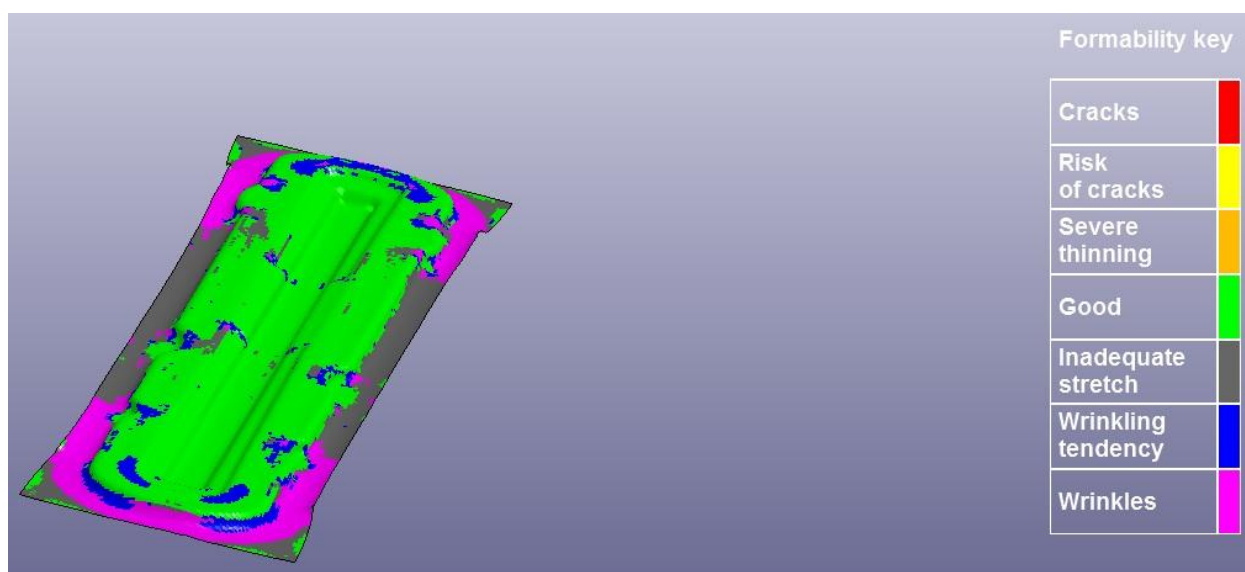


Рисунок 3.6 – Анализ формообразования

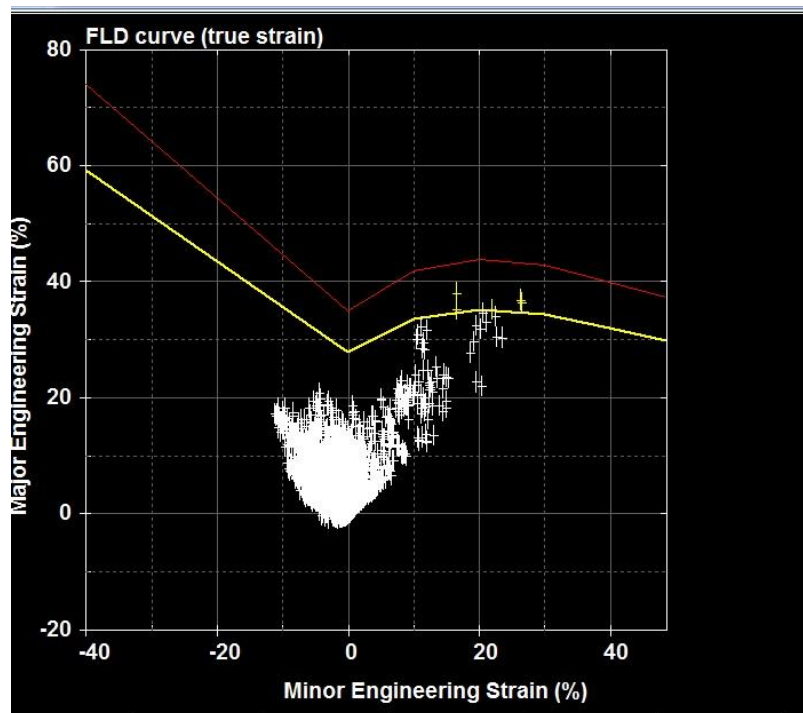


Рисунок 3.7 – График FLD–диаграммы

## 4. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

### 4.1. Выбор оборудования для изготовления изделия

«При выборе пресса исходят из следующих соображений»: [17]

1. «тип пресса и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции»; [17].

2. «номинальное усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки»; [17].

3. «мощность пресса должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции»; [17].

4. «пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций — также повышенной точностью направляющих»; [17].

5. «закрытая высота пресса должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа»; [17].

6. «габаритные размеры стола и ползуна пресса должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстие в столе пресса — позволять свободное проваливание штампуемых деталей (при штамповке «на провал»)); [17].

7. «число ходов пресса должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки»; [17].

8. «в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений (буфера, выталкиватели, механизмы подачи и т. п.)»; [17].

9. «удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям техники безопасности». [17].

«Таким образом, основными механическими параметрами для выбора пресса являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса» [17].

Для остальных операций выбор прессового оборудования проводится среди многопозиционных прессов-автоматов. Подходящим по технологическому усилию является пресс-автомат модели MW-1000 («Muller Weingarten») усилием 10 МН.

Основные характеристики многопозиционного пресс-автомата «Muller-Weingarten-1000»:

- «Номинальное усилие прессы (10 МН)
- Ход ползуна (550 мм)
- Максимальное усилие на каждой операции(3 МН)
- Расстояние между позициями (600 мм)
- Регулировка зоны движения ползуна (80 мм)
- Глубина вытяжки (150 мм)
- Рабочая поверхность (1200 мм)
- Норма штучного времени на позицию (0,042)
- Мощность электродвигателя(110 кВт)» [17].

#### 4.2. Средство автоматизации и основные характеристики.

«К средствам автоматизации проектируемого технологического процесса можно отнести устройство для захвата штучных заготовок, а также систему грейферной подачи заготовок» [17-19].

Листозагрузочное устройство (питатель) имеет пневматический захват

(присосы). Сложная пространственная форма детали определяет выбор трехкоординатной грейферной подачи. В результате использования питающего устройства и грейферных линеек сокращается трудоемкость создания детали, в следствие чего небольшое количество рабочих, задействованных в существующем технологическом процессе освобождаются от работы. После этого представляют техническую характеристику трехкоординатной грейферной подачи и устройства подвода листов для многопозиционного пресса «MW-1000»

#### 4.3. Принцип работы штамповочной линии.

Процесс работы штамповочной линии возникает с загрузки листовых заготовок, который пневмозахватом (присосами) захватывает заготовки из тары. Листозагрузчик оборудованный приспособлением для разделения сдвоенных заготовок – магнитными «распушителями». После этого по магнитному конвейеру полуфабрикаты движутся к прессу. Датчик контроля удвоенной заготовки определяет пригодность заготовки – удвоенные (слипшиеся) полуфабрикаты направляются из потока в отдельную тару. Далее полуфабрикат попадает на технологический этап смазки. Грейферная система на входе пресса осуществляет подачу листового полуфабриката в действующую зону пресса на начальное



штамповочное положение и движение полуфабриката между расположениями пресс-автомата.

В ходе проведения штамповки подъемные ворота находятся в нижнем положении, исполняя роль звукопоглощающего кожуха и защитного ограждения. Во время ремонта или во время переналадки прессы подъемные ворота поднимаются, выкатываются по рельсам стол-болстер и перемещается на место смены штампов. В частности, для перенастройки автоматической линии при установлении штампов для следующего технологического процесса. Отход, получающийся при штамповке (при обрезке), удаляют по особым склизам в стороны от прессы. Затем он падает в люки и поступает на платформы, которые размещены в подвальном помещении. Отход, выходящий при пробивке отверстий, удаляется «на провал» под пресс, после этого двигается в люки и попадает на платформу в подвальном помещении. На выпуске из пресс-автомата расположен транспортер, перемещаемый отштампованные детали на место ручной выкладки в тар.

## 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

### 5.1. Конструкция штамповой оснастки

Вытяжной штамп детали «Усилитель панели» следует разбить на верхнюю и нижнюю части (рисунок 5.1, рисунок 5.2, рисунок 5.3).

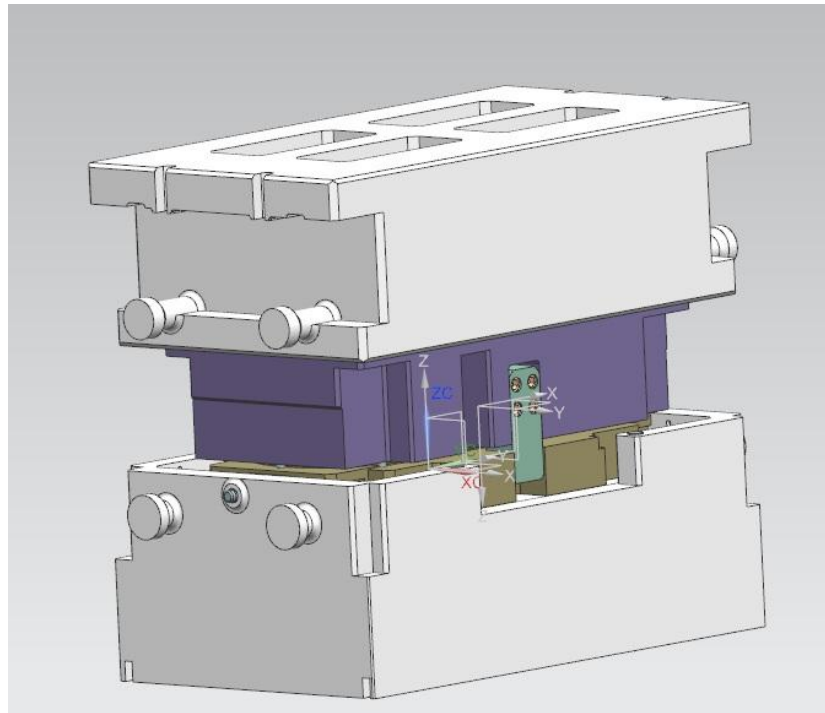


Рисунок 5.1 – Изометрия эскизного проекта штамповой оснастки

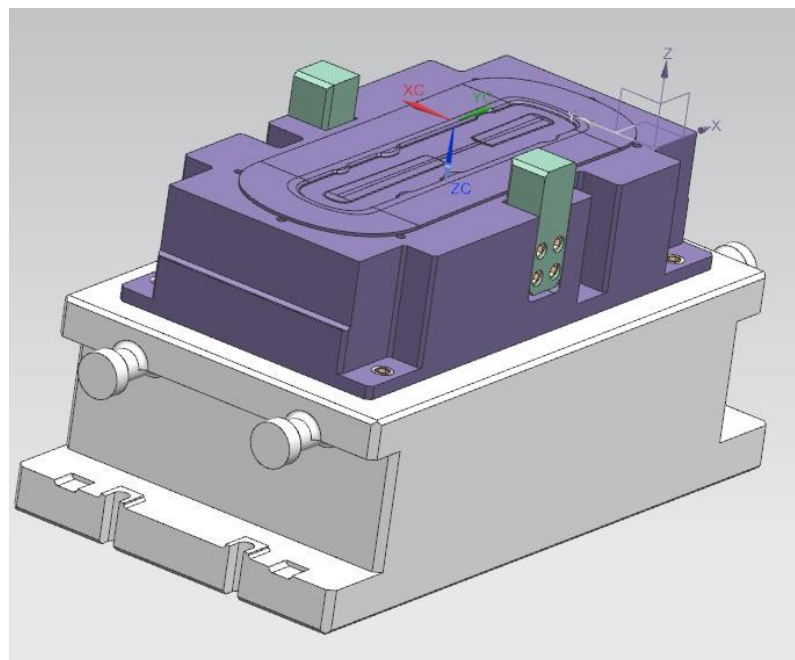


Рисунок 5.2 – Изометрия верхней части проектного штампа

«Верхняя часть содержит матрицу, нижнюю плиту. Закаленная матрица исполнена прокатом. На ней имеются приливы для креплений секций матрицы, направляющих и упоров. Так же в матрице расположены секции, которые выполнены с тормозным порогом. Секции имеют крепления в виде винтов и штифтов. Матрица присоединяется к верхней плите, которая имеет приливы для перемещения и приливы для крепежа направляющих плиток, а так же имеются ограничители высоты и шпонок. Эти детали фиксируются винтами и штифтами». [5].

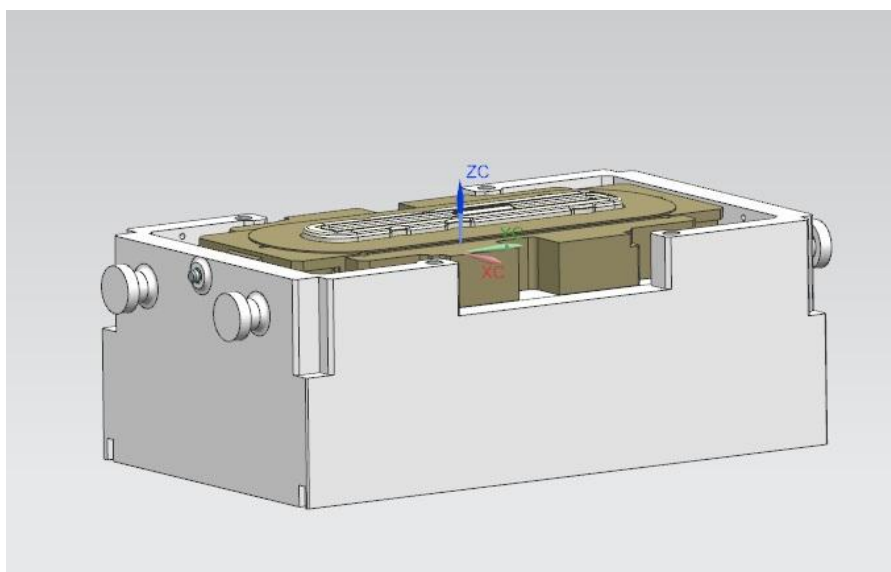


Рисунок 5.3 – Изометрия нижней части проектного штампа

«Нижняя часть содержит пуансон, прижим и плиты. Пуансон в виде отливки имеет приливы для отведения воздуха и крепления направляющих планок и плиток, крепящиеся винтами и штифтами. Пуансон крепится к плите с Т-образными пазами, а так же винтами и штифтами. Нижняя плита, выполнена в виде отливки, которая имеет приливы для транспортирования и приливы для крепежа направляющих плиток и планок, цилиндрических ограничителей высоты, шпонок. Данные детали крепятся с помощью винтов и штифтов. К нижней плите крепится прижим при помощи винтов, на котором располагаются секционные части прижима, которые ограничивают течение металла во время выполнения операции». [5].

Введение полуфабриката в штамп происходит при помощи грейферных линеек. При этом прижим располагается в верхнем положении. Полуфабрикат поступает на поверхность четырех подпружиненных подъемников, находящихся в верхнем положении. Установление полуфабриката осуществляет с помощью фиксаторов. Перемещение ползуна прессы в нижнее положение заставляет подъемники перемещаться в тело прижима.

После чего происходит контакт полуфабриката с пуансоном. Начинается операция вытяжки. Последующее опускание ползуна приводит к соединению верхней и нижней частей штампа. Из этого следует, что операция вытяжки завершена.

Движение вверх ползуна предоставляет толкателям перемещаться при помощи пневмо-подушек. Прижим начинает подниматься.

Извлечение заготовки из матрицы происходит с помощью отлипателей, которые располагаются в вытяжной матрице, под действием пружин.

В то же время вертикально начинают подниматься подъемники из-за разжима пружин. Подъемники переводят отштампованную деталь вверх на уровень транспортировки.

Отштампованный полуфабрикат расположен на поверхности подъемников. После этого подходят грейферные линейки, которые переносят полуфабрикат на следующую позицию штамповки.

## 5.2. Выбор материалов и расчет на прочность деталей штампов

«Рабочие детали штампа (прижим и матрица) испытывают нагрузку от течения металла. В частности это сказывается на зоны с акцентированием напряжений (выступ формы, углубление). Поэтому к материалу прижима и матрицы представляются требования повышенной твердости и износоустойчивости к стиранию от течения металла». [6].

«Для вытяжных штампов в роли рабочих частей предлагается использовать чугуны ХФ и ХРТД. В отдельных случаях стали Х12М1 с насыщением азота на поверхность. Больше всего подвергаются трению от

большого течения металла прижим и матрица, вследствие этого эти части рекомендуется разрабатывать из более легированного чугуна ХРТД. Пуансон разрешено разработать из чугуна ХФ. В проектом варианте в вытяжном штампе используют чугун ХВ для получения пуансона. Для матрицы и прижима берут чугун ХРТД».[6].

Материалы, применяющиеся для получения деталей вытяжного штампа:

1. Плита быстрого крепления пуансона(Сталь 5)
2. Пуансон(Чугун ХВ)
3. Плита верхняя(Сталь 45)
4. Прижим(Чугун СЧ30)
5. Секция прижима(Х12М1)
6. Секция матрицы(Х12М1)
7. Матрица(Сталь 20Х)
8. Направляющие левые/правые(Сталь 45)
9. Нижняя плита(Чугун)
10. Упор(Сталь 20Х)
11. Направляющие планки(Сталь 20Х)
12. Направляющие плитки(Сталь 20Х)
13. Ограничитель высоты в форме цилиндра(Сталь 45)
14. Шпонки(Сталь 45)

#### 5.2.1. Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие

Рассчитываем по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F} \quad (5.2.1)$$

Где  $P$  – усилие пробивки;  $P = 6801 \text{ кгс/мм}^2$ ;

$F$  – опорная поверхность пуансона,  $\text{мм}^2$ ;

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \quad (5.2.2)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 28,26 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{68,01 \cdot 10^3}{28 \cdot 10^{-4}} = 24,2 \text{ МПа}$$

### 5.2.2. Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении

Рассчитываем по формуле (5.2.1):

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

где  $f$  – площадь наименьшего сечения пуансона, по формуле (5.2.2);

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 28,26 \text{ мм}^2$$

$[\sigma_{сжс}]$  – допускаемое напряжение на сжатие,  $[\sigma_{сжс}] = 160 \text{ кгс/мм}^2$

$$\sigma_{сжс} = \frac{68,01 \cdot 10^3}{28 \cdot 10^{-4}} = 24,2 \text{ МПа}$$

Напряжение на сжатие составляет  $24,2 \text{ кгс/мм}^2 < 160 \text{ кгс/мм}^2$ , что меньше допускаемого, из этого следует, что условие прочности на сжатие удовлетворено.

### 5.2.3. Расчет свободной длины пуансона на продольный изгиб

Рассчитываем по формуле:

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{E I}{n P}}, \quad (5.2.3)$$

где  $E$  – модуль упругости ( $2,2 \cdot 10^3 \text{ МПа}$ );

$I$  – момент инерции,  $\text{м}^4$ ;

$n$  – коэффициент безопасности ( $n=3$ );

$$I = \frac{\pi d^4}{4} \quad (5.2.4)$$

$$I = \frac{3,14 \cdot 0,006^4}{4} = 1,01 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$$

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{2,2 \cdot 10^3 \cdot 1,01 \cdot 10^{-9}}{3 \cdot 0,067}} = 0,36 \text{ м}$$

В проектном технологическом процессе длина пуансона равна 20 мм < 36 мм, это значение меньше допустимого. Из этого следует, что условие на продольный изгиб удовлетворено.

Расчеты на прочностные характеристики показали, что пуансон для пробивки отверстия диаметром 6 мм в достаточной степени прочный.

### 5.3. Размеры инструмента

При нахождении исполнительных размеров пуансона и матрицы для делительных операций, следует брать за основу размеры штампуемого изделия, его точность и характер износа. Чтобы получить штампуемое изделие с указанной степенью точности, следует учесть правильный выбор зазоров и допусков на рабочие размеры штампа. Наряду с этим допуски на рабочие размеры пуансона и матрицы должны назначаться в пределах того, чтобы они могли обеспечить получение приемлемых зазоров.

Расчет диаметра пуансона:

$$d_{\text{п}} = (d_{\text{отв}} + \Delta)^{-\delta}$$
$$d_{\text{п}} = (6 + 0,045)^{-0,09} = 6,045^{-0,009} \text{ мм}$$

Квалитет на допуск на изготовления вала h6

Расчет диаметра матрицы:

$$d_{\text{м}} = (d_{\text{п}} + Z)^{+\delta}$$
$$d_{\text{м}} = 6,045 + 0,086^{+0,015} = 6,131^{+0,015} \text{ мм}$$

Допуски на отверстия изготавливаются по качеству H7

## 6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

### 6.1. Техническая характеристика объекта

Таблица 6.1 – «Технологические документы»

№ п/п	Технологический процесс	Технологические операции, виды выполняемой работы	должность рабочего, который выполняет технологическую операцию	Оборудование, требуемое для проекта	Марка материала
1	Штамповка	Вытяжка	Штамповщик	Пресс « MW-1000» 10МН	ст. х/к 08Ю ОСВ–II–Б
2	Штамповка	Обрезка фланца и пробивка	Штамповщик	Пресс «MW-1000» 10МН	ст. х/к 08Ю ОСВ–II–Б
3	Штамповка	Разрезка	Штамповщик	Пресс «MW-1000» 10МН	ст. х/к 08Ю ОСВ–II–Б
4	Штамповка	Правка	Штамповщик	Пресс «MW-1000» 10МН	ст. х/к 08Ю ОСВ–II–Б [9]»

### 6.2. Распознавание вредоносных факторов в прессовом производстве

Опасный производственный фактор, воздействующий на рабочего в установленных условиях, влечёт за собой травмы или резкое ухудшение здоровья.

«Вредный производственный фактор, который воздействует на рабочего, развивается в установленных условиях, которые приводят к постепенному осложнению здоровья, профессиональным заболеваниям и понижению трудоспособности.



Для изготовления детали «Усилитель панели» привлекают внимание факторы соответствующие ГОСТу 12.0.003-74:

Определение всех опасных факторов, имеющих на производстве, составим таблицу 6.2.

Таблица 6.2 –Опасные и вредные факторы

№ п/п	Название опасных и вредных производственных факторов	Виды работ, оборудование, технологические операции, встречающиеся на данном производстве
Физические факторы		
1	перемещающиеся машины и механизмы, и их открытые движущиеся части	Работа пресса
2	Движущиеся изделия, материалы, заготовки	Работа транспортера
3	повышенные уровни шума, вибрации	Работа пресса, пневмо-системы
4	недостаточная освещенность рабочей зоны	Изношенность оборудования
5	Перегрузка электрической цепи	Работа пресса
6	Заостренные края поверхности полуфабриката	Загрузка заготовки оператором в питатель
Психофизиологические факторы:		
1	Однообразность труда	Выполнение работником одной операции на протяжении всего рабочего дня

### 6.3. Мероприятия по разработке безопасных условий труда

Необходимой частью обучения персонала на производство представляется исследование нормативов и требований к технике безопасности, занятия по методам безопасного проведения труда. Обучение

безопасности труда необходимо проводить для принятых работников, не имеющих профессионального навыка.

Выполнение вводного инструктажа проводят с сотрудниками принятыми на рабочие места независимо от их образования, трудового стажа работы по этой профессии. Также, для принятых на работу проводят первоначальную инструкцию по технике безопасности, непосредственно на рабочем месте с представлением приемов по безопасности. По определенной профессии подготовлен свой инструктаж. Вторичный инструктаж обязаны проходить все сотрудники, независимо от квалификации, образования и стажа. Данное мероприятие проводится один раз в год. Дополнительный инструктаж проводят на случай если кто-то из работников получит травму. Осуществление всех мероприятий по технике безопасности фиксируется в надлежащей документации.

Таблица 6.3 – Организационные и технические методы и технические средства снижения негативного влияния опасных и вредоносных производственных факторов

№ п/п	Вредные производственные факторы	Организационные технические методы и средства защиты снижения, вредных производственных факторов	Система персональной защиты рабочего
-------	----------------------------------	--	--------------------------------------

Продолжение таблицы 6.3

1	Движущиеся части оборудования и заостренные края, на поверхности полуфабрикатов	– барьеры ограждающие штампованное пространство с фронта прессы; –звуковые сигналы перед каждым пуском; –предохранительное устройство, которое останавливает привод при перегрузке; –центральное устройство двурукого включения прессы; –автоматизация процессов работы с заготовками.	–хлопчатобумажная одежда; –рукавицы из кожи; –берет хлопчатобумажный; –передник; –очки защитные.
2	Высокая шумность на рабочих местах высокий уровень вибрации	–смазывающие вещество трущихся частей прессы; –замена зубчатых передач на передачи с шевронным зацеплением.	Ушные вкладыши, беруши.
3	Присутствие пыли и газов в воздухе рабочей зоны	Приточная вытяжная вентиляция, которая совмещается с воздушной системой отопления	Респираторы.
4	Плохое освещение рабочей зоны	Расчеты и проектирования достаточного освещения	–
5	Высокое напряжение в электрической цепи	Подключение оборудования к общему контуру заземления.	резиновые тапочки, перчатки
6	Нервные и психические перегрузки	В течение рабочей смены проводятся технические перерывы для эмоциональной разгрузки	–

Продолжение таблицы 6.3

7	Физические перегрузки	В течение рабочей смены проводятся технические перерывы для разминки	–
---	-----------------------	--	---

6.4. Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

Таблица 6.4 – «Классификация опасных факторов пожара»

№ п/п	Цех	Оборудование	Классификации пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие показатели факторов пожара
1	Участок листовой штамповки	Пресс «MW-1000»	В, D, E	–пламя и искры; –тепловой поток; –повышенная температура окружающей среды; –пониженная концентрация кислорода; –снижение видимости в дыму.	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных сооружений, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно–технологического оборудования [9]»

Таблица 6.5 – Технологические условия для пожарной безопасности

Первоначальные средства тушения пожаров	Огнетушитель	Песок	Огнеупорный укрывной материал
Подвижные средства тушения пожаров	Автомобили, имеющие модули пожаротушения	Пожарные мотопомпы	Приспособленные технические средства
Неподвижные установки системы тушения пожаров	Водяные установки систем тушения пожаров	Газовая установка системы тушения пожаров	Система тушения пожаров, использующая порошок
Средства пожарной автоматики	Датчики дыма	Датчики тепла	Приемные и контрольные приборы
Пожарное оборудование	Рукава пожарные	Пожарный инвентарь	Колонка пожарная
Средства персональной защиты людей при пожаре	противогазы	носилки	Защитное снаряжение
Пожарные инструменты	Пожарный захват	Пожарный топор	Лопата штыковая
Пожарная сигнализация	Звуковые оповещения о пожаре	Световые указатели	Ручные пожарные извещатели

Таблица 6.6 – Комплекс мероприятий по оснащению пожарной безопасности

Наименование оборудования технического объекта	Виды реализуемых организационно-технических мероприятий	Предложенные запросы по обеспечению пожарной безопасности
Листовая штамповка	<ul style="list-style-type: none"> <li>–следование техники безопасности;</li> <li>–следование последовательности технологического процесса;</li> <li>–присутствие первичных средств пожаротушения;</li> <li>–уборка масла с рабочего места;</li> <li>–содержание взрывоопасных материалов соответствуя требованиям ПБ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>–опытный персонал;</li> <li>–защиты помещений системой обнаружения пожара и оповещения эвакуации;</li> <li>–присутствие системы пожаротушения</li> </ul>

Таблица 6.7 – «Идентификация экологических факторов технического объекта»

Название объекта, производственно–технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно–технологического процесса энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Движение транспорта	Транспортное средство на дизельном топливе	Загазованность воздуха	–	–
Отходы производства и потребления	Промасленная ветошь, отработанное масло	–	Загрязнение водных источников тяжёлыми металлами и токсинами	Загрязнение почвы, грунтовых вод[9]»

Таблица 6.8 – Мероприятия для снижения негативного воздействия технологического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Передвижение транспорта	Отходы производства и потребления	
		Промасленная ветошь	Отработанное масло

Продолжение таблицы 6.8

Собрание по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на атмосферу	Изменение транспортных средств на дизельном топливе, транспорт на аккумуляторе	–	–
Собрание по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на гидросферу	–	Полная переработка	Полное восстановление качества отработанных масел для их вторичного использования по прямому назначению
Собрание по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на литосферу	–	сжигание в специализированных печах	Полное восстановление качества регенерации с целью их повторного использования

Подведение итогов по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

В данном разделе приведены характеристики технического процесса листовой штамповки. Указаны технологические операции, инженерно-технические оборудования. Проведены определения опасных и вредных производственных факторов. Исследования, которые включают технические устройства сокращения профессиональных рисков. Выбраны средства индивидуальной защиты для рабочих. Проведена распознавание классов



пожара и опасных факторов пожара, мер обеспечения пожарной безопасности. Выполнены меры обеспечения пожарной безопасности. Произведены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 7.1. Сравнительный анализ технологических вариантов

В данном пункте бакалаврской работы следует выполнить сравнительный анализ двух вариантов производства изделия «Усилитель панели». В существующем технологическом процессе для изготовления изделия используют многопозиционный пресс-автомат MW-1000 усилием 10 МН. В проектном технологическом процессе был выбран тот же пресс-автомат MW-1000 с усилием 10 МН. Раскрой такой же, как и в базовом варианте.

Расчетные данные

1. Общее время, затрачиваемое оборудованием (7.1):

$$\Phi_{\text{э}} = D_{\text{раб}} \times T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \times T_{\text{сокр}} \times S \times 1 - k_{\text{р.п}}, \quad (7.1)$$

$D_{\text{раб}}$  - число рабочих дней;

$T_{\text{см}}$  - продолжительность смены;

$T_{\text{сокр}}$  - число предпраздних дней;

$S$  - численность смен;

$k_{\text{р.п.}}$  - показатель, который учитывает требуемое время на ремонт.

$$\Phi_{\text{э}} = 247 \times 8 - 5 \times 1 \times 2 \times 1 - 0,05 = 3745 \text{ ч.}$$

2. Время, затрачиваемое рабочим (7.2):

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% \times \Phi_{\text{э}}$$

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% \times 3745 = 1124 \text{ ч.}$$

7.2. Определение необходимых единиц оборудования, коэффициентов, числа работников и оснастки штампа

Таблица 7.1 – Общие исходные данные

№	Показатели	Обозначения	Единицы измерения	Значения	
1	Годовая выпускная программа, шт	$N_r$	шт	250000	
2	Время ,которое затрачивается на: -оборудование -рабочих	$\Phi_{\text{э}}$ $\Phi_{\text{эр}}$	час	3745 1124	
3	Показатель выполнения нормы	$K_{\text{вн}}$	-	1,1	
4	Показатель многостаночного обслуживания	$K_{\text{мн}}$	-	1,0	
5	Показатель времени, отведенного на отпуск рабочим	$K_o$	%	11,8	
6	Показатель монтажных работ - в расчетах на себестоимость - в расчетах капитального вложения	$K_{\text{монт}}$	-	1,1 0,1	
7	Расходы на закупку одного килограмма материала	$C_m$	руб.	52	
8	Стоимость одного килограмма отхода	$C_{\text{отх}}$	руб.	2	
9	Масса заготовки	$M_z$	кг	1	0,6
10	Масса отхода	$M_{\text{отх}}$	кг	0,81	0,42
11	Показатель затрат, связанный с транспортировочными и заготовительными операциями	$K_{\text{гз}}$	-	1,014	
12	Показатель доплаты к заработной плате (от третьего и до пятого разряда)				
А	Часовой фонд заработной платы	$K_{\text{доп}}$	-	1,18	
Б	Квалифицированность рабочего	$K_{\text{ппф}}$	-	1,23	
В	За условия труда	$K_y$	-	1,28	
Г	Надбавка в ночные смены	$K_n$	-	1,1	
Д	Премияльные	$K_{\text{пр}}$	-	1,1	
Е	Выплаты на социальные нужды	$K_c$	-	1,36	
13	Суммарный показатель доплаты	$K_{\text{эпл}}$	-	3,057	
14	Показатель мощностной способности оборудования	$K_m$	-	0,8	
15	Показатель единовременной электродвигателя	$K_b$	-	0,7	
16	Общий коэффициент полезного действия электрической цепи	$K_{\text{п}}$	-	1,07	
17	Показатель временного ресурса оборудования	$K_{\text{од}}$	-	0,8	

Продолжение таблицы 7.1

18	Выручка с продажи -изношенных оборудований -изношенных штампов	$V_p$ $V_{ри}$	%	5 15
19	Величина амортизации	$H_a$	%	6
20	Показатель суммарных расходов (цеховых)	$K_{цех}$	-	1,76
21	Почасовой тариф - рабочего, имеющего третий разряд - наладчика, имеющего пятый разряд	$C_T$ $C_T$	руб.	74,6 92,3
22	Тарификация электричества за расход одного киловатта электроэнергии	$C_э$	руб.	3,7
23	Стоимость одного квадратного метра площади	$C_{пл}$	руб.	5150
24	Показатель экономической эффективности	$E_n$	-	0,37

Таблица 7.2 – Краткие сведения о характеристиках оборудования

№ п/п	Используемое оборудование	Усилие (МН)	Время		Мощность $M_y$ (кВт)	Площадь $S_y$ (м <sup>2</sup> )	Цена (руб.)
			$t_{шт}$	$t_{маш}$			
Оборудование, используемое в базовой технологии							
1	Пресс-автомат Muller-Weingarten MW-1000	10	0,1	0,08	110	50	12500000
Оборудование, используемое в проектной технологии							
1	Пресс-автомат Muller-Weingarten MW-100	10	0,1	0,08	110	50	12500000

Таблица 7.3 – Известные данные штампов

№	Наименования штампов	Ресурс штампов $T_{и.шт}$ (Количество ударов)	Стоимость штампов $C_{шт}$ ( руб.)
Базовый вариан			
1	Вытяжной штамп	1200000	857220
2	Штамп правки	800000	792043
3	Штамп обрезки	600000	814200
4	Пробивной штамп	100000	450000
Проектный вариант			
1	Вытяжной штамп	1200000	757220

Продолжение таблицы 7.3

2	Штамп правки	800000	692043
3	Штамп обрезки	600000	714200
4	Пробивной штамп	100000	350000

7.3. Расчет необходимых единиц оборудования, коэффициентов, числа работников и оснастки штампа

Таблица 7.4 – Расчет требуемых единиц оборудования, коэффициентов, числа рабочих и штамповой оснастки

№	Показатель	Расчетные формулы и расчет	Значения	
			Базовый	Проектный
1	Число единиц, оборудования которое требуется для выполнения планируемой нормы выпуска изделий	$N_{об} = \frac{T_{шт} \times H_{г}}{\Phi_{э} \times K_{вн} \times 60}$ $N_{об}^{баз} = \frac{0,1 \times 250000}{3745 \times 1,1 \times 60} = 0,1 \approx 1$ $N_{об}^{пр} = \frac{0,1 \times 250000}{3745 \times 1,1 \times 60} = 0,1 \approx 1$	1	1
2	Показатель затраченного оборудованиям времени на текущую операцию	$K_3 = \frac{N_{об}^{расч}}{N_{об}^{баз}}$ $K_3^{баз} = 0,1 \quad 1 = 0,1$ $K_3^{пр} = 0,1 \quad 1 = 0,1$	0,1	0,1

Продолжение таблицы 7.4

3	Число рабочих, которое потребуется для выполнения планируемой нормы выпуска	$P_{оп} = \frac{t_{шт} \times N_{г} \times 1 \times \frac{K_0}{100}}{\Phi_{эп} \times K_{мн} \times 60}$ $P_{оп}^{баз} = \frac{0,1 \times 250000 \times 1 \times \frac{11,8}{100}}{1124 \times 1 \times 60}$ $= 0,41$ $\approx 1 \times 1_{оп} \times 2_{см}$ $= 2$ $P_{оп}^{баз} = \frac{0,1 \times 250000 \times 1 \times \frac{11,8}{100}}{1124 \times 1 \times 60}$ $= 0,41$ $\approx 1 \times 1_{оп} \times 2_{см}$ $= 2$	2	2
4	Требуемое количество штампов, которое потребуется для выполнения планируемой нормы выпуска изделий	$n_{штамп} = N_{г} T_{и}$ $n_{шт оп 1} = 250000 \quad 1200000$ $n_{шт оп 2} = 250000 \quad 800000$ $n_{шт оп 3} = 250000 \quad 600000$ $n_{шт оп 4} = 250000 \quad 120000$	1	1

7.4. Расчет капитальных вложений

Таблица 7.5 – Расчет суммарного капитального вложения

№	Показатель	Расчетные формулы и расчет	Значения	
			Базовый	Проектный
1	Капитальное вложение, требуемое на закупку оборудования	$K_{об} = N_{об} \times C_{об} \times K_3$ $K_{об}^{баз} = 1 \times 1200000 \times 0,1$ $= 120000$	120000	120000

Продолжение таблицы 7.5

2	Издержки, связанные с доставкой и монтажом оборудования	$K_M = K_{об} \times K_{монт}$ $K_M^{\delta аз} = 120000 \times 0,1 = 12000$ $K_M^{нр} = 120000 \times 0,1 = 12000$	12000	12000
3	Издержки, связанные с приобретением штампов	$K_u = \Pi_{шт} \times n_{шт}$ $K_u^{\delta аз} = 910000$ $K_u^{\delta аз} = 895000$	910000	895000
4	Издержки, связанные с приобретением площади	$K_{пл} = N_{об} \times S_y \times \Pi_{пл} \times K_3$ $K_{пл}^{\delta аз} = 77250$ $K_{пл}^{нр} = 77250$	77250	77250
5	Общая сумма всех расходов	$K_{кон} = K_M + K_u + K_{пл}$ $K_{кон}^{\delta аз} = 180250$ $K_{кон}^{\delta аз} = 175250$	180250	17250
6	Суммарные капитальные вложения	$K_{общ} = K_{об} + K_{кон}$ $K_{общ}^{\delta аз} = 300250$ $K_{общ}^{нр} = 295250$	300250	295250
7	Удельные капитальные вложения	$K_{y\delta} = \frac{K_{общ}}{N_2}$ $K_{y\delta}^{\delta аз} = 1,2$ $K_{y\delta}^{нр} = 1,1$	1,2	1,1

## 7.5 Расчет себестоимости изделия по сравниваемым вариантам

Таблица 7.6 – Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

№	Показатель	Расчетные формулы и расчет	Значения	
			Базовый	Проектны й
1	Себестоимость изделия в рублях	$M = (M_3 \times \Pi_M \times K_{m3}) - (M_{омх} \Pi_{омх})$ $M^{баз} = 72$ $M^{пр} = 67$	72	67
2	Расчет заработной платы рабочим в рублях	$Z_{пл} = \frac{P \times C_m \times \Phi_{эп} \times K_{зпл} \times K_3}{N_c}$ $Z_{пл}^{баз} = \frac{2 \times 74,6 \times 1124 \times 3,05 \times 0,1}{250000} = 0,2$ $Z_{пл}^{пр} = \frac{2 \times 74,6 \times 1124 \times 3,05 \times 0,1}{250000} = 0,2$	0,2	0,2
3	Издержки, связанные с амортизацией и эксплуатацией оборудования в рублях	$P_a = \frac{(\Pi_{обх} - 1 - B_p) \times H_a \times t_{ум} \times 1,3}{\Phi_3 \times K_{вн} \times 60 \times 100}$ $P_a^{баз} = \frac{1200000 \times (1 - 0,05) \times 6 \times 0,1 \times 1,3}{3745 \times 1,1 \times 60 \times 100}$ $P_a^{пр} = \frac{1200000 \times (1 - 0,05) \times 6 \times 0,1 \times 1,3}{3745 \times 1,1 \times 60 \times 100}$	0,35	0,35
4	Расходы на электроэнергию в рублях	$P_э = \frac{M_y \times t_{маи} \times K_{од} \times K_m \times K_{вн} \times K_n \times \Pi_э}{КПД \times 60}$ $P_э^{баз} = \frac{200 \times 0,08 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,7 \times 1,03 \times 3,7}{0,75 \times 60} = 0,6$ $P_э^{пр} = \frac{200 \times 0,08 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,7 \times 1,03 \times 3,7}{0,75 \times 60} = 0,6$	0,6	0,6



Продолжение таблицы 7.6

5	Издержки, связанные с амортизацией штампового инструмента	$P_u = (U_{шт} \times 1 \times B_{р.ш}) T_{шт.}$ $P_u^{базыт} = 857220 \times (1 - 0,15) \quad 1200000$ $P_u^{првыт} = 757220 \times (1 - 0,15) \quad 1200000$ $P_{шт.общ}^{баз} = 2,3$ $P_{шт.общ}^{првыт} = 1,53$	2,3	1,53
6	Издержки на содержание и использование производственной площади	$P_{пл} = \frac{S_y \times N_{об} \times K_3 \times U_{пл}}{N_2}$ $P_{пл}^{баз} = \frac{50 \times 1 \times 4500 \times 0,1}{250000} = 0,09$ $P_{пл}^{пр} = \frac{50 \times 1 \times 4500 \times 0,1}{250000} = 0,09$	0,09	0,09
7	Расчет заработной платы рабочим производства	$Z_{раб} = \frac{N_{обх} \times C_T \times \Phi_{эр} \times K_3 \times K_{зпл}}{N_{обсл} \times N_2}$ $Z_{раб}^{баз} = \frac{1 \times 74,6 \times 1124 \times 3,057 \times 0,1}{0,5 \times 250000}$ $Z_{раб}^{баз} = \frac{1 \times 74,6 \times 1124 \times 3,057 \times 0,1}{0,5 \times 250000}$	0,2	0,2
8	Затраты, связанные с технологической себестоимостью	$C_{зт} = M + Z_{пл} + P_a + P_э + P_u + P_{пл} + Z_{раб}$ $C_{зт}^{баз} = 72 + 0,2 + 0,35 + 2,3 + 0,6 + 0,09 + 0,2 = 76,1$ $C_{зт}^{баз} = 67 + 0,2 + 0,35 + 1,53 + 0,6 + 0,09 + 0,2 = 70$	76,1	70
9	Расходы на производство	$P_{цех} = Z_{пл} \times K_{цех}$ $P_{цех}^{баз} = 0,2 \times 1,72 = 0,3$ $P_{цех}^{пр} = 0,2 \times 1,72 = 0,3$	0,3	0,3
10	Суммарные показатели себестоимости в рублях	$P_{цех} = P_{цех} + C_{зт}$ $P_{цех}^{баз} = 0,9 + 76,1 = 76,1$ $P_{цех}^{баз} = 0,3 + 70 = 70,3$	76,1	70,3

## 7.6. Расчет экономического показателя проектного варианта

Таблица 7.7 – экономический показатель выгоды

Показатель	Формула и расчет	Значение показателя	
Условная экономия за год, учитывающий сниженную себестоимость в рублях	$\mathcal{E}_{yz} = (C_{цех}^{баз} \times C_{цех}^{np}) N_z$ $\mathcal{E}_{yz} = 76,4 - 70,3 \times 250000$ $= 1525000$	1525000	
Переведенная общая затрата	$Z_{np} = C_{цех} + E_n \times K_{y\delta}$ $Z_{np}^{баз} = 76,4 + 0,33 \times 15,4 = 81,4$ $Z_{np}^{баз} = 70,3 + 0,33 \times 15,1 = 75,4,$	81,4	75,4
Экономический показатель выгоды	$\mathcal{E}_z = Z_{пер}^{баз} - Z_{пер}^{np} \times N_z$ $\mathcal{E}_z = 81,4 - 75,4 \times 250000$ $= 1500000$	15000000	
Срок окупаемости, вложенных средств	$T_{ок} = K_u^{np} / \mathcal{E}_{yz}$ $T_{ок} = \frac{895000}{1500000}$	0,59	

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления изделия «Усилитель панели» себестоимость продукции снизилась с 76,4 рублей до 70,3, т.е. на 6,1 рублей (восемь процентов) за счет изменения раскроя материала в проектом технологическом процессе, также замена недолговременного штампа вытяжки на долговременный. Годовой экономический эффект от внедрения нового технологического процесса составил один миллион пятьсот двадцать пять тысяч рублей, при сроке окупаемости штамповой оснастки в течение одного года.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были проведены проверки на технологичность детали «Усилитель панели»

1. Было произведено анализирование существующей технологичности детали и обнаружены ее недостатки.

2. Установлена оптимизация размеров проектного полуфабриката, рассчитан коэффициент использования материала, а так же осуществлен расчет энергосиловых параметров на каждую операцию из проектной технологии.

3. Определен инженерный анализ напряженно-деформируемого состояния заготовки на операцию вытяжки с помощью программного обеспечения LS-Dyna, получены результаты анализа.

4. Произведен технологический проект и эскизный проект штамповой оснастки штамповой оснастки вытяжного штампа для детали «Усилитель панели» при помощи средства автоматизации программного обеспечения SiemensNX 9.0.

5. Следовательно, по штамповой оснастке был определен исполнительный размер рабочих частей штампа, а так был выбран материал и способ обработки элементов, входящих в штамп.

6. В пункте по безопасности и экологичности объекта были проведены необходимые мероприятия по мерам предосторожности и охране труда. В части по экономике была рассчитана себестоимость детали «Усилитель панели». Выявлены основные капитальные вложения для существующего и проектного вариантов, после чего было проведено сравнение этих двух вариантов.

7. В результате введения проектной технологии изготовления детали «Усилитель панели» снизилась себестоимость продукции с 76,1 до 70,3, т.е. на 6,1 рублей (7,99%) за счет изменения раскроя материала в проектном технологическом процессе

На основе проделанных расчетов, следует произвести вывод, что цели выпускной квалификационной работы достигнуты.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверкиев, Ю. А. Технология холодной штамповки [Текст]: учеб. для вузов / Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.

2. MECHANICAL ENGINEERING DESIGN – CAD (МАШИНОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ – САПР); 2008; авторы: R. Sheridan, T. Etterlin;

<https://www.worldskills.org/what/career/skills-explained/manufacturing-and-engineering-technology/mechanical-engineering-design-cad/>

3. Банкетов, А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.

4. Бочаров, Ю. А. Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.А. Бочаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 480 с.

5. Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.

6. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.– 408 с.

7. Губкин, С. И. Основы теории обработки металлов давлением [Текст]: С. И. Губкин, Б. П. Звороно, В. Ф. Катков и др. – М.: Машгиз, 1959. - 539 с.

8. Техника безопасности и производственная санитария в кузнечно-прессовых цехах (Золотников С. Л. И др.) – М.: Машиностроение, 1984г.-256с.

9. 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

10. Канторович, Л. В. Рациональный раскрой промышленных материалов [Текст]: Л. В. Канторович, В. А. Залгаллер. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Наука, 1971. – 300 с.: ил.

11. Малов, А. Н. Технология холодной штамповки [Текст]: А. Н. Малов – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.

12. Матвеев, А. Д. Ковка и штамповка [Текст]: Справочник: В 4 т. Т. 4 Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева; Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – 1987. – 544 с.: ил.

13. Норицын, И. А. Автоматизация и механизация технологических процессов ковки и штамповки [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. А. Норицын, В. И. Власов. – М.: Машиностроение, 1967. – 388 с..

14. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением [Текст]: М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

15. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке [Текст] / В. П. Романовский – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.

16. Скрипачев, А. В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с.

17. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.

18. Шапорева, И. Л. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 299 с.

19. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка [Текст]: М. Е. Зубцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.: ил.

20. Иванов, И. И. Основы теории обработки металлов давлением [Текст]: учебник / И. И. Иванов, А. В. Соколов, В. С. Соколов и др. – М.: Форум – Инфра-М, 2007. – 144 с. : ил. – (Высшее образование).

21. Якуничев Е.В. Технология холодной штамповки. Сборник задач. – Тольятти: ТолПИ, 1991.

22. Metal Forming (Обработка металлов давлением); 2004; авторы: V. Vohnout, Jianhui Shang and G.S. Daehn;

23. Sheet Production and Automotive Stamping (Изготовление листов и штамповка в автомобилестроении); 2004; авторы G. S. Daehn, Jianhui Shang;

24. Design and Development of Sheet Metal „Draw“ Component Using CAE Technology (Проектирование и разработка компонентов «Вытяжки» из листового металла с использованием технологии САПР); 2013; авторы: Y. N. Dhulugade, P. N. Gore.

25. Hot stamping (Горячая штамповка); 2010; авторы: Н. Karbasian, А.Е. Теккава;

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
А0			17.БР.СОМДyРП.581.61.00.000	Штамп для вытяжки	4	
<i>Детали</i>						
		1	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.001	Плита верхняя	1	
		2	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.002	Плита нижняя	1	
		3	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.003	Матрица	1	
		4	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.004	Пуансон	1	
		5	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.005	Прижим	1	
		6	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.006	Призмы направляющие	2	
		7	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.007	Маркетные толкатели	4	
		8	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.008	Ограничители	2	
		9	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.009	Ограничители	4	
		10	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.010	Отлипатели	2	
		11	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.011	Пружина 16x2x40	4	
		12	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.012	Пружина 20x2x50	2	
		13	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.013	Выталкиватели	4	
		14	17.БР.СОМДyРП.581.61.00.014	Ловители	6	
				<i>Крепежные элементы</i>		
		15		Винт М12x70	8	
		16		Винт М16x50	4	
		17		Винт М20x125	3	
		18		Штифт 16п6x40	2	
		19		Штифт 12п6x60	2	
<b>17.09.190.11.00.000</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ.		Потеребух С.А.			Лист	Листов
Пров.		Путеев П.А.			1	3
Н.контр.		Виткалов В.Г.			ТГУ каф. "СОМДyРП"	
Утв.		Ельцов В.В.				
<b>Штамп для вытяжки</b>						
<i>Копировал</i>					<i>Формат А4</i>	