

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 «Лонжерон» легкового автомобиля

Студент

А. С. Бурнягин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

П. А. Путеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И. В. Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И. В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В. Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н. В. Яценко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**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  
Ельцов В.В. \_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия) (подпись)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

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

Студент Бурнягин Александр Сергеевич

1. Тема: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Лонжерон»
2. Срок сдачи студентом законченного проекта: июнь 2017
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Чертеж детали, базовый вариант технологического процесса, программа изготовления детали.
4. Содержание пояснительной записки: 1. анализ технологических показателей исходных данных; 2. разработка технологического процесса изготовления детали; 3. выбор оборудования, средств автоматизации; 4. разработка конструкции штамповой оснастки; 5. применение CAD/CAE технологий для проектирования и изготовления штамповой оснастки; 6. безопасность и экологичность проекта; 7. экономическая часть.
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала: сравнительная технология, комплекс оборудования, штамп- разрезы, планы
6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта \_\_\_\_\_ (И.В. Дерябин) 2. Экономическая часть \_\_\_\_\_ (И.В. Краснопевцева)
3. Нормаконтроль \_\_\_\_\_ (В.Г. Виткалов)
7. Дата выдачи задания «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

Заказчик (указывается должность, место работы, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

Путеев П. А.  
\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (подпись)

Бурнягин А.С.  
\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

Ельцов В.В. \_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия) (подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Студента Бурнягина Александра Сергеевича  
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Лонжерон»

<i>Наименование раздела работы</i>	<i>Срок выполнения по плану</i>	<i>Срок выполнения по факту</i>	<i>Отметка о выполнении</i>	<i>Подпись руководителя</i>
Анализ технико-экономических показателей	12.04.2017	15.04.2017	Выполнено	
Разработка технологического процесса	17.04.2017	30.04.2017	Выполнено	
Выбор оборудования и средств автоматизации	23.04.2017	01.05.2017	Выполнено	
Конструкторская часть	26.05.17	05.05.2017	Выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	05.05.2017	07.05.2017	Выполнено	
Экономическое обоснование	08.05.2017	11.05.17	Выполнено	
Подготовка чертежей	13.05.2017	20.15.07	Выполнено	
Подготовка к защите бакалаврской работы	30.05.17	08.06.2017	Выполнено	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Путеев П.А.

(Фамилия И.О)

Задание принял к  
исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Бурнягин А.С.

(Фамилия И.О)

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе была спроектирована математическая модель детали «Лонжерон». Для проектирования были использованы системы автоматизированного проектирования.

В технологической части была осуществлена проверка базового технологического процесса, анализ форм и размеров заготовки. Были рассчитаны такие параметры: коэффициент использования материала, усилие, требуемое для пробивки, а также работа. По полученным энергосиловым параметрам был осуществлен выбор оборудования и указаны технические характеристики прессы. Были подобраны средства автоматизации. Затем с помощью программного оборудования «Siemens NX 9.0» была спроектирована 3D модель детали «лонжерон» и штамп для вытяжки. Затем с помощью программы «LS-Dyna» заготовка была испытана на деформацию и напряжение. Определены размеры рабочих частей штампа, материал из, которого они будут произведены. В расчетно-пояснительной записке был установлен перечень мероприятий и мер, которые направлены на безопасность труда. В экономической части рассчитана себестоимость проектного варианта, произведено сравнение базового показателя и проектного. Осуществлен расчет объема капиталовложений и срок его окупаемости. Так же были разработаны чертежи штампового оснащения.

Все расчеты соответствуют методическим и учебным указаниям для выпускных квалификационных работ. Объем пояснительной записки составляет 61 страницу, а объем графического материала 6.

## ABSTRACT

In this final qualification work the mathematical model of a detail "Longeron" was designed. For design computer-aided engineering systems were used.

In a technological part check of basic technological process, the analysis of forms and the amount of preparation was carried out. Such parameters were calculated: efficiency of material, the effort demanded for a punched hole and also work. In the received power parameters the choice of the equipment was carried out and technical characteristics of a press are specified. The automation equipment was picked up. Then by means of the program equipment "Siemens NX 9.0" the detail 3D model "longeron" and a stamp for an extract was designed. Then by means of the LS-Dyna program preparation was experienced for deformation and tension. The sizes of working parts of a stamp, material from which they will be made are determined. In the settlement explanatory note the list of actions and measures which are directed to safety of work was established. In an economic part prime cost of design option is calculated, comparison of a basic indicator and design is made. Calculation of volume of capital investments and term of its payback is performed. Also drawings of stamping equipment were developed.

All calculations correspond to methodical and educational instructions for final qualification works. The volume of the explanatory note makes 61 page, and the volume of graphic material 6.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	9
1.1. Анализ базового варианта на технологичность .....	9
1.2. Недостатки базовой технологии .....	9
1.3. Цель бакалаврской работы .....	10
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА.....	11
2.1. Схема предлагаемого технологического процесса.....	11
2.2. Определение формы и размеров заготовки .....	12
2.3 Нахождение коэффициента использования материала и разработка рационального раскроя материала. ....	14
2.4. Расчет энергосиловых параметров .....	15
3. ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ.....	19
3.1. Создание математической модели штамповой оснастки.....	19
3.2. Подготовительные операции, сопутствующие анализу.....	19
3.3 Исходные данные для анализа и создание конечно-элементной сетки. ...	19
3.4. Расчет и вывод данных .....	20
4. ВЫБОР ТРЕБУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА, СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	22
4.1. Выбор оборудования и его технические характеристики.....	22
4.2. Основные характеристики выбранных средств автоматизации .....	23
4.3. Принцип действия штамповой линии .....	25
5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....	27
5.1. Компоненты входящие в конструкцию штампа, его конструкция и принцип работы.....	28
5.2. Принцип работы штампа .....	32
5.3. Прочностные расчеты деталей штампа .....	33
5.3.1. Расчет опорной поверхности пуансона на смятие.....	33

5.3.2. Расчёт пуансона на сжатие в наименьшем сечении .....	34
5.3.3. Определение нужного количества выталкивателей и их усилия.....	34
5.3.4. Выбор материала для изготовления штамповой оснастки .....	35
5.4. Нахождение центральной точки давления штампа .....	35
5.5. Исполнительные габариты инструмента .....	36
6. БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	37
6.1. Технологическая характеристика объекта .....	37
6.2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных и профессиональных рисков .....	38
6.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков ..	39
6.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	41
6.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	44
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	47
7.1. Сравнительный анализ технологических вариантов.....	47
7.2. Определение необходимых единиц оборудования, коэффициентов, числа работников и штамповой оснастки .....	48
7.3. Расчет необходимых единиц оборудования, коэффициентов, числа рабочих и штамповой оснастки .....	50
7.4. Расчет капитальных вложений .....	51
7.5. Расчет себестоимости изделия по сравниваемым вариантам.....	52
7.6. Расчет экономического показателя проектного варианта .....	54
7.6. Подведение итогов .....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ .....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

## ВВЕДЕНИЕ

Сейчас листовая штамповка занимает основную долю любого металлообрабатывающего производства, на котором происходит операции формообразования, в особенности на в машиностроительном производстве.

Выделим основные преимущества листовой штамповки по сравнению с другими видами обработки материала:

- 1) Более высокая производительность;
- 2) Возможность изготовления изделий, имеющих сложную форму, которые нельзя сделать иными видами обработки;
- 3) Использование штамповой оснастки, имеющих высокий ресурс;
- 4) Себестоимость конечного изделия довольно-таки мала
- 5) Возможность изготовление, деталей, которые не требуют последующих операций обработки
- 6) Высокий коэффициент использования материала;
- 7) Изготовление деталей, имеющих высокую жесткость и прочность детали.

Штамповка отдельными операциями не выгодно, поэтому целесообразно применять метод последовательной штамповки, автоматизирование производства.

При последовательной штамповке происходит объединение нескольких различных операций, а система автоматизации позволяет уменьшит количество рабочих, что в конечном итоге положительно сказывается на экономическом показателе.

Целью данной бакалаврской работы является снижение себестоимости изготовления детали, путем внесения изменений в раскрой материала.



# 1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Анализ базового варианта на технологичность.

Первой операцией является резка рулона, ширина которого 1150мм, на карточки, шаг которых 1000мм. Получается карточка, размеры которой 1150 × 1000мм. Потом эта карточка режется на шесть заготовок, размеры которых 1150 × 200мм. Все операции будут производиться, чтобы в конечном итоге получить деталь, которая изображена ниже (рисунок 1)

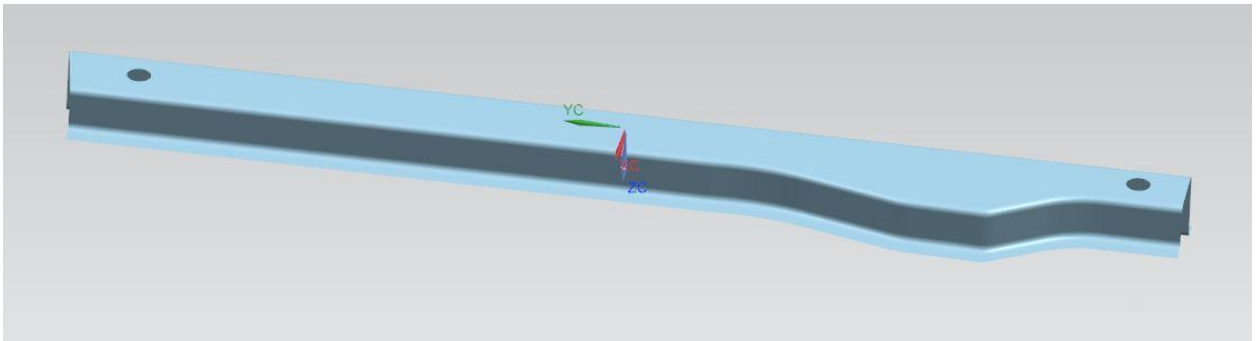


Рисунок 1 – общий вид детали

Далее все операции будут выполняться на многопозиционном пресс-автомате «Muller Weingarten MW-1000», усилие которого 10МН.

## 1.2. Нахождение недостатков базовой технологии

Проанализировав базовую технологию, были идентифицированы такие недостатки:

- 1) Габариты заготовки велики
- 2) Нерациональный раскрой обрезки по контуру, так как часть металла, которая уходит в отход, велика, что существенно снижает коэффициент использования материала.

### 1.3. Цель бакалаврской работы

В виду найденных недостатков базового варианта технологического процесса детали типа «Лонжерон», сформулируем задачи, связанные с усовершенствованием исходной технологии:

- 1) Создать математическую модель детали типа «Лонжерон»;
- 2) Проанализировать базовую технологию;
- 3) Рассчитать параметры раскроя;
- 4) Рассчитать такие параметра, как усилие и работа;
- 5) Подобрать подходящее оборудование и средства, которые автоматизируют производство;
- 6) Создать математическую модель вытяжного штампа;
- 7) Проанализировать проект с точки зрения безопасности и рентабельности.

## 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 2.1. Схема предлагаемого технологического процесса

Проектный вариант технологического процесса предполагает выполнение всех штамповочных операций на одном оборудовании – пресс-автомат. Основной особенностью работы данного оборудования является то, что оборудован средствами автоматизации. Подача полуфабриката и его передача между позициями осуществляется с помощью рейферных линеек.

Схема предлагаемого технологического процесса такова: на первой операции вырубается предварительные заготовки, а уже потом из них нарезают окончательные заготовки, которые укладываются в тару и транспортируются на оборудование.

Далее укладчики загружают заготовки в питательное устройство, которое перемещает заготовку в зону, на которой располагаются рейферные линейки. Попутно контролируется сдвоенность заготовок. Если таковые попадают, то они удаляются. Затем на рейферных линейках в несколько этапов заготовка подается в рабочую зону пресс-автомата.

На первом этапе происходит операция вытяжки. После чего следует предварительная обрезка и пробивка. Далее заготовка попадает на окончательную обрезку и пробивку. На следующем этапе выполняется операция гибки, правки и отбортовки, а на последующих такие же, но отбортовка заменяется формовкой. И завершающей операцией является пробивка отверстий.

По завершению всех операций отштампованное изделие с помощью рейферных линеек выводится с рабочей зоны.

Предложенный технический процесс состоит из таких операций:

Операция 1Б - Вытяжка

Операция 2Б – Предварительная обрезка

Операция 3Б – Обрезка фланца

Операция 4Б – Гибка и отбортовка

Операция 5Б - Правка и формовка

Операция 6Б – Пробивка клиновья

## 2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки

Экономия материала предполагает изменение базового размера заготовки. В базовом варианте размеры заготовки были таковы: 1200 × 200мм. Исходные габариты заготовки предлагается подсчитать двумя способами:

1. Численным
2. Аналитическим

Численный метод предполагает использование средств автоматизированного проектирования. С помощью функции «Анализ формуемости – одношаговый», которая встроена в программу «Siemens NX 9.0», произведем моделирование развертки (рисунок 2.1)

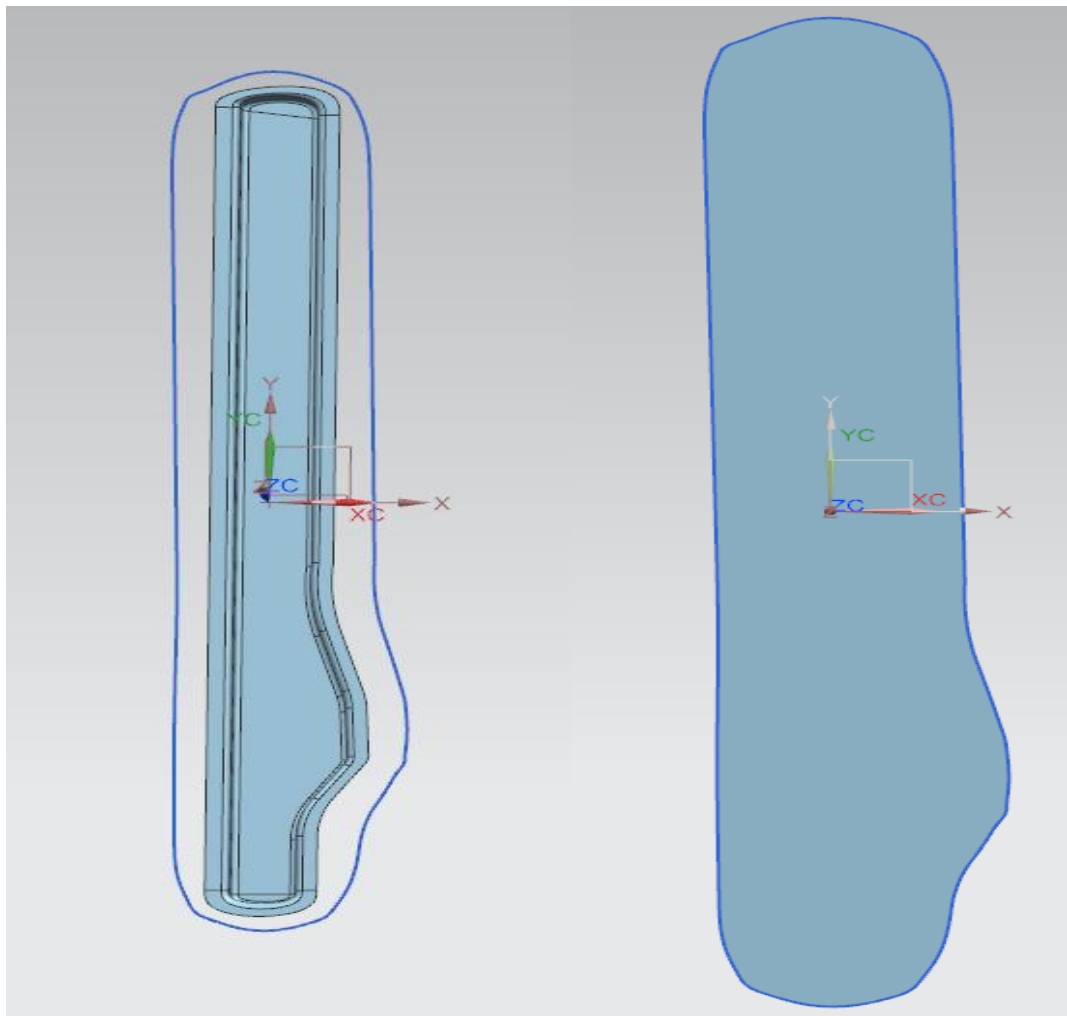


Рисунок 2.1 – Развертка, полученная после использования функции Найдем значения длины и ширины заготовки с помощью инструмента измерения.

$$L_{\text{попереч.}} = 158\text{мм}$$

$$L_{\text{прод.}} = 892\text{мм}$$

Добавив 15% к  $L_{\text{попереч.}}$  и 20% к  $L_{\text{прод.}}$  на технологические припуски получим:

$$L'_{\text{попереч.}} = 181,7\text{мм}$$

$$L'_{\text{прод.}} = 1070\text{мм}$$

Габариты детали в соответствии с полученными данными, с помощью численного метода, составят 1070 × 180мм (рисунок 2.2)

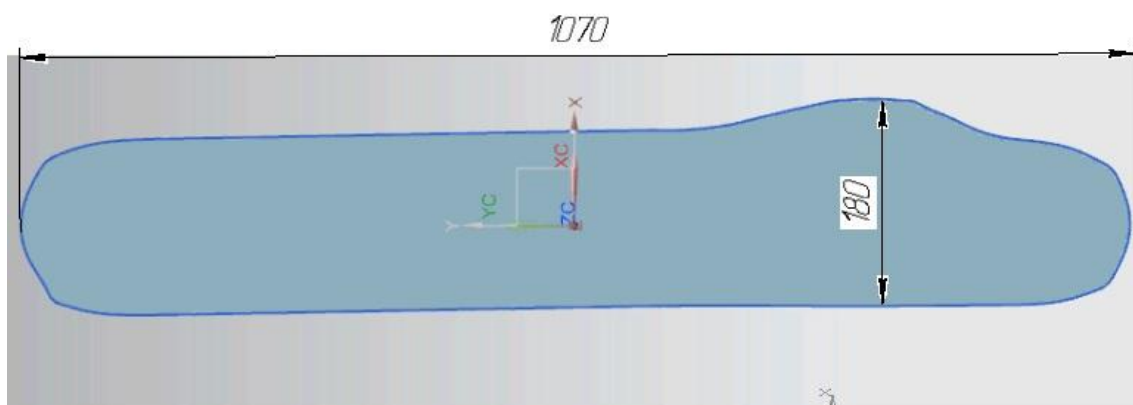


Рисунок 2.2 – общий вид заготовки

Численный метод предполагает использование средств автоматизированного проектирования. С помощью функции «Анализ – измерение тел», которая встроена в программу «Siemens NX 9.0», найдём длину нейтрального сечения в продольном (рис. 2.3) и поперечном (рис. 2.4) разрезе:

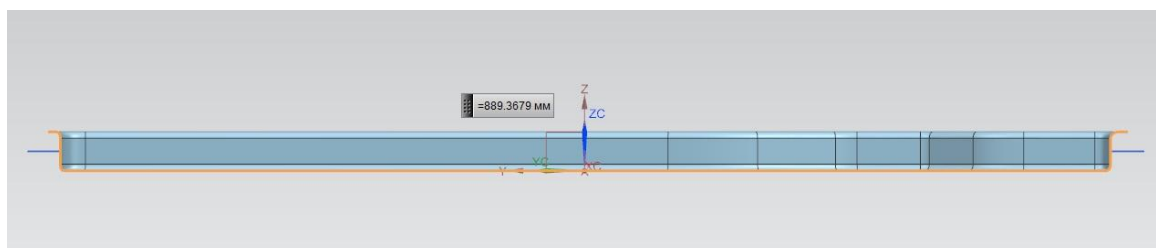


Рисунок 2.3 – Продольное сечения

$$L = 889,37\text{мм}$$

Добавив 19% на технологический припуск

$$L = 1067,24\text{мм}$$

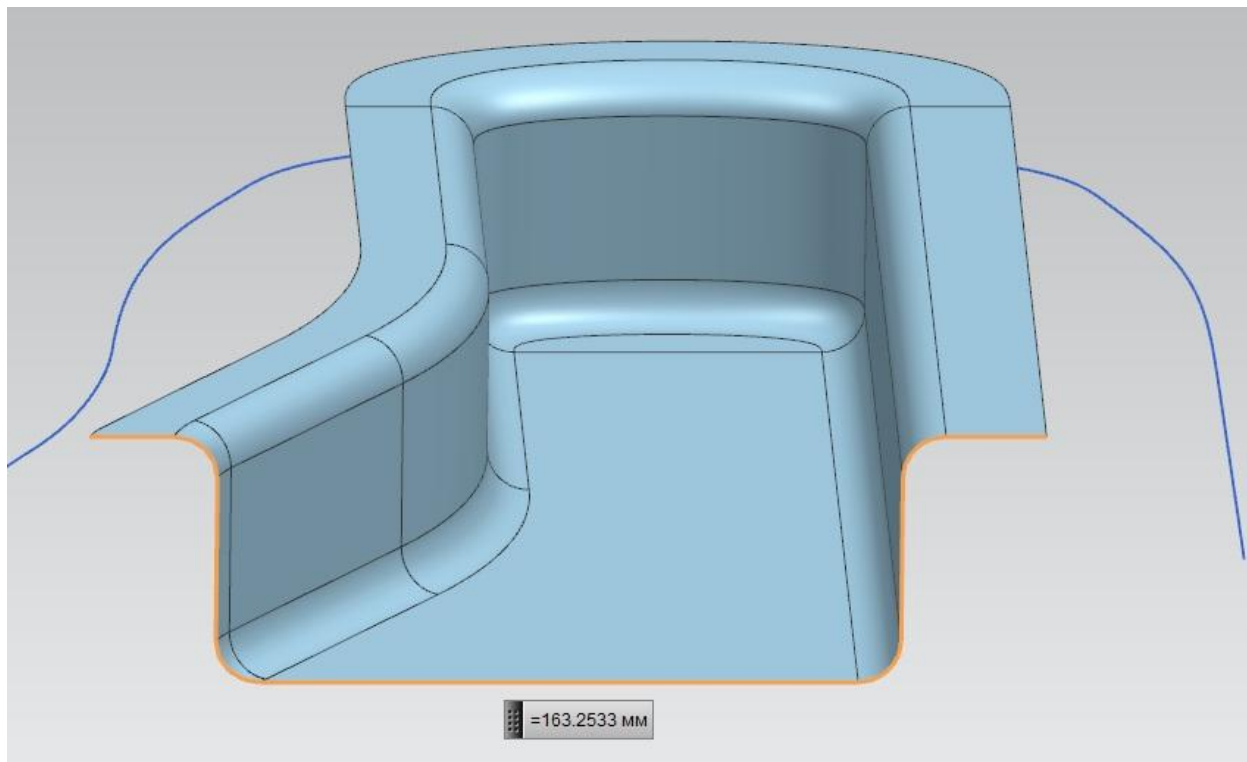


Рисунок 2.4 – Поперечное сечение

$$L = 163,3\text{мм}$$

Добавив 11% на технологический припуск:

$$L = 181,2\text{мм}$$

Габариты детали в соответствии с полученными данными, с помощью аналитического метода, составят 1070 × 180мм.

### 2.3. Нахождение коэффициента использования материала и разработка рационального раскроя материала.

Даже незначительная экономия материала и уменьшение отходов в крупносерийном производстве имеет большую значимость, так как это сказывается на общем экономическом показателе.

Проектируя раскрой материала следует руководствоваться правилами:

1) Резка заготовок должна осуществляться с наибольшим использованием материала.

2) Резка узких полос должно производится вдоль листа, ибо так расход материала более рационален, так как концевые отходы в данном случаи меньше.

3) Резка широких полос более предпочтительна, потому что при этом количество резов меньше, а также меньше шаг подачи.

4) Во время резки на ножницах следует применять устройства, которые облегчают настройку.

5) Резку заготовок для изделий, подвергаемых операции гибки, осуществлять, учитывая направление волокна.

6) В крупносерийном производстве небольших деталей листовой материал лучше заменить на холоднокатаную ленту

7) В крупносерийном производстве для крупных деталей заказывать специальные листы, которые кратны двум и более заготовкам.

С помощью функции «Анализ – измерение тел, которая встроена в программу «Siemens NX 9.0», найдем площадь заготовки:

$$F_{\text{заг}} = 139752 \text{мм}^2$$

Коэффициент использования материала найдем по формуле

$$\eta = \frac{F_{\text{заг}}}{L \times v} \times 100\%$$

$L = 180 \text{мм}$  – ширина ленты;  $v = 1070 \text{мм}$  – шаг подачи

$$\eta = \frac{139752}{180 \times 1070} \times 100\% = 72\%$$

Коэффициент использованного материала в проектном варианте составил 72%, а в базовом это значение составляло 61%.

#### 2.4. Расчет энергосиловых значений

Таблица 2.1 – Справочные данные

Наименование коэффициента	Индекс	Величина	Значение
Периметр заготовки	$P$	мм	12980
Толщина материала	$S$	мм	0,86
Предел прочности для стали	$\sigma_B$	кг мм <sup>2</sup>	29
Коэффициент вытяжки	$k_h$	-	1,5
Площадь заготовки	$F_{заг}$	мм <sup>2</sup>	139752
Удельное давление	$q$	кгс мм <sup>2</sup>	0,2
Справочный коэффициент	$C$	-	0,8
Глубина вытяжки	$h$	мм	30
Соппротивление резу	$\sigma_{ср}$	кгс мм <sup>2</sup>	25
Длина линии реза первой обрезки	$l_1$	мм	2516
Длина линии реза второй обрезки	$l_2$	мм	2075

Таблица 2.2 – расчет параметров для вытяжки

Тип операции	Расчетная формула	Значение
Усилие вытяжки	$P_B = \Pi \times S \times \sigma_B \times k_h$ $P_B = 12980 \times 0,86 \times 29 \times 1,5$	4855кН
Усилие прижима	$Q = F \times q$ $Q = 120564 \times 0,2$	373кН
Суммарное усилие вытяжки	$P_{сум} = P_B + Q$ $P_{сум} = 4855 + 373$	5228кН
Работа вытяжки	$A = C \times \frac{P \times h}{1000}$ $A = 0,5 \times \frac{528,5 \times 0,86}{1000}$	0,23кДж

Таблица 2.3 – расчет параметров обрезки

Тип операции	Расчетная формула	Значение
Усилие предварительной обрезки	$P_c = L \times S \times \sigma_c \times k$ $P_B = 2516 \times 0,86 \times 25 \times 1,3$	704кН
Работы обрезки	$A = X \times \frac{P \times S}{1000}$ $A = 0,5 \times \frac{704 \times 0,86}{1000}$	0,3кДж

Таблица 2.4–расчет параметров для обрезки

Тип операции	Расчетная формула	Значение
Усилие обрезки фланца	$P_c = L \times S \times \sigma_c \times k$ $P_B = 2075 \times 0,86 \times 25 \times 1,3$	602кН



Продолжение таблицы 2.4

Работа обрезки	$A = X \times \frac{P \times S}{1000}$ $A = 0,5 \times \frac{602 \times 0,86}{1000}$	0,3кДж
----------------	--	--------

Таблица 2.5 – расчет параметров для правки

Тип операции	Расчетная формула	Значение
Усилие правки	$P_{п} = \rho \times F$ $P_{п} = 7 \times 26851,7$	1897кН
Усилие прижима	$P_{пр} = P_{п} \times 0,1$ $P_{пр} = 1897 \times 0,1$	187кН
Суммарное усилие правки	$P_{сум} = P_{п} + P_{пр}$ $P_{сум} = 1897 + 187$	2084кН
Работа правки	$A = \frac{P \times S}{1000}$ $A = \frac{2084 \times 0,86}{1000}$	1,8кДж

Таблица 2.5 – расчет параметров отбортовки

Тип операции	Расчетная формула	Значение
Усилие предварительной обрезки	$P_{от} = 1,25 \times L \times S \times \sigma_{в} \times k$ $P_{от} = 1,25 \times 1200 \times 1,2 \times 29 \times 0,25$	130кН
	$A = \frac{P \times S}{1000}$ $A = \frac{130 \times 0,86}{1000}$	0,18кДж

Таблица 2.6 – Расчет параметров пробивки отверстий

Тип операции	Расчетная формула	Значение
Усилие пробивки двух отверстий	$P_{п} = L \times S \times \sigma_{ср} \times k$ $P_{п} = 126 \times 0,86 \times 25 \times 1,3$	35кН
Усилие снятия пуансона	$P_{сн} = k_{сн} \times P$ $Q = 0,07 \times 35$	2,45кН
Усилие проталкивание отходов через матрицу	$P_{прот} = k_{прот} \times P \times n$ $P_{прот} = 0,1 \times 35 \times 4$	14кН
Суммарное усилие пробивку двух отверстий	$P_{сум} = P_{п} + P_{сн} + P_{прот}$ $P_{сум} = 35 + 2,45 + 14$	51,45кН

Продолжение таблицы 2.6

Работа пробивки двух отверстий	$A = \frac{P \times S}{1000}$ $A = \frac{51,54 \times 0,86}{1000}$	0,02кДж
--------------------------------	--	---------

### 3. ИЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ ОПЕРАЦИИ ВЫТЯЖКИ

Воспользуемся программным софтом «LS-prePost» и «LS-Dyna», с помощью которого можно проанализировать напряжения, имеющиеся в детали.

#### 3.1. Создание математической модели штамповой оснастки и детали

Воспользовавшись программой «SiemensNX 9.0», создадим 3D модели заготовки и штамповой оснастки. При создании моделей применялась WAVE-технология и ориентация заготовок относительно друг друга.

#### 3.2. Подготовительные операции, сопутствующие анализу.

Для того что бы приступить к анализу математические модели, оные были импортированы в формат IGES, с помощью инструмента «Ассоциативные копии». При импортировании тела штамповой оснастки были конвертированы в поверхности.

Далее запустив программу «LS-Prepost» и импортируем уже импортированные IGES файлы.

#### 3.3. Исходные данные для анализа и создание конечно-элементной сетки

Конечно-элементная сека создается на основе полученной геометрии. Для более точного расчета создаем сетку с более мелким шагом.

Ввод данных осуществлялся при помощи функции «MetalDeforming». Ввод такие как толщина материала и его марка стали, задаем рабочие инструменты, указывая их усилие. Соблюдаем ориентацию всех частей. Далее создаем K- файл, с помощью встроенной базовой функции.

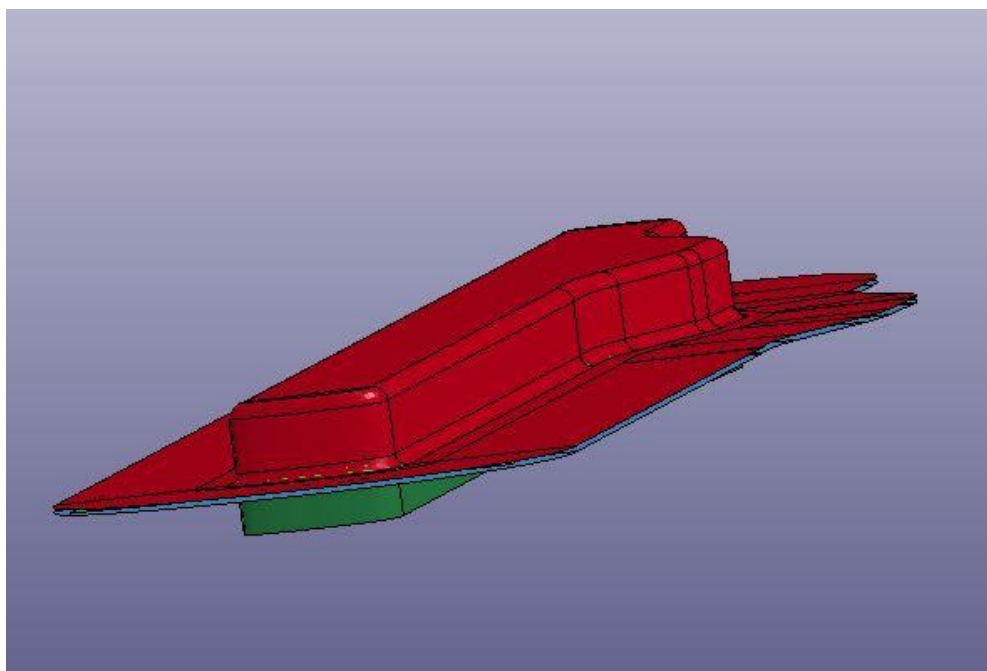


Рисунок 3.1 –поверхности рабочих частей

### 3.4. Расчет и вывод данных

Запустив программу «LS-Dyna» , загрузим в нее ранее созданный к-файл и запустим расчет, конечный расчет которого будет создан в формате d3plot.

Полученный результат вычислений можно увидеть, открыв программу «LS-PrePost» и выбрав функцию «LS-Dyna Binary Plot».

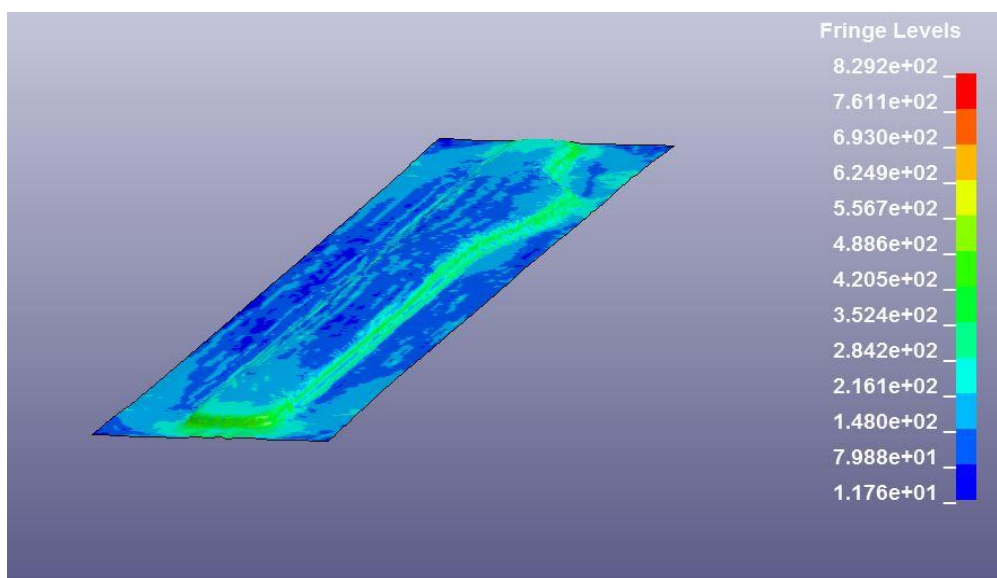


Рисунок 3.4 – Анализ утонения

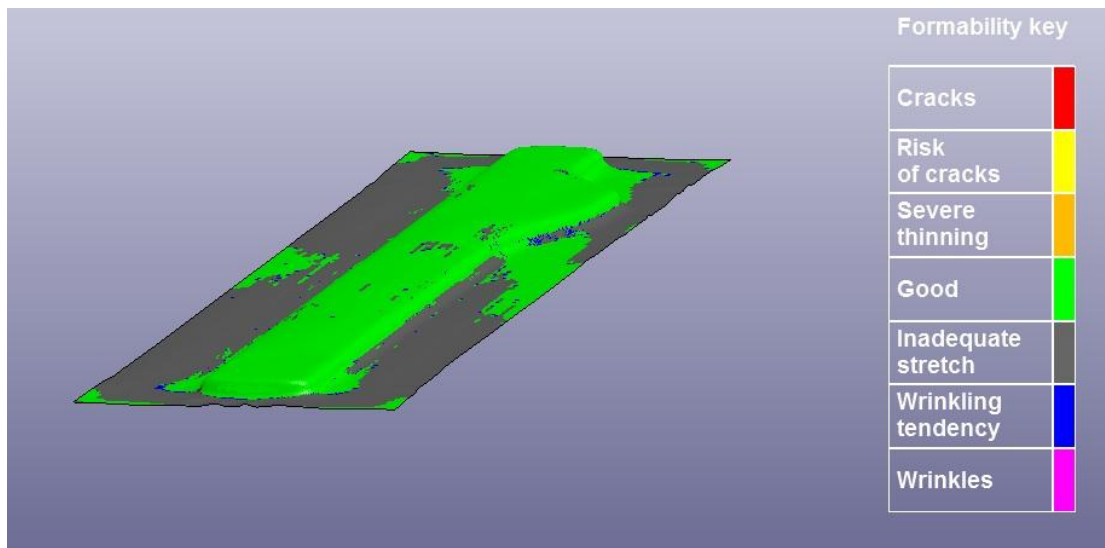


Рисунок 3.5 –Анализ пластической деформации

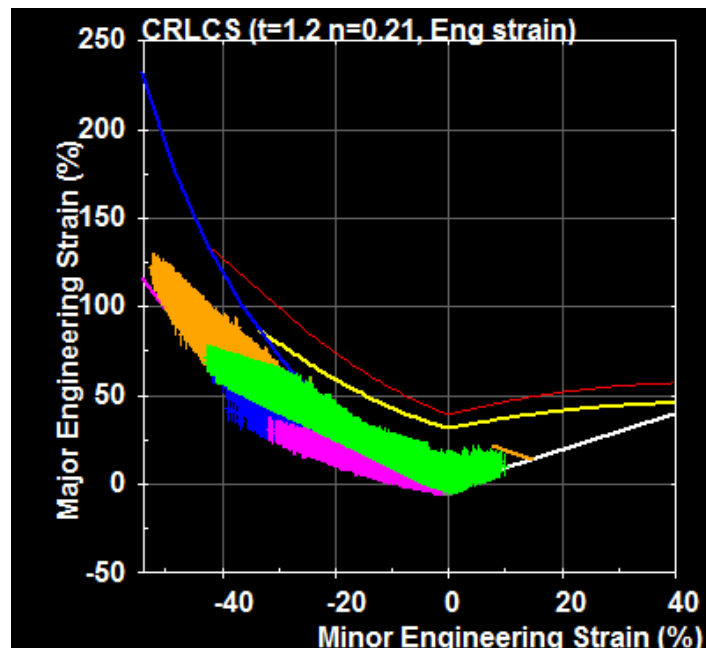


Рисунок 3.7 -График FLD-Диаграммы

Анализ показывает, что в проектном варианте процент утонения составил 19%, а это удовлетворяет требованиям.

## 4. ВЫБОР ТРЕБУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА, СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ.

### 4.1 Выбор оборудования и его технические характеристики оборудования

Выбор оборудования осуществляют, исходя из таких соображений:

1. Усилие оборудования должно превышать требуемое;
2. Чтобы выполнить требуемую работу, мощность оборудования должна быть достаточной;
3. Пресс должен быть оборудован направляющими, которые имеют повышенную точность;
4. Существует прямая зависимость закрытой высоты прессы от закрытой высоты штампа, так как первая должна соответствовать второй или же быть больше;
5. Пресс должен обеспечивать высокую производительность, то есть иметь большое число ходов;
6. Пресс должен быть достаточно унифицированным и простым в обслуживании;
7. Габариты стола и величина хода ползуна должны соответствовать предъявляемым требованиям.

Обобщая, можно сказать, что основные параметры в выборе прессы: величина хода, закрытая высота, усилие, работа, размеры стола прессы, жесткость.

В соответствии с полученными расчетами можно сделать вывод, что под наши задачи подходит пресс-автомат фирмы «Muller Weingarten», который называется «MW – 1000» и развивает усилие 10МН (рисунок 4.1 – 4.2).

Таблица 4.1 – Характеристики пресс-автомата

Номинальное усилие на каждой операции	3МН
Номинальная мощность электродвигателя	105кВт

Число ходов в минуту	11 ÷ 26
Количество рабочих позиций прессы	6

#### Продолжение таблицы 4.1

Максимальное значение хода, на которое перемещается ползун	650мм
Закрытая штамповая высота (максимальная)	1250мм
Регулировочный диапазон ползуна	90мм

#### 4.2 Основные характеристики выбранных средств автоматизации

Автоматизация технологического процесса позволяет повысить уровень производительности труда, снизить потребность в площадях, уменьшить количество рабочей силы, что в купе сказывается на экономической выгоде.

Захват заготовок и систему грейферных линеек, а также питатель, которыми снабжен пресс в проектом технологическом процессе, можно отнести к средствам автоматизации. Так как деталь имеет сложную пространственную форму, то грейферная подача будет трехкоординатной.

Таблица 4.2 – Техническая характеристика листоподающего устройства.

Ориентационная точность	±2мм
Максимальная нагрузка	1500кг
Диапазон высоты всей стопки заготовок	350 ÷ 600мм
Максимальный вес заготовки	10кг

Таблица 4.3 – Техническая характеристика трехкоординатного подающего грейферного устройства.

Число ходов в минуту	26
Вертикальный ход	200мм
Продольный ход	950мм
Поперечный ход	200мм
Расстояние между устройствами	1000 ÷ 2000мм
Профиль	150 × 150мм

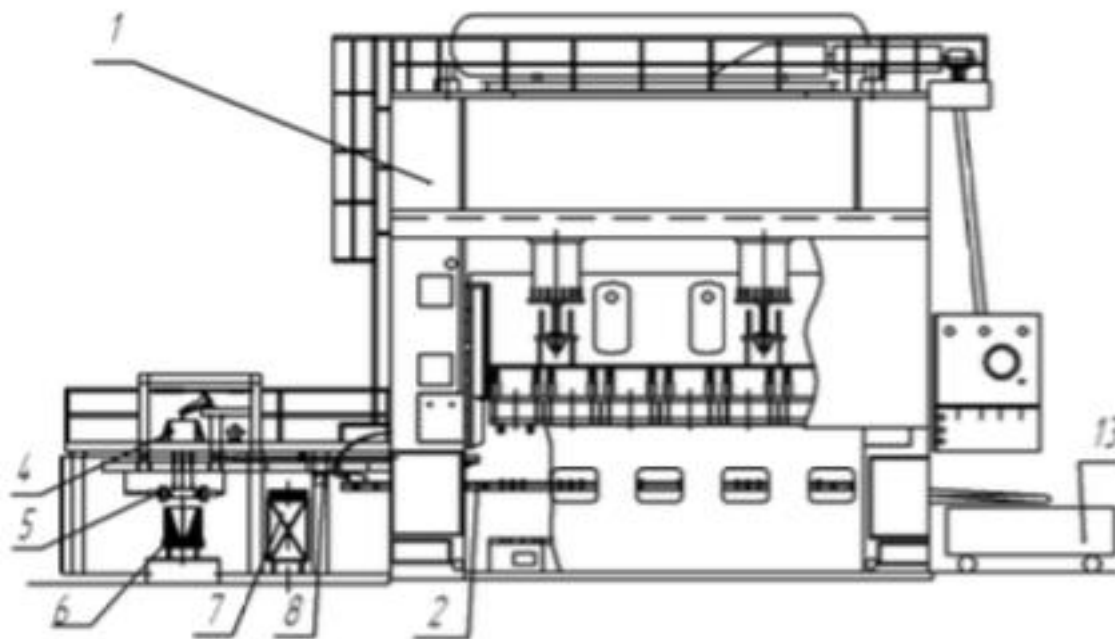


Рисунок 4.1 – Пресс-автомат «MuellerWeingartenMW-1000»

№ Позиции	Наименование, изображенного на позиции, устройства
1	Грейферная подача
2	Штамп вытяжки
3	Листозагрузочное устройство
4	Магнитный распушитель
5	Тележка, подающая заготовки
6	Тележка для сдвоенных заготовок
7	Механизм смазки
8	Рельсы для направления выкатного стола прессы
9	Болстер (выкатной стол)
10	Подъемные ворота (кожух звукоизоляции)
11	Маркетные подушки прессы (пневмоцилиндры)
12	Отводящий транспортер
13	Приемная тара для изделий



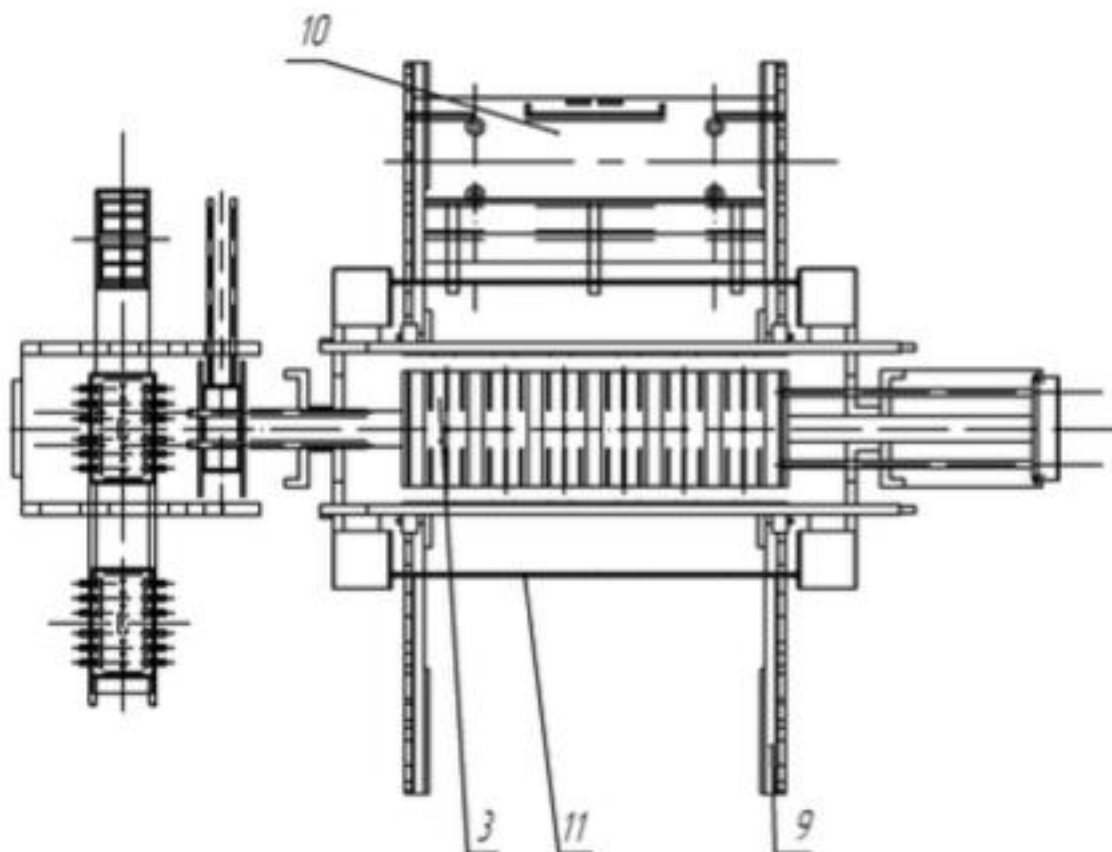


Рисунок 4.2 – Вид сверху на пресс-автомат «MuellerWeingartenMW-1000»

#### 4.3. Принцип действия штамповочной линии

Листозагрузчик, оснащенный магнитным распушателем, с помощью пневмозахвата перемещает заготовку из тары на магнитный транспортер, который движется в сторону пресса. Специальные контролирующие датчики определяют заготовку на возможность ее использования – заготовки, которые слиплись между собой, удаляются в тележку для сдвоенных заготовок. Прошедшие данный контроль, заготовки попадают на механизм смазки. Затем грейферная подача, установленная на входе пресса, перемещает листовую заготовку в зону пресса, на которой начнется первая штамповочная операция. В последствии грейферная подача будет осуществлять перемещение заготовки между операциями.

Подъемные ворота, выполняющие функцию защиты и звукоизоляции, в процессе штамповки находятся в крайнем нижнем положении. В случае

ремонта или переналадки прессы подъемные ворота поднимаются и выкатной стол, перемещающийся по рельсам, передвигается в зону замены штампа.

Если отход получается в процессе операций штамповки и гибки, то он удаляется в боковые стороны от прессы по специальным склизам, падая на транспортеры, которые расположены в подвале. Если отход получается операцией пробивки, то он удаляется на провал, попадая так же с помощью транспортера в подвал. Перемещение отштампованных изделий в приемную тару осуществляется на позиции ручной укладки, на которую они попадают на транспортере.

## 5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

Требования, которые предъявляются к конструкции штампов:

- 1) Размеры изготовленных детали должны полностью отвечать размерам, которые были указаны в чертежах, то бишь важна точность;
- 2) Минимизировать количество и размеры отходов;
- 3) Рабочий механизм должен быть износоустойчивым, то бишь должен иметь высокую прочность;
- 4) Надлежащая фиксация самого оборудования;
- 5) Обеспечение требуемой производительности и надлежащее качество конечного продукта

Проектируемый штамп должен соответствовать техпроцессу, а конструкция штампа и его узлов должна иметь рациональную компоновку. То бишь конструкция должна быть целесообразной в плане ремонтпригодности и простоты изготовления самого штампа. Помимо этого, уровень сложности конструктивности штампа надо стремиться свести к минимуму, потому что использование стандартных узлов влияет на стоимость и простоту обслуживания штамповой оснастки.

Сборочная единица штампа и его конструкция определяется многими факторами, но ключевые таковы:

- конструктивные особенности и габариты деталей;
- вид операции;
- характеристики оборудования, на который будет установлен штамп;
- эффективность производства с точки зрения экономики и серийного выпуска изделия.

## 5.1. Компоненты, входящие в конструкцию штампа, его конструкция и принцип работы.

Собранный штамп условно можно назвать блоком. Блок штамповой оснастки – это комплект связанных между собой узлов, который был разработан для конкретного оборудования. Исходя из этого блок имеет определенные габаритные размеры, закрытую высоту и ход. Общий вид блока представлен на рисунке 5.1.

На нижней части располагаются такие узлы как: пуансон для вытяжки, прижим, плита и ограничители. Вытяжной пуансон, выполненный отливкой, имеет специальные отверстия - приливы, которые несут функцию отвода воздуха. Так же на пуансоне имеются крепления направляющих планок. Крепления пуансона предполагаются такими крепежными элементами как винт и штифт. На нижней плите, выполненной в виде отливки, находится прижим, на котором в свою очередь располагаются четыре подъемника, которые имеют пружины для выполнения операции. Назначение прижимов заключается в том, что они поднимают отштампованное изделие на уровень высоты, по которому подходят рейферные линейки. Заготовка ориентируется и фиксируется на прижиме с помощью шести конусообразных фиксаторов, которые расположены по контуру заготовки. Нижняя часть штампа представлена на рисунке 5.2.

На верхней части, которая изображена на рисунке 5.3, располагаются такие узлы: плита, секционная матрица, держатель матрицы и направляющие. Держатель матрицы крепится к нижней плите с помощью винтов. В свою очередь в держателе матрицы располагается матрица, выполненная секциями – секционная матрица. Секции матрицы так же крепятся с помощью винтов в тело держателя.

Направляющие крепятся к держателю матрицы с помощью шестигранных болтов, изображенных на рисунке 5.4

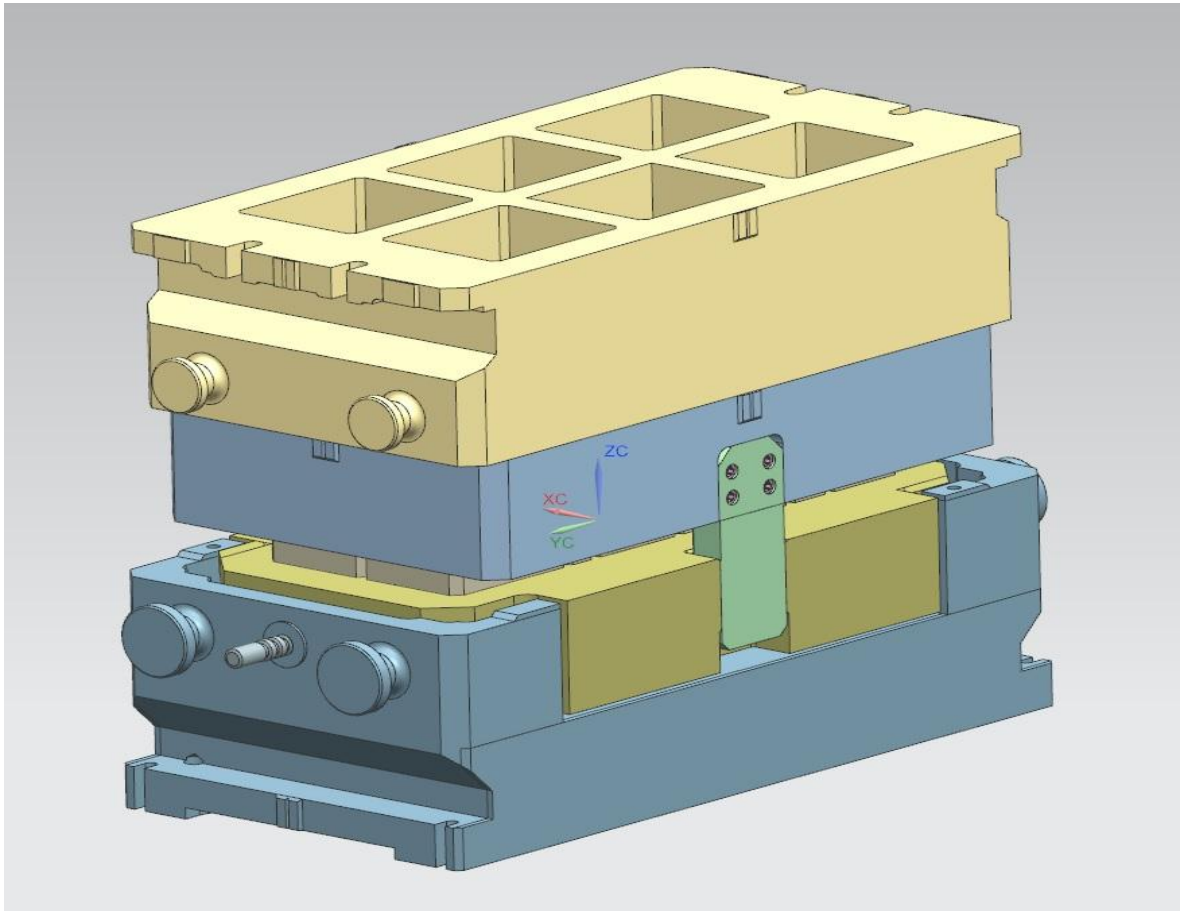


Рисунок 5.1 – Общий вид штампа

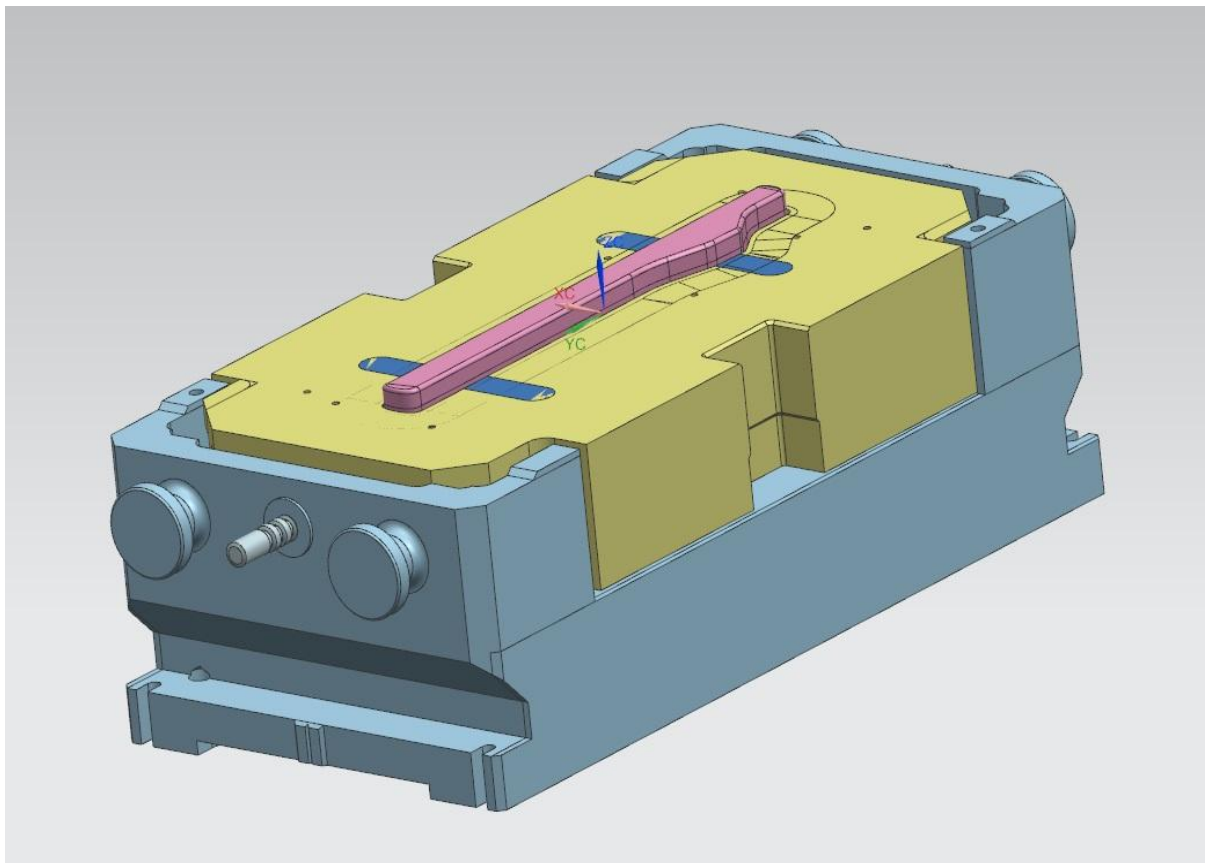


Рисунок 5.2 – Общий вид нижней части

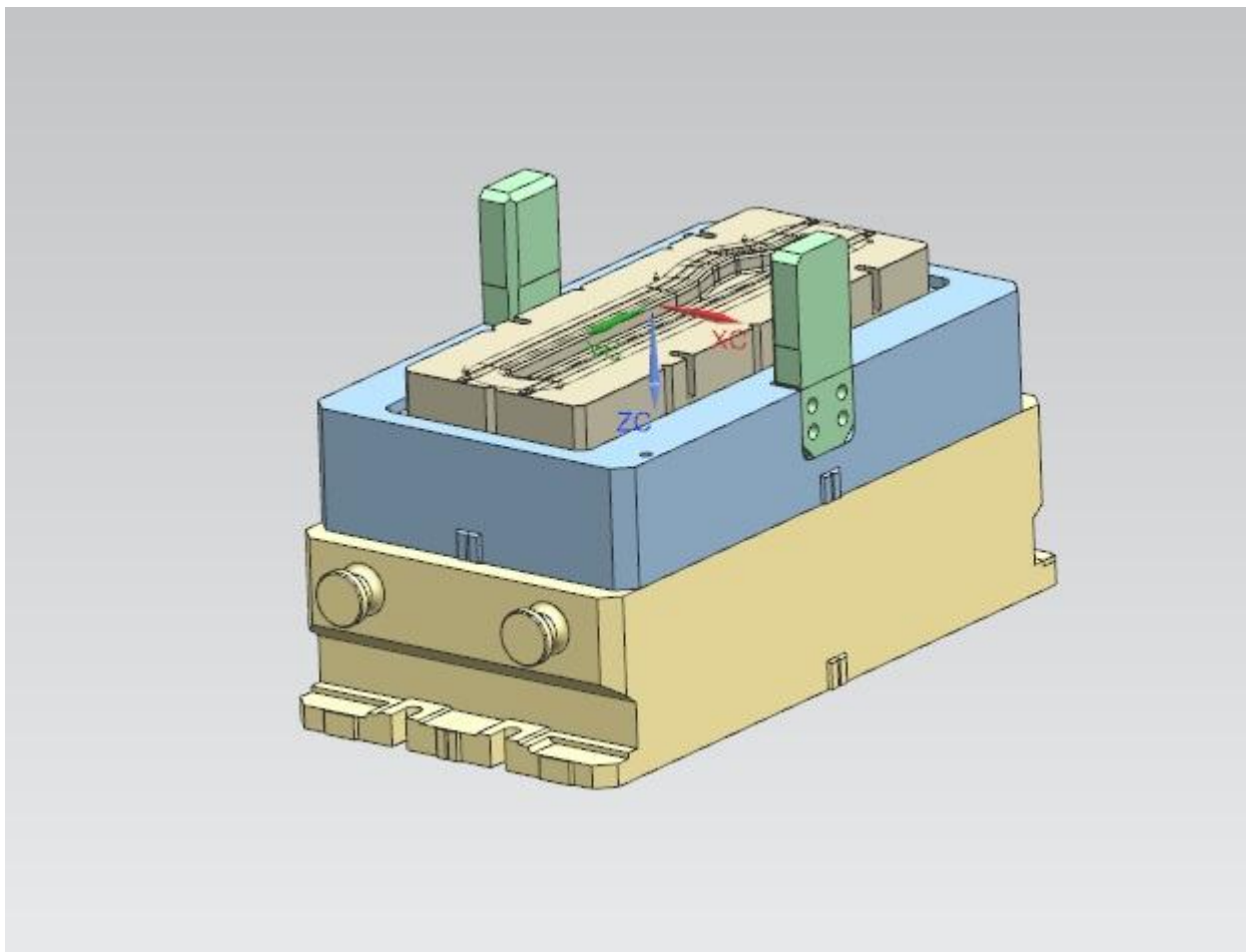


Рисунок 5.3 – Общий вид верхней части

На верхней части располагаются такие узлы: плита, секционная матрица, держатель матрицы и направляющие. Держатель матрицы крепится к нижней плите с помощью винтов. В свою очередь в держателе матрицы располагается матрица, выполненная секциями – секционная матрица. Секции матрицы так же крепятся с помощью винтов в тело держателя.

Направляющие крепятся к держателю матрицы с помощью шестигранных болтов, изображенных на рисунке 5.4

В конструкции штампа так же предусмотрены ограничители высоты, которые располагаются на нижней части плиты. При аварийной ситуации ограничители, контактируя с поверхностью верхней плиты, предотвращают нежелательный контакт рабочих частей.

Транспортировка штампа осуществляется за грузовые приливы, которые расположены на торцах плит (рисунок 5.5).

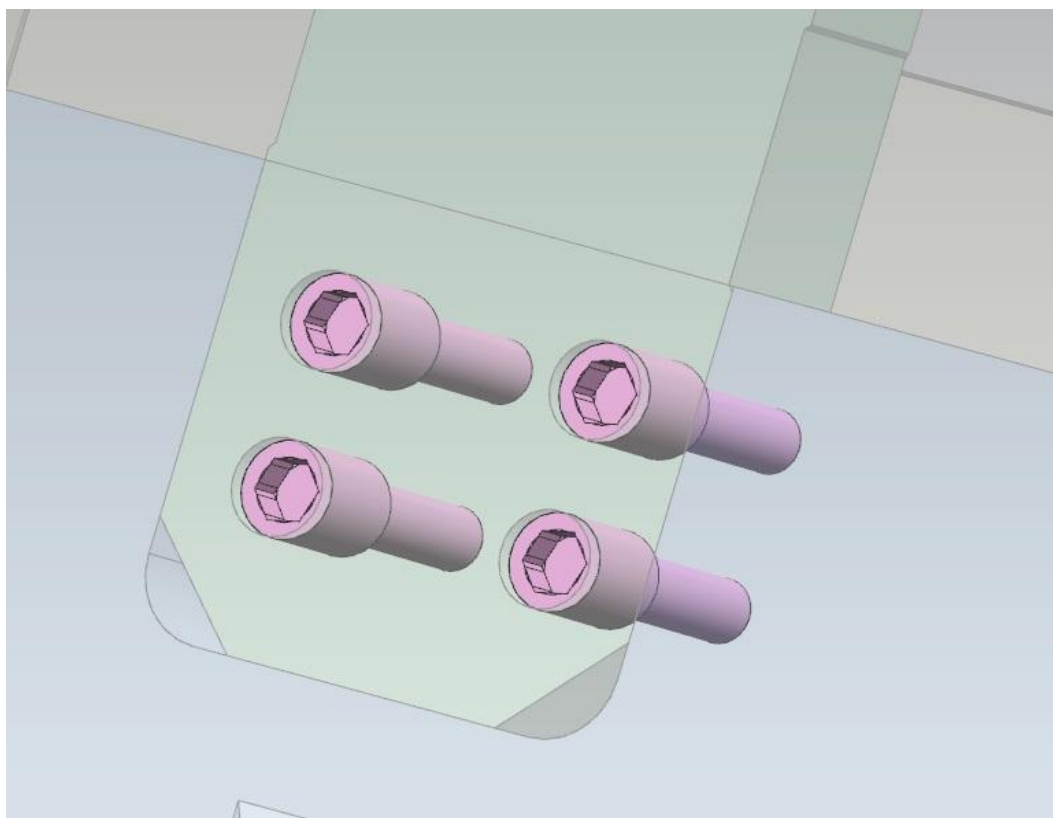


Рисунок 5.4 – Общий вид шестигранных болтов

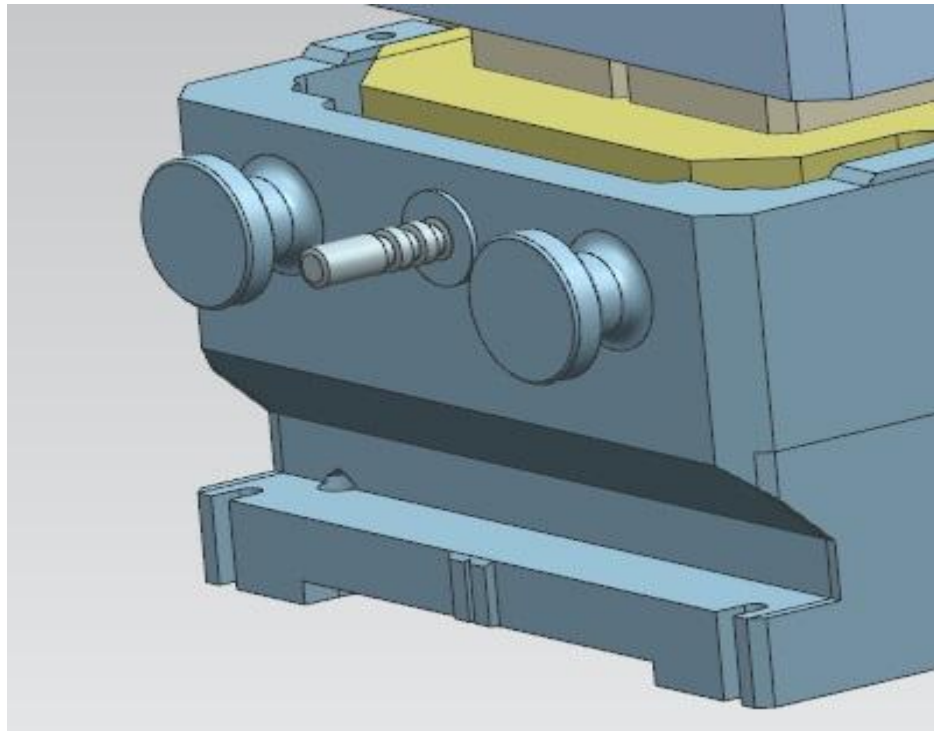


Рисунок 5.5 – Транспортные приливы

Ориентирование верхней и нижней плиты относительно друг друга осуществляется с помощью нескольких пар направляющих призм.

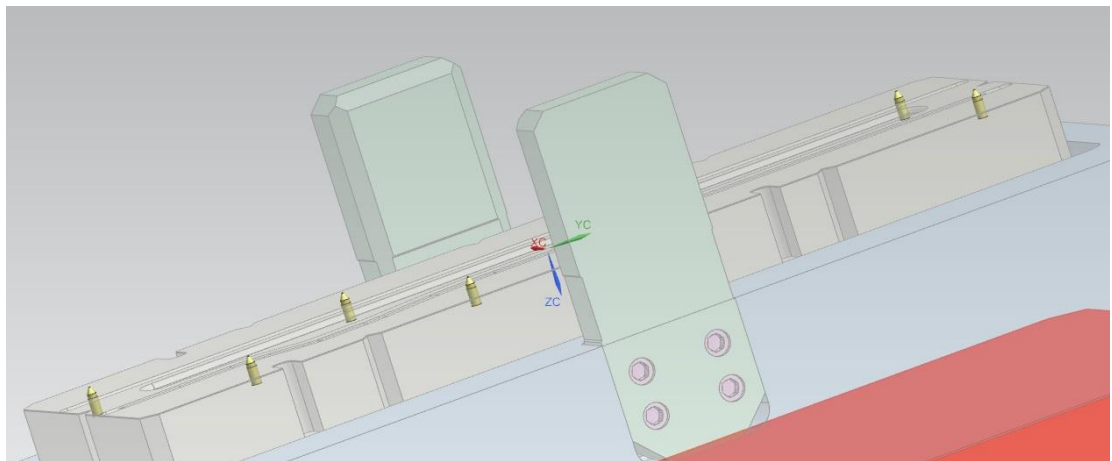


Рисунок 5.6 – направляющие призмы

Крепление штампа осуществляется с помощью специальных пазов



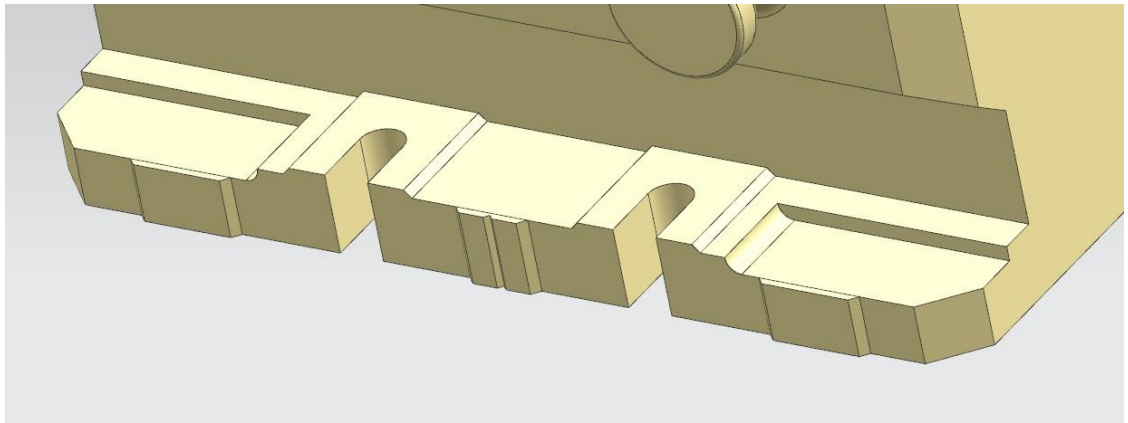


Рисунок 5.7 – крепежные элементы

## 5.2. Принцип работы штампа

Грейферные линейки подают заготовку в штамп в тот момент, когда прижим находится в верхнем положении. На находящиеся в верхнем положении подпружиненные подъемники и попадает заготовка, фиксация которой осуществляется шестью фиксаторами. Перемещение подъемников происходит одновременно с перемещением ползуна в нижнее положение.

Происходит опускание маркетных шпилек и прижимов.

Далее заготовка начинает контактировать с пуансоном и начинается операция вытяжки. Плиты начинают смыкаться.

Перемещение толкателей осуществляется сквозь маркетные шпильки с помощью пневмоподушки. Начинается подъем прижима.

В виду разжатия пружин начинается подъем четырех подъемников. Отштампованная деталь под действием подъемников перемещается вверх на транспортировочный уровень.

После завершения операции заготовка, находящаяся на поверхности подъемника, удаляется с помощью грейферных линейек и переносится на другую позицию.

## 5.3. Прочностные расчеты деталей штампа

Расчет на прочность выполним для пробивного пуансона, который предназначен для получения отверстия диаметром двадцать миллиметров и встроен в клиновой штамп.

### 5.3.1. Расчет опорной поверхности пуансона на смятие

Определим максимальное напряжение опорной поверхности пуансона диаметром 20 миллиметров, найдя по формуле:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{F}$$

P - усилие, требуемое для пробивки отверстия;

F – площадь опорной поверхности головки

Значение опорной поверхности рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{\pi \times d^2}{4}$$
$$F = \frac{3,14 \times 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2$$

Напряжение смятия будет находится:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{35000}{314} = 111,5 \text{ МПа}$$

Так как расчетное напряжение смятия оказалось превышающим допустимое, то требуется установка проставки под опорной поверхностью пуансона.

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

Находим по формуле:

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

$$f = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,14 \times 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{35000}{314} = 111,5 \text{ МПа}$$

Расчетное напряжение не превысило допускаемое, а стало быть условие прочности пуансона на сжатие полностью удовлетворено.

### 5.3.3. Определение нужного количества выталкивателей и их усилия

Исходя от технологического требуемого усилия для операции формовки, можно рассчитать нужное усилие выталкивателей. Из ранее проведенного расчета известно, что усилие, требуемое для операции формовки, составило

Суммарное усилие, требуемое пружинам для выталкивания заготовки, составит 0,12% от величины усилия формовки.

$$P_{\text{выт}} = \frac{0,12 \times \text{усилфор}}{100} = X \text{ (кН)}$$

При проектировании штампа было принято решение оснастить его четырьмя выталкивателями, ход которых равен десять миллиметров и которые приводятся в действие пружинами. Исходя из данного осуществим подбор пружин. Усилие одной пружины:

$$P_{\text{пружин}} = \frac{P_{\text{выт}}}{4}$$

$$P_{\text{пружин}} = \frac{P_{\text{выт}}}{4} = x3$$

Подбор пружин осуществим, учитывая усилие.

Таблица 5.1 – Параметры подходящей пружины

Параметры	Обозначение	Величина в миллиметрах
Наружный диаметр	$D$	28
Диаметр проволоки	$F_2$	4
Рабочий ход пружин	$d$	30
Шаг пружин	$t$	7
Высота в разжатом состоянии	$H_0$	78

### 5.3.4. Выбор материала для изготовления деталей, входящих в штамп

Таблица 5.2 – Выбранный материал для изготовления деталей штампа

Деталь	Материал	Твердость
Плита верхняя	Ст5сп	HRC 58 – 63
Плита нижняя	Ст3сп	HRC 58 – 63
Плита подкладная	Сталь 40Х	HRC 46 – 51
Прижим	Сталь 40Л	HRC 38 – 43

## Продолжение таблицы 5.2

Пуансон для вытяжки	Сталь 40Л	<i>HRC</i> 76 – 80
Секции матрицы	X12M1	<i>HRC</i> 55 – 59
Держатель матрицы	Сталь 40Х	<i>HRC</i> 46 – 51
Ограничитель хода	Сталь 45	<i>HRC</i> 41 – 26
Маркетные толкатели	Сталь 45	<i>HRC</i> 45 – 70
Направляющие планки	Сталь 20	<i>HRC</i> 61 – 65
Фиксаторы	Сталь 45	<i>HRC</i> 46 – 72

### 5.4. Нахождение центральной точки давления штампа

Центр вытяжного перехода должен быть совмещен с центральными осями штампа, дабы исключить перекося, несимметричность зазоров, выработку направляющих. Заготовку условно можно принять за прямоугольник с размерами 180 × 1070 мм, то бишь она симметрична. Так как вытяжной контур условно симметричен относительно поперечной оси, то вытяжной переход размещаем относительно центральным осям штампа. Такое расположение исключит перекося или сведет его к минимуму, но в допускаемом пределе.

### 5.5. Исполнительные габариты инструмента

Найдем исполнительные габариты пуансона и матрицы, которые используются для пробивки отверстия диаметром 20 миллиметров. Рассчитывать будем по формуле:

$$d_{\text{п}} = d_{\text{отв}} + \Delta^{-\delta}$$

$\Delta$  - допуски на отверстия, назначенные четырнадцатым квалитетом;

$\delta$  - допуски на изготовление пуансонов в соответствии с квалитетом h6;

$$\Delta = \pm 0,045 \text{ мм} \quad \delta_{h6} = -0,009 \text{ мм}$$

Пуансон будет иметь диаметр равный:

$$d_{\text{п}} = 20 + 0,045^{-0,09} = 20,045^{-0,009} \text{ (мм)}$$

Диаметр матрицы найдем по аналогичной схеме:

$$d_{\text{м}} = d_{\text{п}} + Z^{+\delta}$$

$Z$  - зазор двустороннего реза;

$\delta$  – допуски на изготовление матриц в соответствии с квалитетом H7;

$$Z = 0,086\text{мм} \quad \delta H7 = +0,015\text{мм}$$

Матрица будет иметь диаметр равный:

$$d_M = 20,045 + 0,086^{+0,015} = 20,131^{+0,015} \text{ (мм)}$$

## 6. БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

### 6.1. Технологичная характеристика объекта

Прессовое производство представлено отдельным корпусом, которое размещает в себе такие цехи как: цех крупной штамповки, цех средней штамповки и цех мелкой штамповки. Также оный корпус включает в себя отдел, предназначенный для заготовок, отдел хранящий сами штампы и приспособления, отдел хранения самого металла и отдельный отдел хранения готовой продукции. По мимо всего этого, в корпусе также находятся вспомогательные цехи: цех изготовления штамповой оснастки, цех транспортно-складских операций, цех для проведения ремонтных работ оборудования, приспособлений, штампов.

Все цеха сооружаются, соответствуя всем санитарным и, конечно же, строительным нормам. Цех должен быть такой высоты, чтобы он позволял осуществлять операции, связанные со сборкой и ремонтом оборудования, при использовании подъемно-транспортного оборудования. Цеха в свою очередь должны строиться с использованием прочного и негорючего сырья, дабы перекрытия и стены были огнестойкими. Все площади производства должны поддерживать такие условия, которые обеспечивают требуемую температуру и влажность воздуха: зимой температура в зоне рабочего места должна быть не ниже: 10°C, а летом – не более 30°C. Так как на производстве неизбежно наличие вредных паров газа, смока, то необходимо применение установок вентиляции.

Прессовое производство разворачивается на площади около 300 тысяч квадратных метров. Деталь производится на участке, с находящимся там оборудованием: пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000», усилие которого равняется 10 МН и которое находится на обслуживании бригады из восьми человек.

В процессе работы пресса перетаскивание заготовок между операциями осуществлено грейферными линейками. Погрузчик осуществляет доставку полуфабриката к самому оборудованию.

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Вытяжка заготовки	Штамповщик	Пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000»	ст. х/к 08Ю СВ-П-Б
2	Штамповка	Обрезка	Штамповщик	Пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000»	ст. х/к 08Ю СВ-П-Б
3	Штамповка	Обрезка фланца	Штамповщик	Пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000»	ст. х/к 08Ю СВ-П-Б
4	Штамповка	Правка	Штамповщик	Пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000»	ст. х/к 08Ю СВ-П-Б
5	Штамповка	Формовка и отбортовка	Штамповщик	Пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000»	ст. х/к 08Ю СВ-П-Б
6	Штамповка	Пробивка клиновья	Штамповщик	Пресс-автомат «Muller-Weingarten MW-1000»	ст. х/к 08Ю СВ-П-Б

Таблица 6.1 – Технологический паспорт

## 6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Наряду всех факторов, связанных с опасностью на производстве, выделим пару, представляющих угрозу: механический и электрический. Соприкосновении рабочего с заготовкой и рабочей зоной оборудования может стать причиной травмы, которую можно отнести к механическому фактору. Недостаточное заземление и повреждение электропроводки могут привести к получению травм, связанных с электрическим фактором.

Составим таблицу 6.2., обозначив факторы травматизма.

Таблица 6.2 – Опасные и пагубные факторы

№п/п	Производственно–технологическая и/или эксплуатационно–технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или пагубный фактор связанный с производством	Источник опасного и / или пагубного фактора, которой связан с производством
1	При загрузке заготовок и укладки в тару после обработки на прессе	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок	Острые грани, облой
2	При взаимодействии с оборудованием	Повышенный уровень шума на рабочем месте и повышенный уровень вибрации	Прессовое и кузнечное производства
3	Движение транспорта и выросты	Запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	Движение транспорта, вибрация пола, работа металлорежущих станков
4	В больших цехах	Недостаточное количество падающего света	Осветительны приборы со слабой световой способностью
5	При работе с оборудованием	Повышенное напряжение электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Электродвигатели прессов, электропривод, электропроводка
6	При долговременной загрузке и укладке заготовок	Нервно–психические перегрузки	Однотипность выполняемой работы
7	При долговременной загрузке и укладке заготовок	Перегрузки связанные с физической усталостью	Положение тела рабочего, находящегося в статическом положении

### 6.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 6.3 – Организационно-технические методы и технические средства(технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых бакалавром для реализации в рамках выпускной квалификационной работы).



№ п/п	Опасный и / или вредный фактор присутствующий на производстве	Организационно-технические мероприятия и технические средства защиты, снижения или абсолютное устранение опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Избыточный уровень вибрации	Нормированный график установленный по регламенту; модификация строительной несущей конструкции; использование современного оборудования; использование материалов, гасящих вибрацию	Экипировка и рабочая форма одежды, использующая демпферные вставки (перчатки со вставками из пеноматериала, обувь с демпферными подушками)
2	Избыточный уровень шума	Использование антифрикционных смазок и специальных покрытий на частях оборудования и штампах, которые подвержены сильному трению; средства индивидуальной защиты; использования высокотехнологичной оснастки; использование специальных систем для герметизирования источника звука	Использование противозумных вкладышей, вставляемых в уши; наушники; использование систем шумоподавления;

Продолжение таблицы 6.3

3	Грани, выступы, заусенцы, летящая стружка и недостаточная обработка поверхностей, которые могут привести к порезам и царапинам	Инструктаж по технике безопасности; использование систем автоматизации и механизации; оградительный комплекс средств штамповочного пространства прессы – инфракрасными датчиками движения, которые прекращают работу оборудования в случае пересечения светового луча каким-либо предметом; использование дистанционных пультов включения муфт и тормоза прессы, клавиши экстренной остановки, встраиваемая в пульт управления загрузчиком; использование предохранительных муфт, заградительные кожухи	Комбинизоны и спецодежда из ткани на основе кевлара; укрепленная обувь с использованием стальных вставок; перчатки с кольчужными вставками.
4	Токсическое воздействие	Контролирование концентрации вредных веществ; правила личной гигиены; использование вентиляционных и фильтрующих систем; проветривание; системы ионизации воздуха	Фильтрующие полумаски; маски; вентиляционные силовые системы

6.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
-------	------------------------	--------------	--------------	------------------------	--

Продолжение таблицы 6.4

1	Участок листовой штамповки	Пресс «MW-1000»	B, D, E	–источники воспламенения, открытый огонь, летящие искры; – окружающая среда с повышенной температурой ; –пониженный уровень кислорода; –недостаточная видимость, ввиду задымления	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных сооружений, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно–технологического оборудования.
---	----------------------------	-----------------	---------	--	--

Таблица 6.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Нестационарные средства пожаротушения	Непередвижные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители (ранцевые, порошковые, пенные, газовые)	Машины и автомобили оборудованные противопожарными установками	Автоматические водяные комплексы	Датчики реагирующие на наличие дыма	Рукава для пожаротушения	Противогазы	Пожарный лом	Комбинированные системы оповещения
Земля	Мобильные мотопомпы	Газовые модульные системы пожаротушения	Термодатчики	Головка пожарная	Носилки	Пожарный крюк	Световые указатели
Противопожарный ковер	Генератор огнетушащего аэрозоля	Порошковые установки систем пожаротушения	Совмещенные датчики	Стволы пожарная	Защитные комбинизоны	Двери-вскрыватель	Ручные пожарные извещатели

Продолжение таблицы 6.5

Асбестовое плотно	Съемные модули пожаротушения	Аэрозольные автоматизированные комплексы	Системы видеонаблюдения	Щит пожарный	Диэлектрические боты	Разжим гидравлический	Акустические системы оповещения
Вода	Воздушно-эмульсионные передвижные комплексы	Стационарные пожарные щиты со встроенным краном	Упреждающий комплекс пожаротушения	Бункеры для хранения песка	Самоспасатели	Пневмокусачки	Пульт управления
Песок	Мобильный робототехнический комплекс пожаротушения	Пенные автоматические комплексы	Комбинированная система сенсорных датчиков	Водяное оборудование	Канатно-спускные системы	Дисковая и цепная пила	Пожарная сигнализация

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

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

Продолжение таблицы 6.6

Листовая штамповка	<p>–Прохождение персоналом нормам ПБ;          –соблюдение техники безопасности;          –соблюдение технологического процесса;          –наличие первичных средств пожаротушения и механических средств борьбы с пожаром;          –своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места;          –ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте;          –хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии нормам ПБ.</p>	<p>–Высококвалифицированные рабочие;          –Наличие щита со средствами индивидуальной защиты .          - обустройство помещения системам, направленными на оповещение, упреждение, обнаружение и борьбу с пожаром</p>
--------------------	---	---

6.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 6.7 – Идентификация пагубных экологических факторов

технического объекта

Наименование технического 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	Транспорт, использующий в качестве оновного топлива - дизель	Загрязнённость воздуха токсическими веществами	–	–

Продолжение таблицы 6.7

Отходы производства и потребления	Промасленная ветошь, отработанное масло	–	Загрязнение водных источников тяжёлыми металлами и токсинами	Загрязнение почвы, грунтовых вод
-----------------------------------	---	---	--	----------------------------------

Таблица 6.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению пагубного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативно антропогенного воздействия на атмосферу	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Переход транспорта с ДВС на электротранспорт</li> <li>- Использование вытяжки и систем направленных на очистку воздуха и его абсорбцию</li> </ul>
Мероприятия по снижению негативно антропогенного воздействия на гидросферу	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Праильная утилизация промасленной ветоши (передача компаниям, специализирующимся на утилизации и переработке отходов)</li> <li>- Регенерация отработанного масла с целью их вторичного обращения в процесс для косвенных или основных целей</li> <li>- Использование фильтров для абсорбции грязи и пыли, с их последующим удалением и очистки самой воды</li> <li>- Использование сепараторов для очистки</li> </ul>
Мероприятия по снижению негативно антропогенного воздействия на литосферу	<ul style="list-style-type: none"> <li>Утилизация промасленной ветоши (передача компаниям, специализирующимся на утилизации и переработке отходов)</li> <li>- Регенерация отработанного масла с целью их вторичного обращения в процесс для косвенных или основных целей</li> </ul>

Вывод:

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса листовой штамповки, перечислены технологические операции, производственно-техническое оборудование, а также материалы, применённые в процессе (таблица 6.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков по нынешнему техпроцессу листовой штамповки изделия типа «Лонжерон», видам работ. Среди опасных и пагубных факторов, которые имеются на производстве были установлены: повышенный уровень вибрации и шума, травматизм связанный с производством, токсическое воздействие (таблица 6.2). Разработаны организационно-технические мероприятия, которые включают в себя технические устройства по снижению профессионального риска, а именно таких как: инструктаж по технике безопасности, применение средств автоматизации и механизации, смазка трущихся частей штамповой оснастки, изменение внесенные в конструкцию фундамента, виброизоляция, контроль токсических веществ. Для работников были установлены СИЗ (таблица 6.3).

По обеспечению пожарной безопасности объекта был также разработан комплекс мероприятий. Класс пожарной опасности и его опасные факторы были так же установлены по классификации и были спроектированы средства обеспечения пожарной безопасности на самом предприятии (таблица 6.5). Также были установлен ряд мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности (таблица 6.6).

Выявлены факторы, которые связаны с технологией производства (таблица 6.7) и спроектирован комплекс мер для обеспечения экологической безопасности на производстве (таблица 6.8).

## 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 7.1. Сравнительный анализ технологических вариантов

В базовом варианте штамповка осуществляется на одной единице оборудования. Операции типа: вытяжка, обрезка, правка, отбортовка, гибка и пробивка производятся на таком оборудовании, как пресс-автомат «Muller-WeingartenMW-100», усилие которого равно 10 мега ньютон. В проектном технологическом процессе предлагается использование штампов, с более высоким ресурсом эксплуатации, а так же измененный раскрой материала. Проектный вариант раскроя материала более рационален, так как требует меньшего количества материала, что в свою очередь, сказывается на экономии на общих экономических показателях.

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;

$S$  - число смен;

$k_{\text{р.п.}}$  - показатель, рассчитывающий требуемое время на ремонтные работы.

$$\Phi_{\text{э}} = 247 \times 8 - 118 \times 7 \times 3 \times 1 - 0,07 = 3243 \text{ ч.}$$

2. Общее время затрачиваемое рабочим (7.2):

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 40\% \times \Phi_{\text{э}}$$

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 40\% \times 3243 = 1297 \text{ ч.}$$



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

Таблица 7.1 – Общие исходные данные

№	Исходные данные	Обозначения	Единица измерения	Значения
1	Планируемое количество выпущенных изделий за год	$N_r$	шт	200000
2	Затраченное время: -оборудованием -рабочими	$\Phi_{\text{э}}$ $\Phi_{\text{эр}}$	час	3243 1297
3	Показатель выполнения нормы	$K_{\text{вн}}$	-	1,2
4	Показатель многостаночного обслуживания	$K_{\text{мн}}$	-	1,1
5	Показатель времени, отведенного на отпуск рабочим	$K_o$	%	12
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.	48,80
8	Стоимость одного килограмма отхода	$C_{\text{отх}}$	руб.	4,80
9	Масса заготовки	$M_z$	кг	1,54   1,29
10	Масса отхода	$M_{\text{отх}}$	кг	0,78   0,45
11	Показатель затрат, связанный с транспортировочными и заготовительными операциями	$K_{\text{гз}}$	-	1,025
12	Показатель доплаты к заработной плате (от третьего и до пятого разряда)			
А	Часовой фонд заработной платы	$K_{\text{доп}}$	-	1,07
Б	Квалифицированность рабочего	$K_{\text{ппф}}$	-	1,2
В	За условия труда	$K_y$	-	1,2
Г	Надбавка в ночные смены	$K_n$	-	1,15
Д	Премиальные	$K_{\text{пр}}$	-	1,2
Е	Выплаты на соцнужды	$K_c$	-	1,3
13	Суммарный показатель доплаты	$K_{\text{зпл}}$	-	7,12
14	Показатель мощностной способности оборудования	$K_m$	-	0,9
15	Показатель единовременной электродвигателя	$K_b$	-	0,8
16	Общий коэффициент полезного действия электрической цепи	$K_{\text{п}}$	-	1,02
17	Показатель временного ресурса оборудования	$K_{\text{од}}$	-	0,8
18	Выручка с продажи -изношенных оборудования -изношенных штампов	$V_p$ $V_{\text{ри}}$	%	4 12
19	Величина амортизации	$H_a$	%	8

20	Показатель суммарных расходов (цеховых)	$K_{цех}$	-	1,75
21	Почасовой тариф - рабочего, имеющего третий разряд - наладчика, имеющего пятый разряд	$C_T$ $C_T$	руб.	69,75 80
22	Тарификация электричества за расход одного киловатта электроэнергии	$C_э$	руб.	3,67
23	Стоимость одного квадратного метра площади	$C_{пл}$	руб.	4000
24	Показатель экономической эффективности	$E_H$	-	0,4

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-100	10	0,04	0,033	105	49	10000000
Оборудование, используемое в проектной технологии							
1	Пресс-автомат Muller-Weingarten MW-100	10	0,04	0,033	105	49	10000000

Таблица 7.3 – Известные данные штампов

№	Наименования штампов	Ресурс штампов	Стоимость штампов
		$T_{и.шт}$ (Количество ударов)	$C_{шт}$ (руб.)
Штамповая оснастка, использованная в базовой технологии			
1	Вытяжной штамп	600000	460000
2	Обрезной штамп	500000	600000
3	Штамп правки	600000	592043
4	Штамп для отбортовки	500000	614200
5	Штамп гибки	1100000	630000
6	Штамп пробивки	400000	460000
Штамповая оснастка, использованная в проектной технологии			
1	Вытяжной штамп	600000	460000
2	Обрезной штамп	700000	734550
3	Штамп правки	800000	752043
4	Штамп для отбортовки	500000	614200
5	Штамп гибки	1100000	630000
6	Штамп пробивки	400000	460000

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	$N_{об} = \frac{T_{шт} \times N_{г}}{\Phi_{з} \times K_{вн} \times 60}$ $N_{об}^{баз} = \frac{0,04 \times 2000}{3243 \times 1,2 \times 60} = 0,04 \approx 1$ $N_{об}^{пр} = \frac{0,04 \times 2000}{3243 \times 1,2 \times 60} = 0,04 \approx 1$	1	1
2	Показатель затраченного оборудования времени на текущую операцию	$K_3 = N_{об}^{расч} \times N_{об}^{баз}$ $K_3^{баз} = 0,02 \times 1 = 0,02$ $K_3^{пр} = 0,02 \times 1 = 0,02$	0,02	0,02
3	Число рабочих, которое потребуется для выполнения планируемой нормы выпуска	$P_{оп} = \frac{t_{шт} \times N_{г} \times 1 \times \frac{K_0}{100}}{\Phi_{эр} \times K_{мн} \times 60}$ $P_{оп}^{баз} = \frac{0,04 \times 200000 \times 1 \times \frac{12}{100}}{1297 \times 1,1 \times 60} = 0,11 \approx 1 \times 1_{оп} \times 2_{см} = 2$ $P_{оп}^{баз} = \frac{0,04 \times 200000 \times 1 \times \frac{12}{100}}{1297 \times 1,1 \times 60} = 0,11 \approx 1 \times 1_{оп} \times 2_{см} = 2$	2	2

Продолжение таблицы 7.4

4	Требуемое количество штампов, которое потребуется для выполнения планируемой нормы выпуска изделий	$n_{\text{штамп}} = N_{\Gamma} T_{\text{и}}$ $n_{\text{шт оп 1}} = 200000 \quad 600000$ $n_{\text{шт оп 2}} = 200000 \quad 500000$ $n_{\text{шт оп 3}} = 200000 \quad 600000$ $n_{\text{шт оп 4}} = 200000 \quad 500000$ $n_{\text{шт оп 5}} = 200000 \quad 1100000$ $n_{\text{шт оп 6}} = 200000 \quad 400000$ $n_{\text{шт оп 1}} = 200000 \quad 600000$ $n_{\text{шт оп 2}} = 200000 \quad 700000$ $n_{\text{шт оп 3}} = 200000 \quad 800000$ $n_{\text{шт оп 4}} = 200000 \quad 500000$ $n_{\text{шт оп 5}} = 200000 \quad 1100000$ $n_{\text{шт оп 6}} = 200000 \quad 400000$	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	$K_{\text{об}} = N_{\text{об}} \times C_{\text{об}} \times K_3$ $K_{\text{об}}^{\text{баз}} = 1 \times 10000000 \times 10 = 2000000$ $K_{\text{об}}^{\text{пр}} = 1 \times 10000000 \times 10 = 2000000$	2000000	2000000
2	Издержки, связанные с доставкой и монтажом оборудования	$K_{\text{м}} = K_{\text{об}} \times K_{\text{монт}}$ $K_{\text{м}}^{\text{баз}} = 2000000 \times 0,1 = 200000$ $K_{\text{м}}^{\text{пр}} = 2000000 \times 0,1 = 200000$	200000	200000
3	Издержки, связанные с приобретением штампов	$K_{\text{и}} = C_{\text{шт}} \times n_{\text{шт}}$ $K_{\text{и}}^{\text{баз}} = 333624$ $K_{\text{и}}^{\text{пр}} = 363078$	333624	363078
4	Издержки, связанные с приобретением площади	$K_{\text{пл}} = N_{\text{об}} \times S_{\text{у}} \times C_{\text{пл}} \times K_3$ $K_{\text{пл}}^{\text{баз}} = 1 \times 49 \times 400 \times 0,8 = 156800$ $K_{\text{пл}}^{\text{пр}} = 1 \times 49 \times 400 \times 0,8 = 156800$	156800	156800
5	Общая сумма всех расходов	$K_{\text{соп}} = K_{\text{м}} + K_{\text{и}} + K_{\text{пл}}$ $K_{\text{соп}}^{\text{баз}} = 2000000 + 333624 + 156800 = 3750262$ $K_{\text{соп}}^{\text{пр}} = 2000000 + 363078 + 156800 = 4027593$	3750262	4027593

Продолжение таблицы 7.5

6	Суммарные капитальные вложения	$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{соп}}$ $K_{\text{общ}}^{\text{баз}} = 2000000 + 3750262 = 5750263$ $K_{\text{общ}}^{\text{пр}} = 2000000 + 4027593 = 6027593$	5750263	6027593
7	Удельные капитальные вложения	$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ}}}{N_{\text{г}}}$ $K_{\text{уд}}^{\text{баз}} = \frac{5750264}{200000} = 28,7$ $K_{\text{уд}}^{\text{пр}} = \frac{6027593}{200000} = 30,13$	28,7	30,13

7.5. Расчет себестоимости изделия по сравниваемым вариантам

Таблица 7.6 – Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

№	Показатель	Расчетные формулы и расчет	Значения	
			Базовый	Проектный
1	Себестоимость изделия в рублях	$M = (M_{\text{з}} \times C_{\text{м}} \times K_{\text{тз}}) - (M_{\text{отх}} C_{\text{отх}})$ $M^{\text{баз}} = 1,54 \times 48,80 \times 1,025 - 0,45 \times 4,8 = 74,87$ $M^{\text{пр}} = 1,29 \times 48,80 \times 1,025 - 0,45 \times 4,8 = 62,36$	74,87	62,36
2	Расчет заработной платы рабочим в рублях	$Z_{\text{пл}} = \frac{P \times C_{\text{т}} \times \Phi_{\text{эр}} \times K_{\text{зпл}} \times K_{\text{з}}}{N_{\text{г}}}$ $Z_{\text{пл}}^{\text{баз}} = \frac{1 \times 69,75 \times 1297 \times 7,12 \times 0,2}{200000} = 0,64$ $Z_{\text{пл}}^{\text{пр}} = \frac{1 \times 69,75 \times 1297 \times 7,12 \times 0,2}{200000} = 0,64$	0,64	0,64

Продолжение таблицы 7.6

3	Издержки, связанные с амортизацией и эксплуатацией оборудования в рублях	$P_a = \frac{(\Psi_{об} \times 1 - B_p) \times H_a \times t_{шт} \times 1.3}{\Phi_э \times K_{вн} \times 60 \times 100}$ $P_a^{баз} = \frac{10000000 \times (1 - 0,06) \times 8 \times 0,04 \times 1.3}{2343 \times 1,2 \times 60 \times 100}$ $P_a^{пр} = \frac{10000000 \times (1 - 0,06) \times 8 \times 0,04 \times 1.3}{2343 \times 1,2 \times 60 \times 100}$	0,16	0,16
4	Расходы на электроэнергию в рублях	$P_э = \frac{M_y \times t_{маш} \times K_{од} \times K_m \times K_{вн} \times K_{п} \times \Psi_э}{КПД \times 60}$ $P_э^{баз} = \frac{105 \times 0,033 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,7 \times 1,02 \times 3,67}{0,7 \times 60}$ $= 0,015$ $P_э^{баз} = \frac{105 \times 0,033 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,7 \times 1,02 \times 3,67}{0,7 \times 60}$ $= 0,015$	0,015	0,015
5	Издержки, связанные с амортизацией штампового инструмента	$P_{и} = (\Psi_{шт} \times 1 \times B_{р.и}) T_{и.шт.}$ $P_{и}^{баз \text{ №1}} = 460000 \times (1 - 0,12) \quad 600000$ $P_{и}^{пр \text{ №1}} = 460000 \times (1 - 0,12) \quad 600000$ $P_{и}^{баз \text{ №2}} = 600000 \times (1 - 0,12) \quad 500000$ $P_{и}^{пр \text{ №2}} = 734550 \times (1 - 0,12) \quad 700000$ $P_{и}^{баз \text{ №3}} = 592043 \times (1 - 0,12) \quad 600000$ $P_{и}^{пр \text{ №3}} = 752043 \times (1 - 0,12) \quad 800000$ $P_{и}^{баз \text{ №4}} = 614200 \times (1 - 0,12) \quad 500000$ $P_{и}^{пр \text{ №4}} = 614200 \times (1 - 0,12) \quad 500000$ $P_{и}^{баз \text{ №5}} = 630000 \times (1 - 0,12) \quad 1100000$ $P_{и}^{пр \text{ №5}} = 630000 \times (1 - 0,12) \quad 1100000$ $P_{и}^{баз \text{ №6}} = 460000 \times (1 - 0,12) \quad 400000$ $P_{и}^{пр \text{ №6}} = 460000 \times (1 - 0,12) \quad 400000$	5,2	4,9
6	Издержки на содержание и использование производственной площади	$P_{пл} = \frac{S_y \times N_{об} \times K_з \times \Psi_{пл}}{N_{г}}$ $P_{пл}^{баз} = \frac{49 \times 1 \times 4000 \times 0,08}{200000} = 0,078$ $P_{пл}^{пр} = \frac{49 \times 1 \times 4000 \times 0,08}{200000} = 0,078$	0,78	0,78

Продолжение таблицы 7.6

7	Расчет заработной платы рабочим производства	$Z_{\text{раб}} = \frac{N_{\text{обх}} \times C_T \times \Phi_{\text{эр}} \times K_z \times K_{\text{зпл}}}{N_{\text{обсл}} \times N_T}$ $Z_{\text{раб}}^{\text{баз}} = \frac{1 \times 69,75 \times 1297 \times 7,12 \times 0,8}{0,5 \times 200000}$ $Z_{\text{раб}}^{\text{баз}} = \frac{1 \times 69,75 \times 1297 \times 7,12 \times 0,8}{0,5 \times 200000}$	0,5	0,5
8	Затраты, связанные с технологической себестоимостью	$C_{\text{зт}} = M + Z_{\text{пл}} + P_a + P_{\text{э}} + P_{\text{и}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{раб}}$ $C_{\text{зт}}^{\text{баз}} = 74,87 + 0,64 + 0,16 + 0,015 + 5,2 + 0,078 + 0,02 = 80,98$ $C_{\text{зт}}^{\text{баз}} = 62,36 + 0,64 + 0,16 + 0,015 + 4,9 + 0,078 + 0,02 = 68,71$	80,98	68,71
9	Расходы на производство	$P_{\text{цех}} = Z_{\text{пл}} \times K_{\text{цех}}$ $P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 0,64 \times 1,72 = 1,1$ $P_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 0,64 \times 1,72 = 1,1$	1,1	1,1
10	Суммарные показатели себестоимости в рублях	$P_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{зт}}$ $P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 1,1 + 80,98 = 82,08$ $P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 1,1 + 68,17 = 69,27$	82,08	69,27

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	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} \times C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) N_T$ $\mathcal{E}_{\text{уг}} = 82,08 - 69,27 \times 200000 = 246200$	2462000	
переведенная общая затрата	$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_H \times K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 82,08 + 0,33 \times 28,78 = 91,55$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 69,27 + 0,33 \times 30,13 = 79,21,$	91,55	79,21
Экономический показатель выгоды	$\mathcal{E}_T = Z_{\text{пер}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пер}}^{\text{пр}} \times N_T$ $\mathcal{E}_T = 91,55 - 79,21 \times 200000 = 2350000$	2350000	
Срок окупаемости, вложенных средств		1,2	

Таблица 7.8 – Себестоимость

№	Затраты	Сумма в рублях		Долевой процент	
		Базовый	Проектный	Базовый	Проектный
1	Общие затраты	74	62	64	78
2	Общая заработная плата рабочим, выполняющих основную и вспомогательную работу	0,64	0,64	3	3
3	Затраченные средства, связанные с амортизацией оборудования	0,16	0,16	0,25	0,25
4	Средства, затраченные на электроэнергию	0,015	0,015	0,16	0,16
5	Средства, затраченные на амортизацию штамповой оснастки	5,2	4,9	1,2	1,2
6	Затраченные средства на производство и содержание площади производства	0,078	0,078	0,2	0,2
7	Затраченные, средства общее производство	1,1	1,1	3,6	3,6
8	Цеховая себестоимость	82,08	69,27	64	78

#### Подведение итогов

В результате того, что в базовый вариант удалось внести изменения, себестоимость выпускаемой продукции стала меньше. Она составляет 69,72, а базовый вариант себестоимости был на уровне 82,02 рубле. То бишь себестоимость стала меньше на 12,81 рубль в виду того, что был применен более рациональный раскрой материала и были использованы штампы с увеличенным ресурсом эксплуатации.

Отсюда следует, что в результате предложенных изменений в технологию базового варианта, годовая выгода составляет два миллиона двести сорок восемь тысяч рублей со сроком окупаемости штамповой оснастки один год и два месяца.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе была создана математическая модель детали «Лонжерон» и был проведен анализ данной детали на технологичность.

- Была проанализирована базовая технология изготовления детали, в результате чего были выявлены недостатки.

- Был определен оптимальный размер заготовки, рассчитан коэффициент использования материала и были рассчитаны требуемые энергосиловые параметры.

- Был произведен инженерный анализ детали, на имеющиеся в ней напряжения деформации, с помощью программы «LS-Dyna».

- Была спроектирована математическая модель детали «Лонжерон» и эскизный проект вытяжного штампа, с помощью программы «SiemensNX 9.0», которая относится к системам автоматизации проектирования.

- Был произведен выбор требуемого оборудования и определены размеры всех исполнительных частей проектируемого штампа.

- Была рассчитана экономическая составляющая, было произведено сравнение экономической составляющей базового и проектного варианта.

Подводя итог, на основании проделанной работы, можно сделать вывод, что в проектном варианте себестоимость снизилась на 9%. Это положительно сказалось на общей экономической выгоде. Вследствие чего можно сказать, что цель бакалаврской работы была достигнута.

## 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. Банкетов, А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
3. Бочаров, Ю. А. Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.А. Бочаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 480 с.
4. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина. - Тольятти: ТГУ, 2016. – 51 с.
5. 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.
6. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка [Текст]: М. Е. Зубцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.: ил.
7. 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).
8. 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.
9. Краснопевцева, И. В. Экономика машиностроительного производства [Текст]: учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 148 с.

10. Малов, А. Н. Технология холодной штамповки[Текст]: А. Н. Малов – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
11. 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.
12. 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.
13. Норицын, И. А. Проектирование кузнечных и холодноштамповых цехов и заводов[Текст]: учеб. пособие для вузов / И. А. Норицын, В. Я. Шехтер, А. М. Мансуров. – М. : Высш. шк., 1977. – 423 с.
14. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке[Текст] / В. П. Романовский– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979. – 520 с.
15. Скворцов, Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки[Текст]: конструкции и расчеты / Г. Д. Скворцов. – М.: Машиностроение, 1972. – 360 с.
16. Скрипачев, А. В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с.
17. Смолин, Е. Л. Основы конструирования штамповой оснастки [Текст]: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения / Е. Л. Смолин. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.
18. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением[Текст]: М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
19. Шапорева, И. Л. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 299 с.
20. Шухов, Ю. В. Холодная штамповка [Текст]: учеб. для индивидуально-бригадной подгот. рабочих на производстве / Ю. В. Шухов,

С. А. Еленев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1972. – 207 с. : ил.; 22 см.

21. Joanna R. Groza, James F. Shackelford, Enrique J. Lavernia, Michael T. Powers 2007 Materials Processing Handbook, March 28, pp 229-237, (2007)

22. Kren, L. A. Line Automation Made Easier MetalForming Magazine. – 2016/ - December.

23. Kren, L. Die build simplified MetalForming Magazine. – 2016/ - December.

24. Kuvин, В. Automated Press-Brake TechnologyMetalForming Magazine. – 2017/ - January.

25. Kuvин, В. OEM finds new suppliers via online matchmakingMetalForming Magazine. – 2017/ - February.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
А0			17.БР.СОМДиРП.570.61.00.000	Штамп для вытяжки	4	
<i>Детали</i>						
		1	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.001	Плита верхняя	1	
		2	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.002	Плита нижняя	1	
		3	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.003	Секция матрицы	1	
		4	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.004	Секция матрицы	1	
		5	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.005	Секция матрицы	1	
		6	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.006	Секция матрица	1	
		7	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.007	Ограничитель хода	2	
		8	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.008	Ловитель	6	
		9	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.009	Маркетный толкатель	6	
		10	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.010	Ограничитель	2	
		11	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.011	Отлипатель	4	
		12	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.012	Пружина 20x2x60	4	
		13	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.013	Пружина 42x6x71	4	
		14	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.014	Выталкиватели	4	
		15	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.015	Адаптер-держатель	1	
		16	17.БР.СОМДиРП.570.61.00.016	Призма направляющая	2	
				Крепежные элементы		
				Винт М16x55	8	
				Винт М16x90	4	
				Винт М18x220	4	
				Винт М12x140	8	
				Штифт 10п6x40	4	
				Штифт 12п6x40	8	
<b>17.БР.СОМДиРП.570.61.00.000</b>						
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		
Разраб.		Бурнягин А.С.				
Проб.		Путеев П.А.				
И.контр.		Виткалов В.Г.				
Утв.		Ельцов В.В.				
<b>Штамп для вытяжки</b>					Лист	Листов
					БР	1
					ТГУ ИМ гр. МСБ-1301	
Копировал					Формат А4	