

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 педали сцепления» легкового автомобиля

Студент(ка)

Я.И. Полешкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.Л. Смолин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Дерябин

(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 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

Завкафедрой «СОМДиРП»

_____	<u>В.В. Ельцов</u>
(подпись)	(И.О. Фамилия)
« ____ »	20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Полешкин Яков Игоревич

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн педали сцепления» легкового автомобиля.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Существующая технология изготовления детали и технико-экономические показатели процесса

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1.Состояние вопроса, 2.Разработка технологического процесса изготовления детали, 3.Выбор оборудования и средств автоматизации, 4.Разработка конструкции штамповой оснастки, 5.Безопасность и экологичность технического объекта, 6.Экономическая часть

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Презентационные материалы, комплекс оборудования, сравнительный анализ, штамповая оснастка.

6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта (И.В. Дерябин)

2.Экономическая часть (И.В. Краснопевцева)

3. Нормоконтроль (В.Г.Виткалов)

7. Дата выдачи задания « ____ » _____ 20 ____ г.

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____	_____
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	<u>Е.Л.Смолин</u>
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	<u>Я.И.Полешкин</u>
(подпись)	(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 Полешкин Яков Игоревич

по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления
детали «Кронштейн педали сцепления» легкового автомобиля

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных	22.04.17	04.05.17	выполнено	
2. Технологическая часть	03.05.17	11.05.17	выполнено	
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	10.05.17	16.05.17	выполнено	
4. Конструкторская часть	13.05.17	20.05.17	выполнено	
5. Безопасность жизнедеятельности	18.05.17	25.05.17	выполнено	
6. Экономическая часть	25.05.17	30.05.17	выполнено	
7. Подготовка чертежей по технологии	12.05.17	15.05.17	выполнено	
8. Подготовка чертежей оборудования	18.05.17	20.05.17	выполнено	
9. Подготовка чертежей оснастки	25.05.17	26.05.17	выполнено	
10. Подготовка к защите	30.05.17 – 15.06.17			

Аннотация

В выпускной бакалаврской работе разработан технологический процесс и конструкция штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн педали сцепления» легкового автомобиля.

Техническая часть проекта заключается в проверке на технологичность, определении формы и размера начальной заготовки, коэффициент используемого металла, а так же рассчитываются энергосиловые параметры по операциям. Затем в проекте производится подбор необходимого технологического специального оборудования и проводятся промышленные свойства. По штамповой оснастке сконструированы штампы для нового процесса определяются исполнительные размеры рабочих частей самого штампа, выбираются материалы и способы термической обработки деталей. В работе представлены меры по созданию безопасных условий труда для рабочего персонала. Затем следует экономическая часть, в которой рассчитана себестоимость изготавливаемой детали, определен размер капиталовложения для запуска данного производства по сравнению с имеющимся.

Содержание

Аннотация.....	4
Введение.....	5
1 Анализ существующих способов изготовления детали.....	10
1.1 Исследование технологичности детали.....	10
1.2 Исследование существующей технологии изготовления детали.....	13
1.3 Задачи бакалаврской работы.....	15
2 Создание технологического процесса производства детали.....	15
2.1 Схема представленного технологического процесса.....	15
2.2 Устанавливание формы и размеров исходной заготовки.....	17
2.3 Составление плана рационального раскроя металла и определение коэффициента применения использования материала (КИМ).....	23
2.4 Вычисление операционных размеров штамповки.....	24
2.5 Определение энергосиловых параметров штамповки.....	33
2.5.1 Вычисление энергосиловых параметров вырубки.....	33
2.5.2 Вычисление энергосиловых параметров 1-ой вытяжки и пробивки отверстий.....	34
2.5.3 Вычисление энергосиловых параметров 2-ой вытяжки.....	36
2.5.4 Вычисление энергосиловых параметров правки.....	36
2.5.5 Вычисление энергосиловых параметров пробивки.....	37
2.5.6 Вычисление энергосиловых параметров отбортовки.....	37
2.5.7 Вычисление энергосиловых параметров разбортовки.....	38
2.5.8 Вычисление энергосиловых параметров осадки.....	39
2.5.9 Вычисление энергосиловых параметров пробивки отверстий.....	39
2.5.10 Вычисление энергосиловых параметров обрезки.....	40
2.5.11 Вычисление энергосиловых параметров клиновой пробивки.....	41
3 Подбор оборудования и средств автоматизации.....	42
3.1 Подбор типоразмера. Основные промышленные характеристики.....	43
3.2 Подбор средств автоматизации. Основные промышленные характеристики.....	47

3.3Представление работы механической линии.....	49
4Создание конструкции штамповой оснастки.....	51
4.1Структура, конструкция и работа штамповой оснастки.....	51
4.2Использованные материалы, подобранные для изготовления деталей вытяжного штампа.....	53
4.3Определение количества и местоположения упругих компонентов штампа для 1–й вытяжки.....	54
4.4Установление центра давления штампа.....	55
5Безопасность и экологичность техничекого объекта.....	56
5.1Технологическая оценка объекта.....	56
5.2Распознавание производственно-технологических и рабочих профессиональных рисков.....	57
5.3Способы и технические средства уменьшения профессиональных рисков.....	53
5.4Предоставление пожарной безопасности технологического объекта.....	60
5.5Промышленные средства предоставления пожарной безопасности.....	61
5.6Объединительные (объединительные-технические) события по обеспечению пожарной безопасности.....	62
5.7Распознавание экологических условий технологического объекта.....	63
5.8Созданные объединенные-технические события по уменьшению отрицательного антропогенного влияния технического объекта на окружающую среду.....	64
5.9Вывод раздела безопасность и экологичность технического объекта.....	65
6Экономическая часть.....	66
6.1Оценка вариантов.....	66
6.2Вычисление себестоимости штамповой оснастки.....	66
6.3Вычисление себестоимости производства и изготовления продукции.....	67

6.4Вычисление необходимого количества оснащения, коэффициента его загрузки, числа рабочих- операторов и необходимое количество штамповой оснастки.....	70
6.5Вычисление капитальных вложений.....	72
6.6Вычисление себестоимости сравниваемых вариантов.....	74
6.7Структура себестоимости продукта сопоставимых вариантов.....	77
6.8Вычисление показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....	77
6.9Вывод экономической части.....	78
Заключение.....	79
Литература.....	80
Приложения.....	82

Введение

Листовая штамповка используется в абсолютно всех отраслях производств сопровождаемых с производством металлических элементов (заготовок). Наиболее применимая в автомобильной и авиационной промышленности.

Обработки металлов давлением позволяет:

1. получать детали сложных форм;
2. создавать прочные и жесткие детали (заготовки).

В финансовом взаимоотношении обработка материалов давлением характеризуется следующими достоинствами:

1. экономное использование материалов для изготовления деталей;
2. высокой производительностью оборудования;
3. массовым выпуском изделий и низкой себестоимостью.

Разработка технологического процесса обработки материалов давлением и проектирование штампов связаны друг с другом.

Штамповка деталей методом выполнения нескольких операций чаще всего остается не выгодной, и поэтому применяют комбинированную штамповку одновременно сочетающие несколько операций одновременно.

В зависимости от способа совмещения операций комбинированную штамповку разделяют на совмещенную, последовательную и совмещено-последовательную. Последовательной штамповкой объединяют несколько различных операций, выполняемых последовательно отдельно за несколько ходов пресса.

Следовательно, технологический процесс холодной штамповки является важным этапом в подготовке производства.

В данной работе выполнена разработка технологического процесса изготовления детали «Кронштейн педали сцепления» легкового автомобиля, приложены экономические вычисления, исследование безопасности и экологичности данных изменений на производстве.

Цель бакалаврской работы - снизить себестоимости производства детали с помощью снижения трудоемкости за счет автоматизации технологического процесса, а также уменьшение затрат на основные материалы за счет снижения нормы расхода.

1 Исследование существующих способов изготовления детали

1.1 Исследование технологичности детали

«К важным показателям технологичности деталей относятся следующие:

- наибольший коэффициент использования материала;
- уменьшение трудоемкости операции;
- не требуется обработка;
- маленькое количество требуемого оборудования для выполнения работы и меньше площади;
- сокращение сроков и затрат на изготовление детали.

Действительным показателем технологичности является себестоимость деталей.[2]»

Основные технологические требования к конструкциям листовых штамповочных деталей:

- механические свойства должны соответствовать требованиям прочности, жесткости;
- повышение жесткости;
- конструкция детали должна обеспечить высокий уровень использования металла;
- снижение перечня используемых марок применяемых сталей;
- использование штамповочных систем вместо кованных и т.д.;
- маленькое количества отдельных деталей в узле.

При необходимости повышения точности вводятся в процесс дополнительные операции, к примеру правка, зачистка.

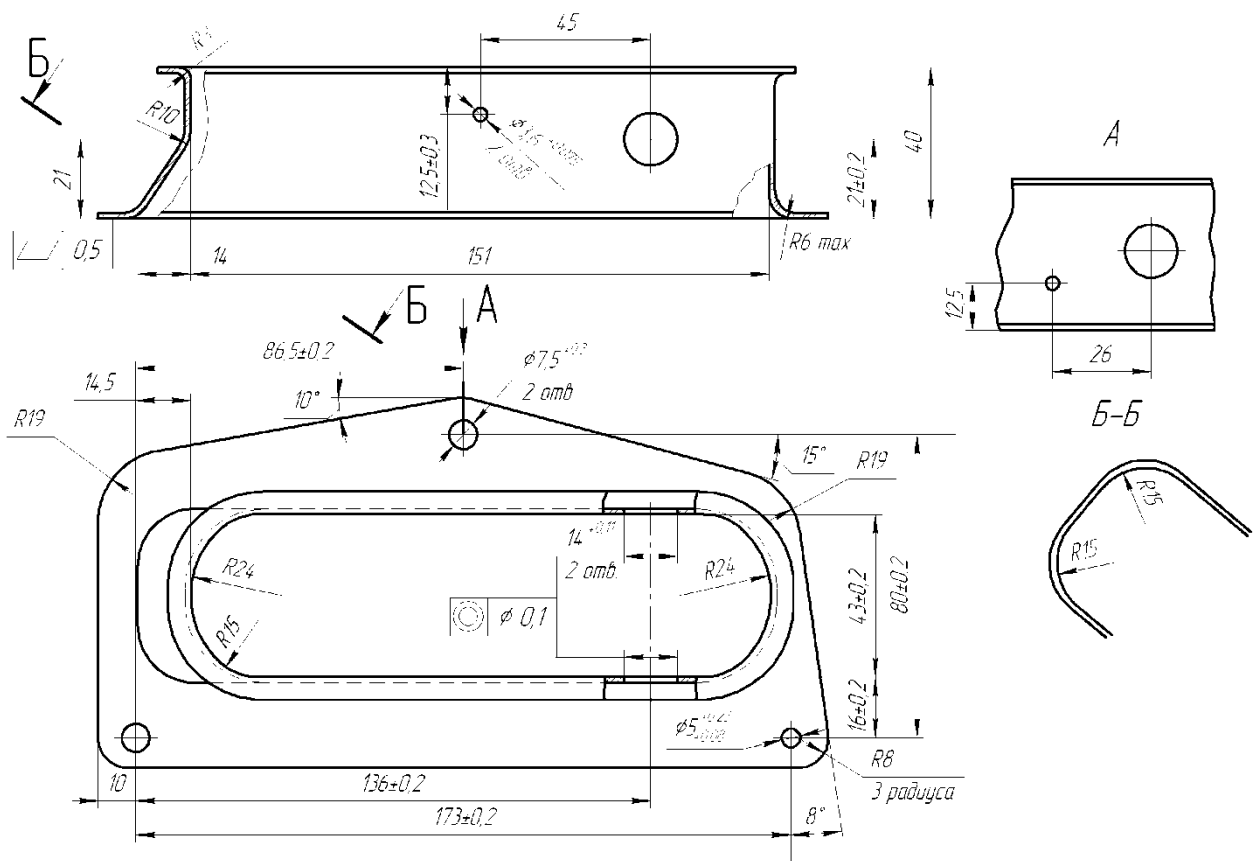


Рисунок 1.1- Кронштейн педали сцепления

При выполнении операции вытяжка минимально допустимый радиус закругления между фланцем и стенкой должен составлять $r_m = r_n \geq 3S$. Радиус между фланцем и стенкой определяется по формуле [1]:

$$r_m = r_n \geq 3S$$

$$r_m = r_n \geq 3S = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ мм}$$

В нашем случае радиус составляет 4,5 мм, что удовлетворяет требованиям технологичности.

При выполнении операции обрезка с одновременной пробивкой трех отверстий (рисунок 1.3) минимально допустимое расстояние от края детали до края отверстия составляет 3 мм. В нашем случае этот размер удовлетворяет требованию технологичности.

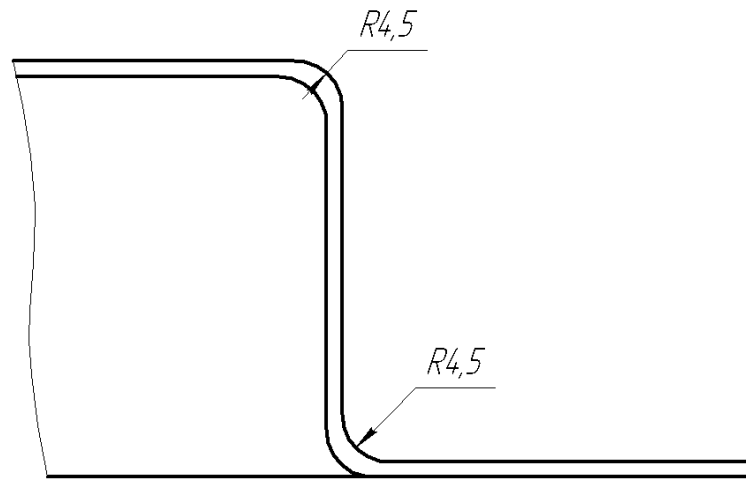


Рисунок 1.2 - К анализу технологичности детали

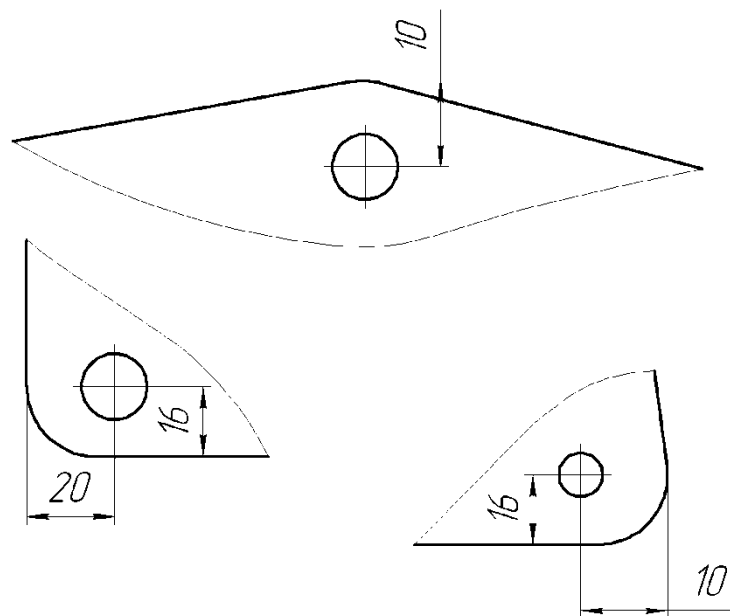


Рисунок 1.3 - Технологичность при пробивке

При одновременной пробивке четырех отверстий (рисунок 1.4) минимально допустимое расстояние от края детали до края отверстия составляет 3 мм. В нашем случае расстояние удовлетворяет требованию технологичности.

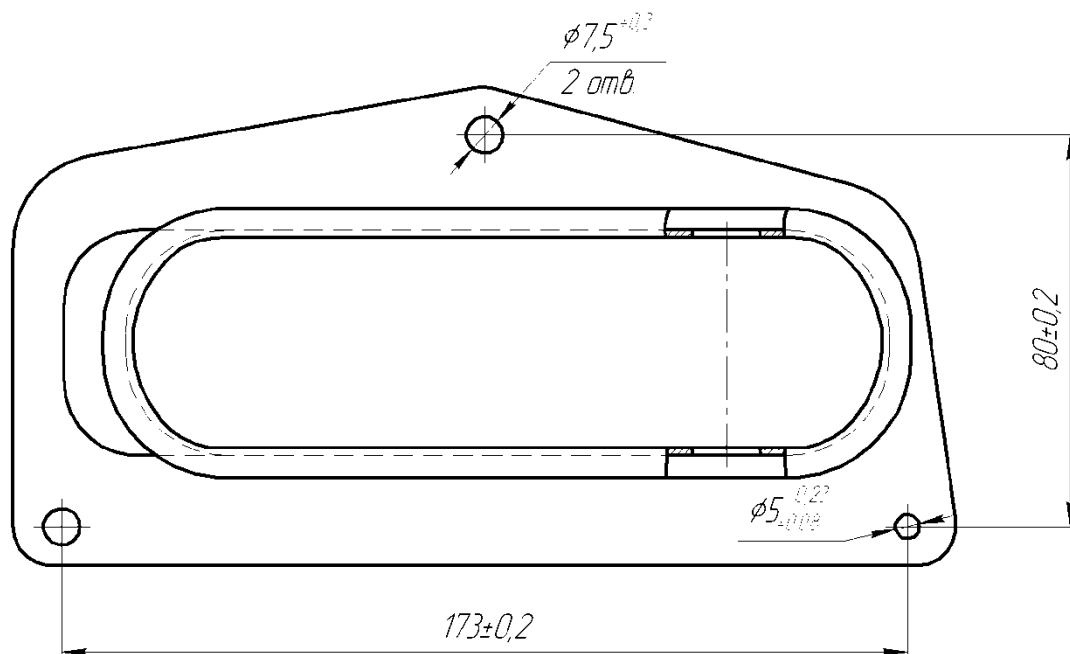


Рисунок 1.4 - Технологичность при совмещении операций

1.2 Исследование существующей технологии изготовления детали

«Был рассмотрен уже имеющийся технологический процесс изготовления детали «Кронштейн педали сцепления». Он состоит из 10 операций. Изготовление ведется на штамповочной линии прессов KE2330 усилием 1,0 МН с вырубкой заготовок на прессе Раскин усилием 1,75 МН., оснащенного устройствами автоматической подачи металла в рабочую зону.[2]» В разбираемом методе технологии изготовления детали «Кронштейн педали сцепления» использована схема возведения технологического процесса, содержащая в себе 10 действий (операций). Любое действие производится в отдельном прессе.

Заготовки закладываются в штамп вручную, т.е. используется традиционная схема штамповки без применения средств автоматизации кроме первой операции-вырубки заготовок на прессе Раскин 175, который оснащен разматывающим и правильно-подающим устройствами.

вытяжка 1-я: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

вытяжка 2-я: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

вытяжка 3-я: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

пробивка: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

отбортовка: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

разбортовка: выполняется прессом простого действия KE2330 с усилием 1,0 МН.

осадка: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

пробивка и обрезка: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

пробивка клиновая: осуществляется на прессе простого действия KE2330 усилием 1,0 МН.

Анализ рассмотренной технологии выявил ее недостатки:

1. велика трудоемкость изготовления детали, т.к. традиционная штамповка предполагает передачу заготовки от пресса к прессу и ручную укладку заготовки в штамп, что приводит к снижению точности штамповки;

2. занято большое число рабочего персонала (штамповщиков);
большие производственные площади, ввиду использования нескольких отдельных прессов;

3. транспортно-складские расходы из-за разной производительности прессов;

4. недостаточно высоки условия труда, т.к. монотонный труд приводит к эмоциональной усталости штамповщиков;

5. небезопасные условия работы.

1.3 Задачи бакалаврской работы

Учитывая выше указанные недостатки известной технологии, делаем вывод о необходимости автоматизации этого процесса. Для этого следует перевести изготовление детали на многопозиционный пресс-автомат. Для этого необходимо разработать новый технологический процесс.

Необходимо решить следующие задачи:

1. разработать новую схему технологического процесса;
2. выбрать новое технологическое оборудование с учетом требований к новому технологическому процессу (количество позиций на пресс-автомате должно соответствовать числу технологических операций и должна обеспечиваться автоматическая передача заготовки с позиции на позицию;
3. разработать конструкцию штамповой оснастки;
4. производится расчет экономической результативности обновленного технологического процесса перед задействованным;
5. разработать мероприятия по безопасности условий труда на производственном участке.

Решив перечисленные задачи, планируем достичь поставленную цель.

2 Создание технологического процесса производства детали

2.1 Схема представленного технологического процесса

«Предлагаемая схема технологического процесса позволяет устранить ряд недостатков базового технологического процесса. Планируем устранить ручную штамповку, за счет чего сократится количество рабочих на изготовление данной детали, понизится травмоопасность, повысится производительность.[13]» Для этого заменим используемое оборудование на более прогрессивное оборудование, снабженное системами автоматизации. Планируем изготовление детали из рулонного материала последовательной штамповкой из ленты с автоматическим контролем шага. Марка стали определена чертежом детали, параметры ленты будут определены позже.

Предложенный технологический процесс состоит из восьми операций, выполненных на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН (400 т. с.) и трех операций - на прессе К2039 усилием 8,0 МН (800 т. с.):

10¹. Вырубка заготовок: заготовки вырубаются из ленты толщиной 1,5 мм сталь 0,8Ю ОСВ-2-Б на многопозиционном прессе Барнаул усилием 4.0 МН (400 т. с.). Выбор оборудования и системы автоматизации см. далее.

10². Вытяжка 1-я: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

10³. Вытяжка 2-я: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

10⁴. Правка: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

10⁵. Пробивка: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

10⁶. Отбортовка: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

10⁷. Пробивка: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

10⁸. Обрезка: осуществляется на многопозиционном прессе Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН.

20¹. Разбортовка: осуществляется на прессе К3132 усилием 1,6 МН. Выбор оборудования и системы автоматизации см. далее

20². Осадка: осуществляется на прессе К3132 усилием 1.6 МН.

20³. Пробивка клиновая: осуществляется на прессе К3132 усилием 1.6 МН.

«В проектном варианте технологии изготовления детали предложено применить автоматическую линию с грейферной подачей к многопозиционному прессу, за счет чего сократится количество рабочих на изготовление данной детали, понизится травмоопасность, уменьшится

количество занимаемой оборудованием площади, повысится точность штамповки, снизится штучное время.[7]»

2.2 Устанавливание формы и размеров исходной заготовки

«В массовом производстве играет большую роль точное определение формы и размеров исходной заготовки.

Вытяжка прямоугольных коробчатых деталей является сложным процессом холодной штамповки, так как в данном случае деформация вдоль периметра прямоугольной детали переменна.

Боковые стенки не просто отгибаются, а претерпевают более сложную деформацию, состоящую из сжатия (укорочения) вдоль периметра, удлинения в вертикальном направлении и некоторого увеличения толщины стенок в верхней части детали. Таким образом, распространенное представление о том, что вытяжка происходит лишь в углах прямоугольной детали, а прямые стенки просто отгибаются, является упрощенным и недостаточно точным».[2]

«Известные методы расчета заготовок для вытяжки прямоугольных коробок охватывают лишь отдельные частные случаи без четкого указания пределов их применения.

Зачастую оказывается, что методы расчета, применяемые в одном случае, не пригодны при вытяжке аналогичных коробок, но с другим соотношением размеров. Это происходит потому, что способ расчета и построения формы заготовки в значительной степени зависит от относительной высоты коробки H/B и относительного радиуса углового закругления r/B , так как от их соотношения зависит степень вытеснения металла из угловых закруглений в боковые стенки коробки и увеличение их высоты».[2]

«В зависимости от сочетания размеров коробки (H/B , r/B) и различной степени вытеснения металла в боковые стенки установлены области, которым соответствуют разные способы построения заготовки.

Область, в которую попадает наша заготовка, охватывает однооперационную вытяжку относительно высоких коробок с большими радиусами угловых закруглений, выражаемыми зависимостью $r/(B - H) \approx 0,4$, и характеризуется весьма большим перемещением металла из угловых закруглений в боковые стенки и значительным увеличением высоты последних. В большинстве случаев в этой области практически возможно при вытяжке квадратных коробок применить заготовку овальной формы с двумя закругленными и двумя прямолинейными сторонами». [2]

«Прямоугольные коробки с фланцем в большинстве случаев представляют собой относительно невысокие детали ($H/B \approx 0,6$) при небольшой ширине фланца, предназначенного для соединения с другими деталями. Как правило, эти коробки можно изготавливать за одну операцию вытяжки, кроме коробок с очень малыми радиусами угловых или донных закруглений, требующих дополнительной операции калибровки». [1]

«При вытяжке прямоугольных коробок с фланцем ввиду значительной неравномерности деформации вдоль контура обязательно необходима последующая обрезка неровного фланца. Это упрощает технологические расчеты заготовки и построение ее формы, так как большой точности последних не требуется. Форму заготовки в данном случае можно значительно упростить, руководствуясь удешевлением вырубного или комбинированного штампа. Необходимо соблюдать следующие требования: 1) предотвратить нехватку поверхности металла заготовки; 2) устранить скопление заведомо лишнего металла в углах, затрудняющего процесс вытяжки». [2]

«В основу расчета и построение заготовки кладется известное правило – равенство площадей поверхности заготовки и коробки (с припуском на обрезку). При этом производят следующие подсчеты: определение длины выпрямленной стенки; определение радиуса заготовки $R_{\text{в}}$ в углах коробки».

Длина выпрямленной стенки находится по формуле [2] (2.1)

Строим сечение А – А и сечение Б – Б (рисунок 2.1).

Для сечения А - А

$$L_1 = \frac{100 - 43}{2} + 38,5 + 0,14 \times 5,25 = 68 \text{ мм}$$

Для сечения Б - Б

$$L_2 = \frac{191 - 151}{2} + 38,5 + 0,14 \times 5,25 = 59 \text{ мм} \quad (2.1)$$

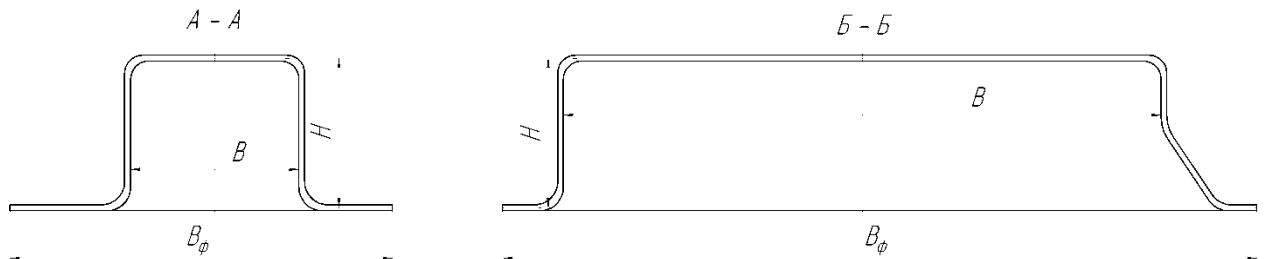


Рисунок 2.1- Продольное и поперечное сечения

«Радиус заготовки в углах коробки подсчитывается, как для вытяжки стаканчика с фланцем [1]:

$$R_0 = \sqrt{60^2 + 2 \times 15(38,5 - 0,86 \times 5,25)} = 68 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Построение заготовки производится путем развертки коробки на плоскость (рисунок 2.2). Вначале вычерчивается «контур коробки в плане; потом из центров угловых закруглений прямыми линиями отделяются угловые участки от прямолинейных; от границы донного закругления откладывается выпрямленная длина стенки L ; из центров O проводятся дуги окружностей радиусом R_0 . Затем строится сопряжение линий контура, которое может быть как прямолинейным, так и криволинейным.

В зависимости от различного сочетания геометрических параметров коробки возможны разные способы построения переходной части в углах заготовок.[2]»

При небольшой глубине коробки H и при угловом радиусе r_2 применяется сопряжение сторон радиусом, равным половине ширины заготовки (рисунок 2.3).

Исходная заготовка имеет форму овала (рисунок 2.4).

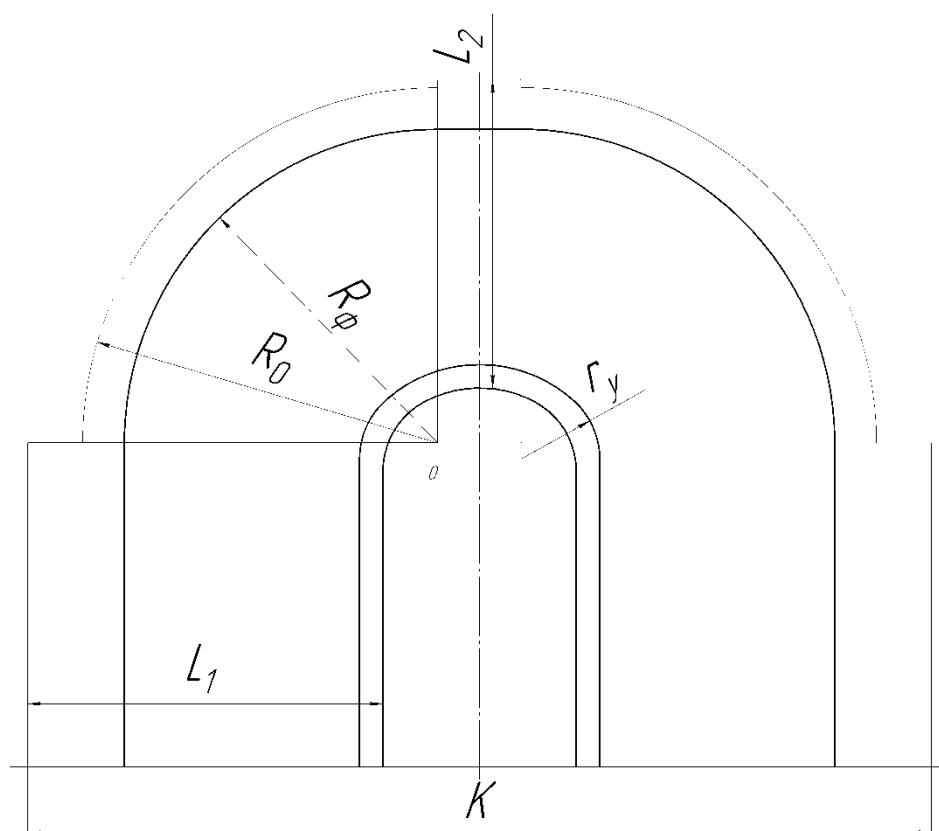


Рисунок 2.2 - Схема построения заготовки

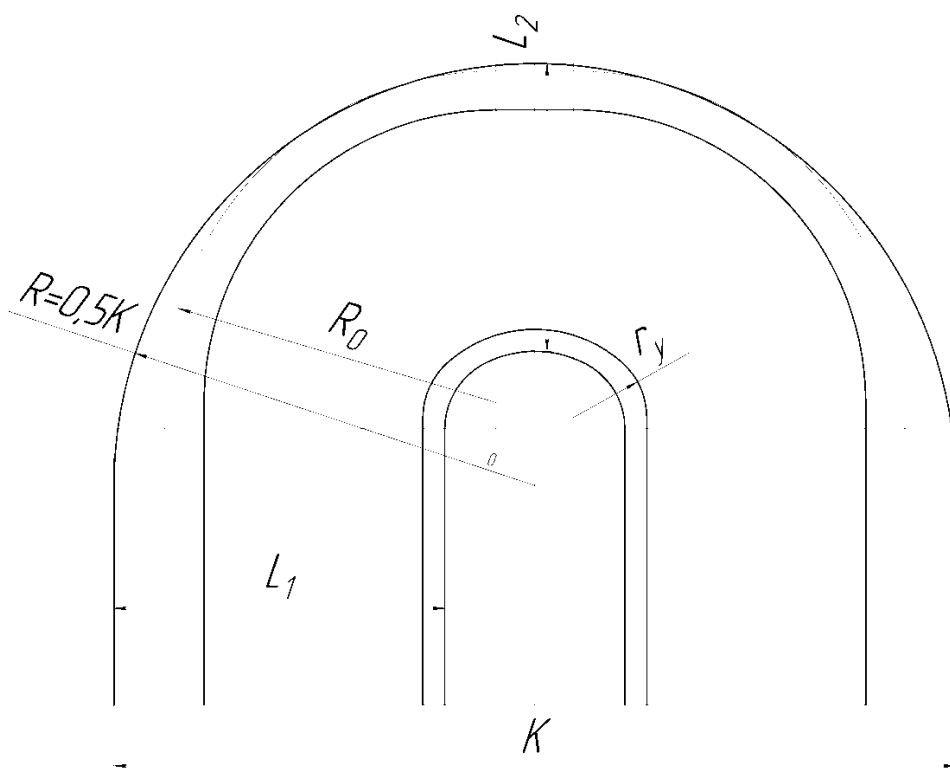


Рисунок 2.3 - Схема построения переходной части

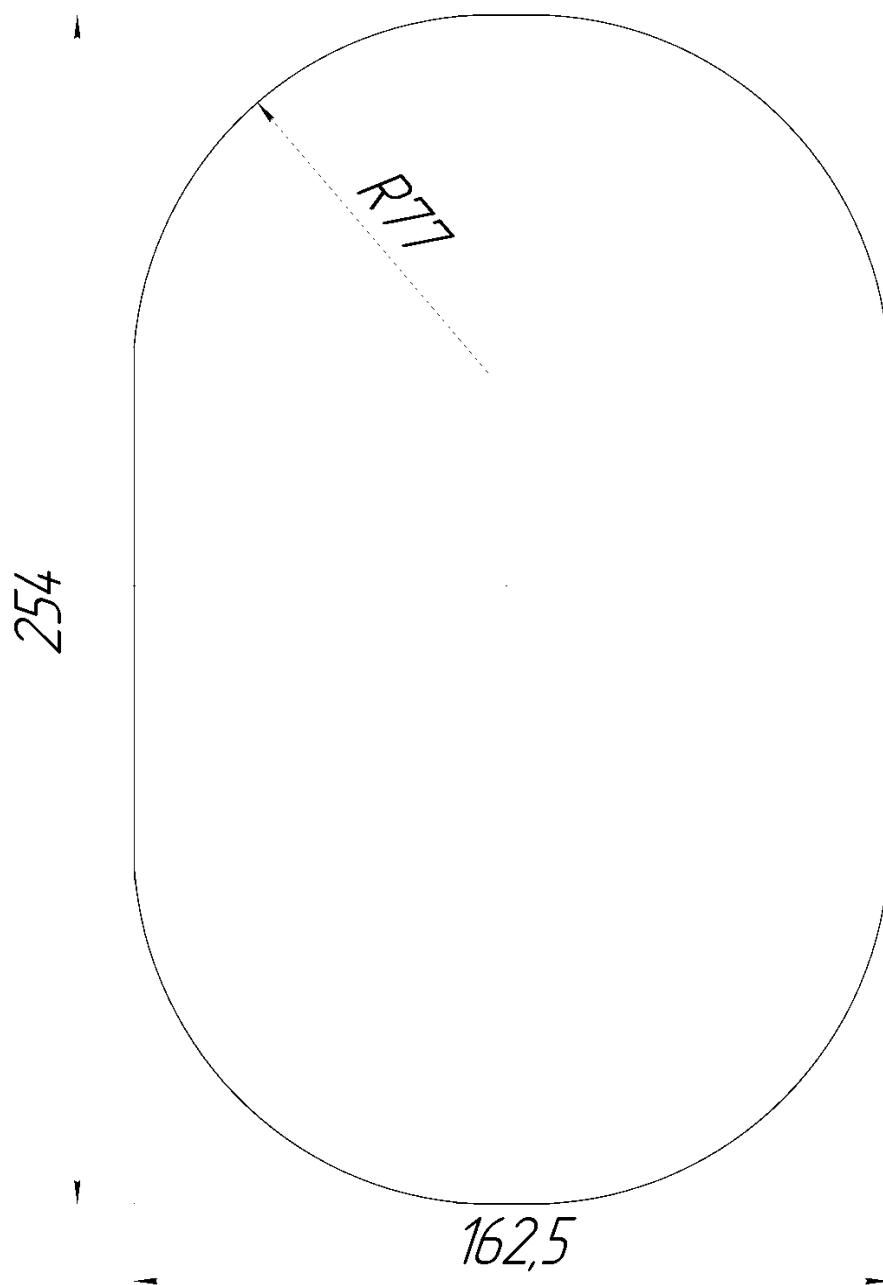


Рисунок 2.4 - Заготовка

2.3 Составление плана рационального раскроя металла и определение

коэффициента применения использования материала (КИМ)

«Раскрой листового металла на штучные заготовки и полосы является первой операцией, связанной с потерями металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов.

Раскрой материала, его выбор зависит в большей степени от конструкции штампуемой детали, что следует учитывать при разработке конструкции детали.

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

Исходный материал: 0,8ю ОСВ-2-Б, толщина 1,5 мм.

Тип раскроя - прямой. Применяется для деталей простой геометрической формы.

Рассчитываем ширину ленты B и шаг подачи t с учетом новых размеров заготовки [1].

$$B = A + 2b, \quad (2.3)$$

где A – ширина детали;

b – ширина перемычки.

$$B = 162,5 + 3 = 165,5 \text{ мм}$$

$$t = L + a, \quad (2.4)$$

где L – длина детали;

a – ширина перемычки.

$$t = 254 + 3 = 257 \text{ мм}$$

B – ширина ленты; $B = 165,5$ мм;

t – шаг подачи; $t = 257$ мм (рисунок. 2.5).

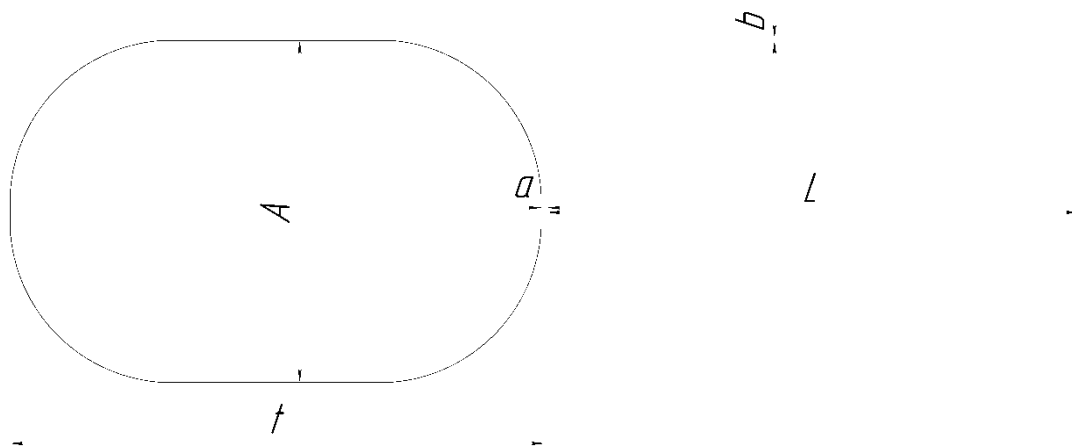


Рисунок 2.5 - Схема раскроя

С учетом новых размеров заготовки были изменены ширина ленты и шаг подачи.

«Показателем, характеризующим экономичность раскроя, является коэффициент использования материала η , представляющий собой отношение полезной площади детали F_0 к площади заготовки F_3 для изготовления этой детали при вырубке». [2] КИМ для данного раскроя:

$$\eta = \frac{F_0}{F_3} \times 100\% , \quad (2.5)$$

$$\eta = (35955,6) / (42533,5) = 85\%$$

$$F_D = 3,14 \times (68^2) + 111,93 \times 162,5 + 16 \times 70,97 = 15496 + 18188,6 + 2271,04 = 35955,6 \text{ мм}^2$$

2.4 Вычисление операционных размеров штамповки

Данный технологический процесс состоит из 10-ти операций:

1. На первой операции выполнется вырубка. Определим величину периметра вырубаемого контура (рисунок 2.6).

$$L = AB + BC + CD + DA$$

где L – длина вырубаемого контура.

$$AB + CD = l = 2\pi R , \quad (2.6)$$

где l – длина окружности

$$l = 2 \times 3,14 \times 81,25 = 510,25 \text{ мм}$$

$$L = 510,25 + 90 + 90 = 690,25 \text{ мм};$$

2. На второй и третьей операциях выполняется последовательная вытяжка прямоугольной коробки. Причем вместе с первой вытяжкой пробиваются два технологических отверстия. Определяем операционные размеры на этих трех операциях.

«При вытяжке прямоугольных коробок вопрос усложняется тем, что геометрическая форма контура заготовки и коробчатой детали разные, следствием чего является неравномерное распределение деформаций по контуру, однако результирующая усредненная деформация та же: длина контура заготовки уменьшается и становится равной длине периметра коробки.

Для основных случаев многооперационной вытяжки коробчатых деталей общая деформация выражается следующими коэффициентами.[7]»

$$m_{\text{об}} = (2(A + B) \cdot S) / (0.5\pi(L + K)) = 1.27 (A + B) S / (L + K), \quad (2.7)$$

где A и B – длина и ширина коробки;

L и K – длина и ширина заготовки (рисунок 2.7).

«Количество операций, необходимых при многооперационной вытяжке коробчатых деталей, может быть определено по таблице [2] в зависимости от общего коэффициента вытяжки и относительной толщины заготовки $S / (L + K) 200$ ».

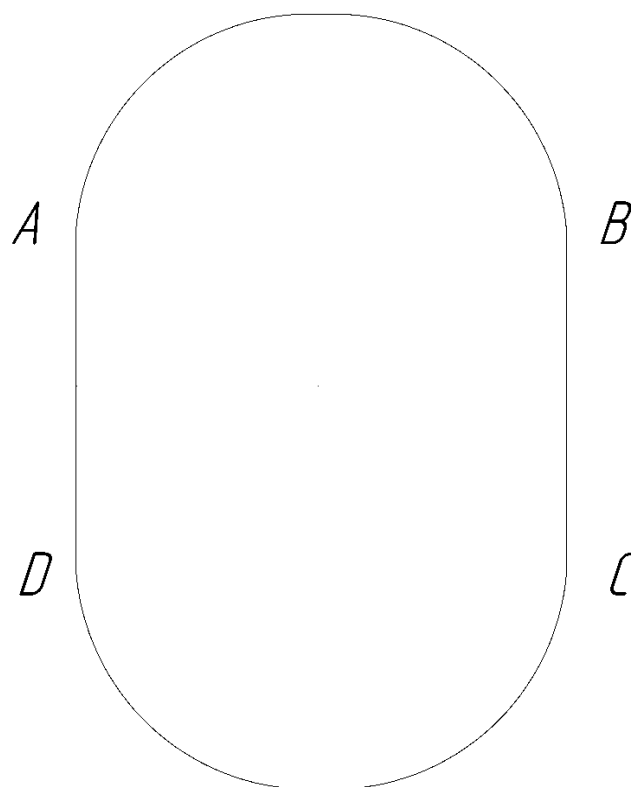


Рисунок 2.6 - Вырубаемый контур

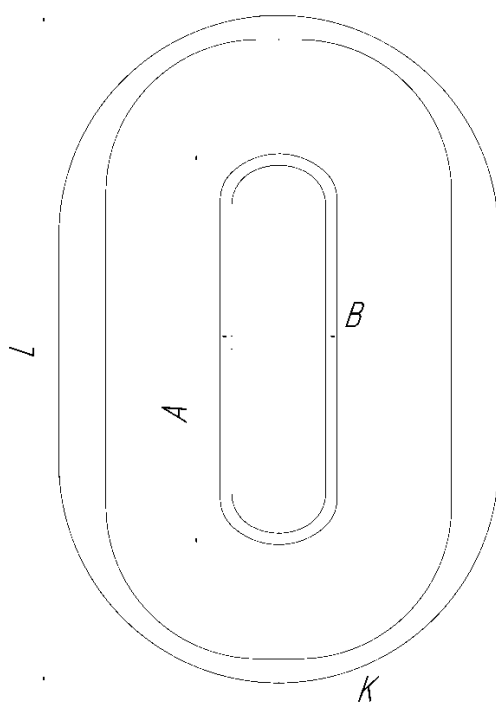


Рисунок 2.7 - Вытягиваемый контур

«После определения количества операций произведем расчет операционных размеров, начиная с предпоследнего перехода, являющегося наиболее ответственным (рисунок 2.8).

Производим расчет $n - 1$ -го перехода (последней вытяжки) по средней степени деформации по контуру, характеризуемой средним коэффициентом вытяжки, [2]»

$$R_{b_{n-1}} = \frac{43 - 0,43 \times 15}{1,57 \times 0,9} = 27,25 \text{ мм} \quad (2.8)$$

$$x = 5,75 + 0,41 \times 15 - 0,207 \times 43 = 2,9 \text{ мм}$$

Размеры $n - 1$ -го перехода:

$$B_{n-1} = 2R_{b_{n-1}} \quad (2.9)$$

$$B_{n-1} = 2 \times 27,25 = 54,5 \text{ мм}$$

$$A_{n-1} = A + 2b_n \quad (2.10)$$

$$A_{n-1} = 151 - 2 \times 5,75 = 162,5 \text{ мм}$$

Высота коробки:

$$H = (1,05 \div 1,1)H_0 \quad (2.11)$$

$$H = (1,05 \div 1,1) \times 38,5 = 40,6 \text{ мм}$$

Высота перехода:

$$H_{n-1} \approx 0,88 \times 40,6 = 35,7 \text{ мм}$$

Определим величину периметра вытягиваемого контура:

$$L = CD + DE + EF + FC \quad FC + DE = l = 2\pi R ,$$

$$L = (2 \cdot 3,14 \cdot 27,25) + 2 \cdot 108 = 171,2 + 216 = 387,2 \text{ мм}$$

3. Произведем расчет операционных размеров первого перехода вытяжки (рисунок 2.9).

Радиус $n - 2$ -го перехода найдем по формуле [2]:

$$R_{b_{n-2}} = \frac{R_{b_{n-1}}}{m_{n-1}} \quad (2.12)$$

$$R_{b_{n-2}} = \frac{27,25}{0,77} = 35,25 \text{ мм}$$

Размеры $n - 2$ -го перехода:

$$B_{n-2} = 2R_{b_{n-2}} \quad (2.13)$$

$$B_{n-2} = 2 \times 35,25 = 70,5 \text{ мм}$$

$$A_{n-2} = A + 2(b_n + b_{n-1}) \quad (2.14)$$

$$A_{n-2} = 151 + 2(5,75 + 8) = 178,5 \text{ мм}$$

Высота перехода:

$$H_{n-2} \approx 0,86 \times 35,7 = 30,7 \text{ мм}$$

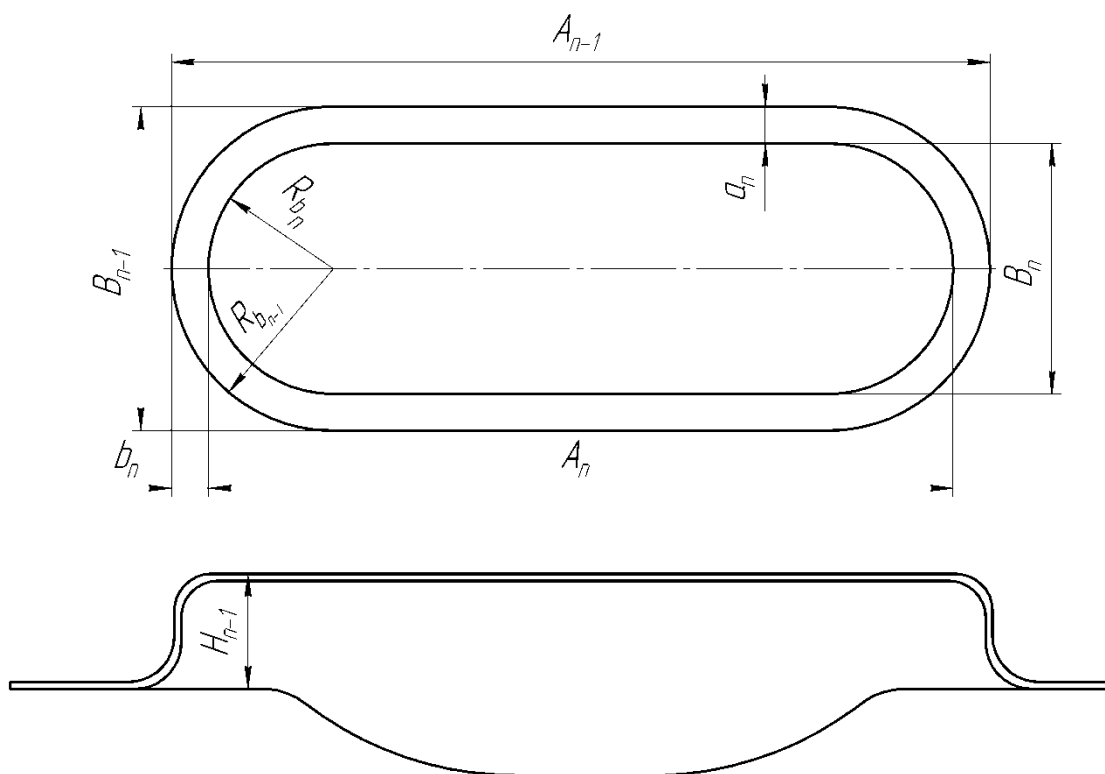


Рисунок 2.8 - Первая вытяжка

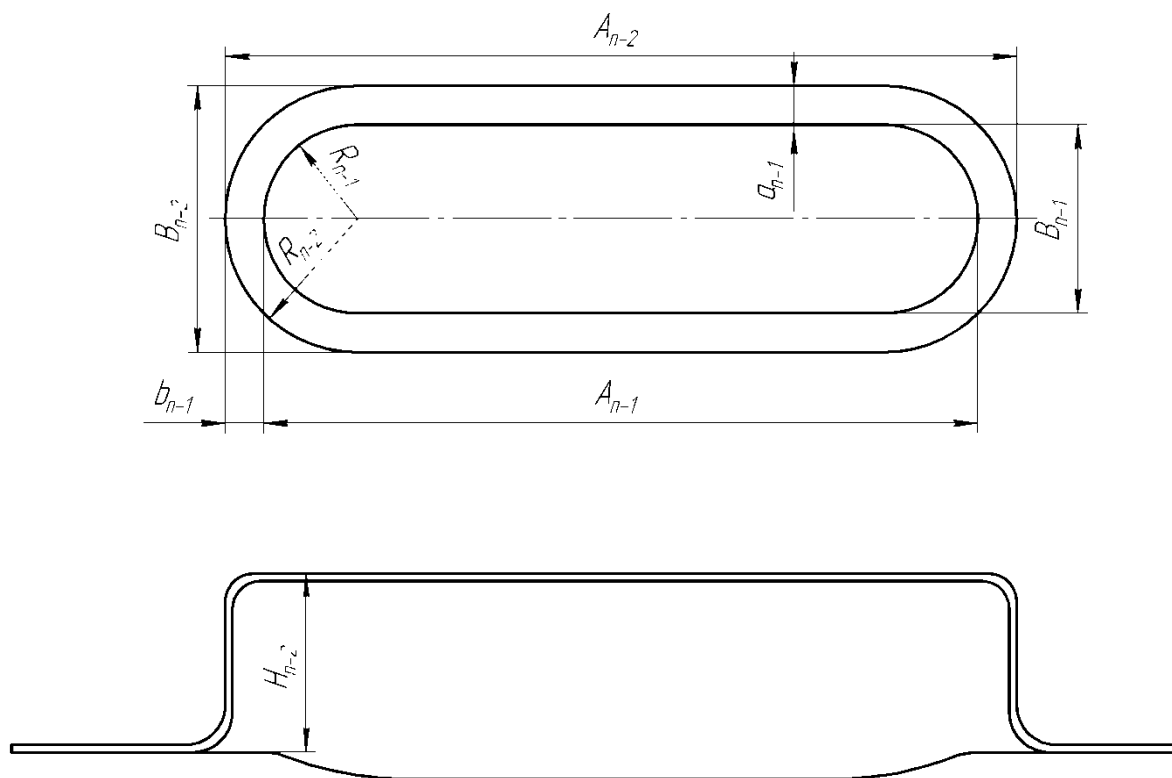


Рисунок 2.9 - Вторая вытяжка

Определим величину вытягиваемого контура:

$$L = CD + DE + EF + FC \quad FC + DE = l = 2\pi R ,$$

$$L = (2 \cdot 3,14 \cdot 35,25) + 2 \cdot 108 = 221,4 + 216 = 437,4 \text{ мм}$$

Рассчитываем длину контура пробиваемых отверстий диаметров 12,2 мм.

$$l = 2\pi R$$

$$l = 2 \times 3,14 \times 12,2 = 76,6 \text{ мм}$$

4. На четвертой операции выполняется правка, калибровка (рисунок 2.10).

Определим длину контура:

$$L = CD + DE + EF + FG + GP + PM + MN + NC$$

Длину дуги находим по формуле:

$$l = \frac{\pi R n}{180}$$

$$L = 2CD + 4DE + 2EF$$

$$L = 2 \times 118 + 4 \times 15,4 + 2 \times 28,7 = 355 \text{ мм}$$

5. На пятой операции выполняется пробивка. Определим длину пробиваемого контура (рисунок 2.11).

Определим величину пробиваемого контура:

$$L = AB + BC + CD + DA$$

$$AD + BC = l = 2\pi R$$

$$AD + BC = l = 2 \times 3,14 \times 14 = 87,92 \text{ мм}$$

$$L = 87,92 + 2 \times 108 = 303,92 \approx 304 \text{ мм}$$

6. На шестой операции выполняется отбортовка. Размеры данной операции были нами рассчитаны в пунктах 4 и 5 (рисунок 2.12).

$$L = 2 \times 118 + 4 \times 15,4 + 2 \times 28,7 = 355 \text{ мм}$$

$$l = 87,92 + 2 \times 108 = 303,92 \approx 304 \text{ мм}$$

7. На седьмой операции выполняется разбортовка. Определим длину контура (рисунок 2.13).

$$l = 2 \times 118 + 4 \times 15,4 + 2 \times 28,7 = 355 \text{ мм}$$

$$L = 2 \times 115 + 4 \times 39,25 + 2 \times 6,5 = 400 \text{ мм}$$

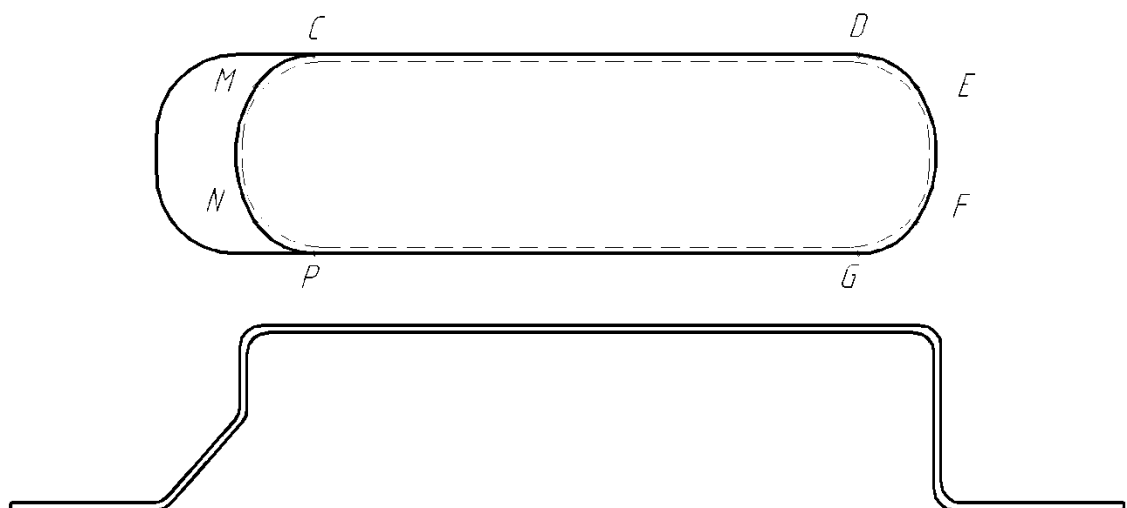


Рисунок 2.10 - Правка

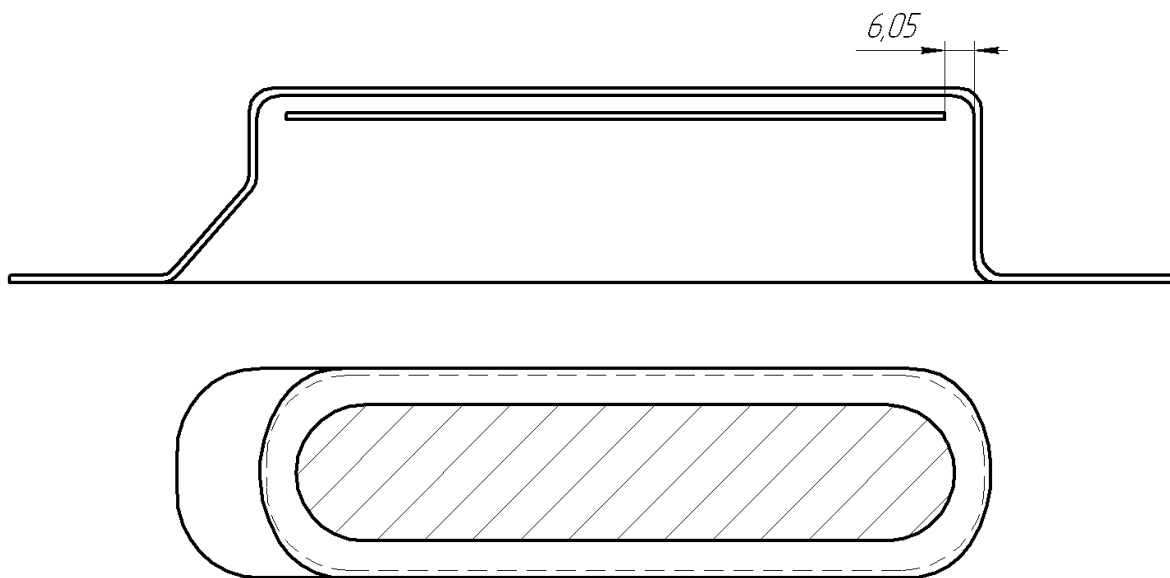


Рисунок 2.11 - Пробивка

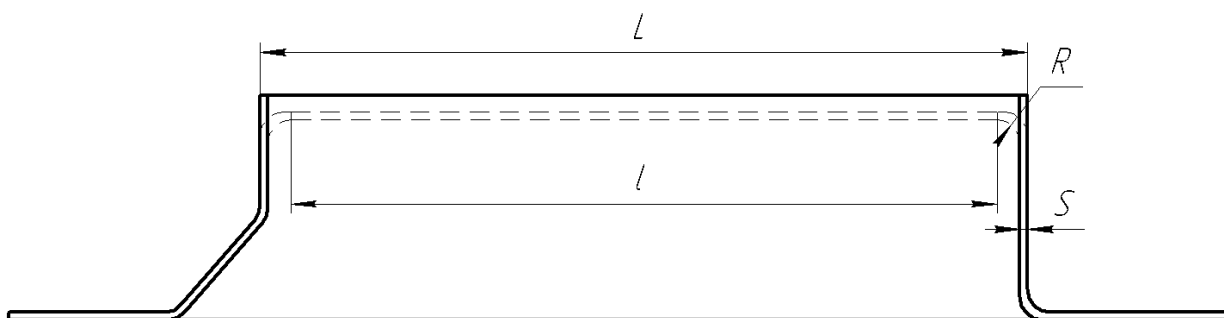


Рисунок 2.12 - Отбортовка

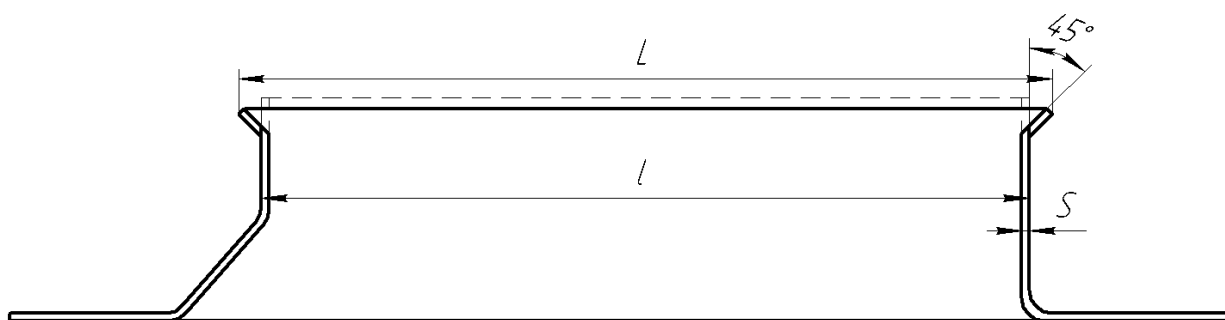


Рисунок 2.13 - Разбортовка

8. На восьмой операции выполняется осадка. Определим размеры для данной операции (рисунок 2.14).

$$l = 2 \times 115 + 4 \times 39.25 + 2 \times 6.5 = 400 \text{ мм}$$

$$L = 2 \times 116 + 4 \times 40 + 2 \times 7 = 406 \text{ мм}$$

9. На девятой операции выполняется обрезка. Определим длину обрезаемого контура (рисунок 2.15).

$$L = CD + DE + EF + FG + GK + KM + MN + NO + OU + UC$$

Длину дуги находим по формуле:

$$l = \frac{\pi R n}{180}$$

$$L = 53,6 + 176,9 + 57,04 + 80,27 + 75,85 + 22 + 13,7 + 12,6 + 26,3 + 3,5 = 521,8 \text{ мм.}$$

10. На десятой операции выполняется пробивка двух отверстий диаметром 7,5 мм и одного отверстия диаметром 5 мм.

$$L_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 7,5 = 47,1 \text{ мм (2 отверстия);}$$

$$L_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ мм.}$$

11. На последней операции выполняется клиновая пробивка четырех отверстий с диаметрами 3,6 мм и 14 мм.

$$L_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 14 = 87,9 \text{ мм (2 отверстия);}$$

$$L_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,6 = 22,6 \text{ мм (2 отверстия).}$$

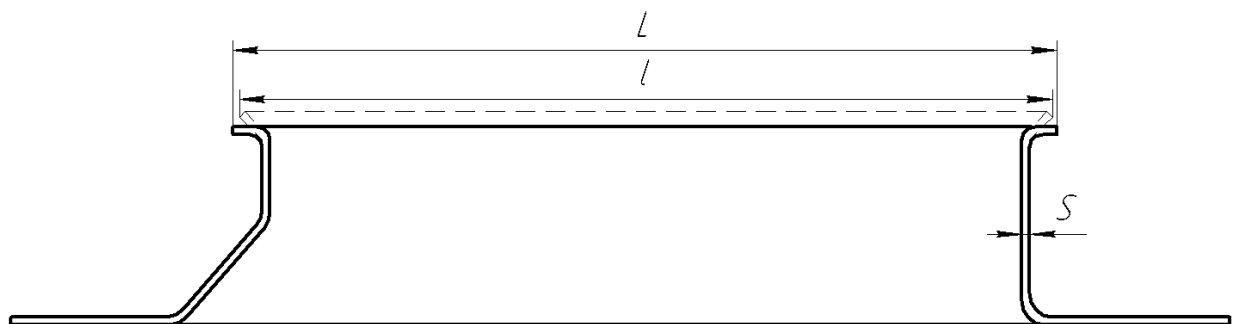


Рисунок 2.14 - Осадка

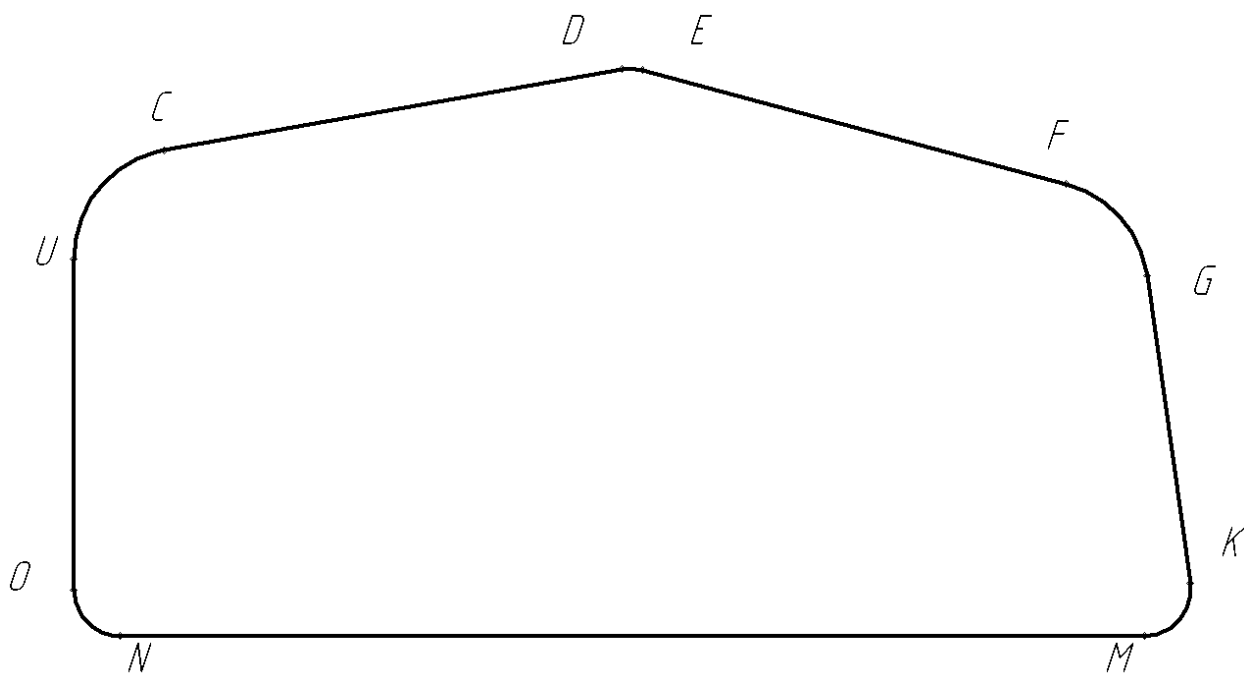


Рисунок 2.15 - Обрезка

2.5 Определение энергосиловых параметров штамповки

2.5.1 Вычисление энергосиловых параметров вырубки

«Определение величины усилия и работы в штампе с параллельными режущими кромками.

Определим необходимые усилия[2]:

$$P = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{ср}, \quad (2.20)$$

где, K – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок), $K = 1,0$;

$\sigma_{ср}$ – сопротивление срезу: по таблице [2] для стали 08Ю при $S = 1,5$ мм:

$\sigma_{ср} = 290$ МПа;

S – толщина материала, $S = 1,5$ мм.

L – длина контура вырубки, рисунок 2.6».[13]

«Определим усилия снятия и усилие проталкивания отхода, если коэффициент снятия»[2] $K_{\text{сн}} = 1,0$;[1].

$$\langle P_{\text{сн}} = K_{\text{сн}} \cdot P \rangle, [2] \quad (2.21)$$

где $K_{\text{сн}}$ – коэффициент снятия;

$$\langle P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,300 = 0,0300 \text{ МН} \rangle [2]$$

$$P_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot P \cdot n, \quad (2.22)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент проталкивания;

n – количество режущих кромок.

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 0,300 = 0,0300 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие составляет:

$$P_{\Sigma} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}}, \quad (2.23)$$

$$P_{\Sigma} = 0,300 + 0,0300 + 0,0300 = 0,360 \text{ МН}$$

«Работа резания при вырубке «инструментом с параллельными режущими кромками»[2]

$$A = (x \cdot P_{\Sigma} \cdot S) / 1000, \quad (2.24)$$

где x – коэффициент, зависящий от толщины металла; $x = 0,5 - 0,55$ [1];

P_{Σ} – суммарное усилие резания, МН;

S – толщина материала, мм.

$$A = 0,5 \cdot 0,360 \cdot 1,5 / 1000 = 270 \text{ Дж}$$

Необходимости снижения усилия нет, поэтому используем инструмент с параллельными режущими кромками.

2.5.2 Вычисление энергосиловых параметров 1-ой вытяжки и пробивки отверстий

На второй операции выполняется 1-я вытяжка и пробивка двух технологических отверстий.

Определим необходимые усилия пробивки отверстий по ранее рассмотренной методике[2]:

$$P_1 = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (2.25)$$

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу: по таблице [2] для стали 08Ю при $S = 1,5$ мм: $\sigma_{\text{ср}} = 290$ МПа;

S – толщина материала, $S = 1,5$ мм.

L – длина контура пробивки.

$$P_1 = 153,2 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,133 \text{ МН}$$

Определим необходимые усилия для 1-ой вытяжки:

$$P_2 \leq LS\sigma_p \quad (2.26)$$

$$\sigma_p = (1,1 - 1,2)\sigma_{\text{в}}$$

$\sigma_{\text{в}} = 330$ МПа; $\sigma_{\text{в}}$ – предел прочности

$$\sigma_p = 1,2 \times 330 = 396 \text{ МПа}$$

$$P_2 \leq 437,4 \times 1,5 \times 396 = 0,259 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн1}} = 0,1 \cdot 0,133 = 0,0133 \text{ МН}$$

$$P_{\text{сн2}} = 0,1 \cdot 0,259 = 0,0259 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр1}} = 0,1 \cdot 0,133 = 0,0133 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_{\text{сн1}} + P_{\text{сн2}} + P_{\text{пр1}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,259 + 0,133 + 0,0133 + 0,0259 + 0,0133 = 0,444 \text{ МН}$$

«Работа резания при пробивке:

$$A = (x \cdot P_{\Sigma} \cdot S) / 1000,$$

$$x = 0,5 - 0,55 [1];$$

где x – коэффициент, зависящий от толщины металла;

P_{Σ} – суммарное усилие резания, МН;

S – толщина материала, мм.

$$\text{«}A = 0,5 \cdot 0,159 \cdot 1,5 / 1000 = 120 \text{ Дж[2]}\text{»}$$

«Работа вытяжки определяется по формуле:[2]»

где $C = 0,6 \dots 0,8$ – коэффициент [1];

H – глубина вытяжки, $H = 30,7$ мм;

P – усилие вытяжки, МН.

$$A = 0,8 \times 0,284 \times \frac{30,7}{1000} = 6975 \text{ Дж} \quad (2.27)$$

2.5.3 Вычисление энергосиловых параметров 2-ой вытяжки

На третьей операции выполняется 2-я вытяжка.

Определим необходимые усилия для 2-ой вытяжки по формуле (2.26):

$$P_2 \leq LS\sigma_p$$
$$\sigma_p = (1,1 - 1,2)\sigma_B \quad (2.28)$$

$\sigma_B = 330$ Мпа; σ_B – предел прочности

$$\sigma_p = 1,2 \times 330 = 396 \text{ Мпа}$$

$$P_2 \leq 387,2 \times 1,5 \times 396 = 0,229 \text{ МН}$$

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,227 = 0,0229 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{\text{сн}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,229 + 0,0229 = 0,252 \text{ МН}$$

2.5.4 Вычисление энергосиловых параметров правки

На четвертой операции выполняются правка, калибровка.

Определим необходимые усилия для правки по формуле (2.26):

$$P_2 \leq LS\sigma_p$$

$$\sigma_p = (1,1 - 1,2)\sigma_B$$

$\sigma_B = 330$ Мпа; σ_B – предел прочности

$$\sigma_p = 1,2 \times 330 = 396 \text{ Мпа}$$

$$P_2 \leq 355 \times 1,5 \times 396 = 0,211 \text{ МН}$$

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,211 = 0,0211 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{\text{сн}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,211 + 0,0211 + 0,0211 = 0,253 \text{ МН}$$

2.5.5 Вычисление энергосиловых параметров пробивки

На пятой операции производится пробивка.

Определим необходимые усилия пробивки по ранее рассмотренной методике[2]:

$$P_1 = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}},$$

где K – коэффициент резерва, $K = 1,0$;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу: по таблице [1] для стали 08Ю при $S = 1,5$ мм:

$$\sigma_{\text{ср}} = 290 \text{ МПа};$$

S – толщина материала, $S = 1,5$ мм.

L – длина контура вырубки, рисунок 2.6.

$$P_2 = 304 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,132 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,132 = 0,0132 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 0,132 = 0,0132 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,132 + 0,0132 + 0,0132 = 0,158 \text{ МН}$$

«Работа резания при пробивке по формуле (2.24):[2]»

$$A = (x \cdot P_{\Sigma} \cdot S) / 1000, \text{ [2]}$$

где x – коэффициент, зависящий от толщины металла; $x = 0,5 - 0,55$ [2];

P_{Σ} – суммарное усилие резания, МН

S – толщина материала, мм.

$$A = 0,5 \cdot 0,158 \cdot 1,5 / 1000 = 118 \text{ Дж}$$

2.5.6 Вычисление энергосиловых параметров отбортовки

На шестой операции выполняется отбортовка.

Определим необходимые усилия для отбортовки по формуле [2]:

$$P = 1,1\pi S \sigma_{\text{в}} (L - l) \quad (2.27)$$

$\sigma_B = 330$ МПа; σ_B – предел прочности

$$P = 1,1 \times 3,14 \times 1,5 \times 330(355 - 304) = 0,087 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,087 = 0,0087 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{\text{сн}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,087 + 0,0087 = 0,0957 \text{ МН}$$

Работу на этапе отбортовки определим приближенно, задавшись ходом деформирования (зная путь перемещения пуансона); будем использовать формулу (2.27), используемую для определения работы вытяжки:

$$A = 0,8 \times 0,0957 \times 6,5 \frac{2}{1000} = 497 \text{ Дж}$$

2.5.7 Вычисление энергосиловых параметров разбортовки

На седьмой операции выполняется разбортовка.

Определим необходимые усилия для разбортовки по формуле

$$P = 1,1\pi S\sigma_B(L - l) \quad (2.27)$$

$\sigma_B = 330$ МПа;

σ_B – предел прочности

$$P = 1,1 \times 3,14 \times 1,5 \times 330(400 - 355) = 0,077 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,077 = 0,0077 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{\text{сн}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,077 + 0,0077 = 0,0847 \text{ МН}$$

Определим работу по формуле (2.27):

$$A = 0,8 \times 0,0847 \times 4 \frac{2}{1000} = 271 \text{ Дж}$$

2.5.8 Вычисление энергосиловых параметров осадки

На шестой операции выполняется осадка.

Определим необходимые усилия для осадки по формуле (2.27):

$$P = 1,1\pi S\sigma_B(L - l)$$

$\sigma_B = 330$ МПа; σ_B – предел прочности

$$P = 1,1 \times 3,14 \times 1,5 \times 330(406 - 400) = 0,010 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн}} = 0,1 \cdot 0,132 = 0,0010 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{\text{сн}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,010 + 0,001 = 0,011 \text{ МН}$$

Определим работу по формуле (2.27):

$$A = 0,8 \times 0,011 \times 6 \frac{2}{1000} = 53 \text{ Дж}$$

2.5.9 Вычисление энергосиловых параметров пробивки отверстий

«На девятой операции выполняется пробивка трех отверстий.

Определим необходимые усилия пробивки отверстий по ранее рассмотренной методике

$$P_2 = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \quad (2.25):$$

где K – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок), $K = 1,0$; [2]»

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу: по таблице [2] для стали 08Ю при $S = 1,5$ мм:

$$\sigma_{\text{ср}} = 290 \text{ МПа};$$

S – толщина материала, $S = 1,5$ мм.

L – длина контура вырубки, рис. 2.6.

$$P_1 = 47,1 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,021 \text{ МН} (0,042 \text{ МН})$$

$$P_2 = 31,4 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,014 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн1}} = 0,1 \cdot 0,042 = 0,0042 \text{ МН}$$

$$P_{сн2} = 0,1 \cdot 0,014 = 0,0014 \text{ МН}$$

$$P_{пр1} = 0,1 \cdot 0,042 = 0,0042 \text{ МН}$$

$$P_{пр2} = 0,1 \cdot 0,014 = 0,0014 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_{сн1} + P_{сн2} + P_{пр1} + P_{пр2}$$

$$P_{\Sigma} = 0,042 + 0,014 + 0,0042 + 0,0014 + 0,0042 + 0,0014 = 0,067 \text{ МН}$$

«Работа резания при пробивке (2.24):

$$A = (x \cdot P_{\Sigma} \cdot S) / 1000,$$

где x – коэффициент, зависящий от толщины металла; $x = 0,5 - 0,55$ [2];

P_{Σ} – суммарное усилие резания, МН;

S – толщина материала, мм.

$$A = (0,5 \cdot 0,067 \cdot 1,5) / 1000 = 50 \text{ Дж. [2]»}$$

2.5.10 Вычисление энергосиловых параметров обрезки

На десятой операции производится обрезка.

Определим необходимые усилия обрезки по ранее рассмотренной методике

$$P_2 = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{ср}, \quad (2.25)$$

где K – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а так же затупление режущих кромок), $K = 1,0$;

$\sigma_{ср}$ – сопротивление срезу: по таблице [2] для стали 08Ю при $S = 1,5$ мм:

$$\sigma_{ср} = 290 \text{ МПа};$$

S – толщина материала, $S = 1,5$ мм.

L – длина контура вырубки, рисунок 2.6.

$$P_2 = 521,8 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,227 \text{ МН}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{сн} = 0,1 \cdot 0,227 = 0,0227 \text{ МН}$$

$$P_{пр} = 0,1 \cdot 0,227 = 0,0227 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_2 + P_{сн} + P_{пр}$$

$$P_{\Sigma} = 0,227 + 0,0227 + 0,0227 = 0,272 \text{ МН}$$

Работа резания при обрезке (2.24):

$$A = (x \cdot P_{\Sigma} \cdot S) / 1000,$$

где x – коэффициент, зависящий от толщины металла; $x = 0,5 - 0,55$ [2];

P_{Σ} – суммарное усилие резания, МН;

S – толщина материала, мм.

$$A = (0,5 \cdot 0,272 \cdot 1,5) / 1000 = 204 \text{ Дж}$$

2.5.11 Вычисление энергосиловых параметров клиновой пробивки

На десятой операции производится клиновая пробивка. Определим необходимые усилия пробивки отверстий по ранее рассмотренной методике

$$P_2 = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (2.25)$$

где K – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок), $K = 1,0$;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу: по таблице [2] для стали 08Ю при $S = 1,5$ мм:

$$\sigma_{\text{ср}} = 290 \text{ МПа};$$

S – толщина материала, $S = 1,5$ мм.

L – длина контура вырубки, рис. 2.6.

$$P_1 = 87,9 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,038 \text{ МН (0,076 МН)}$$

$$P_2 = 22,6 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 290 = 0,010 \text{ МН (0,020 МН)}$$

Определяем усилия снятия и проталкивания:

$$P_{\text{сн1}} = 0,1 \cdot 0,076 = 0,0076 \text{ МН}$$

$$P_{\text{сн2}} = 0,1 \cdot 0,020 = 0,0020 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр1}} = 0,1 \cdot 0,076 = 0,0076 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр2}} = 0,1 \cdot 0,020 = 0,0020 \text{ МН}$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_{\text{сн1}} + P_{\text{сн2}} + P_{\text{пр1}} + P_{\text{пр2}}$$

$$P_{\Sigma} = 0,076 + 0,020 + 0,0076 + 0,0020 + 0,0076 + 0,0020 = 0,115 \text{ МН}$$

«Работа резания при пробивке (2.24):

$$A = (x \cdot P_{\Sigma} \cdot S) / 1000,$$

где x – коэффициент, зависящий от толщины металла; $x = 0,5 - 0,55$ [2];

P_{Σ} – суммарное усилие резания, МН;

S – толщина материала, мм.

$$A = (0,5 \cdot 0,115 \cdot 1,5) / 1000 = 86 \text{ Дж. [2]»}$$

Теперь требуется просуммировать все найденные для каждой операции (кроме заготовительного этапа – резки заготовок) значения усилий, чтобы определить – какими энерго-силовыми параметрами должно обладать новое оборудование (пресс-автомат).

Суммарное усилие на всех операциях:

$$P_{\text{СУММ.}} = P_{\text{ЭТАП}_1} + P_{\text{ЭТАП}_2} + P_{\text{ЭТАП}_3} + P_{\text{ЭТАП}_4} + P_{\text{ЭТАП}_5} + P_{\text{ЭТАП}_6} + P_{\text{ЭТАП}_7} + P_{\text{ЭТАП}_8} \quad (9.29)$$

$$P_{\text{СУММ.}} = 0,360 + 0,444 + 0,252 + 0,253 + 0,0957 + 0,067 + 0,272 = 1,74 \text{ МН} \\ (\text{или } 174 \text{ т.с.}).$$

Суммарная работа на всех операциях:

$$A_{\text{СУММ.}} = A_{\text{ЭТАП}_1} + A_{\text{ЭТАП}_2} + A_{\text{ЭТАП}_3} + A_{\text{ЭТАП}_4} + A_{\text{ЭТАП}_5} + A_{\text{ЭТАП}_6} + A_{\text{ЭТАП}_7} + A_{\text{ЭТАП}_8} \quad (2.30)$$

$$A_{\text{СУММ.}} = 270 + (6975+120) + 7197 + 7792 + 118 + 497 + 50 + 204 = 23223 \text{ Дж.}$$

3 Подбор оборудования и средств автоматизации

«Оборудование для холодной штамповки подразделяют на механические прессы, гидравлические прессы, молоты, ротационные машины, автоматы, различные ножницы и др.

Наибольшее применение в штамповочных цехах находят универсальные и специальные механические прессы и пресс-автоматы.[7]»

На универсальных прессах выполняют операции гибки, резки, вырубки, пробивки, обрезки, неглубокой вытяжки. На прессах двойного и тройного действия выполняют операции глубокой вытяжки листового материала.

Специальные прессы конструктивно приспособлены к выполнению определенных операций или штамповки определенных изделий.

Пресс-автоматы, многопозиционные прессы применяют на современных машиностроительных заводах в массовом и крупносерийном производствах. Штамповку выполняют последовательным способом, причем при работе на многопозиционных прессах по сравнению с комбинированным способом получают экономию металла.

Конструкции механических прессов, автоматов, многопозиционных прессов и другого оборудования, применяемого в холодноштамповочном производстве, непрерывно совершенствуют.

Повышается их производительность и оснащенность устройствами для механизации работы, улучшается удобство их обслуживания. Кроме того, проявляется тенденция к расширению технологических возможностей оборудования и повышению безопасности труда.

3.1 Подбор типоразмера. Основные промышленные характеристики

Существует множество параметров, которые необходимо учитывать при выборе оборудования для той или иной операции. «К основным параметрам относятся [7]:

- усилие пресса, которое должно быть больше требуемого;
- мощность, которая должна обеспечивать выполнение работы на операции;
- габаритные размеры стола и ползуна должны обеспечивать установку штампа;
- пресс должен обладать достаточной жесткостью;
- обеспечивать необходимую нам производительность и точность изготовления детали;
- оборудование должно быть оснащено необходимыми устройствами

для подачи заготовки и удаления отхода».

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

- пресс перегружен по допускаемому усилию, в результате чего происходит деформация вала, а затем и поломка прессы;

- пресс перегружен по мощности, но не перегружен по допускаемому 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.[7]»

Немаловажным фактором при выборе оборудования является безопасность при работе на нем.

«Проверяем по усилию с помощью поправочного коэффициента [10]:

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

где P_{Σ} – суммарное усилие операций, производимых на данном оборудовании, МН;

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

$$P = 1,74 \cdot 1,5 = 2,61 \text{ МН}$$

Необходимая нам мощность равна [10]:

$$N = \frac{A}{t}, \quad (3.2)$$

где A – суммарная работа на всех операциях, производимых на данном оборудовании, Дж;

t - время, затрачиваемое на деформацию, с.

$$N = \frac{23223}{0,725} = 32031 \text{ Вт} = 32,031 \text{ кВт.}[2]»$$

Для изготовления данной детали выбираем многопозиционный пресс Барнаул (АА6136) усилием 4,0 МН мощностью 75 кВт. Данное оборудование подходит по силовым характеристикам, закрытой высоте, размерам стола прессы. Отличительной особенностью данного оборудования является его

быстродействие. Оно обладает широким диапазоном регулирования ходов, достаточно универсален. Общий вид пресса представлен на рисунок 3.1.

Техническая характеристика на многопозиционный пресс Барнаул (АА6136) представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика на многопозиционный пресс Барнаул (АА6136)

Характеристика		Значение
Номинальное усилие пресса, МН		4,0
Ход главного ползуна		360
Ход вырубного ползуна		60
Закрытая высота пресса, мм		800
Число ходов ползуна, ход/мин		16 - 32
На режиме “Автомат”		
На режиме “Наладка”, “Замедленный ход”		
Число позиций (включая вырубной)		8
Расстояние между позициями, мм		400
Расстояние между рейферными линейками в сомкнутом положении, мм		400; 500; 600
Раздвижение рейферных линеек, мм		240
Расстояние от стола вырубной позиции до уровня подачи ленты, мм		820
Максимальная ширина ленты, мм	при однорядной вырубке	400
	при двухрядной вырубке	630
Число пневмоподушек в столе, шт		7
Число выталкивателей в ползуне, шт		7
Габаритные размеры пресса, мм		
Длина		6000
Ширина		4330
Высота		5880

Продолжение таблицы 3.1

Характеристика		Значение
Главный электродвигатель тип П - 92	Мощность, кВт	75
	Число оборотов в минуту	1500

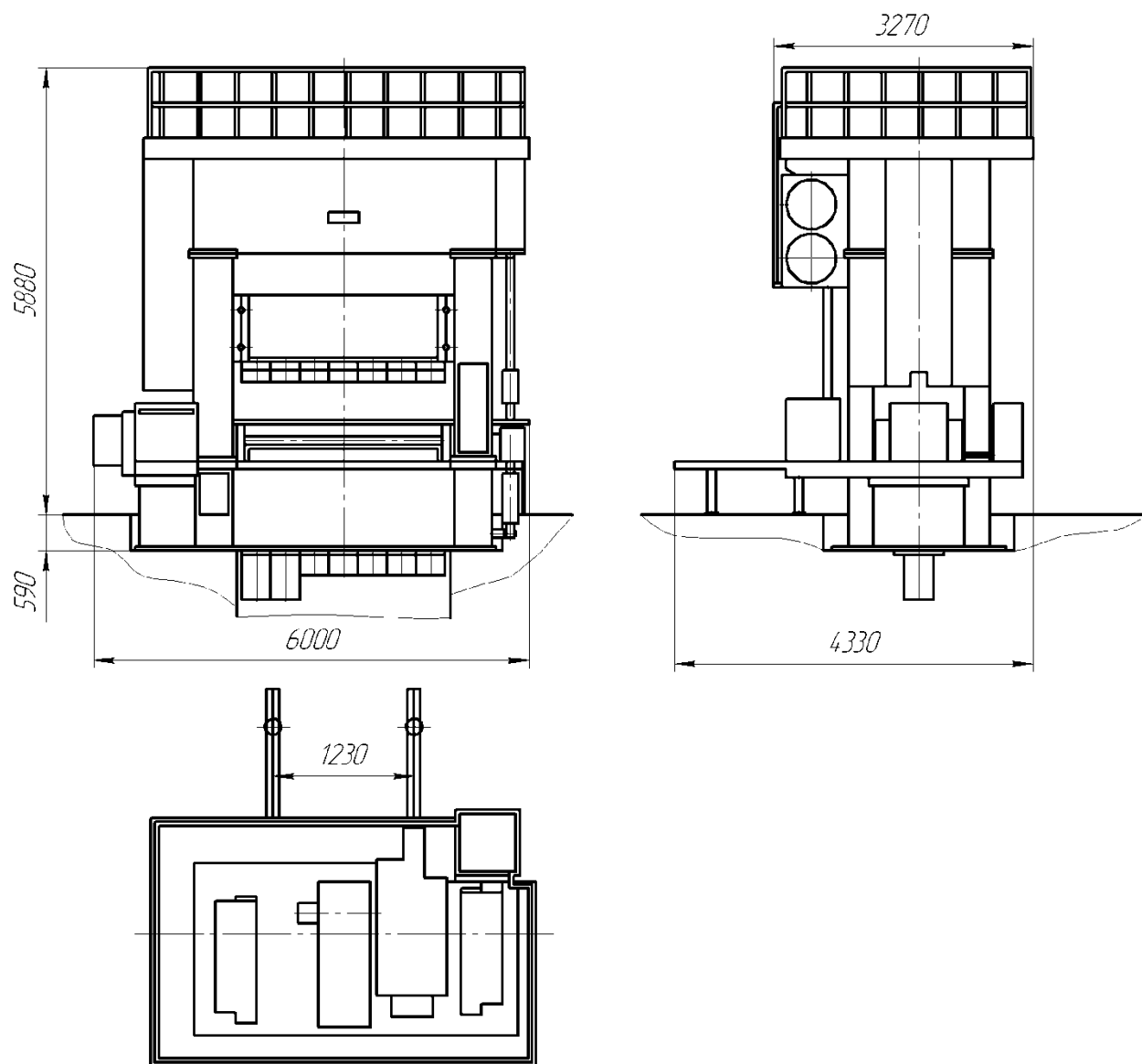


Рисунок 3.1 - Общий вид пресса Барнаул 400 (AA6136)

3.2 Подбор средств автоматизации. Основные промышленные характеристики

«Автоматизация холодной листовой штамповки - одно из основных средств повышения производительности труда, более полного использования оборудования, роста эффективности производства. Кроме того, средства автоматизации значительно облегчают условия труда и обеспечивают его безопасность, а также способствуют снижению трудоемкости и себестоимости деталей. При автоматизации все процессы формоизменения и транспортировки детали в процессе обработки проходят без участия человека. В функции оператора входит лишь слежение за правильностью работы механизмов и системы их управления.

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

- 1) для рулонного и полосового материала – автоматизация подачи при помощи устройств валкового и крючкового типов;
- 2) для листового материала – механизация и автоматизация подъема и направления листа в штамп (листозагрузочные устройства);
- 3) для штучных заготовок – автоматизация подачи при помощи бункерных и грейферных устройств.[2]»

«Автоматизация обработки рулонного материала достигается путем использования механизмов для подготовки и подачи материала в зону обработки, устройств для удаления готовых деталей и отходов штамповки, а также дополнительных устройств и механизмов, обеспечивающих бесперебойность работы и облегчающих выполнение вспомогательных операций при заправке и доработке рулона.[2]»

Автоматическая линия состоит из автоматизированной рулонницы, правильного устройства, рольгангов, петлеобразователя, грейферных линеек, пресса двухкривошипного типа с валковой подачей.

«Рулонница служит для разматывания ленты с рулона, закрепленного на барабане. Скорость размотки при непрерывно меняющемся диаметре рулона сохраняется постоянной, достигается это приводом постоянного тока с тиристорным преобразователем. Для предотвращения самопроизвольного разматывания рулона разматывающее устройство снабжено откидным рычагом с прижимным роликом, который гидравлическим цилиндром постоянно прижимается к поверхности рулона и контролирует диаметр рулона во время размотки.

Загрузочная тележка с подъемником предназначена для подачи рулона к разматывающему устройству и установки на барабан.

Правильное устройство предназначено для рихтовки рулонной ленты методом перегиба перед её подачей в петлевой компенсатор. Правка ленты осуществляется девятью правильными валками. Приводными являются все нижние и два верхних правильных валка, а также нижний и верхний валки задающей клетки. Привод валков выполняется тиристорным регулируемым приводом постоянного тока через зубчатую и цепную передачи. На выходе ленты установлен поддерживающий рольганг.

Петлевой компенсатор служит для синхронизации работы механизмов разматывания и правки ленты с работой шаговой подачи. Контроль петли осуществляется с помощью контактных выключателей.

Валковая подача односторонняя толкающая предназначена для периодической автоматической подачи ленты в штамп прессы на определенный заданный шаг. Электронное программное устройство к валковой подаче предназначено для плавного регулирования скорости подачи ленты в штамп и обеспечения заданной точности подачи. На выходе из валковой подачи лента обкатывается измерительными роликами. Верхний ролик поджимается к ленте гидравлическим цилиндром, нижний ролик жестко связан с валком счетного устройства, передающего импульсы на электронное программное устройство.[2]»

Грейферные линейки предназначены для транспортировки в ориентированном положении штучных заготовок или полуфабрикатов в рабочую зону штампов и из штампов. Эти механизмы используют для переноса деталей по позициям штампа последовательного действия. В данной линии используются двухкоординатные грейферные линейки т. е. совершают поперечный ход для захвата полуфабрикатов и продольный для переноса полуфабрикатов по позициям.

3.3 Представление работы механической линии

«Автомат АА6136 (рисунок 3.2) предназначен для последовательной автоматической многопозиционной холодной листовой штамповки изделий из ленты или штучных заготовок с автоматическим переносом полуфабрикатов с каждой предыдущей операции (позиции) на последующую специальными захватами, закрепленными на грейферных линейках.[2]»

Исходный материал из разматывающего устройства (2) поступает в правильную клеть правильной машины (3). Разматывающее устройство удерживает рулон на позиции размотки и обеспечивает его автоматическое разматывание в темпе работы прессы. Правильное устройство пропускает материал через девять валков, расположенных в шахматном порядке, которые имеют собственный привод, сблокированный со скоростью разматывающего устройства. Правильное устройство имеет прижимной ролик (8), который фиксирует рулон по наружному контуру. Петлеобразователь (4) служит накопителем длины ленты для прерывистой подачи её в полость штампа. Петлю набирают вниз до уровня пола. Контроль величины петли осуществляется с помощью контактных датчиков, связанных электрически с валом разматывающего устройства. Датчики устанавливаются на контролируемых уровнях. Выправленная лента деформируется в петлеобразователе в упругой зоне. В зону штамповки материал подается при помощи валковой подачи (5) толкающего типа, обеспечивающей высокую точность подачи. Верхний валок имеет

возможность отходить вверх при выстое ленты. Прежде чем лента заходит в механизм валковой подачи, лента проходит через устройство для смазки (6). Затем лента попадает в ножницы (7), где обрезается отход. Включается в работу привод рейферных линеек. При этом ползун пресса находится в верхнем положении, рейферные линейки в переднем разведенном состоянии. Рейферные линейки путем продольного и поперечного перемещения, транспортируют полуфабрикат с позиции на позицию.

Удаление деталей производится при помощи рейферных линеек на склиз. Склизы для удаления деталей изготовлены по месту и закреплены на штампах.

Автомат (1) имеет два ползуна – главный и вырубной, который вместе с консольно выступающей частью стола образует выносную позицию. Здесь на отдельной съемной плите смонтированы механизмы валковой подачи, двухрядной шахматной вырубки, резки отходов (ножницы); рядом (слева) установлено устройство для подачи штучных заготовок, спереди правильное и разматывающее устройство.

Штампующее изделие транспортируется вдоль позиций рейфером. В столе автомата смонтированы пневматические подушки, на главном ползуне штамподержатели (патроны) с пневматическими выталкивателями, и предусмотрены места для встройки предохранителей.

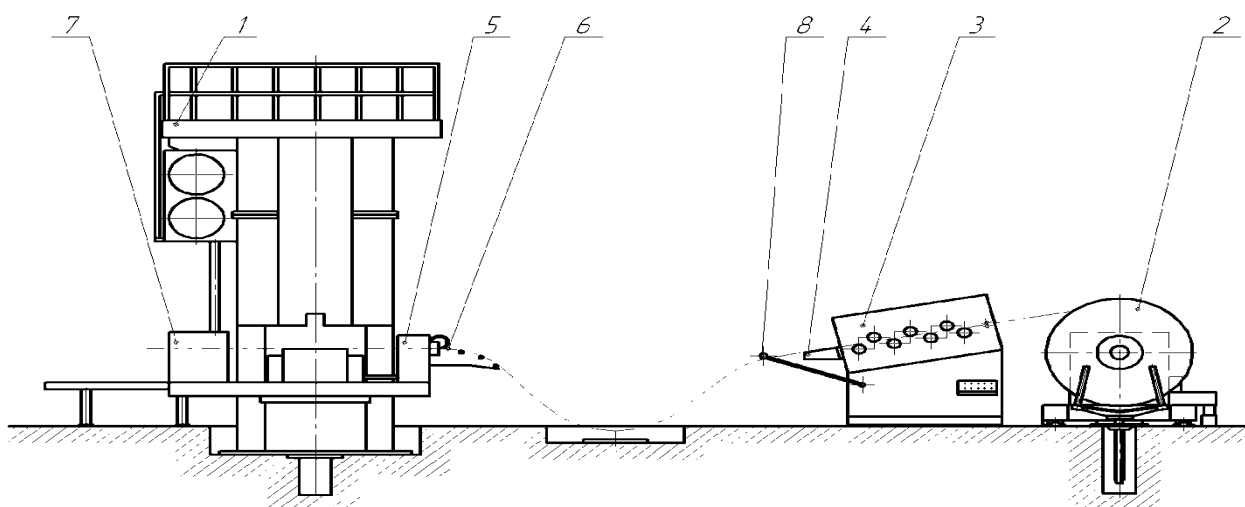


Рисунок 3.2 - Компоновочная схема комплекса

Привод от электродвигателя постоянного тока с плавной регулировкой числа ходов и замедленным (наладочным) ходом через редуктор и кривошипно-шатунный механизм, расположенные в траверсе.

Автомат снабжен системой контроля наличия заготовок на позициях устройствами, обеспечивающими безопасность при работе, системой жидкой смазки, централизованной системой управления и сигнализации, переносным пультом управления.

4 Создание конструкции штамповой оснастки

4.1 Структура, конструкция и работа штамповой оснастки

Во время производства штампа, за исключением технологичности детали, нужно обеспечить техничность сборки, кроме этого так же возможность заточки, ремонт рабочих узлов в процессе использования.

На рисунке 4.1 приведена конструкция штампа для 1-й вытяжки. Штамп смонтирован в блоке с двумя направляющими колонками, так как конструкция данного штампа сравнительно проста. Втулки направляющие (позиция 20) расположены снизу, а колонки (позиция 29) вверху. Рабочие части штампа – пуансон (позиция 7) крепится держателем (позиция 6) к нижней плите штампа (позиция 1), матрица (позиция 4) крепится двумя винтами к верхней плите (позиция 2).

Для данного штампа необходимы предварительно вырубленные овальные заготовки. Установка заготовок производится с помощью средств автоматизации – рейферных линеек. Вытяжка производится с прижимом (позиция 8) к выталкивателю матрицы (позиция 5.) По окончании операции деталь выталкивается на поверхность штампа выталкивателем за счет жесткого толкателя (позиция 22).

Транспортировка штампа осуществляется грузовыми винтами, расположенными на верхней и нижней плитах.

4.2 Используемые материалы, подобранные для изготовления деталей

вытяжного штампа

Таблица 4.1 – Используемые материалы, подобранный для изготовления деталей вытяжного штампа

Деталь штампа	П о з.	Материал	Рекомендуем ая твердость	Термическая обработка
Плита низшая	1	Сталь 35Л		Отжиг
Плита высшая	2	Сталь 35Л		Отжиг
Ловитель	3	Сталь 19 ХГН	59...63 HRC	
Матрица	4	Сталь 5ХГНМ	H 0,15...0,3	
Выталкиватель	5	Сталь У10А	55...59 HRC	
Держатель	6	Ст 45	241...285 HB	
Пуансон	7	Сталь 5ХГНМ	H 0,15...0,3	
Прижим	8	Сталь 12М1	H 0,15...0,3	
Планка	9	Ст 45	30...35 HRC	
Ловители	13,1 4,15	Сталь 19 ХГН	59...63 HRC	
Пуансон пробивной	15	У10А	59...63 HRC	
Втулка	16		46...51 HRC	
Матрица	4	5ХГНМ	51...53	Азотировани е до получения указанной твердости на глубину H=0,9...1,2 м

Продолжение таблицы 4.1

Деталь штампа	П о з.	Материал	Рекомендуемая твердость	Термическая обработка
Прижим	8	Ст12М1	49...53	Азотирование до получения указанной твердости на глубину $H = 0,9...1,2$ м
Скоба ограничительная	3	19ХГН	32...37 HRC	
Втулка направляющая	19	20Х	58...60 HRC	
Ниппели	22	40ХВН		
Толкатель	21	Ст 45	42...45 HRC	
Отлипатель	25	Сталь 45	35...40 HRC	
Матрица пробивная	26	У10А	57...61 HRC	
Державка	27	Ст 45	37...45 HRC	
Колонка	29	Сталь 20	58...60 HRC	

4.3 Определение количества и местоположения упругих компонентов штампа для 1-й вытяжки

Пружины в штампе выполняют роль извлечения заготовки из пресса. Освобождение с пуансона происходит при помощи прижима, который приводится в движение за счет жесткого выталкивателя, поэтому расчет в данном случае не производится. Но кроме вытяжки на этой операции выполняется пробивка технологических отверстий. Пробивные пуансоны снабжены отлипателями, которые приводятся в движение за счет внутренних пружин. Произведем расчет этих пружин.

Нужное усилие которое создается прижимами:

$$P_{\text{пруж}} = K_{\text{вытальк}} \cdot P_{\text{пробивки}},$$

где $K_{\text{вытальк}} = 0,02 \dots 0,06$ – коэффициент;

$P_{\text{пробивки}} = 0,056$ МН – усилие пробивки.

Требуемое напряжение, формируемое пружинами:

$$P_{\text{пруж}} = 0,03 \cdot 0,056 \text{ КН} = 0,0017 \text{ МН}.$$

4.4 Установление центра давления штампа

Для верной сбалансированной деятельности штампа нужно вытягиваемый контур разместить на матрице так, чтобы равнодействующая всех сил совпадала с осью оборудования. В противном случае в штампе возникают непредвиденные изменения (деформации) в следствии чего ломается штамп.

Альтернативный метод нахождения середины давления штампа базируется на равенстве момента равнодействующей некоторых сил сумме факторов этих сил сравнительно любой оси (рисунок 4.2).

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

где P_i - усилия на соответствующей позиции;

x_i - абсциссы центров тяжести контуров;

y_i - ординаты центров тяжести контуров;

$$\Sigma M_y = P_1^1 x_1 + P_1^2 x_2 + P_1^3 x_3 + P_1^4 x_4 + P_1^5 x_5 + P_1^6 x_6 + P_1^7 x_7$$

где $P_1^1 x_1, P_1^2 x_2, P_1^3 x_3, P_1^4 x_4, P_1^5 x_5 \dots$ - усилия на соответствующей позиции;

$x_1, x_2, x_3 \dots$ - расстояние от линии действия силы до оси ОУ.

$$x_i = \frac{0,444 \times 200 + 0,252 \times 600 + 0,253 \times 1000 + 0,158 \times 1400 +}{0,444 + 0,252 + 0,253 + 0,158 +}$$

$$\frac{0,0957 \times 1800 + 0,067 \times 2200 + 0,272 \times 2600}{0,0957 + 0,067 + 0,272} = \frac{1741,06}{1,54} = 1130 \text{ мм}$$

Центр давления штампа

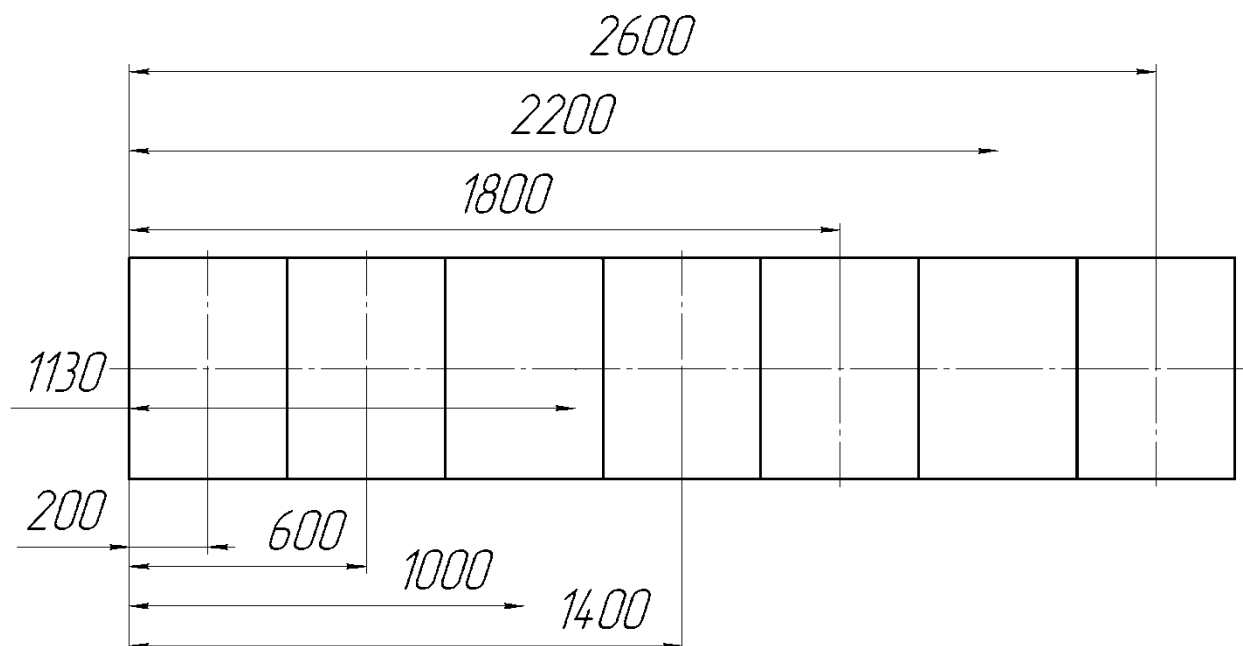


Рисунок 4.2 - Альтернативный метод нахождения середины

5. Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Технологическая оценка объекта

Таблица 5.1 - Технологический документ проекта

Технологический процесс ¹	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	2	3	4	5
Изготовление детали «Кронштейн педали сцепления»	Многопозиционная штамповка за девять операций	Штамповщик-оператор	пресс-автомат Барнаул-400 (АА6136)	Сталь 08Ю ОСВ-2Б

5.2 Распознавание производственно-технологических и рабочих профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Распознавание профессиональных рисков

Производственно-научно-техническая/или эксплуатационно-научно-техническая операция, тип выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредоносный промышленный фактор ²	Ресурс небезопасного и /или вредоносного производственного условия ³
1	2	3
Работа пресс-автомата Барнаул-400	Физический усиленная степень вибрации	Силовое (прессовое) специальное оборудование. Штамповочные процедуры
Действие линии автоматизации, Выполнение штамповочных операций	Физический-усиленная степень шума	Действие прессы. Действие штампов. Штамповочные процедуры.
Загрузочные, автотранспортные, выгрузочные работы, реализация штамповочных операций	Психофизиологические влияния	Высокая пыльность и загрязненность атмосферы рабочих зон, усиленный уровень шума и вибраций, качество освещения
Передвижение динамических частей оснащения и штамповой оснастки	Химическо-токсическое влияния	Промазывание подвижных элементов оборудования, штамповой оснастки и болванок

5.3 Способы и технические средства уменьшения профессиональных рисков

Таблица 5.3 - Организационно промышленные способы и промышленные ресурсы уменьшения негативного влияния небезопасных и вредоносных производственных условий

Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	2	3
Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники

Продолжение таблицы 5.3

Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
Психофизиологическое воздействие	Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, изоляция токоведущих частей, и расположение их на недоступной высоте, Ограждение штамповочного пространства пресса - фотоэлементами, останавливающими пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случае заклинивании грейферной подачи. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха: отопление, вентиляция, кондиционирование. Контроль параметров микроклимата. Светильники, источники света. Расчет освещения.	Спецкостюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы. Применение средств защиты органов дыхания и органов зрения.
Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски

5.4 Предоставление пожарной безопасности технологического объекта

Таблица 5.4 – Распознавание классов и небезопасных условий пожара

Место (участок), подразделение	Специальное оборудование	Класс пожара	Небезопасные условия пожара	Сопутствующие проявления условий пожара
1	2	3	4	5
Автоматизированная направленная линия пресса	Пресс-автомат Барнаул-400	В,Е	Огонь и искры; высокая температура окружающей среды, высокая концентрация ядовитых веществ горения и теплового распада, пониженная концентрация кислорода, понижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынесение(перем ыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части научно- технических направлений, оснащение, аппаратов, изделий и другого имущества

5.5 Промышленные средства предоставления пожарной безопасности

Таблица 5.5 – Промышленные ресурсы обеспечения пожарной безопасности

Основные ресурсы пожаротушения	Подвижные ресурсы пожаротушения	Неподвижные конструкции системы пожаротушения	Ресурсы пожарной автоматики	Пожарное специальное оборудование	Ресурсы личной защиты и спасения людей присутствующих при пожаре	Противопожарный механизм (механический и немеханизированный)	Пожарные подачи сигналов, связь и уведомление
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители	Пожарные машины	Водяные конструкции систем пожаротушения	Дымовые детекторы	Пожарные шланги	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (голосовые, речевые)
Песок	Пожарные мотопомпы	Газовые конструкции систем пожаротушения	Тепловые детекторы	Противопожарный специальный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели "ВЫХОД"
Кошма	Адаптированные специальные средства (тягачи, прицепы)	Порошковые конструкции систем пожаротушения	Приемно-контрольное оборудование	Колонка пожарная	Защитные костюмы	Лопаты штыковые	Ручные пожарные извещатели

5.6 Объединительные (объединительные-технические) события по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 5.6 – Объединительные (объединительные-технические) события по
обеспечению пожарной безопасности

Название научно-технологического процесса, оснащение технологического объекта	Название типов реализуемых организационных (объединительных-технических) событий	Предъявляемые условия по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые результаты
1	2	3
Листовая штамповка деталей	Подготовка персонала требования ПБ; выполнение техники безопасности; выполнение очередности метода научно-технологического процесса; присутствие средств пожаротушения; актуальное наведение порядка промасленной ветоши с рабочего участка; ограничение использования взрывоопасных материалов и компонентов; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	Высококвалифицированный штат предоставление защиты помещений системами обнаружения пожара; уведомление и эвакуации; наличие систем пожаротушения

5.7 Распознавание экологических условий технологического объекта

Таблица 5.7 – Распознавание экологических условий технического объекта

Название технологического предмета, технологического процесса	Структурные элементы технологического объекта, технологического процесса (производственного сооружения либо сооружения по функциональному назначению, научно-технические операции, специальное оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Влияние технологического объекта на атмосферу (вредоносные и небезопасные выбросы в окружающую среду)	Влияние технологического объекта на гидросферу	Влияние технологического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра земли) (формирование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
1	2	3	4	5
Многопозиционное штампование	Пресс-автомат Барнаул-400	Активное акцентирование вредоносных испарений, газов проработанной смазки, масла и скопление пыли	Переработка (утилизация) промасленной ветоши, применение смазочных материалов, при смене масла в технологических аппаратах и ряде подобных ситуаций	-

5.8 Созданные объединенные-технические события по уменьшению отрицательного антропогенного влияния технического объекта на окружающую среду

Таблица 5.8 – Созданные объединенные-технические события по уменьшению отрицательного антропогенного влияния технического объекта на окружающую среду

Название технологического объекта	1	Листовая штамповка
Событие по уменьшению негативного антропогенного влияния на атмосферу	2	Применение вытяжной вентиляции с системой очищения воздуха
События по уменьшению негативного антропогенного влияния на гидросферу	3	Усиленный контроль за процессом утилизации применяемых технологических материалов, сбор, сдача, расположение отходов производства по договорам, учреждениям имеющим лицензии на работу с отходами
События по уменьшению негативного антропогенного влияния на литосферу	4	Усиленный контроль за процессом утилизации применяемых технологических материалов, сбор, сдача, расположение отходов производства по договорам, учреждениям имеющим лицензии на работу с отходами

Вывод раздела безопасность и экологичность технического объекта

В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" произведена оценка технологического производства детали «Кронштейн педали сцепления », перечислены технологические действия, должности сотрудников, производственное и техническое специальное оборудование, используемые сырье (таблица 5.1).

Проделано распознавание профессиональных рисков по используемому технологическому процессу листовой штамповки детали «Кронштейн педали сцепления» согласно типам изготавливаемых работ. В качестве небезопасных и вредоносных производственных условий идентифицировано: усиленная степень вибрации и шума, производственный электротравматизм, токсическое влияние (таблица 5.2). Изобретены объединительно-технические события, содержащие промышленные устройства уменьшение профессиональных рисков, а точнее инструктаж по технике безопасности, использование средств автоматизации, промазка трущихся элементов оснащения и штамповой оснастки, модернизирование в конструкции фундамента здания, виброизоляция, контроль. Выбраны ресурсы личной защиты для персонала (таблица 5.3)

Вычислены события по обеспечению пожарной безопасности производственного помещения. Проведено распознавание классов пожара и небезопасных условий пожара и вычисление средств и мер по предоставлению пожарной безопасности (таблица 5.5). Разработаны события по обеспечению пожарной безопасности в промышленном здании (таблица 5.6).

Идентифицированы научно-технические условия (таблица 5.7) и разработаны события по предоставлению экологической безопасности на производстве (таблица 5.8).

6 Экономическая часть

6.1 Оценка вариантов

В этой части дипломного проекта следует осуществить сопоставительные исследования 2-ух альтернатив производства детали 2110-1602068 «Кронштейн педали сцепления».

Основной вид – классическая штамповка на 10-и единицах оснащения с переходной транспортировкой. Первое действие–вырубка – выполняется на прессе Раскин с напряжением 1,75 МН. Дальнейшие девять действий: первая вытяжка, вторая вытяжка, правка, пробивка, отбортовка, разбортовка, осадка, обрезка и пробивка, клиновая пробивка прессах К 2330 напряжением 1,0 МН. Тип производства – серийный. Условия труда – тяжелые (ручной вид труд).

Расчетный вид – штампование в одной единице оснащения, с применением многопозиционного пресса Барнаул с напряжением 4,0 МН.. Тип производства – серийный. Условия труда – нормальные.

6.2 Вычисление себестоимости штамповой оснастки

Таблица 6.1 - Калькуляция изготовления вытяжного штампа

№	Название	Обозначение	Сумма, руб.	Примечание
1	Материальные расходы	М	136500	
2	Транспортно-заготовительные затраты	ТЗР	2	0,22% от М
3	Основная зарплата сотрудников	$З_{пл}^{осн.}$	79750	Ст=145руб. Тн/ч = 550н/ч
4	Единый соц.налог	Сс	24722	31% от $З_{пл}^{осн.}$
5	Расходы на содержание оснащения	РСО	61304	76,87% от $З_{пл}^{осн.}$
6	Цеховые расходы	Рцех	66982	83,99% от $З_{пл}^{осн.}$
	Итого цеховая себестоимость	Сцех	371988	

- калькуляции остальных штампов рассчитываются аналогично.

6.3 Вычисление себестоимости производства и изготовления продукции

Таблица 6.2 - Общие исходные данные

№	Показатель	Обозначение	Значение
1.	Годичный проект выпуска, шт.	N_{Γ}	247000
2.	Эффективный фонд трудового периода работы, %от $\Phi_{\text{э}}$	$\Phi_{\text{э.р.}}$ $\Phi_{\text{э}}$	1142 3809
3.	Коэффициент выполнения норм	$K_{\text{вн}}$	1,1
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{\text{мн}}$	1,0
5.	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	$K_{\text{о}}$	11,8
6.	Коэффициент монтажа: - в себестоимости - в капитальных вложениях	$K_{\text{монт}}$	1,1 0,1
7.	Цена материала, руб./кг	$\Pi_{\text{м}}$	30
8.	Цена отходов, руб./кг	$\Pi_{\text{отх}}$	1,143
9.	Коэффициент транспортно- заготовитель- ных операций	$K_{\text{тз}}$	1,014
10.	Коэффициенты доплат по заработной плате		
А)	До часового фонда зарплаты	$K_{\text{доп}}$	1,08
Б)	За профессиональное мастерство	$K_{\text{пф}}$	1,15
В)	За условия труда	$K_{\text{у}}$	1,2
Г)	За вечерние и ночные часы	$K_{\text{н}}$	1,1
Д)	Премияльные	$K_{\text{пр}}$	1,1
Е)	На социальное страхование	$K_{\text{с}}$	1,31

Продолжение таблицы 6.2

№	Показатель	Обозначение	Значение		
Ж)	Итого общий коэффициент доплат $K_{зпл} = K_{доп} \cdot K_{пф} \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{пр} \cdot K_c$	$K_{зпл}$	2,36		
11.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	K_M	0,8		
12.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	K_B	0,7		
13.	Коэффициент потерь в сети	$K_{п}$	1,03		
14.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{од}$	0,8		
15.	Выручка от реализации, % от Ц:				
	- изношенного оборудования	B_p	5		
	- изношенного штампа	$B_{р.и.}$	15		
16.	Норма амортизации, %	$Н_a$	10		
17.	Коэффициент цеховой	$K_{цех}$	1,5		
18.	Часовая тарифная ставка, руб./час.	C_T	66,71	79,89	145
19.	Цена электроэнергии, руб./кВт	$C_{э}$	3,8		
20.	Цена площади, руб./м ²	$C_{пл}$	4500		
21.	Норматив экономической эффективности	E_n	0,33		

Таблица 6.3 - Эксплуатационные данные оснащения

№	Название оснащения	Усилие, МН	$T_{шт}$, мин.	$T_{маш}$, мин.	M_y , кВт	Площадь, м ²	Цена, руб.
1.	Раскин	1,75	0,03	0,016	30	5,24	698500
2.	К 2330	1,0	0,3	0,066	10	12,04	250000
3.	Барнаул	4,0	0,125	0,067	75	25,98	752000

Таблица 6.4 - Исходные данные об оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа $T_{шт.}$, ударов.	Стоимость штампа $C_{шт.}$, руб.
	Основной		
1.	Штамп для вырубки	600000	379804
2.	Штамп для 1-ой вытяжки и пробивки	1400000	385622
3.	Штамп для 2-ой вытяжки	1400000	361301
4.	Штамп для правки	1200000	326025
5.	Штамп для пробивки	600000	392886
6.	Штамп для отбортовки	1200000	366980
7.	Штамп для разбортовки	1200000	384134
8.	Штамп для осадки	1200000	363803
9.	Штамп для обрезки и пробивки	800000	443189
10.	Штамп для клиновой пробивки	400000	447528
	Расчетный		
1.	Штамп для вырубки	1600000	306120
2.	Штамп для 1-ой вытяжки и пробивки	1600000	371988
3.	Штамп для 2-ой вытяжки	1600000	400530
4.	Штамп для правки	1600000	352000
5.	Штамп для пробивки	1600000	320000
6.	Штамп для отбортовки	1600000	307000
7.	Штамп для обрезки	1600000	360251
8.	Штамп для пробивки	1600000	303613
9.	Штамп для разбортовки	1500000	319069
10.	Штамп для осадки	1500000	305670
11.	Штамп для клиновой пробивки	1500000	369103

Вычислительные сведения

1. Эффективный фонд периода работы оснащения:

$$\Phi_э = (D_p \cdot T_{см} - D_{пр} \cdot T_{сок}) \cdot C(1-B),$$

Где: D_p – рабочие дни; $T_{см}$ – длительность смены; $D_{пр}$ – праздничные дни;

$T_{\text{сок}}$ – сокращение в праздничный день;

C – число смен;

B – коэффициент, рассматривающий время на восстановление оснащения.

$$\Phi_3 = (247 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 2(1 - 0,05) = 3809 \text{ ч.}$$

2. Эффективный фонд времени рабочего:

$$\Phi_{3, \text{р.}} = 30\% \cdot \Phi_3 = 1142 \text{ ч.}$$

6.4 Вычисление необходимого количества оснащения, коэффициента его загрузки, число рабочих-операторов и необходимое количество штамповой оснастки

Таблица 6.5 - Вычисления необходимого количества оснащения, коэффициента его загрузки, число рабочих-операторов и необходимое количество штамповой оснастки

№	Характеристики	Вычислительные формулы и расчет	Значение показателя	
			Сущес- тв.	Расчет- ный
1.	Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{г} / (\Phi_3 \cdot K_{вн} \cdot 60)$ $n_{об1}^{баз} = 0,03 \cdot 247000 / (3809 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,027$ $n_{об2}^{баз} = 0,3 \cdot 247000 / (3809 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,27$ · 9оп.	1	1
		$N_{об1}^{пр} = 0,125 \cdot 247000 / (3809 \cdot 1,2 \cdot 60) = 0,112$	9	1

Продолжение таблицы 6.5

№	Характеристики	Вычислительные формулы и расчет	Значение показателя	
			Сущес- тв.	Расчет- ный
2.	Коэффициент загрузки оборудования исполнением данной операции	$K_3 = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$ $K_{31}^{баз} = 0,027/1$ $K_{32}^{баз} = 0,27/1$ $K_{31}^{пр} = 0,112/1$	0,027 0,27	0,112
3.	Количество работников-операторов, требуемых для изготовления годовой программы деталей, чел.	$P_{оп} = [t_{шт} \cdot N_{г} \cdot (1 + \kappa_o / 100)] / (\Phi_{эр} \cdot \kappa_{мн} \cdot 60)$ $P_{оп1}^{баз} = [0,03 \cdot 247000 \cdot (1 + 1,8/100)] / (1142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,087 \approx 1 \cdot 1 \text{ оп} \cdot 2 \text{ см.}$ $P_{оп2}^{баз} = [0,3 \cdot 247000 \cdot (1 + 11,8/100)] / (1142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,87 \approx 1 \cdot 9 \text{ оп} \cdot 2 \text{ см.} + 2$ $P_{оп1}^{пр} = [0,125 \cdot 247000 \cdot (1 + 11,8/100)] / (1142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,36 \approx 2 \cdot 2 \text{ см.}$	2 20	4
	* согласно производственной потребности необходимо 2-е работников-операторов – 5-го разряда, (один на укладке)			
4.	Количество штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $N_{шт}^{баз}_{оп.1,5} = 247000/600000 = 0,411 \approx 1$ $N_{шт}^{баз}_{оп.2,3} = 247000/1400000 = 0,176 \approx 1$ $N_{шт}^{баз}_{оп.4,6,7,8} = 247000/1200000 = 0,206$ $N_{шт}^{баз}_{оп.9} = 247000/800000 = 0,309$ $N_{шт}^{баз}_{оп.10} = 247000/400000 = 0,620$ $N_{шт}^{пр}_{оп.1-8} = 247000/1600000 = 0,154$ $N_{шт}^{пр}_{оп.9-11} = 247000/1500\ 000 = 0,165$	1 1 1 1 1	1 1

6.5 Вычисление капитальных вложений

Таблица 6.6 – Вычисление капитальных вложений

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение	
			Основной	Расчетный
1.	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot C_{об.} \cdot K_3$ $K_{об1.}^{баз} = 1 \cdot 698500 \cdot 0,027 = 18859,5$ $K_{об2.}^{баз} = 9 \cdot 250000 \cdot 0,27$ $K_{об1}^{пп} = 1 \cdot 752000 \cdot 0,112$	18859,5 607500	84224
2.	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_M = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_M^{баз} = 18859,5 \cdot 0,25$ $K_M^{баз} = 607500 \cdot 0,25$ $K_M^{пп} = 84224 \cdot 0,25$	4714,8 151875	21056

Продолжение таблицы 6.6

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение	
			Основной	Расчетный
				й
	Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_{и} = \Pi_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и}^{баз} = 379804 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 385622 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 361301 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 326025 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 392886 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 366980 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 384134 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 363803 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 443189 \cdot 1$ $K_{и}^{баз} = 447528 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 306120 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 371988 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 400530 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 350000 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 350200 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 307000 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 360251 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 303613 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 319069 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 305670 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 369103 \cdot 1$	3 851 272	3 743544
	Затраты на производственную площадь	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot \Pi_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл}^{баз} = 1 \cdot 5,24 \cdot 4500 \cdot 0,027$ $K_{пл}^{баз} = 9 \cdot 12,04 \cdot 4500 \cdot 0,27$ $K_{пл}^{пр} = 1 \cdot 25,98 \cdot 4500 \cdot 0,112$	636,7 131657,4	13093,9
	Итого	$K_{соп} = K_{м} + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз} = 156589,8 + 3851272 + 132294,1$ $K_{соп}^{пр} = 21056 + 3743544 + 13093,9$	4140155,9	3777694
3.	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз} = 626359,5 + 4140155,9$ $K_{общ}^{пр} = 84224 + 3777694$	4766515,4	3861918
4.	Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_r$ $K_{уд}^{баз} = 4766515,4 / 247000$ $K_{уд}^{пр} = 3861918 / 247000$	19,29	15,63

6.6 Вычисление себестоимости сравниваемых вариантов

Таблица 6.7 – Вычисление себестоимости сравниваемых вариантов

№	Показатель	Вычисление и формула	Значение показателя	
			Основной	Расчет.
1.	Основные использованные материалы за исключением отходов, руб.	$M = (M_3 \cdot \Pi_M \cdot K_{ГЗ}) - (M_{отх} \cdot \Pi_{отх})$ $M^{баз} = (0,55 \cdot 30 \cdot 1,014) - (0,12 \cdot 1,143)$ $M^{пр} = (0,42 \cdot 30 \cdot 1,014) - (0,073 \cdot 1,143)$	16,6	12,7
2.	Заработная плата работников-операторов, руб.	$З_{пл} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3 / N_T$ $З_{пл}^{баз} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,027 / 247000$ $З_{пл}^{баз} = 20 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,27 / 247000$ $З_{пл}^{пр} = 4 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,112 / 247000$	0,2 3,9	0,39
3.	Затраты на амортизацию и текущий восстановление оснащения, руб.	$P_A = [(\Pi_{об} \cdot (1 - B_p)) \cdot H_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3] / (\Phi_3 \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100)$ $P_{A1}^{баз} = 1 \cdot [(698500 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,03 \cdot 1,3] / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100)$ $P_{A2}^{баз} = 9 \cdot [(250000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 1,3] / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100)$ $P_{A1}^{пр} = [(752000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,125 \cdot 1,3] / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100)$	0,0094 0,3	0,042

Продолжение таблицы 6.7

№	Показатель	Вычисление и формула	Значение показателя	
			Основной	Расчет.
4.	Затраты на Электро-энергию, руб.	$P_э = (M_y \cdot t_{\text{маш}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot C_э) / (КПД \cdot 60)$ $K = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 = 0,519$ $P_{э1}^{\text{баз}} = (30 \cdot 0,016 \cdot 0,519 \cdot 3,8) / (0,75 \cdot 60)$ $P_{э2}^{\text{ба}} = 9 \cdot (10 \cdot 0,066 \cdot 0,519 \cdot 3,8) / (0,75 \cdot 60)$ $P_{э1}^{\text{пр}} = (75 \cdot 0,067 \cdot 0,519 \cdot 3,8) / (0,75 \cdot 60)$	0,02 0,2 0,22	0,17
5.	Затраты на штамповый инструмент, руб.	$P_{\text{и}} = (C_{\text{шт}} \cdot [1 - B_{\text{р.и.}}]) / T_{\text{и. шт.}}$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (379804 \cdot [1 - 0,15]) / 600000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (385622 \cdot [1 - 0,15]) / 1400000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (361301 \cdot [1 - 0,15]) / 1400000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (326025 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (392886 \cdot [1 - 0,15]) / 600000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (366980 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (384134 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (363803 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (443189 \cdot [1 - 0,15]) / 800000$ $P_{\text{и}}^{\text{баз}} = (447528 \cdot [1 - 0,15]) / 400000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (306120 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (371988 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (400530 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (350000 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (350200 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (307000 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (360251 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (303613 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (319069 \cdot [1 - 0,15]) / 1500000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (305670 \cdot [1 - 0,15]) / 1500000$ $P_{\text{и}}^{\text{пр}} = (369103 \cdot [1 - 0,15]) / 1500000$	0,538 0,23 0,219 0,23 0,57 0,26 0,27 0,26 0,47 0,95 3,997	0,16 0,24 0,2 0,18 0,18 0,16 0,19 0,16 0,18 0,17 0,21 2,03

Продолжение таблицы 6.7

№	Показатель	Вычисление и формула	Значение показателя	
			Основной	Расчет.
6.	Затраты на содержание и использование производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_{yy} \cdot n_{об} \cdot \Pi_{пл} \cdot K_3 / N_{г}$ $P_{пл}^{баз} = 5,24 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,027 / 247000$ $P_{пл}^{баз} = 12,04 \cdot 9 \cdot 4500 \cdot 0,27 / 247000$ $P_{пл}^{пр} = 25,98 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,112 / 247000$	0,0025 0,5	0,05
7.	Затраты на заработную плату наладчика, руб.	$З_{нал} = (n_{об} \cdot C_{т} \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_{г})$ $З_{нал}^{баз} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,027) / (4 \cdot 247000)$ $З_{нал}^{баз} = (9 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,27) / (8 \cdot 247000)$	0,005 0,23	
	Итого: Технологическая себестоимость, руб.	$C_{тех} = M + З_{пл} + P_A + P_3 + P_{И} + P_{пл} + З_{нал}$ $C_{тех}^{баз} = 16,6 + 4,1 + 0,3094 + 0,22 + 3,997 + 0,5025 + 0,235$ $C_{тех}^{пр} = 12,7 + 0,39 + 0,042 + 0,17 + 2,33 + 0,05$	25,96	15,68
8.	Цеховые расходы, руб.	$P_{цех} = З_{пл} \cdot K_{цех}$ $P_{цех}^{баз} = 4,1 \cdot 1,72$ $P_{цех}^{пр} = 0,39 \cdot 1,72$	7,052	0,67
	Всего: Цеховая себестоимость, руб.	$C_{цех} = P_{цех} + C_{тех}$ $C_{цех}^{баз} = 25,96 + 7,052$ $C_{цех}^{пр} = 15,68 + 0,67$	30,0	16,36

6.7 Структура себестоимости продукта сопоставимых вариантов

Таблица 6.8 – Структура себестоимости продукта сопоставимых вариантов

№	Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
		Основной	Расчетный	Основной	Расчетный
1.	Материалы	16,6	12,7	50	78
2.	Основная зарплата	4,1	0,39	11,8	2,38
3.	Расходы на содержание оборуд.	0,394	0,042	5,52	0,27
4.	Расходы на электроэнергию	0,04	0,17	1,19	1,04
5.	Расходы на производственную площадь	0,5025	0,05	1,52	0,03
6.	Расходы на штамповую оснастку	3,997	2,33	12,1	14,2
7.	Цеховые расходы	7,052	0,67	21,36	4,1
	Цеховая себестоимость	33,0	16,6	100	100

6.8 Вычисление показателей экономической эффективности проектируемого варианта

Таблица 6.9 – Вычисление показателей экономической эффективности
проектируемого варианта

№	Показатель	вычисление и формула	Значение показателя	
1.	Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} =$ $(33 - 16,36) \cdot 247000$	4110008	
2.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 33 + 0,33 \cdot 19,29$ $Z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 16,36 + 0,33 \cdot 15,63$	39,36	21,52
3.	Срок окупаемости капвложений, год	$T_{\text{ок}} = K_{\text{и}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}} =$ $3743544 / 4110008 = 0,9$	≈ 1	
4.	Годовой экономический эффект, руб.	$\mathcal{E}_{\text{г}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} = (39,36$ $- 21,52) \cdot 247000$	4406480	

Вывод экономической части

В результате использования нового технологического процесса изготовления детали «Кронштейн педали сцепления» автомобиля было выявлено, что себестоимость детали изменилась с 33 руб. до 16,36 руб. на 16,64 руб., т.е. снизилась на 51,6%.

На основе расчета и анализа затрат на изготовление продукции, можно сделать вывод, что снижение себестоимости происходит за счет следующих факторов:

- уменьшение затрат на материалы за счет увеличения КИМ;
- уменьшение трудоемкости
- снижения затрат на основную заработную плату рабочих за счет уменьшения их численности.

При этом технологический эффект (условно годовая экономия) составит 4,11 млн. рублей. Годовой экономический эффект от перевода изготовления детали на пресс-автомат составляет 4,4 млн. руб. Срок окупаемости капитальных вложений на штамповую оснастку – в пределах 1-го года.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе процесс изготовления детали «Кронштейн педали сцепления» автомобиля был переведен в автоматический режим. Был произведен выбор оборудования для проведения штамповочных операций – многопозиционный пресс-автомат, подобраны средства автоматизации, сконструирована штамповая оснастка, рассмотрена безопасность и экологичность проекта и его экономическая эффективность.

Как показали расчеты и исследования автоматизация технологического процесса, имеет ряд преимуществ. Так детали являются более качественными, уменьшается трудоемкость, стойкость штамповой оснастки увеличивается, освобождаются производственные площади, в результате всего значительно уменьшается себестоимость изготовления детали. Исследования по безопасности и экологичности проекта показали, что данный технологический процесс является более предпочтительным, чем базовый используемый в производстве, так как устраняются многие опасные и вредные производственные факторы, условия работы рабочих улучшаются. Таким образом, были достигнуты цели и задачи выпускной квалификационной работы.

Литература

1. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с., ил.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
4. Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
5. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
6. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
7. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
8. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.- 408 с.
9. Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.
10. Якуничев Е.В. Технология холодной штамповки. Сборник задач. – Тольятти: ТолПИ, 1991.
11. Скрипачев А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеев. – Тольятти: ТолПИ, 1992.
12. Попов Е.А. Теория листовой штамповки. – Л.: Машиностроение, 1973. – 430 с.

13. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки. – Тольятти: ТГУ, 2002. –65 с.
14. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти изд-во ТГУ, 2016
15. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 423 с.
16. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В.Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007.-19 с.
17. 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.
18. 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.
19. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
20. Situ, Q., Jain, M., Bruhis, M., A New Approach to Obtain Forming Limits of Sheet Materials, ESAFORM 2006, pp. 299–302, Glasgow, United Kingdom, April 26–28, 2006.
21. Takuda, H, Forming Limit Prediction of Sheet Metals by Means of Some Criteria for Ductile Fracture, ESAFORM 2003, pp. 171–174, Salerno, Italy, April 28–30, 2003.

Приложение

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						<u>Документация</u>		
	A0				17.BP.COMДyРП.599.61.00.000СБ	Комплекс оборудования		
						<u>Сборочные единицы</u>		
Станд. №				1	17.BP.COMДyРП.599.61.01.000	Пресс	1	
				2	17.BP.COMДyРП.599.61.02.000	Разматывающее устр-во (Рулонница)	1	
				3	17.BP.COMДyРП.599.61.03.000	Правильно-подающее устройство	1	
				4	17.BP.COMДyРП.599.61.04.000	Ролеганг(компенсатор)	1	
				5	17.BP.COMДyРП.599.61.05.000	Валковая подача		
				6	17.BP.COMДyРП.599.61.06.000	Ролеганг приемный	1	
				7	17.BP.COMДyРП.599.61.07.000	Редуктор привода грейферных линеек	1	
							1	
Подл. и дата				8	17.BP.COMДyРП.599.61.08.000	Прижимной рычаг	1	
				9	17.BP.COMДyРП.599.61.09.000	Подъемный стол	1	
				10	17.BP.COMДyРП.599.61.10.000	Направляющие	1	
				11	17.BP.COMДyРП.599.61.11.000	Тара для деталей	1	
				12	17.BP.COMДyРП.599.61.12.000	Электрошкаф	1	
Инв. № дубл.	A1			13	17.BP.COMДyРП.599.61.13.000	Штамп первой вытяжки	1	
				14	17.BP.COMДyРП.599.61.14.000	Штамп второй вытяжки	1	
				15	17.BP.COMДyРП.599.61.15.000	Штамп правки	1	
Взам. инв. №				16	17.BP.COMДyРП.599.61.16.000	Штамп прошивки	1	
				17	17.BP.COMДyРП.599.61.17.000	Штамп отбортровки	1	
				18	17.BP.COMДyРП.599.61.18.000	Штамп прошивки	1	
Подл. и дата				19	17.BP.COMДyРП.599.61.19.000	Штамп обрезки	1	
				20	17.BP.COMДyРП.599.61.20.000	Штамп вырубki	1	
Инв. № подл.								
	Изм./Лист							
	Разраб.	ПоляшкинЯ.И.						
	Проб.	СмолинЕ.А.						
	Н.контр.	ВиткаловВ.Г.						
	Утв.	ЕльцовВ.В.						
						17.BP.COMДyРП.599.61.00.000		
						Комплекс оборудования (вид общий)	Лит. 1	Лист 1
							Листов 1	
							ТГУИМ	
							грМСдз-1231	

Формат Зона Лаз.		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
			Документация			
A1		17.БР.СОМДиРП.599.62.13.000.СБ	Сборочный чертеж	1*		
			Детали			
01	1	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.001	Плита нижняя	1		
01	2	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.002	Плита верхняя	1		
01	3	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.003	Ловитель	1		
01	4	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.004	Матрица	1		
01	5	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.005	Выталкиватель	1		
01	6	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.006	Держатель	1		
01	7	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.007	Пуансон	1		
01	8	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.008	Прижим	1		
01	9	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.009	Планка	1		
03	10	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.010	Ловитель	1		
03	11	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.011	Ловитель	1		
03	12	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.012	Ловитель	1		
03	13	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.013	Плита	1		
04	14	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.014	Планка	2		
07	15	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.015	Пуансон	2		
07	16	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.016	Втулка	2		
02	17	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.017	Планка	1		
01	18	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.018	Скоба огранич.	2		
01	19	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.019	Втулка	2		
01	20	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.020	Втулка	4		
01	21	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.021	Ниппель	1		
04	22	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.022	Толкатель	1		
05	23	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.023	Толкатель	4		
05	24	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.024	Центровик	1		
01	25	17.БР.СОМДиРП.599.62.13.025	Отлипател	1		
		17.БР.СОМДиРП.599.62.13.000				
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб.		Полешкин Я.И.				
Пров.		Смолин Е.Л.				
Н.контр.		Виткалов В.Г.				
Утв.		Ельцов В.В.				
Штамп для первой вытяжки				Лит.	Лист	Листов
				Д	1	2
				ТГУИМ г.МСДЗ-1231		
Копировал				Формат А4		

[illegible]