

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

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

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания».

Студент(ка)

А. А. Матвеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е. Л. Смолин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И. В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л. Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В. Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

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

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

(личная подпись)

«    »      20     г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

\_\_\_\_\_ В.В. Ельцов  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Матвеев Алексей Анатольевич

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания».

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе «Кронштейн крепления катушки зажигания»

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных; 2. Технологическая часть; 3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации; 4. Конструкторская часть; 5. Безопасность и экологичность технологического объекта; 6. Экономическая часть.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Презентационный материал, комплекс оборудования, штамповая оснастка, сравнительный анализ.

6. Консультанты по разделам Краснопевцева И.В.

Горина Л.Н.

Виткалов В.Г.

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

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

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

Е. Л. Смолин  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (подпись)

А. А. Матвеев  
(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

Завкафедрой «СОМДиРП»

\_\_\_\_\_ В.В. Ельцов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Студента Матвеев Алексей Анатольевич

по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных	30.03.16	31.03.16	выполнено	-----
2. Технологическая часть	07.04.16	11.04.16	выполнено	-----
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	20.04.16	20.04.16	выполнено	
4. Конструкторская часть	27.04.16	29.04.16	выполнено	
5. Исследовательская часть	—	—	выполнено	
6. Безопасность жизнедеятельности	06.05.16	12.05.16	выполнено	
7. Экономическая часть	25.05.16	27.05.16	выполнено	
8. Подготовка чертежей по технологии	23.04.16	25.04.16	выполнено	
9. Подготовка чертежей оборудования	04.05.16	05.05.16	выполнено	
10. Подготовка чертежей оснастки	28.05.16.	30.05.16	выполнено	
11. Подготовка к защите	с 01.06.16. -26.06.16			

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Е.Л.Смолин

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.А. Матвеев

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе разработан технологический процесс и спроектирована штамповая оснастка для изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания».

В результате анализа технологического процесса производства детали был скорректирован ранее имеющийся технологический процесс. В технологической части работы была выполнена проверка детали на технологичность, определены формы и размеры исходной заготовки, коэффициент использования металла, а также рассчитаны энергосиловые параметры по операциям проектной технологии. Далее в работе был произведен выбор требуемого технологического оборудования и приведены его технические характеристики. По штамповой оснастке определены исполнительные размеры рабочих частей штампа, выбраны материалы и способы термообработки деталей штампов. В работе изложены мероприятия по охране труда. В экономической части рассчитана себестоимость изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания», определены размеры капиталовложений для ее производства по базовой и проектной технологиям, проведено их сравнение.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных.....	9
1.1. Анализ технологичности детали.....	9
1.2. Анализ возможных технологических процессов изготовления детали.....	13
1.3. Определение и анализ технико-экономических показателей выбранного процесса.....	14
1.4. Задачи бакалаврской работы.....	15
2. Технологическая часть.....	16
2.1. Схема предлагаемого технологического процесса.....	17
2.2. Определение формы и размеров заготовки.....	18
2.3. Проектирование рационального раскроя, определение коэффициента использования металла.....	20
2.4. Расчет энерго-силовых параметров операций техпроцесса.....	21
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации.....	26
3.1. Выбор типа, расчет основных параметров, определение основных технических характеристик.....	26
3.2. Выбор средств механизации или автоматизации, определение основных технических характеристик.....	29
3.3. Описание работы штамповочной линии, планировка участка штамповки.....	30
4. Конструкторская часть.....	34
4.1. Состав, описание и конструкция штамповой оснастки.....	35
4.2. Прочностные расчеты деталей штампов.....	37
4.3. Определение числа и расположение упругих элементов.....	39
4.4. Определение исполнительных размеров инструмента.....	40
5. Безопасность и экологичность технологического объекта.....	44
5.1. Технологическая характеристика объекта.....	44

5.2.	Идентификация производственно – технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	44
5.3.	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	45
5.4.	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	47
5.5.	Технические средства обеспечения пожарной безопасности.....	47
5.6.	Организационные (организационно – технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	48
5.7.	Идентификация экологических факторов технического объекта	
5.8.	Разработанные организационно–технические мероприятия по снижению негативно антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.....	49 50
6.	Экономическая часть.....	52
6.1.	Сравнительный анализ технологических вариантов.....	52
6.2.	Калькуляция на штамповую оснастку.....	52
6.3.	Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих – операторов и необходимое число штамповой оснастки.....	54
6.4.	Определение необходимого числа оборудования, коэффициент его загрузки.....	56
6.5.	Расчет капитальных вложений.....	58
6.6.	Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали.....	59
6.7.	Экономическая эффективность.....	62
	Заключение.....	64
	Литература.....	65
	Приложение.....	67

## ВВЕДЕНИЕ

Обработка металлов давлением это один из наиболее развивающихся технологических методов производства; в технологическом и экономическом отношении ОМД имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов.[2]

В технологическом отношении ОМД позволяет: [2]

1. получать детали очень сложных форм, изготовление которых другими методами невозможно или затруднено;
2. создавать прочные и жесткие, но легкие по массе конструкции деталей при небольшом расходе материала;
3. получать взаимозаменяемые детали с достаточно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки;

В экономическом отношении ОМД обладает следующими преимуществами:

1. экономное использование материала и сравнительно небольшими отходами;
2. высокой производительностью оборудования, с применением механизации и автоматизации технологических процессов;
3. массовым выпуском и низкой стоимостью деталей.

Наибольший эффект от применения ОМД может быть обеспечен при комплексном решении технологических вопросов на всех этапах подготовки производства.[2]

Разработка технических процессов ОМД и проектирование штампов связаны между собой.

Штамповка деталей путем выполнения нескольких разделительных операций чаще всего экономически невыгодна, поэтому применяют методы комбинированной штамповки.

Комбинированная штамповка это совмещение в одном штампе двух или нескольких технических операций.

Последовательная штамповка объединяет несколько различных операций (переходов), осуществляемых последовательно отдельным инструментом за несколько ходов пресса при перемещении заготовки между ними.

При совмещенной штамповке одновременно выполняется несколько операций за один ход пресса и за одну установку заготовки в штампе.

Таким образом, разработка технологических процессов листовой и объемной штамповки очень важна.

В данной работе проведена разработка технологического процесса изготовления детали «Кронштейн верхний крепления катушки зажигания», проведены экономические расчеты, проведен анализ безопасности и экологичности проекта. [2]

Целью данной бакалаврской работы является снижение себестоимости изделия за счет экономии металла.



# 1. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Анализ технологичности детали

Под технологичностью следует понимать такую совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простой и экономичное изготовление деталей при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним. [1]

Технические и эксплуатационные требования задаются конструктором и могут содержать: [1]

- соответствие конструкции назначению и условиям эксплуатации;
- обеспечение требуемой твердости и жесткости;
- соответствие специальным физическим, химическим и прочим условиям.

К основным показателям технологичности штампуемых деталей относятся следующие: [1]

- наибольший коэффициент использования металла;
- наименьшее количество и низкая трудоемкость операций;
- отсутствие последующей механической обработки;
- наименьшее количество требуемого оборудования и производственных площадей;
- наименьшее количество оснастки, сокращение сроков и затрат на ее изготовление;
- увеличение производительности труда.

Результативным показателем технологичности является себестоимость штампованных деталей.

Рассмотрим деталь «Кронштейн крепления катушки зажигания» и при помощи каких операций эта деталь производится (рисунке 1.1). Деталь простая, но получают ее сложным способом посредством вытяжки, соединение идет по широким сторонам детали, но чтобы сделать окончательный вывод нужно провести анализ по операциям.

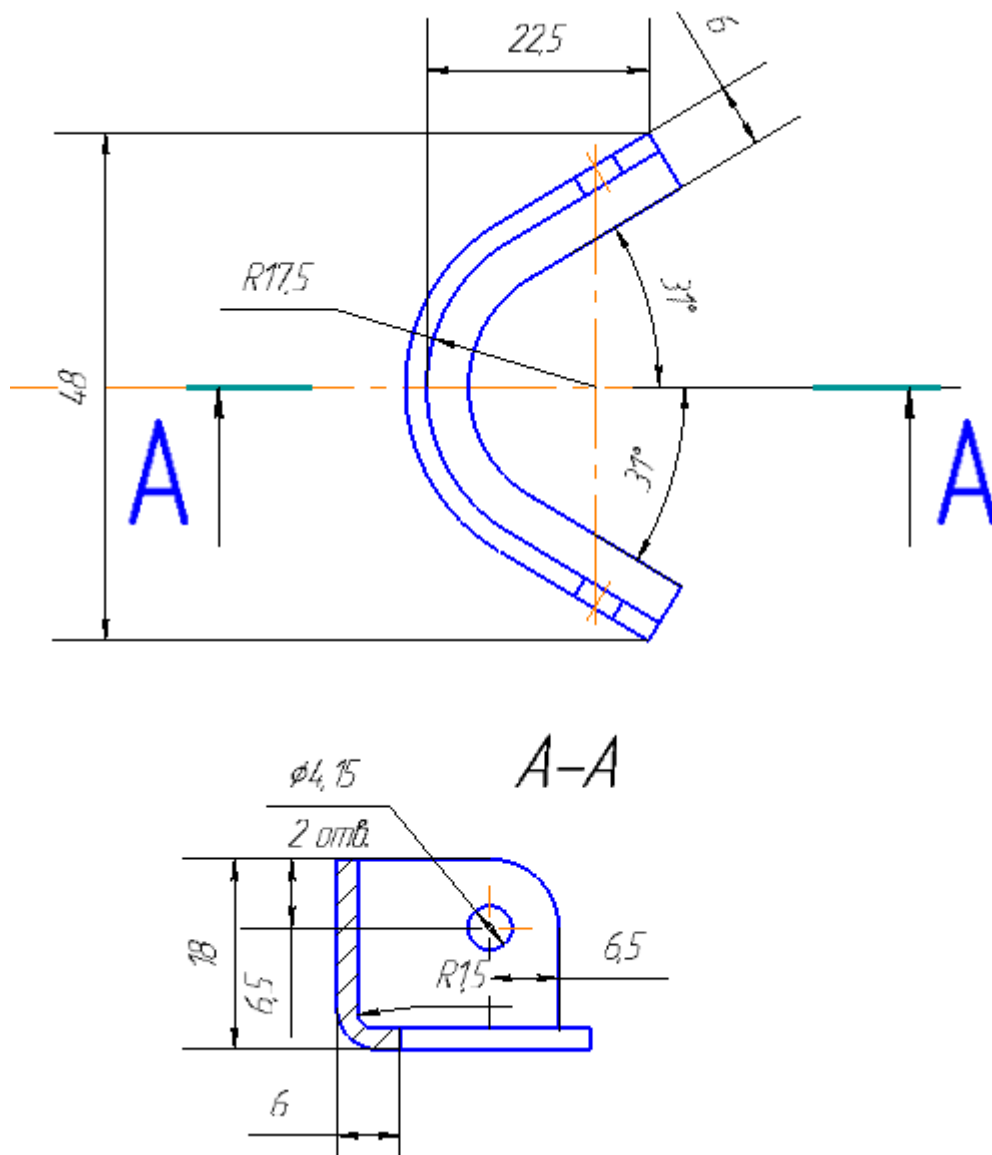


Рисунок 1.1- Эскиз детали

Упор делается на изменение базы спаривания. Поскольку в существующем технологическом процессе идет получение формы за счет вытяжки, но при анализе формы детали мы видим, что она достаточно простая и ее можно получать посредством операций гибка и отбортовка.

### Операция вырубка – пробивка:

Не совсем технологичная операция, поскольку деталь получается по сложному контуру, который получается разверткой существующих спаренных деталей. При вырубке приходится делать достаточно сложный контур, хотя сам по себе тип раскроя двухрядный экономичный. Очень сложный контур, следовательно операция не совсем удобна (рисунке 1.2).

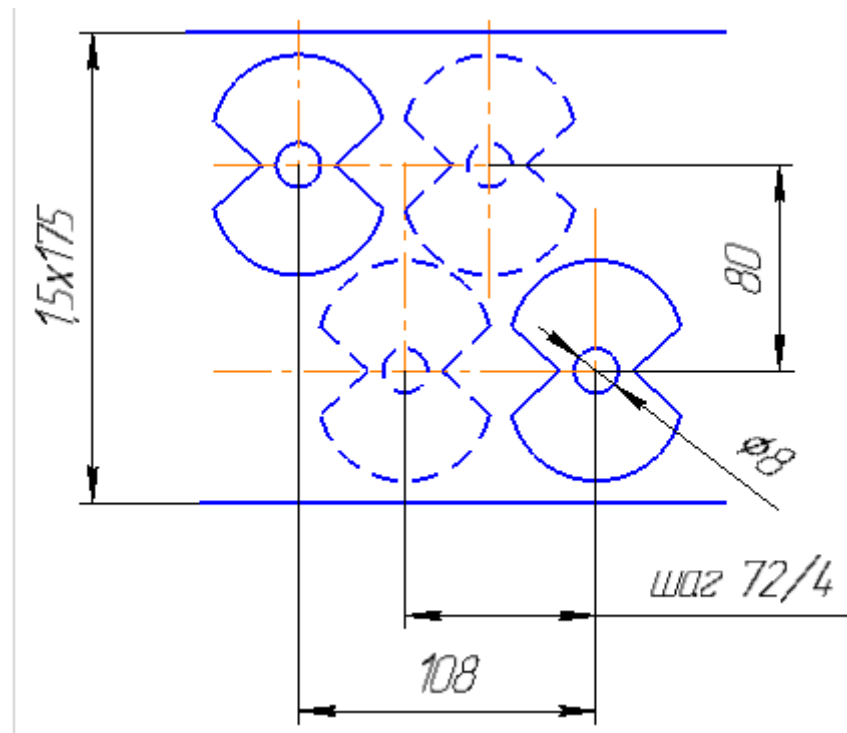


Рисунок 1.2 – Вырубка-пробивка

### Операция вытяжка:

Основным технологическим требованием, предъявляемым к деталям, получаемых вытяжкой, является упрощение их геометрической формы. При изготовлении полуоткрытых, не симметричных форм деталей следует учитывать возможность вытяжки замкнутой фигуры с последующей разверткой на отдельные детали (рисунок 1.3). [1]

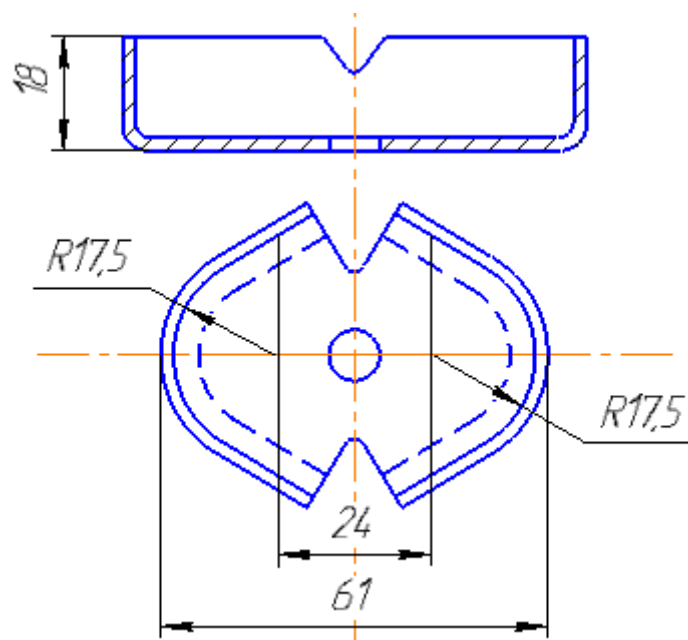


Рисунок 1.3 – Вытяжка

Вытяжка не технологична, потому что заготовка не замкнута, следовательно этой операции следовало бы избегать.

#### Операция гибка:

Основными технологическими требованиями к деталям, получаемые гибкой, являются: [1]

- минимально допустимые радиусы гибки следует применять только при конструктивной необходимости. Как правило рекомендуется применять радиусы гибки  $r \geq S$  для материалов толщиной до 1,5 мм и  $r \geq 2S$  для материалов толщиной свыше 1,5 мм;
- в случае гибки пластичных металлов (в нашем случае у нас металл 08Ю пластичный) с малым радиусом закругления ( $r \approx (0,5 \dots 1,0)S$ ) линиюгиба желательно располагать поперек волокон проката;
- при наличии заусенцев на кромках заготовок и их расположении снаружи от угла гибки (при гибки в разных направлениях, при изготовлении правых и левых деталей из одной заготовки) радиус гибки следует увеличивать в 1,5 раза;

- наименьшая высота отгибаемой полки должна быть  $h \geq 3s$ . В противном случае после гибки следует осуществлять обрезку припуска;

Для предотвращения искажения формы отверстия, расположенного близко к линиигиба необходимо принимать расстояние от центра радиуса до края пробитого отверстия не менее двух толщин (рисунок 1.4).

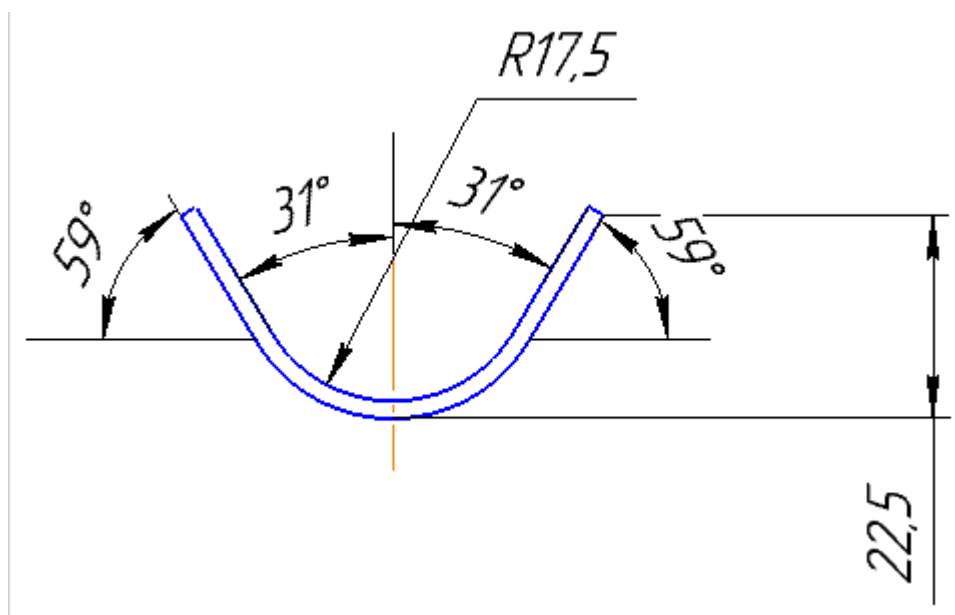


Рисунок 1.4 – Гибка

## 1.2 Анализ возможных технологических процессов изготовления детали

Исходя из анализа формы детали и технологичности мы видим, что деталь достаточно простая по форме, а в существующем технологическом процессе ее получают достаточно сложным способом, вытяжкой по сложному не замкнутому контуру, следовательно приходим к такому решению, что данную деталь можно изготовить другим способом, операцией гибка. Поэтому предлагаем рассматривать вопрос об замене операции вытяжка на операцию гибка, но чтобы обеспечить ту же самую производительность, соединяем две детали в одну посредством перемычки,

которая потом будет удаляться. Исходя из возможности, что деталь будет получаться операцией гибки, учитывая что отверстия которые должны быть в детали находятся достаточно далеко от линиигиба и по требованиям технологичности проходят, значит отверстия можно получать сразу в плоской детали, это гораздо удобнее и выгоднее. Поэтому если следующую формообразующую операцию мы будем получать при помощи гибки, то последняя операция остается разделением двух деталей посредством вырезки перемычки.

### 1.3 Определение и анализ технико – экономических показателей выбранного процесса

Если в существующем технологическом процессе при известной схеме соединения двух деталей достаточно большой отход. Коэффициент исследования при этом составляет 76% в новом технологическом процессе, а в старом техпроцессе коэффициент использования составлял 34%. Учитывая, что стоимость материала в настоящее время достаточно высока, поскольку структура себестоимости материала играет одну из важнейших ролей. Исходя из того, что в существующем техпроцессе была вытяжка по незамкнутому контуру, то возможно были какие-то искажения формы детали. Последующая операция пробивка двух отверстий уже в вытянутой детали требовало достаточно дорогого штампа. Поэтому предположить, что технологический процесс будем делать по другой схеме, то пробивного штампа уже не потребуется, экономия материала при этом если учесть, что деталь будет достаточно простая по форме и соединять ее со стороны полка, то коэффициент будет намного выше.

#### 1.4 Задачи бакалаврской работы

Исходя из анализа технологичности и анализа существующего технологического процесса, учитывая предложенные изменения технологического процесса необходимо выполнить следующие задачи: [2]

1. Разработать технологический процесс, где нужно определить размер исходной заготовки и основные энергосиловые параметры нового технологического процесса;
2. Выбрать оборудование для всех операций базового технологического процесса;
3. Необходимо разработать штамповую оснастку для нового технологического процесса;
4. Определить вредные и опасные факторы производственного процесса при выполнении нового технологического процесса;
5. Произвести расчет экономической эффективности.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изучая этот вопрос, В.П. Романовский говорил, что разработка технологических процессов обработки материалов давлением состоит из следующих этапов:

1. Анализ технологичности формы детали;
2. Определение формы и размеров заготовки, а также расхода материала при наилучшем его использовании;
3. Разработка наиболее оптимального технологического процесса;
4. Установление типа, мощности и габаритов требуемого оборудования;
5. Определения способа подачи заготовки и съема детали и т.п.;
6. Определение трудоемкости изготовления штампуемых деталей, а также количества и разряда производственных рабочих;
7. Определение количества оборудования и его загрузки на годовую программу;

При разработке технологических процессов ОМД должны быть решены следующие технологические вопросы: [2]

1. Определение оптимального раскроя материала и наименьших размеров заготовки;
2. Установление характера, количества и последовательности операций;
3. Выбор степени сложности операций;
4. Установление количества одновременно штампуемых деталей;
5. Определение операционных допусков.



Основной задачей для решения этих вопросов является выбор наиболее рационального и эффективного варианта для конкретного случая, характеризуемого рядом технических и экономических признаков. [2]

Основными техническими признаками, влияющими на выбор варианта технологического процесса, являются: [2]

1. Механические свойства и толщина материала;
2. Степень сложности конфигурации детали и ее габариты;
3. Требуемая точность детали;
4. Место расположения отверстий и точность расстояния между их осями;

Основным экономическим признаком, от которого зависит решение вопроса экономической целесообразности того или иного варианта, является серийность производства (массовое, крупно- или мелкосерийное).

## 2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Таким образом рассмотрев существующий технологический процесс и проанализировав форму детали, выявив недостатки существующего техпроцесса пришли к выводу, что необходимо изменить техпроцесс начиная с того, что соединение двух деталей производить не как в существующем варианте, а по длинам коротких полок. Поскольку это позволит отказаться от вытяжки, то есть будет выполнена из формообразующих операций только гибка на радиус 17,5 мм.

На первой операции будет вырубка с пробивкой отверстия из двух заготовок соединенных при помощи перемычки. На второй операции будет гибка на большой радиус 17,5 мм. На третьей операции производится отгибка (отбортовка) не высоких полок шириной 6 мм (производится отбортовка наружного контура). На четвертой последней операции вырезается перемычка согнутых деталей (производится операция разделения).

## 2.2 Определение формы и размеров заготовки

В данном разделе мы подтвердим правильность выбранного типа раскроя по базовой технологии. Для этого сделаем развертку детали, построив несколько поперечных и одно продольное сечение и посчитаем их длины, сложив прямолинейные и криволинейные участки.

Необходимо определить конфигурацию вырубаемой заготовки, то есть согласно рекомендациям Романовского, пуансон который будет служить для разделения, будет обладать не высокой стойкостью (часто ломаться). Для увеличения его стойкости берем перемычку равную 6,4 мм. При этом планируется в центре перемычки пробить отверстие диаметром 8 мм для использования его под ловители на последующих операциях техпроцесса.

Для разреза Б-Б:

$$L_{\text{Б-Б}} = 21,35 + 21,35 + 6,4 = 49 \text{ мм.}$$

Для разреза А-А:

$$L_{\text{А-А}} = 16,16 + 16,16 + 37,98 = 70,3 \text{ мм.}$$

Для того чтобы лента не изгибалась на операциях, назначаем перемычку не 2 мм как в Романовском, а 4 мм. Таким образом длина ленты будет равна:

$$L_{\text{л}} = 70,3 + 4,85 + 4,85 = 80 \text{ мм.}$$

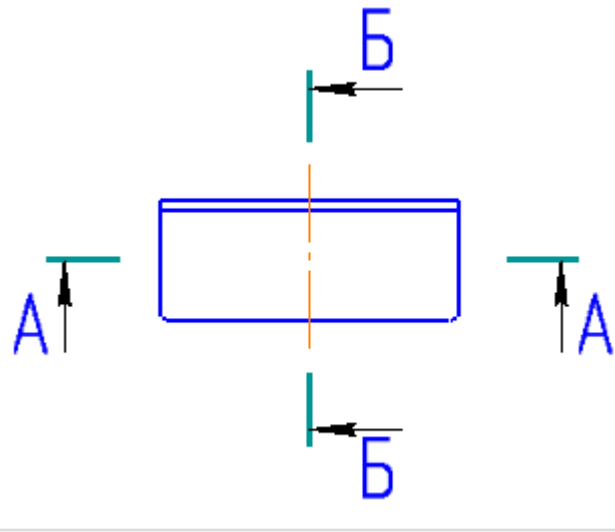


Рисунок 2.1 – к определению размеров заготовки

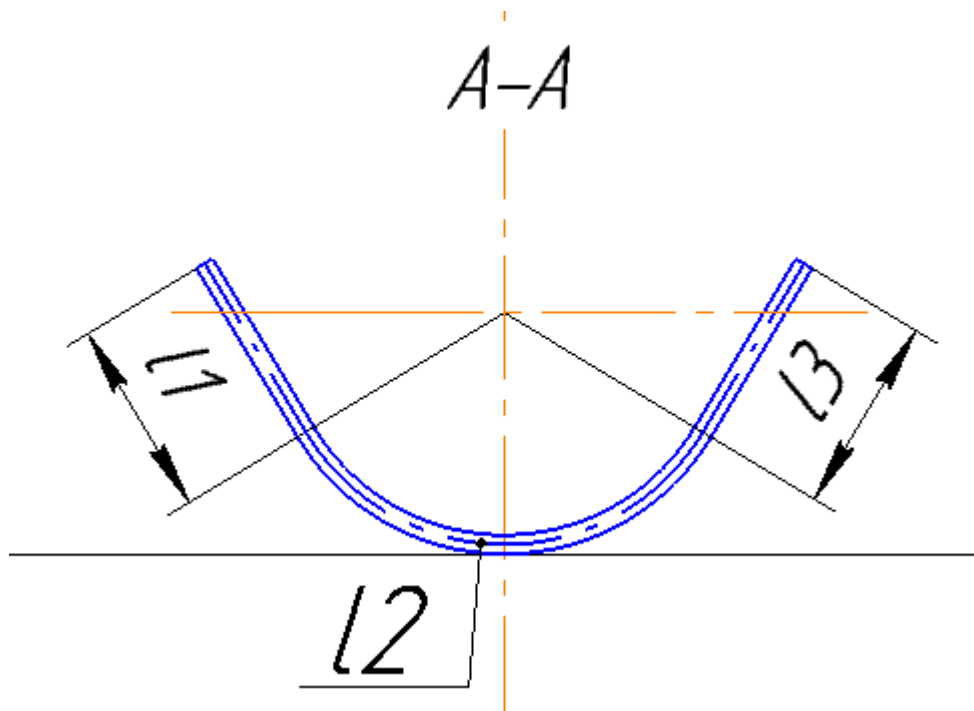


Рисунок 2.2– Развертка в сечение А-А

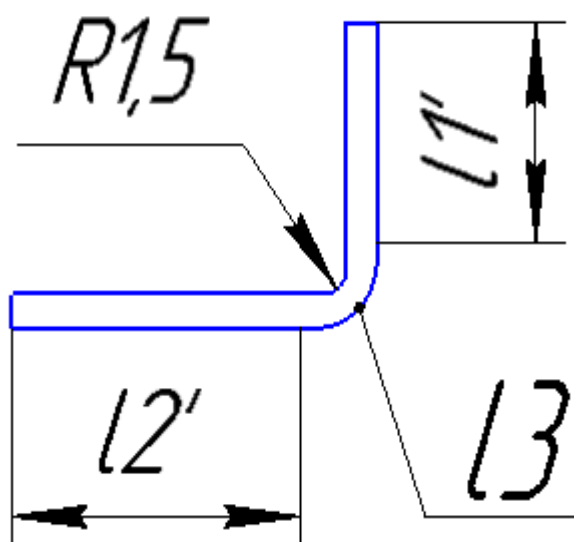


Рисунок 2.3– Развертка в сечение Б-Б

### 2.3 Проектирование рационального раскроя, определение коэффициента использования металла

Экономия металла и уменьшение отходов в холодной листовой штамповке имеют весьма большое значение, особенно в крупносерийном и массовом производстве, так как при больших масштабах производства даже незначительная экономия металла на одном изделии даёт в итоге большую экономию. [2]

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: [2]

1. Резку заготовок производить по тщательно разработанным раскройным картам, учитывающим наиболее полное использование материала.

2. При резке крупных заготовок в серийном производстве применять комбинированный раскрой при наилучшем использовании материала и соблюдении комплектности заготовок.

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

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.

5. В массовом производстве крупных деталей заказывать специальные мерные листы, кратные двум или более заготовкам.

6. В массовом производстве небольших деталей заменять листовой материал холоднокатаной лентой.

7. Нарезать заготовки для деталей, подвергаемых гибки, желательно с учётом направления волокон проката.

8. При резке на ножницах применять специальные устройства, облегчающие настройку и повышающие точность реза.

Определим ширину ленты и шаг подачи:

$$B = 70,3 + 4,85 + 4,85 = 80 \text{ (ширина ленты)}$$

$$t = 49 + 4 = 53 \text{ (шаг подачи ленты)}$$

$$B = 80 \text{ мм}$$

$$t = 53 \text{ мм}$$

Выбираем ленту шириной 80 мм.

Найдем коэффициент использования металла:

$$\eta = \frac{F_{дет.}}{B \cdot t} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

где  $\eta$  - коэффициент использования металла (КИМ),

$F_{дет.}$  - площадь вырубаемой детали,  $F_{дет.} = 3239 \text{ мм}^2$

$B$  - ширина ленты,  $B = 80 \text{ мм}$

$t$  - шаг подачи,  $t = 53 \text{ мм}$ .

$$\eta = \frac{3239}{80 \cdot 53} \cdot 100\% = 76\%$$

Мы видим, что в базовом техпроцессе коэффициент использования был 34%, а в новом техпроцессе стал 76%.

## 2.4 Расчет энергосиловых параметров операций техпроцесса

### Определение усилий:

Операция 10. Вырубка-пробивка

На данной операции вырубается заготовка и отверстия.

$$P_{оп} = L \cdot S \cdot \sigma_{ср} \quad (2.2)$$

Где  $P_{оп}$  – усилие вырубки-пробивки (операционное);

$L$  – длина вырубаемого контура,  $L = 319 \text{ мм}$ ;

$S$  – толщина материала,  $S = 1,5 \text{ мм}$ ;

$\sigma_{ср}$  – сопротивление срезу,  $\sigma_{ср} = 25 \text{ кгс/мм}^2$

$$P_{оп} = 319 \cdot 1,5 \cdot 25 = 11\,962 \text{ кгс} = 117 \text{ кН}$$

Усилие снятия с пуансона:

$$P_{сн} = P_{оп} \cdot K_{сн} \quad (2.3)$$

где  $K_{сн}$  – коэффициент снятия,  $K_{сн} = 0,15$

$$P_{сн} = 11\,962 \cdot 0,15 = 1\,794 \text{ кгс} = 17,5 \text{ кН}$$

Суммарное усилие операции:

$$P_{\Sigma} = P_{оп} + P_{сн} = 11\,962 + 1\,794 = 13\,756 \text{ кгс} = 134 \text{ кН}$$

Операция 20. Гибка

Усилие гибки определяется по формуле:

$$P_{\Gamma} = B \cdot S \cdot \sigma_B \cdot K_1 (2.4)$$

Где  $B$  - ширина полосы (длина линии изгиба),  $B = 49$  мм;

$S$  – толщина материала,  $S = 1,5$  мм;

$\sigma_B$  – предел прочности,  $\sigma_B = 30 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ ;

$K_1$  – коэффициент для свободной гибки,  $K_1 = 0,06$

$$P_{\Gamma} = 49 \cdot 1,5 \cdot 0,06 \cdot 30 = 132 \text{ кгс} = 1,2 \text{ кН}$$

Усилие прижима:

$$P_{\text{пр}} = 0,3 \cdot P_{\Gamma} = 0,3 \cdot 132 = 39,6 \text{ кгс} = 0,38 \text{ кН}$$

Усилие снятия:

$$P_{\text{сн}} = P_{\Gamma} \cdot K_{\text{сн}} = 132 \cdot 0,15 = 19,8 \text{ кгс} = 0,19 \text{ кН}$$

Найдем усилие двухугловой гибки с прижимом по формуле:

$$P_{\Gamma}^1 = 2 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_B \cdot K_2 + P_{\text{пр}} (2.5)$$

где  $K_2$  – коэффициент для двухугловой гибки,  $K_2 = 0,15$

$$P_{\Gamma}^1 = 2 \cdot 126 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,15 + 51 = 1752 \text{ кгс} = 17 \text{ кН}$$

Найдем усилие калибровки:

$$P_{\text{к}} = p \cdot F (2.6)$$

Где  $p$  – давление калибровки,  $p = 3,5$  кгс/мм<sup>2</sup>;

$F$  – площадь калибруемой заготовки,  $F = 3283$  мм<sup>2</sup>

$$P_{\text{к}} = 3,5 \cdot 3283 = 11490 \text{ кгс} = 112 \text{ кН}$$

Суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_{\Gamma} + P_{\text{пр}} + P_{\text{сн}} + P_{\Gamma}^1 + P_{\text{к}} = 13433 \text{ кгс} = 131 \text{ кН}$$

### Операция 30. Отбортовка

Найдем усилие отбортовки по формуле:

$$P_{\text{отб}} = 1,25 \cdot L \cdot S \cdot \sigma_d \cdot K \quad (2.7)$$

где  $L$  – длина отбортовываемых стенок,  $L = 70,3 + 70,3 = 140,6$  мм;

$K$  – коэффициент, приближенно равный  $0,2 - 0,3$

$$P_{\text{отб}} = 1,25 \cdot 140,6 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,3 = 2\,372 \text{ кгс} = 23 \text{ кН}$$

Усилие прижима найдем по формуле:

$$P_{\text{пр}} = 0,3 \cdot P_{\text{отб}} = 0,3 \cdot 2\,372 = 711,6 \text{ кгс} = 6,9 \text{ кН}$$

Усилие снятие:

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot P_{\text{отб}} = 0,1 \cdot 2\,372 = 237,2 \text{ кгс} = 2,3 \text{ кН}$$

Суммарное усилие получается равным:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{отб}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{сн}} = 2\,372 + 711,6 + 237,2 = 3\,320 \text{ кгс} = 32 \text{ кН}$$

### Операция 40. Разделение

Найдем усилие разделения по формуле:

$$P_{\text{раз}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \quad (2.8)$$

где  $L$  – длина линии реза,  $L = 126$  мм;

$S$  – толщина материала,  $S = 1,5$  мм

$$P_{\text{раз}} = 126 \cdot 1,5 \cdot 25 = 4\,725 \text{ кгс} = 46 \text{ кН}$$

Усилие снятия:

$$P_{\text{сн}} = K_{\text{сн}} \cdot P_{\text{раз}} = 0,15 \cdot 4\,725 = 708,75 \text{ кгс} = 6,9 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания:



$$P_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot P_{\text{раз}} = 0,1 \cdot 4\,725 = 472,5 \text{ кгс} = 4,6 \text{ кН}$$

Суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{раз}} + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}} = 4\,725 + 708,75 + 472,5 = 5\,906 \text{ кгс} = 57 \text{ кН}$$

Определение работы:

Операция 10. Вырубка-пробивка

Работа вычисляется по формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000} \quad (2.9)$$

Где  $x$  — коэффициент, определяемый из соотношения  $x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$  ( $P_{\text{ср}}$  — усредненное усилие вырубки-пробивки),  $x = 0,6$ ;

$P$  — полное усилие вырубки

$$A = 0,6 \cdot \frac{13\,756 \cdot 1,5}{1000} = 12,38 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 121 \text{ Дж}$$

Операция 20. Гибка

Работа вычисляется по формуле:

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

Где  $S$  — величина отгибаемых полок,  $S = 17,5$  мм;

$P$  — полное усилие гибки

$$A = 0,6 \cdot \frac{13\,433 \cdot 17,5}{1000} = 141,04 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 1\,383 \text{ Дж}$$

Операция 30. Отбортовка

Вычисляется по формуле:

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

Где  $S$  — длина отгибаемых полок,  $S = 6$  мм

$$A = 0,6 \cdot \frac{3\,320 \cdot 6}{1000} = 11,9 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 116 \text{ Дж}$$

Операция 40. Разделение

Вычисляется по формуле:

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

Где  $S$  – толщина материала,  $S = 1,5$  мм

$$A = 0,6 \cdot \frac{5\,906 \cdot 1,5}{1000} = 5,3 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 51 \text{ Дж}$$

### 3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ИЛИ АВТОМАТИЗАЦИИ

#### 3.1 Выбор типа, расчет основных параметров, определение основных технических характеристик

При выборе прессы исходят из следующих соображений: [2]

1) тип прессы и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;

2) номинальное усилие прессы должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;

3) мощность прессы должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;

4) пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций — также повышенной точностью направляющих;

5) закрытая высота прессы должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;

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

7) число ходов прессы должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;

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

9) удобство и безопасность обслуживания прессы должны соответствовать требованиям техники безопасности.

Таким образом, основными механическими параметрами для выбора прессы являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола прессы. [2]

Следует отличать загрузку прессы по усилию от загрузки по мощности (по работе). Первая лимитируется прочностью коленчатого вала или зубчатых передач прессы, а вторая — живой силой маховых масс, мощностью электродвигателя и допустимой его перегрузкой. [2]

Недостаточно производить выбор прессы только по усилию, так как могут быть разные случаи перегрузки прессы: [2]

1) пресс перегружен по допускаемому усилию, в результате чего

происходит деформация вала, а затем и поломка пресса;

2) пресс перегружен по мощности, но не перегружен по допусжаемому усилию. В этом случае происходит затормаживание и резкое падение частоты вращения маховика, вызывающее недопустимое скольжение электродвигателя, перегрев его обмотки и порчу изоляции. В результате непродолжительной работы электродвигатель выходит из строя.

В данном случае суммарное усилие равно 137 кН и номинальное усилие пресса определяется по формуле:

$$P = P_{\Sigma} \cdot K_{\text{попр}} \quad (3.1)$$

Где  $P_{\Sigma}$  – суммарное усилие операций, производимых на данном оборудовании;

$K_{\text{попр}}$  – поправочный коэффициент,  $K_{\text{попр}} = 1,5$

$$P = 1,5 \cdot 357 \text{ кН} = 535,5 \text{ кН} = 0,53 \text{ МН}$$

Из всего выше перечисленного, выбираем наиболее подходящие по своим техническим характеристикам оборудования – CaCC-50 (таблица 3.1), К – 2028 (таблица 3.2), Раскин – 50 (таблица 3.3).

Таблица. 3.1 – Пресс CaCC-50

Технические характеристики		
Модель пресса		CaCC - 50
Номинальное усилие	кН	500
Ход ползуна тах	мм	120
Регулировка хода	мм	100
Закрытая высота тах	мм	300
Регулировка закрытой высоты	мм	90
Размеры стола	мм	600 x 1000
Размеры ползуна	мм	460 x 560
Номинальная мощность электродвигателя	кВт	5,5
Число ходов в минуту		60
Ход выталкивателя в ползуне	мм	60
Ход пневмоподушки	мм	70
Усилие пневмоподушки	кН	35

Таблица 3.2 – Пресс К-2028

Технические характеристики		
Модель прессы		К - 2028
Номинальное усилие	кН	630
Ход ползуна тах	мм	120
Регулировка хода	мм	100
Закрытая высота тах	мм	300
Регулировка закрытой высоты	мм	90
Размеры стола	мм	450 x 800
Размеры ползуна	мм	310 x 430
Номинальная мощность электродвигателя	кВт	6
Число ходов в минуту		90
Ход выталкивателя в ползуне	мм	60
Ход пневмоподушки	мм	70
Усилие пневмоподушки	кН	60

Таблица 3.3 – Пресс Раскин-50

Технические характеристики		
Модель прессы		Раскин – 50
Номинальное усилие	кН	500
Ход ползуна тах	мм	70
Регулировка хода	мм	65
Закрытая высота тах	мм	315

Продолжение таблицы 3.3

Регулировка закрытой высоты	мм	80
Размеры стола	мм	500 x 660
Размеры ползуна	мм	200 x 270
Номинальная мощность электродвигателя	кВт	7,4
Число ходов в минуту		80
Уровень подачи ленты от плоскости стола	мм	90...120

### 3.2 Выборы средств механизации или автоматизации, определение основных технических характеристик

Автоматизация листовых штамповочных работ позволяет в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечивает полную безопасность работы прессы. [2]

При ручной подаче заготовок и ручном удалении изделий и отходов число ходов прессы используется лишь на 25—30%, а в ряде случаев и меньше. При полной автоматизации работы, коэффициент использования

числа ходов пресса достигает 100%, хотя абсолютное число используемых ходов за рабочую смену несколько ниже предельно возможного из-за потерь времени на перестановку штампов, заправку ленты и т. п. и составляет от 80 до 95%. Кроме того, автоматизация процесса штамповки позволяет увеличить номинальное число ходов пресса без его модернизации на 20—30%, а с модернизацией в два-три раза. [2]

В случаях, когда полная автоматизация процессов листовой штамповки затруднительна из-за сложности и длительности внедрения или экономически не выгодна, следует применять простейшую механизацию вспомогательных работ —подачи заготовок , удаления изделий и отходов. [2]

Автоматизация листоштамповочного производства осуществляется одним из следующих способов: [2]

- 1) автоматизацией штамповки на универсальных кривошипных прессах;
- 2) штамповкой на универсальных штамповочных автоматах, допускающих переналадку для изготовления различных изделий;
- 3) штамповкой на специальных штамповочных автоматах, предназначенных для изготовления одного определенного изделия;
- 4) комплексной автоматизацией с применением автоматических или автоматизированных линий.

Степень возможной автоматизации процессов холодной штамповки зависит, прежде всего от типа и масштаба производства, а также от экономической целесообразности ее применения. [2]

В нашем случае выгрузка заготовки в штамповое пространство осуществляется при помощи механического манипулятора «Марк», в таблице 3.4 представлены его технические характеристики.

Таблица 3.4 – Механический манипулятор «Марк»

Технические характеристики
----------------------------

Модель прессы		Механический манипулятор «Марк»
Грузоподъемность	кг	0,350
Угол поворота		37
Горизонтальное перемещение	мм	380
Подъем присоски	мм	25
Уровень работы max/min	мм	135/25

### 3.3 Описание работы штамповочной линии, планировка участка штамповки

Высокая производительность труда и прогрессивные методы работы возможны лишь при наличии правильной организации трудового процесса и рабочего места. [2]

Весьма ответственной частью производственного процесса является установка штампов на прессах и их наладка, от которых зависит качество штампуемых деталей, надёжная безаварийная работа штампов и безопасность работы штамповщика. [2]

Необходимо предусмотреть мероприятия по сокращению потерь времени на переналадку оборудования путём механизации работ по установке штампов и повышению производительности труда наладчиков. Необходимым условием для этого является надлежащая организация штампового хозяйства и транспортирования штампов. [2]

Планировка оборудования штамповочных цехов должна предусматривать соответствующую площадь около прессы для укладки заготовок, готовых деталей и отходов, а также необходимые проходы и проезды для внутрицехового транспорта. [2]

#### Описание работы линии:

На рисунке 3.1 показана планировка участка линии.

Состав линии:

1. Тара с заготовками и полуфабрикатами
2. Склизы для удаления
3. Пневмосдвиг

4. Защитная решётка
5. Механический манипулятор
6. Рабочий стол
7. Рабочее место
8. Пульт включения
9. Штамп для гибки
10. Штамп для отбортовки
11. Штамп для разделения
12. Пресс CaCC - 50
13. Пресс К – 2028

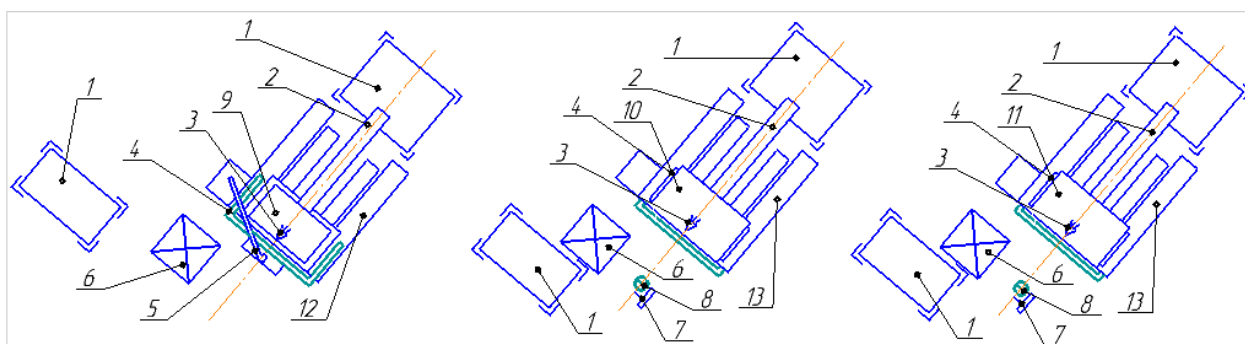


Рисунок 3.1 – Планировка линии

Заготовки в таре (1) подвозят к первому прессу, штамповщик укладывает заготовки на трафарет (специальное приспособление в штампе первой гибки (9)) откуда механический манипулятор (5) переносит заготовку с трафарета в рабочую зону штампа, при этом увеличивается производительность и обеспечивается более безопасное условие труда рабочего. Удаление заготовок происходит при помощи пневмодува (3) на приемный стол (тару). С приемного стола штамповщик укладывает заготовку на второй штамп гибки. Закладка заготовок выполняется вручную на линию пневмодува. Деталь удаляется по лотку на приемный стол.

Рассмотрим вырубной комплекс:

На рисунке 3.2 представлен вырубной комплекс со следующими позициями:

- 1) Разматывающее устройство (рулонница)



- 2) Правильное устройство
- 3) Клещевая подача
- 4) Пресс Раскин
- 5) Штамп
- 6) Лодковый съемник
- 7) Тара

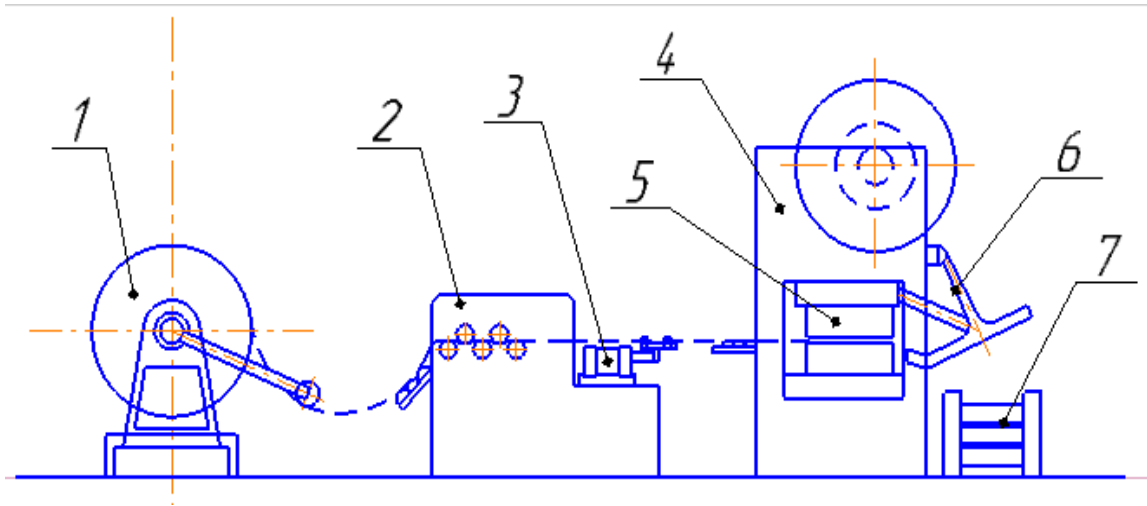


Рисунок 3.2 – Вырубной комплекс

Рулон ленты попадает в разматывающее устройство (рулонницу) (1), где она разматывается и попадает в правильное устройство (2), далее клещевая подача (3) осуществляет движение ленты. Далее рулон поступает в штамп (5) по роликам, которые не позволяют провисать ленте. Заготовка удаляется при помощи лодкового съемника (6), который закреплен к прессу и верхней плите штампа (5).

#### 4. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Конструкция штампа должна полностью отвечать требованиям технологического процесса в отношении получения требуемой формы и точности штампуемой детали, должна обеспечить необходимую производительность и безопасность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и экономически эффективной для данного масштаба производства. [2]

Основное требование к конструкции штампа – полное соответствие технологическому процессу – может быть достигнуто различными конструктивными решениями, путем создания конструкций штампов различной степени сложности. [2]

Из ряда возможных конструктивных решений конструктор должен выбрать наиболее целесообразное не только с технологической стороны, но и с точки зрения простоты и удобства изготовления, а также ремонта штампа в процессе эксплуатации. Иначе говоря, конструкции деталей и узлов штампов должны быть технологичны при их изготовлении и эксплуатации. Кроме того, степень конструктивной сложности и стоимость штампов должны соответствовать масштабу производства. [2]

В крупносерийном производстве от конструкций штампов требуется повышенная надежность в работе и высокая стойкость (длительность службы). В серийном производстве эти требования значительно снижены, а в мелкосерийном — практически невелики. Это кардинально меняет конструкцию штампа. В крупносерийном производстве оправданы массивные штампы повышенной металлоемкости, что обеспечивает надежность и длительность работы. [2]

#### 4.1 Состав, описание и конструкция штамповой оснастки

Конструкция штампа должна полностью отвечать требованиям технологического процесса в отношении получения требуемой формы и точности штампуемой детали, должна обеспечить необходимую производительность и безопасность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и экономически эффективна для данного масштаба производства. [2]

Состав и конструкция штампа зависят от многих факторов, но определяющими являются следующие: [2]

- а) конструкция, форма и размеры детали;
- б) тип и наименование операции;

- в) оборудование, на котором производится штамповка;
- г) серийность и экономическая эффективность производства.

На рисунке 4.1 показан штамп для вырубки-пробивки:

1. Верхняя плита штампа
2. Подкладная плита
3. Пуансон
4. Траверс
5. Матрица
6. Съёмник
7. Нижняя плита штампа
8. Пуансон
9. Держатель
10. Толкатель
11. Пружина

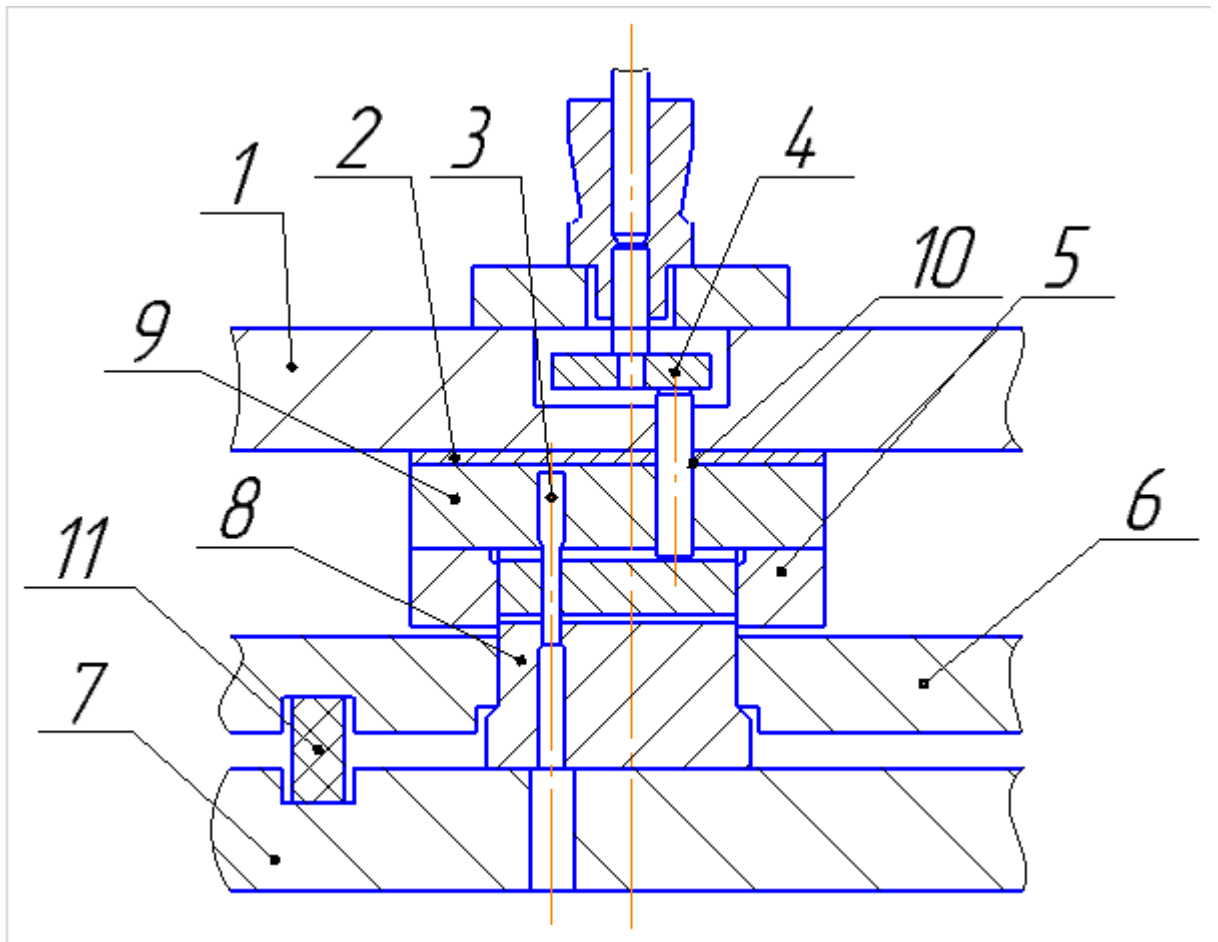


Рисунок 4.1 – Штамп для вырубki-пробивки

В штампе вырубki-пробивки матрица (5) находится в верхней половине штампа, прикреплена к держателю (9) в который вставлено четыре пуансона (3). Сквозь держателя проходит четыре отверстия для толкателя (10), который упирается в траверс (4). Траверс работает от верхнего выталкивателя пресса через систему толкателей. Толкатели проходят в отверстие хвостовика. Внутри матрицы находится выталкиватель. Пуансон (8) расположен на нижней плите (7) штампа, вокруг него расположен прижим который обеспечивает снятие ленты с пуансона.

На рисунке 4.2 показан штамп для гибки:

1. Верхняя плита штампа
2. Пуансон
3. Матрица
4. Выталкиватель

5. Толкатель
6. Нижняя плита штампа

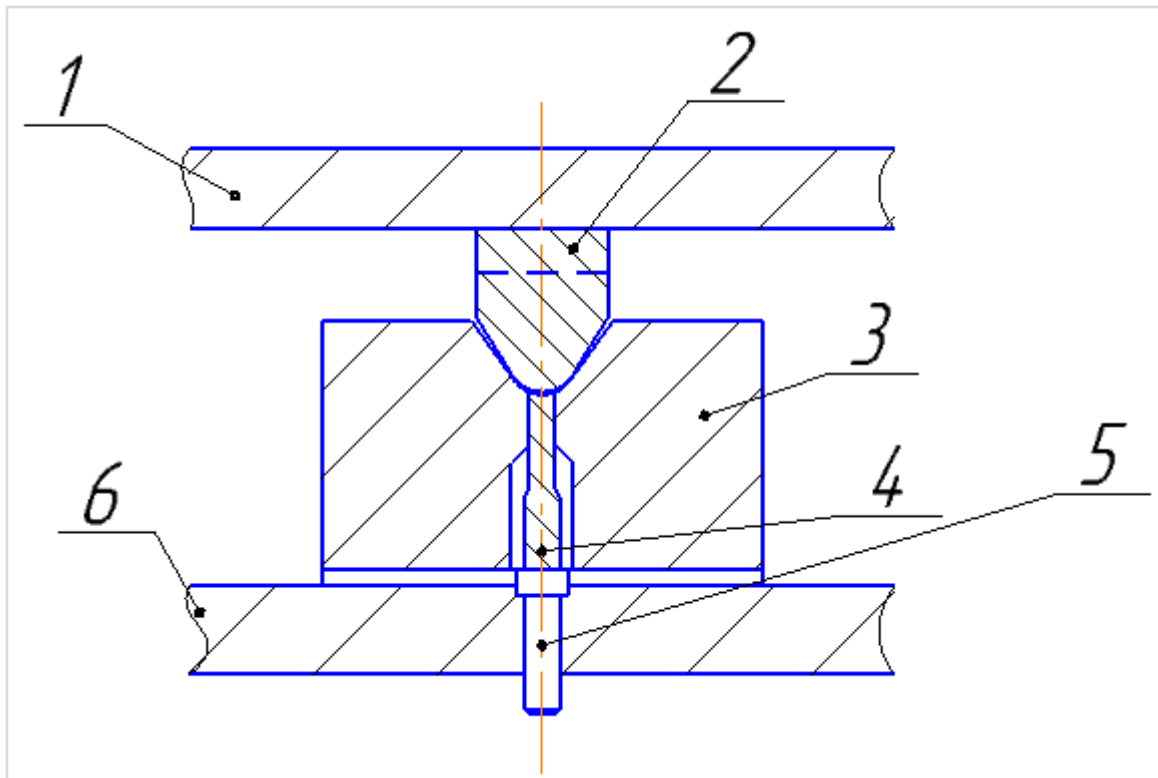


Рисунок 4.2 – Штамп для гибки

В штампе гибки матрица (3) находится внизу штампа, внутри матрицы имеются выталкиватель (4), который работает через толкатель (5) с пневмоподушкой прессы. Пуансон (2) закреплен на верхней плите (1) штампа.

#### 4.2 Прочностные расчеты деталей штампов

1. Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} \quad (4.1)$$

Где P – усилие пробивки, P = 13 756 кгс;

F – опорная поверхность головки пуансона, мм<sup>2</sup>

Пуансон для пробития отверстия диаметром 4,15 мм

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ кгс/мм}^2$$

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{488,6}{78,5} = 6,2 \text{ кгс/мм}^2$$

Пуансон для пробития отверстия диаметром 8 мм:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 14^2}{4} = 153,86 \text{ кгс/мм}^2$$

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{924}{153,86} = 6,1 \text{ кгс/мм}^2$$

Так как рассчитанное напряжение меньше допустимого  $10 \text{ кгс/мм}^2$ , то подкладных плиток под опорную поверхность пуансона не требуются.

2. Расчет пуансона на сжатие с наименьшим сечением:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P}{f} \leq [\sigma_{\text{сж}}] \quad (4.2)$$

Где  $\sigma_{\text{сж}}$  – напряжениесжатия,  $\frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ ;

$f$  – площадь наименьшего сечения пуансона,  $\text{мм}^2$ ;

$[\sigma_{\text{сж}}]$  – допустимоенапряжениенасжатие,  $[\sigma_{\text{сж}}] = 160 \text{ кгс/мм}^2$

Пуансон для пробития отверстия диаметром 4,15 мм:

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4,15^2}{4} = 13,5 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{488,6}{13,5} = 36,19 \text{ кгс/мм}^2$$

Пуансон для пробития отверстия диаметром 8 мм:

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} = 50,24 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{924}{50,24} = 18,39 \text{ кгс/мм}^2$$

Сжимающие напряжения меньше допускаемого  $160 \text{ кгс/мм}^2$ , следовательно условие прочности на сжатие удовлетворяется.

#### 4.3 Определение числа и расположения упругих элементов

К упругим элементам относятся пружины спиральные, полиуретановые, тарельчатые, кольцевые. Наибольшее распространение в штампах получили спиральные и полиуретановые пружины, так как они овладевают достаточно большими рабочими ходами и значительными усилиями сжатия. Тарельчатые и кольцевые пружины имеют очень небольшие хода, но большими усилиями, поэтому их применяют в основном в чеканочных штампах. [2]

Спиральные и полиуретановые пружины устанавливаются в штампа свободно в гнездах или собирают их в пакет, то есть при помощи ступенчатого винта, гайки, в которую вкручивается винт, и втулки повергают пружину предварительному сжатию. [2]

При расчете количества пружин руководствуются следующими соображениями: [2]

- 1) Пружины должны развивать усилие достаточное для снятия отхода или детали с пуансона;
- 2) Пружины должны обеспечивать необходимый ход съемника;
- 3) При этом их количество должно быть оптимальным.

Места расположения пружин выбирают как можно ближе к пуансонам, при этом необходимо соблюдать равномерность их размещения.

Для расчета размеров и количества пружин необходимо: [2]

- 1) Определить усилие на выполнение данной операции;
- 2) Выбрать пружину по требуемому усилию;
- 3) Подсчитать, в зависимости от сложности операции усилие съема детали или отхода;
- 4) Подобрать пружину с необходимым рабочим ходом;



5) Исходя из значений усилия съема и усилия выбранной пружины определить количество пружин;

6) Проверить, вписываются ли выбранные пружины по своим размерам в конструкцию штампа.

Так как в формообразующих штампах применяются толкатели работающие от пневмоподушек прессов, а съём детали с пуансона осуществляется при помощи верхнего выталкивателя пресса, то пружины в этих штампах не применяется.

Пружины можно применить в штампе вырубки-пробивки для съема ленты с пуансон-матрицы, размещенного на нижней плите. Для удаления вырубленной заготовки из матрицы, расположенной на верхней половине штампа, используется жесткий выталкиватель пресса.

Пружины целесообразно использовать и в штампе разделения, для прижатия заготовки верхним прижимом.

Для съема с полосы пуансона – матрицы усилие вырубки равно:

$$P_{оп} = 117 \text{ кН}$$

Усилие снятия равно:

$$P_{сн} = P_{оп} \cdot K_{сн}$$

где  $K_{сн}$  – коэффициент снятия,  $K_{сн} = 0,15$

Откуда усилие равно:

$$P_{сн} = 17,5 \text{ кН}$$

В конструкции штампа для выталкивания готового изделия, предусмотрено 1 пружина.

#### 4.4 Определение исполнительных размеров инструмента

При пробивке основной деталью является пуансон, т. к. он обеспечивает поверхность блестящего пояска, по которому производят контроль размеров пробиваемого отверстия. При вырубки основной деталью

является матрица т. к. она обеспечивает поверхность блестящего пояса вырубаемой детали, по которой производят контроль размера детали. При расчете подсчет размеров ведут от основной детали. Зазоры назначают за счет второстепенной детали. Два основных правила: [2]

1) при пробивке износ пуансона осуществляется в сторону уменьшения его диаметра, поэтому из всех возможных вариантов размер пуансон назначают максимальным;

2) матрица при вырубке изнашивается в сторону увеличения диаметра, поэтому размер матрицы назначают минимальным из всех возможных вариантов в зависимости от допуска на размер отверстия.

Определим исполнительные размеры пуансона для пробивки четырех отверстий диаметром 4,15 мм (рисунок 4.3):

$$d_{\Pi} = (d_0 + \Delta)_{-\delta} \quad (4.4)$$

Где  $-\delta$  – допуск на точность изготовления пуансона

$$d_{\Pi} = (4,15 + 0,3)_{-0,008} = 4,45_{-0,008}$$

Определим исполнительные размеры пуансона для пробивки отверстия диаметром 8 мм:

$$d_{\Pi} = (8 + 0,36)_{-0,009} = 8,36_{-0,009}$$

Размеры рабочих отверстий матриц:

$$d_M = (d_{\Pi} + Z)^{+\delta}$$

Где  $Z$  – двусторонний зазор резания;

$+\delta$  - допуск на точность изготовления матрицы

$$d_M = (4,15 + 0,1)^{+0,012} = 4,25^{+0,012}$$

$$d_M = (8,36 + 0,1)^{+0,015} = 8,46^{+0,015}$$

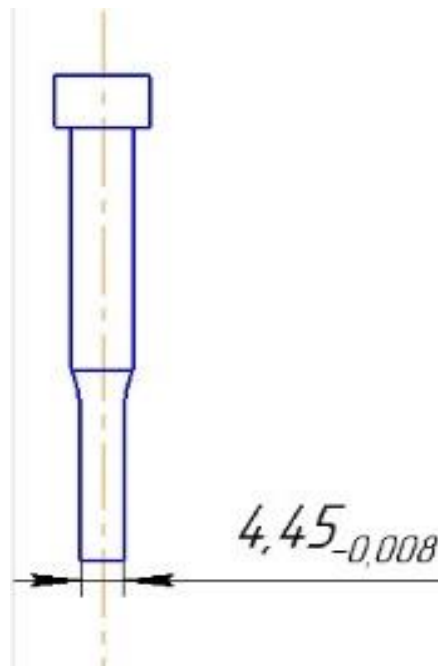


Рисунок 4.3 – Пуансон

Материалы, применяемые для изготовления рабочих частей:

Для пуансонов и матриц вырубных и пробивных штампов рекомендованы марки сталей: У10А, УХС, Х12М, Х12Ф, Х12МФ. Для пуансонов простой формы (круглые в плане, квадратные) для толщин пробиваемого металла до 1,2мм применяют сталь У10А, сравнительно обеспечивающую достаточную прочность и износостойкость. Для пуансонов, работающих в более тяжелых условиях (при  $S \geq 2$  мм) применяют сталь УХС, Х12Ф.

Пуансоны из стали У10А рекомендуют применять для простого режущего контура и при общей длине не более 90мм так как при закалке пуансоны из этой стали подвержены значительным термическим поводкам.

В таких случаях применяют стали хромистые, у которых термические поводки незначительны. Наиболее применяемые стали этой группы: Х12М, Х12М1, Х12МФ.

Материалы для пробивных пуансонов и матриц назначают исходя из тех же требований, что и относительно пуансонов. Твердость рабочих частей до HRC, 58...63.

Гибочные матрицы и пуансоны для получения деталей простой формы из листа толщиной  $S \leq 1,5$  мм изготавливают из сталей У8А, У10А. для

толстолистого материала применяют стали X12M, X12M1, обладающие повышенной износостойкостью на истирание.

Твердость гибочных матриц и пуансонов HRC, 56...60.

## 5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

### 5.1. Технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс <sup>1</sup>	Технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>2</sup>	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
1.	Изготовление детали «Кронштейн верхний крепления катушки зажигания»	Последовательная штамповка	Штамповщик	Пресса: Раскин – 50, CaCC – 50, К 2028	Сталь 08Ю ОСВ-2

### 5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>(1)</sup>	Опасный и /или вредный производственный фактор <sup>2</sup>	Источник опасного и / или вредного производственного фактора <sup>3</sup>
1.	Работа пресса: Раскин – 50, CaCC – 50, К 2028	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
2.	Работа прессов и штампов. Удаление деталей по лотку на приемный стол. Работа штампов. Осуществление штамповочных операций.	Физический-повышенный уровень шума	Работа прессов. Работа штампов. Штамповочные операции.
3.	Погрузочные, транспортные,	Психофизиологические воздействия	Повышенная запыленность и загазованность воздуха

Продолжение таблицы 5.2

	разгрузочные работы		рабочих зон, повышенный
--	---------------------	--	-------------------------

			уровень шума и вибраций
4.	Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химический-токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования и штамповой оснастки

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

Таблица 5.3 - Организационно технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор <sup>1</sup>	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора <sup>2</sup>	Средства индивидуальной защиты работника <sup>3</sup>
1.	Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
2.	Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники
3.	Психофизиологические воздействия	Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, двойная изоляция токоведущих частей, расположение токоведущих частей на недоступной высоте	Спец.костюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы.

Продолжение таблицы 5.3

3	Психофизиологические воздействия	Ограждения штамповочного пространства; с фронта прессы - фотоэлементы, останавливающие пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча; с тыла - механическая решетка, переносной пульт включения муфты и тормоза прессы, расположенный на расстоянии 1,0-1,5 от прессы, кнопки аварийного останова на пульте управления загрузчиком для быстрой остановки всей линии	
4.	Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены обязательно снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски

#### 5.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1.	Автоматизированная линия прессы	Пресса: Раскин – 50, СаСС – 50, К 2028	В, Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

### 5.5 Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки систем 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	Пожарные автомобили	Водяные установки систем пожаротушения	Дымовые датчики	Рукава пожарные	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (звуковые)

Продолжение таблицы 5.5

Песок	Пожарные мотопомпы	Газовые установки систем пожаротушения	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели и "ВЫХОД"
-------	--------------------	--	------------------	--------------------	---------	-----------------	------------------------------



Кош ма	Приспособленны е технич. спец. сред ства (тягачи, прицепы)	Порошк. Установки систем пожаротуше ния	Приемно контрольн ые приборы	Колонка пожарна я	Защитн ые костюм ы	Лопаты штыков ае	Ручные пожарны е извещате ли
-----------	--	---	---------------------------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------	--

## 5.6 Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 5.6 – 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
Листовая штамповка деталей	Обучение персонала требования ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте.	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения

## 5.7 Идентификация экологических факторов технического объекта

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование

	сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	среду)	водоснабжения)	отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Последовательная штамповка	Пресса: Раскин – 50, СаСС – 50, К 2028, штамповая оснастка	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев	-

5.8 Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативного	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха

антропогенного воздействия атмосферы	на	
Мероприятия снижению негативного антропогенного воздействия гидросферу	по на	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.
Мероприятия снижению негативного антропогенного воздействия литосферу	по на	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.

### Вывод:

В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" приведена характеристика технологического изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материал (таблица 5.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки детали «Кронштейн верхний крепления катушки зажигания», видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень вибрации и шума, производственный травматизм, токсическое воздействие (таблица 5.2).

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно инструктаж по технике безопасности, применение средств автоматизации и механизации, смазка трущихся частей оборудования и штамповой оснастки, изменение в конструкции фундамента, виброизоляция, контроль

концентрации токсических веществ и т.д. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 5.3)

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация классов пожара и опасных факторов пожара и разработка средств и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 5.6).

Идентифицированы технологические факторы (таблица 5.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 5.8).

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 6.1 Сравнительный анализ технологических вариантов

В данном разделе бакалаврской работе проводим сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания».

Базовый вариант – традиционная штамповка на двух единицах оборудования с промежуточной транспортировкой. Первая операция –

вырубка производится на прессе Раскин усилием 1,25 МН. Последующая операция-вытяжка производится на прессе СаСС усилием 0,5 МН. Пробивка производится на прессе К2028 усилием 0,63 МН. Последующая операция разделение производится на прессе СаСС усилием 0,5 МН.

Тип производства – серийный. Условия труда – тяжелые (ручные).

Проектный вариант –традиционная штамповка вырубка - пробивкана Раскин усилием 0,5 МН. Гибка на прессе СаСС усилием 0,5 Мн. Операции отбортовка и разделение на прессе К2028 усилием 0,63 МН.

Тип производства – серийный. Условия труда – нормальные.

## 6.2 Калькуляция на штамповую оснастку

Таблица 6.1 - Калькуляция изготовления штамповой оснастки

№	Наименование	Обозначение	Гибка; отбортовка (Сумма в руб.)	Разделение ;вырубка- пробивка (Сумма в руб.)	Примечание
			(Сумма в, тыс. руб.)	(Сумма в, тыс. руб.)	
1	Материальные затраты	М	61 875	89 925	

### Продолжение таблицы 6.1

2	Транспортно заготовительные расходы	- ТЗР	7,5	10,9	0,02% от М
3	Основная заработная плата рабочих	З <sub>пл</sub> <sup>ОСН.</sup>	54 375	79 025	Ст = 145 р/ч Т=569 н/ч
4	Отчисления на социальные нужды	Сс	15 926	24 497	31% от З <sub>пл</sub> <sup>ОСН.</sup>
5	Расходы на содержание оборудования	РСО	41 798	60 746	76,87% от З <sub>пл</sub> <sup>ОСН.</sup>

6	Цеховые расходы	Рцех	45 669	66 373		83,99% З <sub>ПЛ</sub> <sup>ОСН.</sup>	от
	Цеховая себестоимость	Сцех	260 000	280 000	270 000	2700 00	

Расчетные данные:

Эффективный фонд времени работы оборудования:

$\Phi_{\text{э}} = (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{сок}}) \cdot C(1-B)$ , где  $D_{\text{р}}$  – рабочие дни;  $D_{\text{пр}}$  – рабочие дни;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены;  $D_{\text{пр}}$  – предпраздничные дни;  $T_{\text{сок}}$  – сокращение в предпраздничный день;  $C$  – количество смен;  $B$  – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

$$\Phi_{\text{э}} = (247 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 2(1-0,05) = 3809 \text{ч.}$$

Эффективный фонд времени рабочего:

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% \cdot \Phi_{\text{э}} = 1142 \text{ч.}$$

6.3 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Исходные данные для расчета себестоимости продукции

Таблица 6.2 - Общие исходные данные

№	Показатели	Обозначение	Значение
1.	Годовая программа выпуска, шт.	Ng	320000

2.	Эффективный фонд времени работы, час: - оборудования - рабочего	ФЭ ФЭ.Р.	3809 1142	
3.	Коэффициент выполнения норм	К <sub>вн</sub>	1,1	
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	К <sub>мн</sub>	1,0	
5.	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	К <sub>о</sub>	11,8	
6.	Коэффициент монтажа: - в расчете себестоимости - в расчете капитальных вложениях	К <sub>монт</sub>	1,1 0,1	
7.	Цена материала, руб./кг.	Ц <sub>м</sub>	42,35	
8.	Цена отходов (металл), руб./кг	Ц <sub>отх</sub>	1,355	
9.	Масса заготовки, кг.	М <sub>з</sub>	0,098	0,051
10.	Масса отходов, кг.	М <sub>отх</sub>	0,063	0,016
11.	Коэффициент транспортно – заготовительных расходов	К <sub>тз</sub>	1,016	
12.	Коэффициенты доплат по заработной плате (от 3 до 5 разряда):			
№	Показатели	Обозначение	Значение	
а)	До часового фонда зарплаты	К <sub>доп</sub>	1,08	
б)	За профессиональное мастерство	К <sub>пф</sub>	1,15	
в)	За условия труда	К <sub>у</sub>	1,2	
г)	За вечерние и ночные часы	К <sub>н</sub>	1,1	
д)	Премияльные	К <sub>пр</sub>	1,1	
е)	На социальные нужды	К <sub>с</sub>	1,31	
	Итого общий коэффициент доплат К	К <sub>зпл</sub>	2,22	

Продолжение таблицы 6.2

13.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	К <sub>м</sub>	0,8
14.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	К <sub>вн</sub>	0,7
15.	Коэффициент потерь в сети	К <sub>п</sub>	1,03
16.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	К <sub>од</sub>	0,8
17.	Выручка от реализации, %:от Ц:		

	- изношенного оборудования	Вр	5
	- изношенного штампа	Вр.и.	15
18.	Норма амортизации, %	На	10
19.	Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	К <sub>ЦЕХ</sub>	1,8
20.	Часовая тарифная ставка, руб./час: - 3 разряд рабочего - 5 разряд наладчика	С <sub>т</sub>	66,71
		С <sub>т</sub>	79,89
21.	Цена электроэнергии, руб./кВт	Ц <sub>э</sub>	3,6
22.	Цена площади, руб./м <sup>2</sup>	Ц <sub>пл</sub>	4 500
23.	Норматив экономической эффективности	Е <sub>н</sub>	0,33

### Эксплуатационные данные оборудования

Таблица 6.3 - Эксплуатационные данные оборудования

№	Наименование оборудования	Усилие, МН	Норма времени, мин.		Мощность М, кВт	Площадь S, м <sup>2</sup>	Цена, руб.
			t <sub>шт</sub>	t <sub>маш</sub>			
1	Пресс Раскин	1,25	0,14	0,0018	12	16	420 000
2	Пресс CaCC	0,5	0,0375	0,023	5,5	8	290 000
3	Пресс K2028	0,63	0,08	0,06	6	8	260 000
4	Пресс Раскин	0,5	0,012	0.0038	7,4	12	340 000

### Исходные данные о штамповой оснастке

Таблица 6.4 - Исходные данные о штамповой оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа Т <sub>и</sub> <sup>шт.</sup> , ударов	Цена штампа Ц <sub>шт</sub> , руб.
	Базовый		
1	Вырубки - пробвки	430 000	330 000
2	Вытяжной	410 000	310 000



3	Клиновой пробивки	330 000	370 000
4	Разделения	405 000	163 000
	Проектный		
1.	Вырубки - пробивки	440 000	270 000
2	Гибочный	460 000	260 000
3	Отбортовочный	420 000	280 000
4	Разделения	4100	2700

6.4 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки.

Таблица 6.5 – Исходные данные

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение	
			Базовый	Проектный
1	Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} N_{г} / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60)$		
		$n_{об}^{баз1} = 0,14 \cdot \frac{320\,000}{(3809 \cdot 1,1 \cdot 60)} = 0,17$ $\approx 1 \cdot 1 \text{ оп.}$	1	
		$n_{об}^{баз2,4} = 0,0375 \cdot \frac{320\,000}{3809 \cdot 1,1 \cdot 60} = 0,047$ $\approx 1 \cdot 1 \text{ оп.}$	1	
		$n_{об}^{баз3} = 0,08 \cdot \frac{320\,000}{(3809 \cdot 1,1 \cdot 60)} = 0,101$ $\approx 1 \cdot 1 \text{ оп.}$	1	
		$n_{об}^{пр1} = 0,14 \cdot \frac{320\,000}{(3809 \cdot 1,1 \cdot 60)} = 0,17$ $\approx 1 \cdot 1 \text{ оп.}$		1

Продолжение таблицы 6.5

		$n_{об}^{пр2} = 0,0375 \cdot \frac{320\,000}{(3809 \cdot 1,1 \cdot 60)} = 0,047$ $\approx 1 \cdot 1 \text{ оп.}$		1
		$n_{об}^{пр3,4} = 0,08 \cdot \frac{320\,000}{(3809 \cdot 1,1 \cdot 60)} = 0,101$ $\approx 1 \cdot 1 \text{ оп.}$		1

2	Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$ $K_3^{баз1} = \frac{0,17}{1}$ $K_3^{баз2,4} = \frac{0,047}{1}$ $K_3^{баз3} = \frac{0,101}{1}$ $K_3^{пр1} = \frac{0,17}{1}$ $K_3^{пр2} = \frac{0,047}{1}$ $K_3^{пр3,4} = \frac{0,101}{1}$	0,17 0,047 0,101 0,047	0,17 0,047 0,101 0,101
3	Численность рабочих-операторов	$P_{оп} = [t_{шт} \cdot N_{г} \cdot (1 + K_о / 100)] / (\Phi_{Эр} \cdot K_{МН} \cdot 60)$ $P_{оп}^{баз1,пр1} = \frac{[0,14 \cdot 320\,000 \cdot (1 + \frac{11,8}{100})]}{1142 \cdot 1 \cdot 60} = 0,73 \approx 1 \cdot 1$ оп·2 см. $P_{оп}^{баз2,4} = \frac{[0,0375 \cdot 320\,000 \cdot (1 + \frac{11,8}{100})]}{1142 \cdot 1 \cdot 60} = 0,19 \approx 1 \cdot 1$ оп·2 см. $P_{оп}^{баз3} = \frac{[0,08 \cdot 320\,000 \cdot (1 + \frac{11,8}{100})]}{1142 \cdot 1 \cdot 60} = 0,41 \approx 1 \cdot 1$ оп·2 см. $P_{оп}^{пр2} = \frac{[0,0375 \cdot 320\,000 \cdot (1 + \frac{11,8}{100})]}{1142 \cdot 1 \cdot 60} = 0,19 \approx 1 \cdot 1$ оп·2 см. $P_{оп}^{пр3,4} = \frac{[0,08 \cdot 320\,000 \cdot (1 + \frac{11,8}{100})]}{1142 \cdot 1 \cdot 60} = 0,41 \approx 1 \cdot 1$ оп·2 см.	2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2

Продолжение таблицы 6.5

4	Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $N_{шт}^{баз1} = \frac{320\,000}{430\,000} = 0,74 \approx 1$ $N_{шт}^{баз2,пр4} = \frac{320\,000}{410\,000} = 0,78 \approx 1$ $N_{шт}^{баз3} = \frac{320\,000}{330\,000} = 0,96 \approx 1$	1 1 1	1 1 1
---	--	---	-------------	-------------

		$N_{шт}^{баз4} = \frac{320\,000}{405\,000} = 0,79 \approx 1$ $N_{шт}^{пр1} = \frac{320\,000}{440\,000} = 0,72 \approx 1$ $N_{шт}^{пр2} = \frac{320\,000}{460\,000} = 0,69 \approx 12$ $N_{шт}^{пр3} = \frac{320\,000}{420\,000} = 0,76 \approx 1$	1	1
--	--	---	---	---

## 6.5 Расчет капитальных вложений

Таблица 6.6 - Расчет капитальных вложений

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проектный (с×2)
1	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_з$ $K_{об}^{баз1} = 1 \cdot 420\,000 \cdot 0,17$ $K_{об}^{баз2} = 1 \cdot 290\,000 \cdot 0,047$ $K_{об}^{баз3} = 1 \cdot 260\,000 \cdot 0,101$ $K_{об}^{баз4} = 1 \cdot 340\,000 \cdot 0,047$ $K_{об}^{пр1} = 1 \cdot 420\,000 \cdot 0,17$ $K_{об}^{пр2} = 1 \cdot 290\,000 \cdot 0,047$ $K_{об}^{пр3} = 1 \cdot 260\,000 \cdot 0,101$ $K_{об}^{пр4} = 1 \cdot 340\,000 \cdot 0,101$	71 400 13 630 26 260 15 980	71 400 13 630 26 260 34 340
	Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_и = Ц_{штг} \cdot n_{штг}$ $K_и^{баз} = 330\,000 \cdot 1 + 310\,000 \cdot 1 + 370\,000 \cdot 1 + 163\,000 \cdot 1$ $K_и^{пр} = 270\,000 \cdot 1 + 260\,000 \cdot 1 + 280\,000 \cdot 1 + 270\,000 \cdot 1$	1 173 000	1 080 000

Продолжение таблицы 6.6

2	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_м = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_м^{баз1,пр1} = 71\,400 \cdot 0,1$ $K_м^{баз2,пр2} = 13\,630 \cdot 0,1$ $K_м^{баз3,пр3} = 26\,260 \cdot 0,1$	7 140 1 363 2 626 1 598	7 140 1 363 2 626 3 434

		$K_M^{баз4} = 15\,980 \cdot 0,1$ $K_M^{пр4} = 34\,340 \cdot 0,1$		
	Затраты на производственную площадь	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot C_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл}^{баз1,пр1} = 1 \cdot 16 \cdot 4\,500 \cdot 0,17$ $K_{пл}^{баз2,пр2} = 1 \cdot 8 \cdot 4\,500 \cdot 0,047$ $K_{пл}^{баз3,пр3} = 1 \cdot 8 \cdot 4\,500 \cdot 0,101$ $K_{пл}^{баз4} = 1 \cdot 12 \cdot 4\,500 \cdot 0,047$ $K_{пл}^{пр4} = 1 \cdot 12 \cdot 4\,500 \cdot 0,101$	12 240 1 692 3 636 2 538	12 240 1 692 3 636 5 454
	Итого	$K_{соп} = K_M + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз} = 12\,727 + 1\,173\,000 + 20\,106$ $K_{соп}^{пр} = 14\,563 + 1\,080\,000 + 23\,022$	1 205 833	1 117 585
3	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз} = 127\,270 + 1\,205\,833$ $K_{общ}^{пр} = 145\,630 + 1\,117\,585$	1 333 103	1 263 215
4	Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_{г}$ $K_{уд}^{баз} = \frac{1\,333\,103}{320\,000}$ $K_{уд}^{пр} = \frac{1\,263\,215}{320\,000}$	4,16	3,94

### 6.6 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Таблица 6.7 - Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

1	Материальные затраты, руб.	$M = (M_3 \cdot C_M \cdot K_{т3}) - (M_{отх} \cdot C_{отх});$ $M_{баз} = (0,098 \cdot 42,35 \cdot 1,016) - (0,063 \cdot 1,355); M_{пр} = (0,051 \cdot 42,35 \cdot 1,016) - (0,016 \cdot 1,355)$	4,13	2,16
---	----------------------------	---	------	------

### Продолжение таблицы 6.7

2.	Зарплата рабочих-операторов, руб.	$Z_{пл} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{Э,р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3 / N_{г}$ $Z_{пл}^{баз1,пр1} = \frac{2 \cdot 66,71 \cdot 1\,142 \cdot 2,22 \cdot 0,17}{320\,000}$ $Z_{пл}^{баз2,4,пр2} = \frac{2 \cdot 66,71 \cdot 1\,142 \cdot 2,22 \cdot 0,047}{320\,000}$	0,17 0,04 0,10	0,17
----	-----------------------------------	---	----------------------	------

		$Z_{пл}^{баз3,пр3} = \frac{2 \cdot 66,71 \cdot 1\,142 \cdot 2,22 \cdot 0,101}{320\,000}$	0,04	0,04 0,10 0,04
3.	Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования, руб.	$P_A = [(Ц_{об} \cdot (1 - B_p)) \cdot N_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3] / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100)$ $P_A^{баз1,пр1} = \frac{[(420\,000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,14 \cdot 1,3]}{3\,809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100}$ $P_A^{баз2,пр2} = \frac{[(290\,000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,0375 \cdot 1,3]}{3\,809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100}$ $P_A^{баз3,пр3} = \frac{[(260\,000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,08 \cdot 1,3]}{3\,809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100}$ $P_A^{баз4,пр4} = \frac{[(340\,000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,012 \cdot 1,3]}{3\,809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100}$	0,02 0,005 0,01 0,002	0,02 0,005 0,01 0,002
4.	Расходы на электроэнергию, руб.	$P_{э} = (M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_{м} \cdot K_{в} \cdot K_{п} \cdot Ц_{э}) / (КПД \cdot 60)$ $P_{э}^{баз1,пр1} = \frac{12 \cdot 0,0018 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,6}{0,7 \cdot 60}$ $P_{э}^{баз2,пр2} = \frac{5,5 \cdot 0,023 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,6}{0,7 \cdot 60}$ $P_{э}^{баз3,пр3} = \frac{6 \cdot 0,06 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,6}{0,7 \cdot 60}$ $P_{э}^{баз4,пр4} = \frac{7,4 \cdot 0,0038 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,6}{0,7 \cdot 60}$	0,0008 0,005 0,014 0,001	0,0008 0,005 0,014 0,001

Продолжение таблицы 6.7

5.	Расходы на амортизацию штампового инструмента, руб.	$P_{и} = (Ц_{шт} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и. шт.}$ $P_{и}^{баз1} = \frac{(330\,000[1 - 0,15])}{430\,000}$	2,58	
----	---	---	------	--

		$P_{И}^{баз2} = \frac{(310\ 000[1 - 0,15])}{410\ 000}$ $P_{И}^{баз3} = \frac{(370\ 000[1 - 0,15])}{330\ 000}$ $P_{И}^{баз4} = \frac{(163\ 000[1 - 0,15])}{405\ 000}$ $P_{И}^{пр2} = \frac{(260\ 000[1 - 0,15])}{460\ 000}$ $P_{И}^{пр3} = \frac{(280\ 000[1 - 0,15])}{420\ 000}$ $P_{И}^{пр4} = \frac{(270\ 000[1 - 0,15])}{410\ 000}$		2,11
6.	Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_y \cdot n_{об} \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 / N_r$ $P_{пл}^{баз1,пр1} = \frac{16 \cdot 1 \cdot 4\ 500 \cdot 0,17}{320\ 000}$ $P_{пл}^{баз2,пр2} = \frac{8 \cdot 1 \cdot 4\ 500 \cdot 0,047}{320\ 000}$ $P_{пл}^{баз3,пр3} = \frac{8 \cdot 1 \cdot 4\ 500 \cdot 0,101}{320\ 000}$ $P_{пл}^{баз4,пр4} = \frac{12 \cdot 1 \cdot 4\ 500 \cdot 0,047}{320\ 000}$	0,038 0,005 0,011 0,007	0,038 0,005 0,011 0,017
7.	Расходы на зарплату наладчика, руб.	$Z_{нал} = (n_{об} \cdot C_r \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_r)$ $Z_{нал}^{баз,пр} = \frac{(1 \cdot 0,17 + 2 \cdot 0,047 + 1 \cdot 0,101) \cdot 79,89 \cdot 3\ 809 \cdot 2,22}{15 \cdot 320\ 000}$	0,051	0,051
8.	Технологическая себестоимость, руб.	$C_{тех} = M + Z_{пл} + P_A + P_э + P_{И} + P_{пл} + Z_{нал}$ $C_{тех}^{баз} = 4,13 + 0,35 + 0,037 + 0,0208 + 2,58 + 0,061 + 0,051$ $C_{тех}^{пр} = 2,16 + 0,5 + 0,037 + 0,0208 + 2,11 + 0,071 + 0,051$	7,22	4,94
9.	Общепроизводственные расходы, руб.	$P_{цех} = Z_{пл} \cdot K_{цех}$ $P_{цех}^{баз} = 0,35 \cdot 1,8$ $P_{цех}^{пр} = 0,5 \cdot 1,8$	0,63	0,9

Продолжение таблицы 6.7

10	Общепроизводственная (Цеховая) себестоимость, руб.	$C_{цех} = P_{цех} + C_{тех}$ $C_{цех}^{баз} = 0,63 + 7,22; C_{цех}^{пр} = 0,9 + 4,94$	7,85	5.84
----	--	--	------	------

## 6.7 Экономическая эффективность

Таблица 6.8 - Экономическая эффективность

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
1.	Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}^{\text{баз}}} - C_{\text{цех}^{\text{пр}}}) \cdot N_{\text{г}}$ $\mathcal{E}_{\text{уг}} = (7,85 - 5,84) \cdot 320\,000$	643 200	
2.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 7,85 + 0,33 \cdot 4,16$ $Z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 5,84 + 0,33 \cdot 3,94$	9,22	7,14
3.	Годовой экономический эффект, руб.	$\mathcal{E}_{\text{г}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}}$ $\mathcal{E}_{\text{г}} = (9,22 - 7,14) \cdot 320\,000$	665 600	
4.	Срок окупаемости капвложений, год	$T_{\text{ок}} = K_{\text{и}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}}$ $T_{\text{ок}} = \frac{1\,080\,000}{643\,200}$	1,6 ≈ 2	

### Вывод:

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления детали «кронштейн верхний крепления катушки зажигания» себестоимость продукции снизилась с 7,85 рублей до 5,84 рублей.

Экономический эффект от внедрения нового проекта оставил 643 200 руб., при сроке окупаемости штамповой оснастки в течении 2 лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе был разработан технологический процесс изготовления детали «Кронштейн крепления катушки зажигания».

Для предлагаемого техпроцесса сделаны расчеты основных технологических параметров.

Был рассчитан размер исходной заготовки с учетом соединяющей перемычки, определены энергосиловые параметры технологического процесса, было выбрано оборудование для выполнения операций нового технологического процесса.

В данной работе была спроектирована штамповая оснастка для выполнения технологического процесса

Был произведен анализ опасных и вредных факторов, имеющих место на участке изготовления детали, а также разработан перечень мероприятий по уменьшению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Рассчитана себестоимость изготовления детали и условно-годовая экономия от внедрения нового технологического процесса.

На основании всех проделанных расчетов и обоснований, делаем вывод о том, что цель бакалаврской работы достигнута.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скрипачев, А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеев. – Тольятти: ТолПИ, 1992.



2. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке.– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Скворцов, Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
4. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка. – Л.: Машиностроение, 1980. – 430 с.
5. Попов, Е.А. Теория листовой штамповки. – Л.: Машиностроение, 1973. – 430 с.
6. Якуничев, Е.В. Технология холодной штамповки. Сборник задач. – Тольятти: ТолПИ, 1991.
7. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
8. Владимиров, В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.
9. Банкетов, А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
10. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалифицированной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. – методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2016.
11. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 423с.
12. Смолин, Е.Л. Методические указания по дисциплине «Основы конструирования штамповой оснастки»: уч. – методическое пособие / Е.Л. Смолин. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2002.
13. Рудман, Л.И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / под общ. Ред. Л.И. Рудмана. – Москва: Машиностроение, 1988. – 495с.

14. Improvement of part quality in stamping by controlling blank-holder force and pressure / M.A. Ahmetoglu, T. Altan, G.L. Kinzel // Journal of Materials Processing Technology. – 1992. - № 33. С. 195 – 214.
15. Lovell, M. Increasing formability in sheet metal stamping operations using environmentally friendly lubricants / M. Lovell, C.F. Higgs, P. Deshmukh, A Mobley // Journal of Materials Processing Technology. – 2006. - № 177. С. 87-90.
16. Michael P. Pereira, Bernard F. Rolfe. Temperature conditions during ‘cold’ sheet metal stamping / Michael P. Pereira, Bernard F. Rolfe // Journal of Materials Processing Technology. – 2014.
17. Altan T., 1987, Design and Manufacture of Dies and Molds, Annals of the CIRP, Vol. 36/2, pp. 1-8.
18. Badawy, A.A., Kulmann, D.J., Raghupathi, P.S. and Altan T., 1985, Computer-Aided Design of Multistage Forging Operations for Round Parts, J. of Mech. Working Tech., Vol. 11, pp. 259-274.
19. Корсаков В.Д. Справочник мастера по штампам. – М.: Машиностроение. – 1972. – 192 с.
20. Поляков, Ю.Л. Листовая штамповка легированных сплавов / Ю.Л. Поляков. Москва: машиностроение, 1980. – 96 с.
21. Палей, М.М. Технология производства приспособлений, пресс-форма и штампов / М.М. Палей. – Москва: Машиностроение, 1979. – 293 с.
22. Малов, А.Н. Технология холодной штамповки / А.Н. Малов. – Москва: Машиностроение, 1969. – 566 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Удостоверение Знак	Сер.	Обозначение	Наименование	Знак	Примечание	
Группа №			Документация			
			(Опорный чертеж)			
			Цепочки			
		1	16.09.185.05.00.0011	Планка	1	
		2	16.09.185.05.00.0012	Плита подкатная	1	
		3	16.09.185.05.00.0013	Держатель	1	
		4	16.09.185.05.00.0014	Пуансон	4	
		5	16.09.185.05.00.0015	Граверса	1	
		6	16.09.185.05.00.0016	Матрица	1	
		7	16.09.185.05.00.0017	Планка	1	
		8	16.09.185.05.00.0018	Выталкиватель	1	
	9	16.09.185.05.00.0019	Пуансон - матрица	1		
	10	16.09.185.05.00.0010	Съемник	1		
	11	16.09.185.05.00.0011	Планка	1		
Группа №			Стандартные изделия			
		201	16.09.185.05.00.201	Штырь		
				ГОСТ 10817 - 80	1	
		202	16.09.185.05.00.202	Бутылка		
				ГОСТ 13121 - 83	4	
		203	16.09.185.05.00.203	Бутылка		
				ГОСТ 13121 - 83	1	
Группа №		204	16.09.185.05.00.204	Пружина 40 x 50		
				ГОСТ 22201 - 83	8	
		205	16.09.185.05.00.205	Скаба 50 x 50		
				ГОСТ 10398 - 82	4	
Группа №		206	16.09.185.05.00.206	Ролик		
					4	
	207	16.09.185.05.00.207	Колонка			
<b>16.09.185.05.00.000</b>						
Группа №	Имя	№ докум.	Подп.	Дата		
	Иванов	Иванов А. А.				
	Петров	Петров Ф. П.				
	Сидоров	Сидоров Е. П.				
	Николаев	Николаев В. П.				
	Чай	Чай В. В.				
<b>Штамп для вырубки - пробивки</b>				Лист	Лист	
				1	2	
				ТГУ каф. "COMPUT"		
Копировал				Формат А4		



Листовой номер	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Код	Примечание		
Лист № 1					Документация				
					Сборочный чертёж				
					Детали				
			1	16.09.185.09.00.001	Плиты верхняя				
			2	16.09.185.09.00.002	Плансон				
			3	16.09.185.09.00.003	Объём модели				
			4	16.09.185.09.00.004	Выпиливатель модели				
			5	16.09.185.09.00.005	Плиты подкладная				
			6	16.09.185.09.00.006	Плиты нижняя				
			7	16.09.185.09.00.007	Пилы-шлиф				
			8	16.09.185.09.00.008	Модели				
			9	16.09.185.09.00.009	Клинья				
Лист № 2			10	16.09.185.09.00.010	Пилы-шлиф				
			11	16.09.185.09.00.011	Трифиды				
			12	16.09.185.09.00.012	Резьбы				
					(стандартные изделия)				
			201	16.09.185.09.00.201	Кольца				
					ГОСТ 11119 - 81				
			202	16.09.185.09.00.202	Держатель втулки				
					ГОСТ 11158 - 82				
			203	16.09.185.09.00.203	Втулка				
					ГОСТ 11121 - 83				
			204	16.09.185.09.00.204	Полкатель				
					ГОСТ 18780 - 80				
		205	16.09.185.09.00.205	Ограничитель втулки					
				ГОСТ 18802 - 80					
16.09.185.09.00.000									
Имя	Фамилия	№ документа	Подпись	Дата	<b>Штамп для гудки</b>		Лист	Лист	Листов
Резов	Иванов А. А.						1	1	2
Резов	Смирнов Е. Л.								
Иванов									
						ТГУ каф. "СОМДПР"			
						Копировать Формат А4			

№ п/п	Код	Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
		<b>Коробчатые детали</b>			
	301	16.09.185.09.00.301	Винт М12 х 50		
			ГОСТ 4543 - 71		
	302	16.09.185.09.00.302	Штырь 12 х 60		
			ГОСТ 3128 - 70		
	303	16.09.185.09.00.303	Штырь 10 х 80		
			ГОСТ 3128 - 70		
	304	16.09.185.09.00.304	Винт М10 х 20		
			ГОСТ 4543 - 71		
	305	16.09.185.09.00.305	Винт М10 х 50		
			ГОСТ 4543 - 71		
	306	16.09.185.09.00.306	Штырь 12 х 60		
			ГОСТ 3128 - 70		
	307	16.09.185.09.00.307	Винт М12 х 60		
			ГОСТ 4543 - 71		
	308	16.09.185.09.00.308	Винт М10 х 30		
			ГОСТ 4543 - 71		
	309	16.09.185.09.00.309	Винт М12 х 40		
			ГОСТ 4543 - 71		
	310	16.09.185.09.00.310	Винт М12 х 60		
			ГОСТ 4543 - 71		
				16.09.185.09.00.000	Итого
					7