

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 «Соединитель порога пола»

Студент(ка)

Е.А. Белоглазкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

«_____» _____ 20____ г.

Тольятти 2016

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

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

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

_____ В.В. Ельцов
(подпись) (И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Белоглазкин Е.А

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Соединитель порога пола».

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе «Соединитель порога пола».

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, штамповая оснастка.

6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта
_____ (Л.Н. Горина) 2. Экономическая часть _____ (И.В. Краснопевцева) 3.
Нормоконтроль _____ (В.Г. Виткалов)

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ А.В. Скрипачев
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ Е.А. Белоглазкин
(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
Зав.кафедрой «СОМДиРП»
_____ В.В. Ельцов
« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студент Белоглазкин Евгений Анатольевич
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Соединитель порога пола»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных	07.05.16	09.05.16	выполнено	
2. Технологическая часть	09.05.16	11.05.16	выполнено	
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	13.05.16	16.05.16	выполнено	
4. Конструкторская часть	17.05.16	20.05.16	выполнено	
5. Безопасность жизнедеятельности	21.05.16	25.05.16	выполнено	
6. Экономическая часть	27.05.16	30.05.16	выполнено	
7. Подготовка чертежей по технологии	01.06.16	04.06.16	выполнено	
8. Подготовка чертежей оборудования	06.06.16	11.06.16	выполнено	
9. Подготовка чертежей оснастки	13.06.16.	17.06.16	выполнено	
10. Подготовка к защите	с 20.06.16. -29.06.16			

Руководитель выпускной квалификационной работы
Задание принял к исполнению

_____ (подпись)	А.В. Скрипачев _____ (И.О. Фамилия)
_____ (подпись)	Е.А Белоглазкин _____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе разработан технологический процесс и спроектирована штамповая оснастка для изготовления детали «соединитель порога пола» легкового автомобиля.

При проведении анализа технологического процесса, был определен его недостаток, заключающийся в больших экономических затратах на производство детали. Было принято решение уменьшить размеры заготовки и соответственно увеличить коэффициент использования, что позволило нам скорректировать экономические затраты на изготовление детали. В технологической части проекта проведена проверка детали на технологичность, определены формы и размеры исходной заготовки, коэффициент использования металла, а также рассчитаны энергосиловые параметры по операциям проектной технологии. Далее в работе был произведен выбор требуемого технологического оборудования и приведены его технические характеристики. По штамповой оснастке определены исполнительные размеры рабочих частей штампа. Также в данной работе изложены мероприятия по охране труда. В экономической части рассчитана себестоимость изготовления детали «Соединитель порога пола», определены размеры капиталовложений для ее производства по базовой и проектной технологиям, проведено их сравнение.

СОДЕРЖАНИЕ

1	АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1	Анализ технологичности детали	8
1.2	Анализ технологического процесса изготовления детали	15
1.3	Задачи бакалаврской работы	16
2	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1	Схема технологического процесса	18
2.2	Определение формы и размеров исходной заготовки	18
2.3	Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла.....	20
2.4	Определение энергосиловых параметров штамповки.....	23
3	ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ	25
3.1	Выбор типоразмера и основные технические характеристики	27
3.2	Выбор средств механизации или автоматизации.....	29
3.3	Описание работы автоматической линии и планировка участка штамповки	32
4	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	36
4.1	Состав и конструкция штамповой оснастки.....	36
4.2	Описание работы штамповой оснастки	36
4.3	Прочностные расчеты деталей штампов.....	37
4.4	Определение исполнительных размеров инструмента.....	38
5	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ..	40
5.1	Технологическая характеристика объекта.....	40
5.2	Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	40
5.3	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.	41
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	43
6	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
6.1	Сравнительный анализ технологических вариантов	49
6.3	Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки.....	52
6.4	Расчет капитальных вложений	53
6.5	Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали.....	54
6.6	Экономическая эффективность.....	55
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
	ПРИЛОЖЕНИЕ	60

ВВЕДЕНИЕ

Обработка металлов давлением является одним из наиболее прогрессивных технологических процессов производства; она имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов, как в технологическом, так и в экономическом отношении[2].

В технологическом отношении ОМД позволяет:

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

В экономическом отношении ОМД обладает следующими преимуществами:

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

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

Разработка технологических процессов ОМД и проектирование штампов неразрывно связаны между собой[2].

Штамповка деталей путем выполнения нескольких отдельных операций чаще всего невыгодна, поэтому применяют методы комбинированной штамповки, одновременно две и более операций[2].

Последовательная штамповка объединяет несколько различных операций (переходов), осуществляемых последовательно отдельным инструментом за несколько ходов пресса при перемещении заготовки между ними[2].

При совмещенной штамповке одновременно выполняется несколько операций за один ход пресса и за одну установку заготовки в штампе[2].

Таким образом, разработка технологических процессов листовой и объемной штамповки очень важна[2].

В данной бакалаврской работе проведена разработка технологического процесса изготовления детали «Соединитель порога пола» автомобиля, проведены экономические расчеты, проведен анализ безопасности и экологичности проекта.

Целью данной бакалаврской работы является снижение себестоимости изготовления детали путём изменения раскроя.

1 АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ технологичности детали

Технологичность – это совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простое и экономическое изготовление деталей при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним[2].

Основные эксплуатационно-технические требования к листовым штампованным деталям следующие:

- полное соответствие конструкции по назначению и условиям эксплуатации детали;
- обеспечение требуемой прочности и жесткости при минимальном расходе металла;
- обеспечение необходимой точности и взаимозаменяемости;
- соответствие специальным физическим, химическим или техническим условиям[2].

К основным показателям технологичности относятся:

- наибольший коэффициент использования металла;
- наименьшее количество и низкая трудоемкость операций;
- отсутствие последующей механической обработки;
- наименьшее количество требуемого оборудования и производственных площадей;
- наименьшее количество оснастки, сокращение сроков и затрат на ее изготовление;
- увеличение производительности труда[2].

Результативным показателем технологичности является себестоимость штампованных деталей.

Поскольку структура и соотношение элементов себестоимости (материал, заработная плата, отчисления, налоги и так далее) зависят от серийности производства и его специфики, то понятие технологичности неразрывно связано с конкретным производством. Так, технологическая конструкция в условиях мелкосерийного производства может оказаться нетехнологичной в массовом производстве и наоборот[2].

К конструкции листовых штампованных деталей предъявляются следующие технологические требования:

- механические свойства листового материала должны соответствовать не только требованиям прочности, жесткости, жаропрочности и др., но также процессу формоизменения и характеру пластических деформаций[2];
- так как в процессе пластической деформации происходит упрочнение металла, значительно повышающее его прочностные характеристики, то в качестве исходного возможно применение материала более пластичного и менее прочного или меньшей толщины[2];
- повышение жесткости и несущей способности штампованных деталей целесообразно осуществлять созданием специальных элементов: ребер жесткости, отбортовок, формовок и т.п[2].;
- конструкция детали или ее развертка (форма заготовки) должна обеспечивать высокий коэффициент использования металла[2];
- одновременная или последующая штамповка сопутствующих деталей из отходов раскроя, обрезки, вырубки–пробивки[2];
- унификация и уменьшение ассортимента применяемых марок и сортамента листового материала[2];
- применение штампованных конструкций взамен литых, кованных и т.д[2].;

- уменьшение количества отдельных деталей в узле, за счет использования цельноштампованных деталей;
- применение штампосборочных операций: расклепка, отбортовка, высадка, загибка и т.п.;
- соответствие допусков на размеры штампованных деталей экономической точности операций холодной штамповки (11...12 квалитеты). В случае необходимости повышения точности вводятся дополнительные операции (чеканка, правка, калибровка, зачистка и т.п.)[2].

К данной детали (Рисунок 1.1) предъявляются следующие требования:

- соответствие размеров детали чертежу;
- малые упругие деформации;
- технологичность конструкции.

Операция 10: производится вырубка заготовки детали.

Операция 20¹: производится вытяжка.

Операция 20² : обрезка по контуру, пробивка отверстий

Расстояния между отверстиями при одновременной их пробивке $B \geq 3S$, где B – расстояние между отверстиями. В нашем случае $B = 250$ мм (Рисунок 1.2, а), $3S = 3,6$ мм, таким образом получаем: $250 \text{ мм} \geq 3,6 \text{ мм}$. Наименьшее расстояние от края отверстия до загнутой полки $a \geq 1+2S$, где r -радиус изгиба. В нашем случае $a = 10,77$ мм (Рисунок 1.2, б) ,получаем: $10,77 \text{ мм} \geq 3,4 \text{ мм}$. В вытянутых деталях, имеющих отверстия в дне или фланце, пробиваемые после вытяжки, расстояние от стенки детали до края отверстия $s \geq r+0,5S$, где r – радиус закругления дна или фланца. В нашем случае $18,7 \text{ мм} \geq 2,5 \text{ мм}$ (Рисунок 1.2, в)

Расстояния между отверстиями удовлетворяют требованиям технологичности.

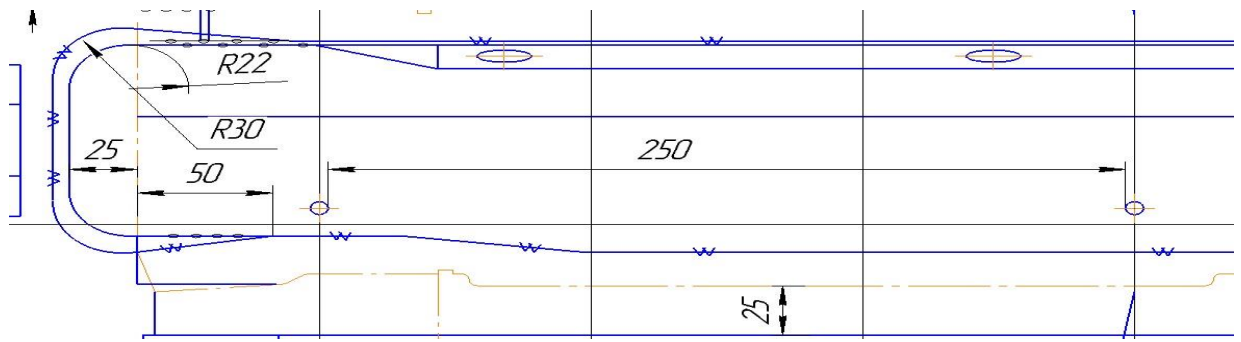
Операция 20³: правка

Операция 20⁴ : пробивка отверстий

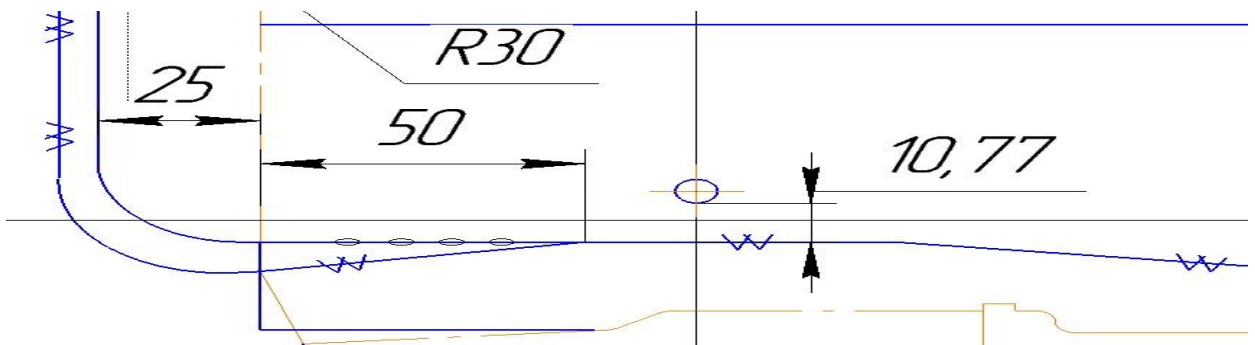
Расстояния между отверстиями при одновременной их пробивке $B \geq 3S$, где B – расстояние между отверстиями. В нашем случае $B = 160$ мм (Рисунок 1.2, г), таким образом получаем: $160\text{мм} \geq 3,6\text{мм}$. Наименьшее расстояние от края отверстия до загнутой полки $a \geq 1+2S$, где r -радиус изгиба. $34\text{мм} \geq 3,4\text{мм}$ (Рисунок 1.2, д) Расстояния между отверстиями удовлетворяют требования технологичности.



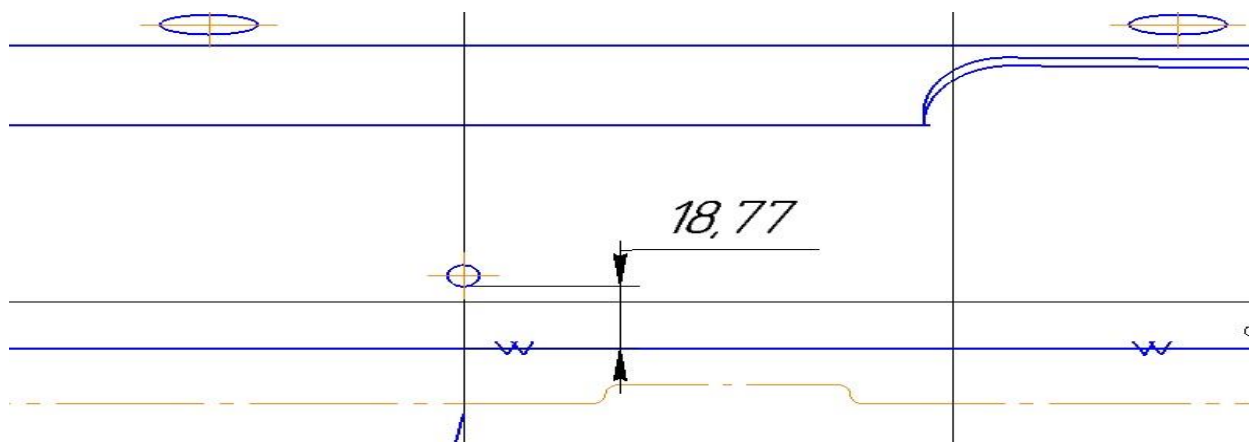
Рисунок 1.1 –Соединитель порога пола



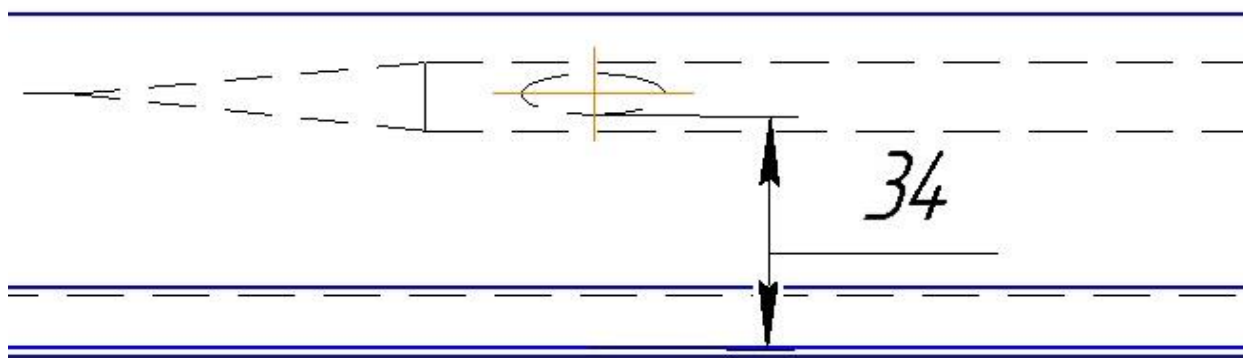
(a)



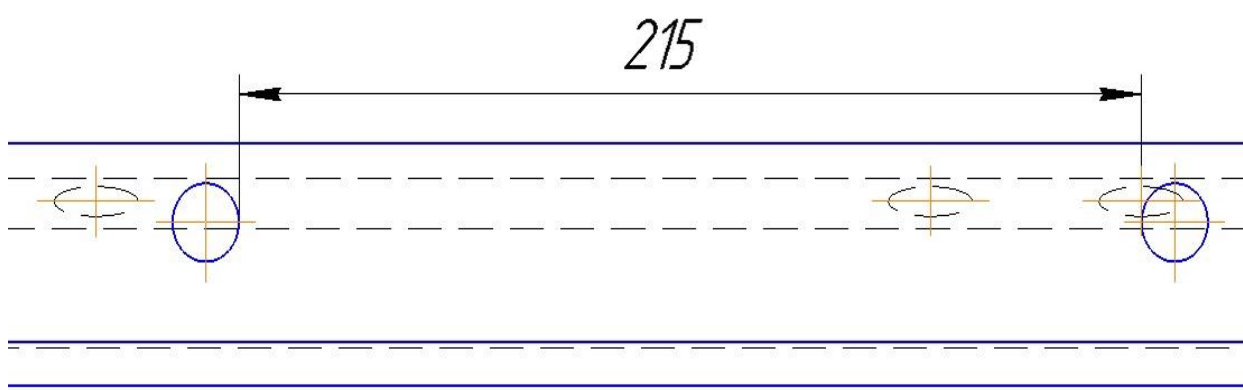
(b)



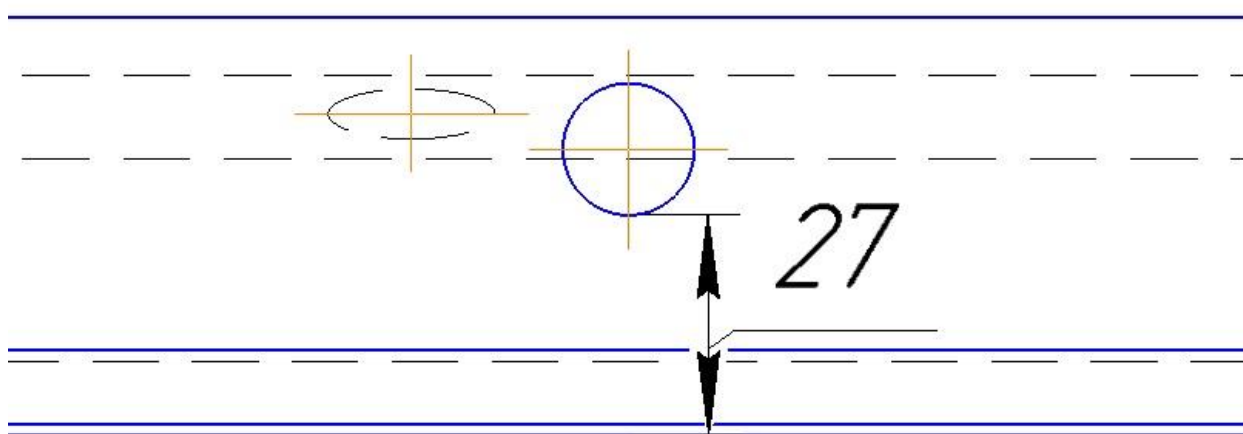
(B)



(д)



(е)



ж)

Рисунок 1.2 - Анализ технологичности расположения отверстий

Операция 20⁵: пробивка отверстий

Расстояния между отверстиями при одновременной их пробивке $B \geq 3S$, где B – расстояние между отверстиями. $215\text{мм} \geq 3,6\text{мм}$ (Рисунок 1.2, е)
Наименьшее расстояние от края отверстия до загнутой полки $a \geq 1+2S$, где r – радиус изгиба. $27\text{мм} \geq 3,4\text{мм}$ (Рисунок 1.2, ж)

Расстояния между отверстиями удовлетворяют требованиям технологичности. Данная деталь технологична и сравнительно проста.

1.2 Анализ технологического процесса изготовления детали

В данной технологии изготовления детали «Соединитель порога пола» применена следующая схема построения технологического процесса, состоящая из 6–и операций. Каждая операция выполнена на автоматической линии.

Вырубка заготовок: осуществляется на автоматической раскройной линии Пас-Коэлфид, оснащенного устройством подачи рулонного материала в зону обработки. Для уменьшения себестоимости детали необходимо повысить коэффициент использования материала. Поэтому необходимо изменить раскрой материала при получении заготовки, т.е. выбрать ленту меньшей ширины.

Вытяжка, первая пробивка отверстий, правка, вторая, третья пробивки отверстий: выполняются на автоматической линии Мюллер – Вайнгартен 1700, усилием 17 МН. Заготовки закладываются в штамп вручную. Производительность: 800 шт/час.

Удаление заготовок производится пневмоподъемниками, пневмосдувом.

Общая производительность: 2000 шт/час.

1.3 Задачи бакалаврской работы

- разработка технологического процесса;
- выбор оборудования технологического процесса, которое позволяет использовать средства автоматизации
- разработка конструкции штамповой оснастки;
- достижение экономической эффективности технологического процесса путем изменения раскроя
- разработка мероприятий по безопасности условий труда на производственном участке.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При разработке технологического процесса учитывают ряд факторов, влияющих на выбор варианта штамповки, основными из которых являются:

- а) конфигурация (форма) и размеры детали;
- б) марка и толщина материала;
- в) точность изготовления и качество отделки поверхности детали;
- г) объем производственного задания и размер отдельной партии;
- д) наличный парк оборудования[1].

Анализируя значимость и удельный вес каждого из этих факторов, можно в каждом конкретном случае выбрать наиболее целесообразный вариант штамповки[1].

Действительно, в зависимости от рода и толщины материала детали ее штампуют в холодном или горячем состоянии. Объем производственного задания и точность изготовления детали позволяют установить способ штамповки. Например, при изготовлении деталей в серийном производстве их штампуют на отдельных штампах; при мелкосерийном и опытном производствах детали штампуют упрощенными и универсальными штампами, применяют групповые методы и штамповку по элементам. При крупносерийном и массовом производстве в зависимости от размеров деталей и требуемой точности их штампуют на последовательных или совмещенных штампах. При массовом производстве процессы штамповки следует максимально механизировать и автоматизировать[1].

Параллельно с установлением варианта штамповки производят выбор оборудования (прессов) по потребному условию, а также и по необходимым габаритным размерам. Затем определяют технические нормы на штамповку детали, а затем уже приступают к разработке технологической документации[1].

При массовом и крупносерийном производстве разрабатывают полную документацию: карты технологических процессов по каждой детали, операционные карты и карты раскроя материала. В серийном производстве разрабатывают обычно укрупнено-упрощенные технологические карты, а в мелкосерийном часто ограничиваются одной маршрутной ведомостью, в которой дается перечень операций с краткими сведениями по их выполнению[1]. При групповой штамповке деталей оформляется полная групповая технология штамповки[1].

2.1 Схема технологического процесса

Технологический процесс состоит из шести операций. Детали изготавливаются из ленты толщиной 1,2 мм сталь 08Ю ЭЦ2 на автоматической линии Мюллер – Вайнгартен 1700. Все операции предполагается выполнять на одном прессе, работающем совместно с системой автоматизации, кроме вырубки заготовок, которая выполняется на раскройной линии Пас – Коэлфид.

Операция 10: Вырубка заготовок

Операция 20¹: Вытяжка

Операция 20²: Обрезка по контуру и пробивка одного отверстия диаметром 18 мм и пробивка трех конструктивных отверстий диаметром 6,5 мм.

Операция 20³: Правка

Операция 20⁴: Клиновая пробивка шести конструктивных отверстий диаметром 8,2 мм

Операция 20⁵: Клиновая пробивка двух конструктивных отверстий диаметром 14 мм. Также выполняется окончательная обрезка.

2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

В массовом производстве играет большую роль точное определение формы и размеров исходной заготовки. Определим размер заготовки, рассмотрев сечение детали в продольном А-А (Рисунок 2.1) и поперечном Б-Б направлениях (Рисунок 2.2).

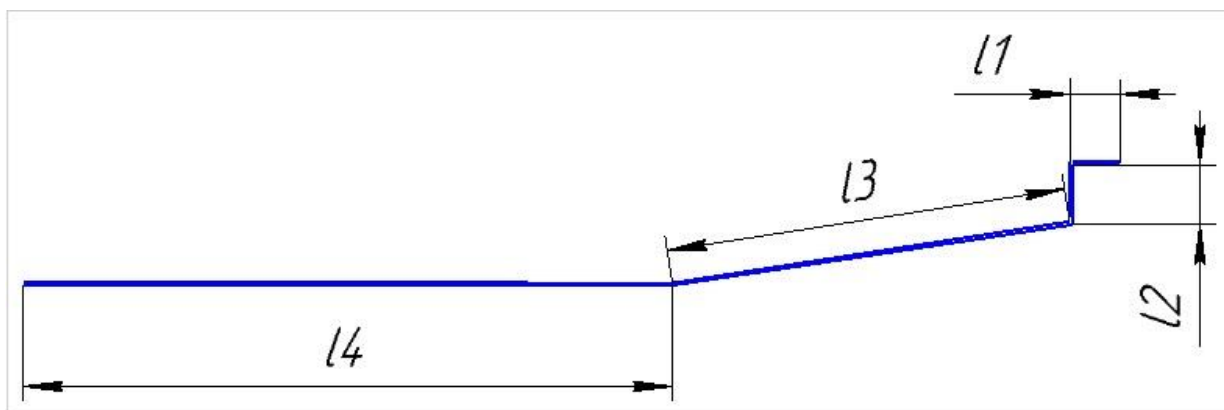


Рисунок 2.1- Продольное сечение детали (А-А)

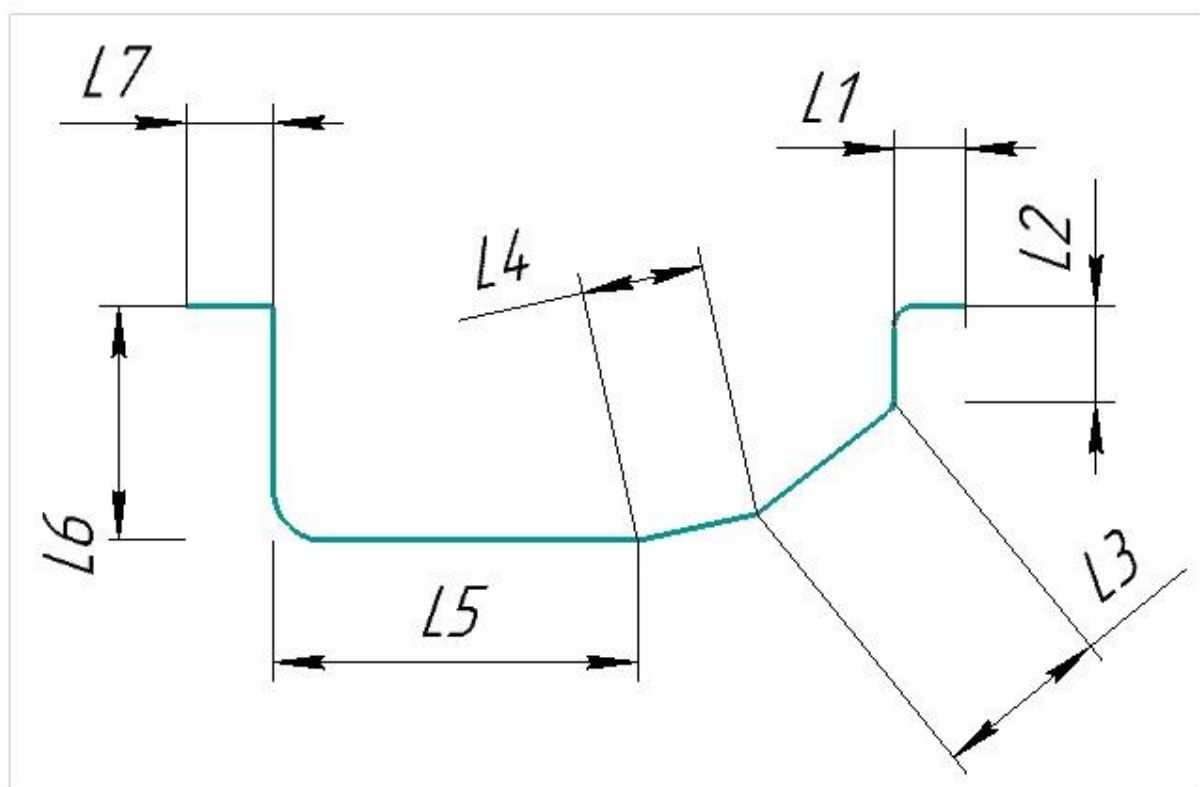


Рисунок 2.2 - Поперечное сечение детали (Б-Б)

Суммарная длина всех участков каждого сечения даст нам расчётный размер заготовки по соответствующему сечению.

Определим суммарную длину всех участков по оси А-А:

$$L = L1 + L2 + L3 + L4 = 26 + 36 + 110 + 1235 = 1409 \text{ мм}$$

Определим суммарную длину по оси Б-Б:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 = 14 + 26 + 40 + 15 + 80 + 54 + 35 = 254 \text{ мм}$$

Так как, вторая операция «вытяжка», то к расчетному размеру заготовки 1409*254 мм прибавляем размеры от 10 до 15 процентов от расчетного размера.

Таким образом, размер заготовки будет составлять 1550*280 мм (Рисунок 2.3)

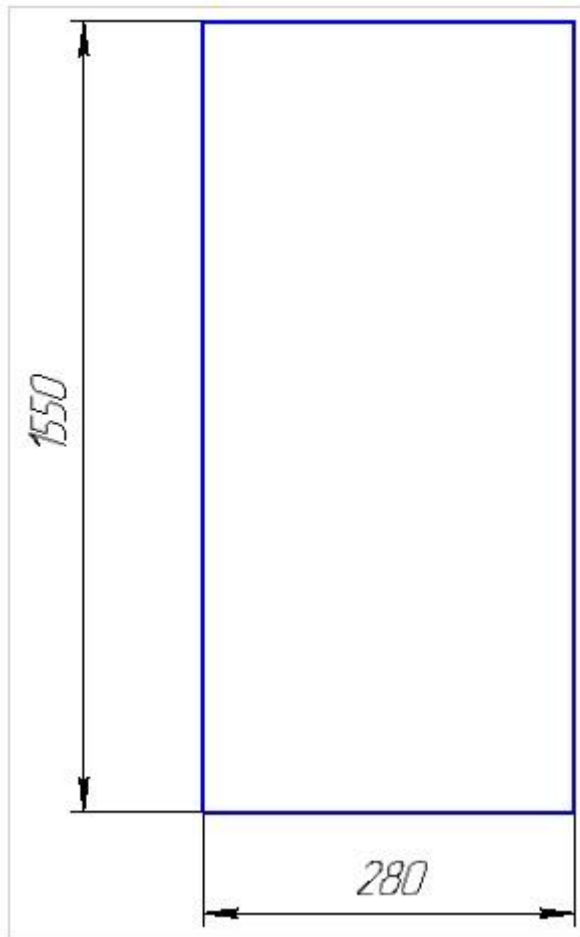


Рисунок 2.3. Исходные размеры заготовки

2.3 Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла

Раскрой материала, его выбор зависит в большей степени от конструкции штампуемой детали, что следует учитывать при разработке конструкции детали[1].

Технологичность конструкции детали, удачное ее расположение на ленте, минимально возможная величина перемычки между деталями способствует повышению общего коэффициента использования материала при вырубке[1].

Экономия металла 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].

Раскрой листового металла на штучные заготовки и полосы является первой операцией, связанной с потерями металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов. При раскрое листов необходимо руководствоваться следующими правилами[2]:

1. Резку заготовок производить по тщательно разработанным раскройным картам, учитывающим наиболее полное использование материала[2];
2. При резке крупных заготовок в серийном производстве применять комбинированный раскрой при наилучшем использовании материала и соблюдении комплектности заготовок[2];
3. Резку узких полос производить вдоль листа, так как при этом из каждой полосы получается большее количество деталей и уменьшается количество концевых отходов полосы[2];
4. Как правило, желательно резать широкие, а не узкие полосы, так как при этом требуется меньшее количество резов, а так же меньший шаг подачи при штамповке, кроме того обычно уменьшаются потери на концевые отходы[2];
5. В массовом производстве крупных деталей заказывать специальные мерные листы, кратные двум или более заготовкам[2];
6. В массовом производстве небольших деталей заменять листовой материал холоднокатаной лентой[2];
7. Нарезать заготовки для деталей, подвергаемых гибке, желательно с учетом направления волокон проката[2];

8. При резке на ножницах применять специальные устройства, облегчающие настройку и повышающие точность реза[2];

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

- Раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму[2];
- Малоотходный раскрой, когда вырезается или отрезается часть контура детали, а в отход идет или перемычка между двумя вырезками, или только боковая перемычка[2];
- Безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается путем прямолинейной или криволинейной отрезки без образования перемычек[2].

По базовому варианту раскроя применяется лента сталь 08Ю ЭЦ2, толщина ленты 1,2 мм, ширина ленты 1600 мм Шаг ленты –285 мм.

Расположение заготовки в рулоне перпендикулярно подаче ленты.

Ширина ленты по предлагаемому раскрою 1550 мм. Определим КИМ по базовому варианту раскроя и по предлагаемому.

$$\eta = m_d / m_z,$$

где: m_d – масса детали;

m_z –масса заготовки.

По базовому варианту раскроя $m_z = 4,371$: $\eta = m_d / m_z = 2,85 / 4,371 = 0,652$, т.е. 65,2% металла заготовки используется для получения детали.

По предлагаемому варианту раскроя $m_z = 4,088$: $\eta = m_d / m_z = 2,85 / 4,088 = 0,697$, т.е 69,7% металла заготовки используется для получения детали. Таким образом, по предлагаемому варианту раскроя коэффициент использования материала увеличился на 4,5%

2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки.

Технологический процесс состоит из шести операций:

1. Вырубка заготовок
2. Вытяжка
3. Пробивка отверстий, обрезка
4. Правка
5. Пробивка отверстий
6. Пробивка отверстий, окончательная обрезка

Определим усилие, необходимое для вырубки заготовок .

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \quad (2.1)$$

Где P – усилие вырубки

L - длина вырубаемого контура

S – толщина детали

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу

$$1550 \cdot 1,2 \cdot 72 = 135,64 \text{ кН}$$

Определим усилие, необходимое для вытяжки.

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{в}} \cdot \kappa_{\text{н}} \quad (2.2)$$

Где P – усилие вытяжки;

L – периметр изделия; $L = 2090 \text{ мм}$

$\sigma_{\text{в}}$ – предел прочности; $\sigma_{\text{в}} = 30 \text{ кгс/мм}^2 = 300 \text{ МПа}$

$\kappa_{\text{н}}$ – коэффициент вытяжки; $\kappa_{\text{н}} = 1,2$

$$P = 2090 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot 1,2 = 90288 \text{ кгс} = 902 \text{ кН}$$

Определим усилие, необходимое для пробивки пяти отверстий в заготовке.

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{cp} \cdot k \quad (2.3)$$

Где: $K = 0,4$ – коэффициент запаса;

L – длина вырубаемого контура;

S – толщина материала;

$\sigma_{cp} = 72 \text{ кгс/мм}^2$, σ_{cp} – сопротивление срезу.

Для пробивки четырех отверстий диаметром 6,5 мм:

$$P_1 = 4 \cdot (20,41 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot 72) = 28,21 \text{ кН}$$

Для пробивки одного технологического отверстия диаметром 18 мм:

$$P_2 = L \cdot k \cdot S \cdot \sigma_{cp} = 56,52 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot 72 = 19,33 \text{ кН}$$

Усилие обрезки вычисляем по формуле:

$$P_3 = L S \sigma_{cp} = 2142 \cdot 1,2 \cdot 72 = 185068 \text{ кгс} = 1850 \text{ кН}$$

Суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 = 28,21 + 19,33 + 1850 = 1897,54 \text{ кН}$$

Величина усилия при правке определяется по формуле:

$$P = pF \quad (2.4)$$

Где: F – площадь поверхности детали

p – давление

$$P = 8 \cdot 1885 = 150,8 \text{ кН}$$

Определим усилие, необходимое для пробивки шести отверстий диаметром 8,2 мм

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{cp} \cdot k$$

$$P_1 = 6 \cdot (25,74 \cdot 1,2 \cdot 72 \cdot 0,4) = 53,37 \text{ кН}$$

Усилие обрезки:

$$P_2 = L S \sigma_{cp} = 1592 \cdot 1,2 \cdot 72 = 137548 \text{ кгс} = 1375 \text{ кН}$$

Суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 = 53,37 + 1375 = 1428,37 \text{ кН}$$

Общее суммарное усилие всех операций на автоматической линии:

$$P_{\Sigma} = 1428,37 + 150,8 + 1897,54 + 902 = 4379 \text{ кН}$$

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

При выборе пресса исходят из следующих соображений:

- а) тип пресса и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции[2];
- б) номинальное усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки[2];
- в) мощность пресса должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции[2];
- г) пресс должен обладать достаточной жесткостью, а для разделительных операций – также повышенной точностью направляющих[2];
- д) закрытая высота пресса должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа[2];
- е) габаритные размеры стола и ползуна пресса должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстие в столе пресса свободное проваливание штампуемых деталей[2];
- ж) число ходов пресса должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки[2];
- з) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений[2];
- и) удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям безопасности[2].

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

Автоматизация и механизация листовой штамповки обеспечивают увеличение производительности прессового и другого оборудования, повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции,

улучшение условий труда, предотвращение травматизма. Автоматизации и механизации подлежат производственные процессы и вспомогательные работы (заготовительные и штамповочные операции, уборка и пакетировка отходов, установка штампов, транспортные, погрузочно-разгрузочные работы и др.)[2].

Автоматизация и механизация процессов листовой штамповки заключается в обеспечении автоматической или механизированной подачи материала или заготовок в штамп, съема и удаления деталей (заготовок) из штампа, передачи (транспортировки) с перехода на переход или с операции на операцию и выполнения других вспомогательных работ, например, смазки материала, перевертывания (кантования) заготовок, укладки, а также при гибке в валках, резке на ножницах различного типа и т. д.[2].

При автоматизации значительно увеличивается процент использования числа ходов пресса, а следовательно, и его производительность и еще в большей степени производительность труда, ибо один оператор может обслуживать несколько прессов. При механизации же процент увеличения использования числа ходов пресса, а следовательно, и его производительность небольшие, однако производительность труда повышается значительно. Например, при механизации крупного пресса, заключающейся в автоматизации съема и удаления со штампа деталей и сохранения ручной подачи при загрузке заготовок в штамп, количество рабочих сокращается вдвое и соответственно повышается производительность труда (снижается трудоемкость), но число используемых ходов пресса при этом намного увеличиваться не может, так как время, затрачиваемое на ручную подачу, остается прежним[2].

При автоматизации отдельных прессов, а тем более организации автоматических линий следует ориентироваться не только на изделия, перечисленные в проекте цеха, но учитывать, что в перспективе они могут быть изменены. Например, если это цех автомобильного завода, то при переходе от одной модели автомобиля к другой меняются его многие листоштамповочные детали. В цехе могут также штамповаться на одном и том же оборудовании

различные детали для нескольких моделей автомобилей. Поэтому производство в цехе должно быть гибким, а средства автоматизации и механизации и автоматические линии должны быть быстроперенастраиваемыми. При автоматизации и механизации технологических процессов листоштамповочного производства следует в основном ориентироваться на прессы и другое оборудование, оснащенное средствами автоматизации и механизации, а не на автоматизированные или механизированные штампы. На прессы могут устанавливаться различные штампы и, следовательно, штамповаться детали различных наименований, каждый же отдельный штамп предназначен только для одной конкретной детали. Вместе с тем автоматизированный штамп гораздо сложнее и дороже обыкновенного штампа. На его конструирование, изготовление, отладку, техническое обслуживание и ремонты требуется больше времени, чем для обыкновенного штампа[2].

3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики

Выбор оборудования проведен в соответствии с критериями выбора:

- усилие, необходимое для изготовления детали;
- мощность оборудования;
- размеры стола;
- ход ползуна;
- закрытая высота пресса
- число ходов пресса
- наличие специальных устройств (буфер, выталкиватель, механизм подачи)
- удобство и безопасность обслуживания пресса.

Таким образом, основными техническими параметрами для выбора оборудования являются усилие, работа, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса.

Проверяем по усилию с помощью поправочного коэффициента

$$P = P_{\Sigma} \cdot K_{\text{попр}},$$

Где: P_{Σ} – суммарное усилие операций, производимых на данном оборудовании;

$K_{\text{попр}}$ – поправочный коэффициент; $K_{\text{попр}} = 1,25$

$$P = 4,38 \text{ МН} \cdot 1,25 = 5,46 \text{ МН}$$

Для изготовления данной детали выбираем пресс-автомат «Мюллер –

Вайнгартен» - 1700. Технические характеристики пресс – автомата приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – параметры пресса

№пп	Наименование параметра	Значение	Единица измерения
1	Номинальное усилие	17	МН
2	Мощность в режиме непрерывных ходов	200	кДж
3	Ход ползуна	650	мм
4	Регулировка хода	100	мм
5	Число ходов в минуту	Max - 18	
6	Закрытая высота пресса	max -1360 min - 1000	мм
7	Размеры стола пресса	4200x1300	мм
8	Размеры ползуна	4200x1740	мм
9	Количество позиций	6	
10	Расстояние между позициями	1000	мм
11	Величина хода пневмоподушек	150	мм
12	Номинальное усилие пневмоподушек	поз.1 – 3 : 1 поз. 1 – 6 : 0,5	МН

3.2 Выбор средств механизации или автоматизации

Средства автоматизации выбираются, исходя из конкретных условий технологического процесса. Поскольку в предполагаемом тех. процессе изготовление детали на основных операциях осуществляется из штучных заготовок, то и необходимо выбрать такие средства автоматизации, которые обеспечивали бы надежную работу, без сбоев, лишь по изготовлению детали данной пространственной формы и кривизны[2].

Для штучных заготовок автоматизация подачи осуществляется при помощи бункерных устройств и грейферных линеек. Иногда осуществляется механизация подачи при помощи лотковых, револьверных, фрикционных и магазинных механизмов, требующих ручной укладки заготовок в определенном положении. Перечисленные способы подачи имеют свои преимущества и недостатки, определяющие их область применения[2].

Револьверные механизмы в большинстве случаев являются принадлежностью специальных револьверных прессов. Их применение в автоматизации штамповочных работ ограничено редкими случаями: зачистная штамповка, сборка, некоторые случаи вытяжки. Обычно такие устройства имеют от 8 до 10 позиций, на которые штамповщик по мере поворота диска укладывает новые заготовки[2].

По этим причинам данные механизмы не находят широкого применения.

Магазинные или шибберные механизмы требуют укладки заготовок с ориентацией для удобства перемещения и закладки в штамп. Кроме этого необходимо предусматривать дополнительные устройства для удаления заготовки после операции из штампа и перемещения в следующее магазинное устройство. При многопереходной штамповке конструкции магазинных устройств со средствами перемещения весьма усложняются[2].

Бункерные загрузочные устройства снабжены бункером, в котором навалом загружаются заготовки. Бункер снабжен тем или иным механизмом для захвата и ориентации заготовок. Эти механизмы не имеют жесткой кинематической связи с обслуживаемым прессом. Кроме того, извлечение и ориентация заготовки искривленной формы из общей массы заготовок в бункере вызывает определенные трудности[2].

Общий недостаток перечисленных средств автоматизации – они не решают главной задачи – полное устранение последующих штамповочных операций с ручной подачей штучных заготовок.

При многопереходной штамповке, когда деталь приобретает сложную форму с пространственной кривизной, универсальными средствами автоматизации являются грейферные механизмы. Они бывают двух исполнений: двухкоординатные и трехкоординатные. Двухкоординатные совершают движения продольного перемещения и поперечного зажима и разжима. Трехкоординатные совершают еще движения подъема и опускания детали. Последние применяются для перемещения деталей сложной пространственной кривизны.

Грейферные механизмы требуют только одну ручную операцию – загрузку плоских заготовок в обойму или кассету, из которой грейферные линейки при помощи присосок извлекают их одну за другой, все остальные операции тех. процесса автоматизированы.

Таким образом, для многопозиционного прессы наиболее оптимальным видом автоматизации являются грейферные механизмы.

Из анализа формы изделия по всем переходам видно, что изделие охватывает рабочие части штампов практически со всех сторон, и съем изделия с рабочих частей не осуществим без вертикального подъема его над выступающими частями нижней части штампа.

Исходя из этого, необходимо, при выборе средств автоматизации, остановится на трехкоординатных грейферных линейках.

3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка штамповки

Автоматическая линия состоит из многопозиционного прессы «Мюллер - Вайнгартен» номинальным усилием 17 МН (МВ – 1700) (Рисунок 3.1) Пресс размещен в защитном, шумопоглощающем кожухе, который имеет несколько подвижных экранов, поднимаемых вверх и обеспечивающих доступ в рабочую зону прессы. Положение экранов контролируется конечными выключателями, которые подают соответствующий сигнал в управляющую систему прессы. При открытых экранах работа всей линии возможна только в режиме наладки.

Пресс оснащен выкатным столом, обеспечивающим быструю замену штампов. Пресс имеет шесть позиций, на которых может разместиться соответствующее количество штампов с шагом 1000 мм. Под каждой позицией под столом прессы имеется пневмоподушка.

Пресс оснащен трехкоординатными грейферными линейками (2), на которых размещены захваты с фрикционными элементами, имеющими форму соответствующую форме полуфабриката на каждой операции.

Привод грейферных линеек осуществляется от главного вала прессы при помощи карданного вала, передающего вращение на редуктор (18), который преобразует и передает перемещения на механизмы перемещения грейферных линеек (2). Для размещения стопы заготовок, доставляемых от заготовительных операций или со склада, на передвижном столе (3) предусмотрены обоймы в виде вертикально установленных штырей, которые ограничивают стопу заготовок по наружному контуру. Для предотвращения слипания заготовок между собой на загрузочном устройстве (4) установлены магнитные распушители. Для извлечения заготовок из обоймы предусмотрен питатель с пневмоприсосками. Для перемещения заготовок от зоны подъема до зоны действия грейферных линеек предусмотрен магнитный транспортер (6). На пути движения транспортера установлено устройство контроля и удаления сдвоенной заготовки, тара (5) для удаленных с транспортера сдвоенных

заготовок, устройство смазки заготовок. В конце линии размещен транспортер для удаления готовых деталей .

Работа линии проходит следующим образом. Питатель с помощью пневмоприсосок поднимает заготовку до уровня перемещения магнитного транспортера, уходит выше этого уровня, оставляя заготовку примагниченной к полотну транспортера. Транспортер перемещает заготовку в сторону пресса, при этом заготовка проходит через устройство контроля сдвоенной заготовки. Если при подъеме заготовки из обоймы к ней прилипла лишняя, то она ударяется об упор, построенный на одну толщину, и сбрасывается в тару. Такое устройство позволяет исключить попадание двух заготовок в штамп и поломку штампа. При дальнейшем движении на транспортере заготовка проходит через устройство смазки, где наносится жидкая смазка на нижнюю поверхность заготовки, а перед сходом с транспортера на заготовку воздействует устройство, отделения ее от транспортера. Заготовка попадает на холостую позицию – подставку с встроенными магнитами и фиксаторами. С этой позиции заготовку забирают рейферные линейки и переносят ее на следующую позицию на входе в пресс. При этом наносится смазка на верхнюю поверхность заготовки во время прохождения через второе устройство смазки. Дальнейшее перемещение заготовки с позиции на позицию и до выхода из пресса выполняется рейферными линейками. Таким образом, основные операции тех. Процесса автоматизированы. Ручной остается операция укладки заготовок в обойму на передвижном столе, которое производится во время работы линии с подачей заготовок из второй обоймы. Когда заготовки во второй обойме иссякнут, стол по команде оператора перемещается и в зону питателя помещается заполненная заготовками первая обойма. Ручной остается и укладка готовых деталей в тару.

Техническая характеристика средств автоматизации.

Таблица 3.2 Грейферная подача

Шаг транспортировки	1000 мм
Ход смыкания линеек	180x2 мм
Ход подъема	150 мм
Расстояние между линейками при смыкании	min – 2000 мм max – 2020 мм
Число ходов в минуту	max - 18

Листозагрузчик

1. Габариты заготовок:

а) Ширина заготовок (поперек транспортировки) 300 - 1600 мм;

б) длина заготовок (вдоль транспортировки) 150 – 700 мм.

2. Толщина заготовок 0,5 – 3 мм.

3. Высота стопы заготовок 500 мм.

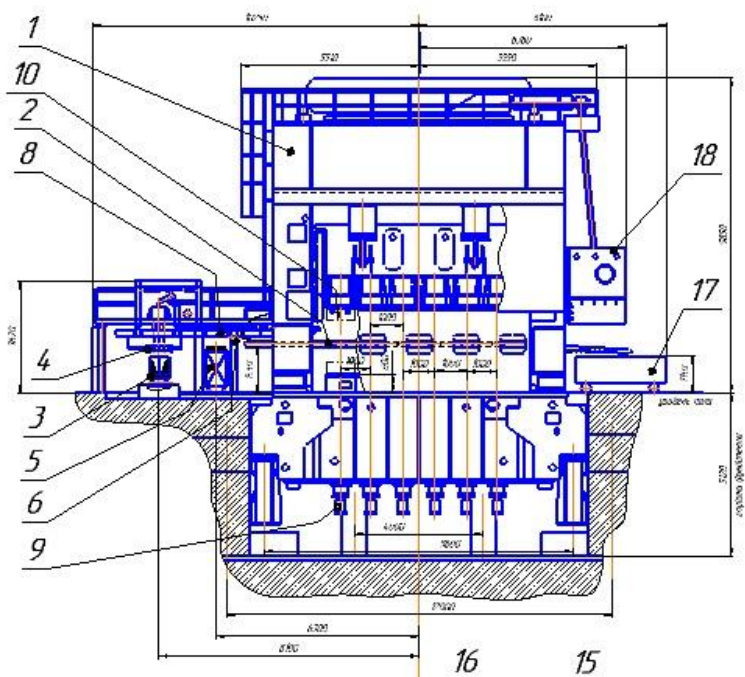
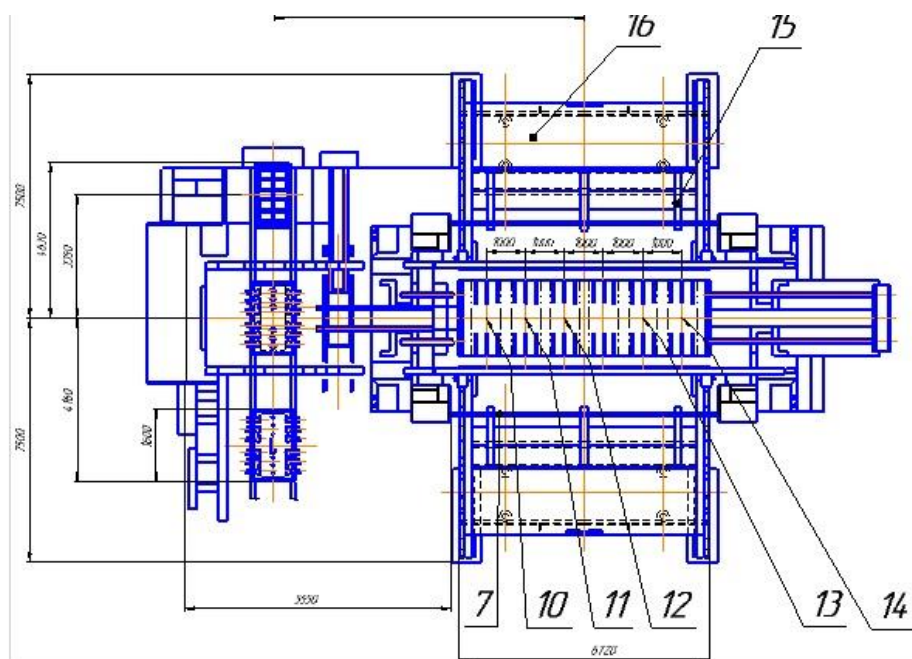


Рисунок 3.1 – Комплекс оборудования

4 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Состав и конструкция штамповой оснастки

Вытяжной штамп состоит из двух частей: нижней (1) и верхней (6) плиты. К нижней плите (1) крепятся вытяжной пуансон (2), один длинный посередине. Также в теле большого пуансона сделаны два резьбовых отверстий, необходимые для переналадки и транспортировки пуансона. Пуансон в свою очередь располагается в теле прижима (3), который лежит на двенадцати маркетных толкателях (206). Они проходят сквозь нижнюю и монтажную плиту и крепятся к пневматическому цилиндру, посредством которого и осуществляется движение прижима. Также в пуансоне находятся отверстия для отхода воздуха, избытки которого образуются в процессе вытяжки. Для ограничения хода прижима используются ограничитель закрытой высоты (211). Наличие пружин необходимо для приведения в действие подъемников, необходимых для того, чтобы поднять деталь на уровень подхвата грейферными линейками.

В верхней плите штампа (6) имеются резьбовые отверстия для переналадки и транспортировки секций. Подпружиненные толкатели (46) необходимы для выталкивания заготовки из матрицы.

Для обеспечения точного направления верхней половины штампа относительно нижней используются направляющие плитки (201,202). Для транспортировки плит штампа используются грузовые приливы: по четыре на каждой плите.

4.2 Описание работы штамповой оснастки

Заготовка подается в штамп с помощью грейферных линеек. Прижим (3) находится в верхнем положении, на него укладывается заготовка. Верхняя половина штампа начинает двигаться вниз. Скобы (28,29) окончательно ориентируют заготовку в штампе. Далее заготовка обтягивает пуансон, происходит вытяжка. Верхняя половина штампа поднимается.

Подпружиненные толкатели (46) обеспечивают выталкивание детали из матрицы. Пневмопривод осуществляет движение толкателей (21) и прижима (2) вверх. Срабатывает подпружиненные подъемники (26),(27), осуществляя подъем до уровня подхвата детали рейферными линейками. Далее деталь поставляется на следующую операцию.

4.3 Прочностные расчеты деталей штампов

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

Установлено, что при пробивке отверстий, размеры которых соизмеримы с толщиной металла, локальная удельная нагрузка на режущие кромки пуансона в два раза больше, чем на режущей кромке вырубной матрицы.

1. Расчет опорной поверхности головки пуансона диаметром 6,5 мм на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F}$$

Где: P – усилие пробивки; P = 705 кгс;

F – опорная поверхность пуансона, мм²;

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 113,03 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{705}{113,03} = 6,25 \text{ кгс/мм}^2$$

Т.к. рассчитанное напряжение близко по своему значению к допустимому 10 кгс/мм², то под опорную головку пуансонов ставим подкладные плитки, которые увеличивают площадь распределения нагрузки

2. Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении.

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

где f – площадь наименьшего сечения пуансона, мм²;

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6,5^2}{4} = 33,2 \text{ мм}^2$$

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

$$\sigma_{сж} = \frac{705}{33,2} = 21,3 \text{ кгс/мм}^2$$

Сжимающее напряжение составило $21,3 \text{ кгс/мм}^2 < 160 \text{ кгс/мм}^2$, что меньше допускаемых, следовательно условие прочности на сжатие удовлетворяется.

4.4. Определение исполнительных размеров инструмента

При пробивке основной деталью является пуансон, т. к. он обеспечивает поверхность блестящего пояска, по которому производят контроль размеров пробиваемого отверстия. При вырубке основной деталью является матрица, т. к. она обеспечивает поверхность блестящего пояска вырубленной детали, по которой производят контроль размера детали. При расчете подсчет размеров ведут от основной детали. Зазоры назначают за счет второстепенной детали. Два основных правила:

- 1) при пробивке износ пуансона осуществляется в сторону уменьшения его диаметра, поэтому из всех возможных вариантов размер пуансона назначают максимальным.
- 2) Матрица при вырубке изнашивается в сторону увеличения диаметра, поэтому размер матрицы назначают минимальным из всех возможных вариантов в зависимости от допуска на размер отверстия.

Расчет исполнительных размеров пуансона при пробивке:

$$d_n = (d + \Delta) - \delta_{п}$$

где: Δ – допуск на точность отверстия по качеству H14

$-\delta_{п}$ – допуск на точность изготовления пуансона

Для размера Ø6,5 мм:

$$d_{\Pi}=(d+\Delta)_{-\delta_{\Pi}} = (6,5+0,36) = 6,86_{-0.009}$$

Для размера Ø8,2 мм:

$$d_{\Pi}=(d+\Delta)_{-\delta_{\Pi}} = (8,2+0,36) = 8,56_{-0.009}$$

Для размера Ø14 мм:

$$d_{\Pi}=(d+\Delta)_{-\delta_{\Pi}} = (14+0,43) = 14,43_{-0.011}$$

Для размера Ø18 мм:

$$d_{\Pi}=(d+\Delta)_{-\delta_{\Pi}} = (18+0,43) = 18,43_{-0.011}$$

Расчет исполнительных размеров матрицы при пробивке:

$$d_M=(d_{\Pi}+z)^{+\delta_M}$$

где: z – двусторонний зазор резания, $z = 0,08$ при $S = 1,2$ мм (таблица 9)
[2,с.25]

$+\delta_M$ – допуск на точность изготовления матрицы

Для размера Ø6,5:

$$d_M = (d_{\Pi}+0,08)^{+\delta_M} = (6,86+0,08) = 6,94^{+0,015}$$

Для размера Ø 8,2

$$d_M=(d_{\Pi}+0,08)^{+\delta_M} = (8,56+0,08) = 8,64^{+0,015}$$

Для размера Ø14

$$d_M=(d_{\Pi}+0,08)^{+\delta_M} = (14,43+0,08) = 14,51^{+0,018}$$

Для размера Ø18

$$d_M=(d_{\Pi}+0,08)^{+\delta_M} = (18,43+0,08) = 18,51^{+0,018}$$

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

5.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	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.	Изготовление детали «Соединитель порога пола»	Многопозиционная штамповка	Штамповщик	пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	Сталь 08Ю ЭЦ2

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1.	Работа пресс-автомата «Мюллер Вайнгартен»	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
2.	Работа линии автоматизации, осуществление штамповочных операций.	Физический-повышенный уровень шума	Работа прессы. Работа штампов. Штамповочные операции.

Продолжение таблицы 5.2

3.	Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы	Производственный травматизм	Прессовое оборудование, механизмы и устройства прессы и штампов, их незащищенные подвижные части. Транспорт
4.	Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химический-токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования, штамповой оснастки и заготовок.

5.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1.	Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
2.	Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники

Продолжение таблицы 5.3

3.	Производственный травматизм	Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, изоляция токоведущих частей, и расположение их на недоступной высоте, Ограждения штамповочного пространства пресса - фотоэлементами, останавливающими пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча, механической решеткой, переносным пультом включения муфты и тормоза пресса, кнопки аварийного останова на пульте управления загрузчиком, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случае заклинивания грейферной подачи	Спецкостюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы.
4.	Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски

5.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1.	Автоматизированная линия пресса	Пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	В, Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители	Пожарные автомобили	Водяные установки систем пожаротушения	Дымовые датчики	Пожарные рукава	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (звуковые, речевые)
Песок	Пожарные мотопомпы	Газовые установки систем пожаротушения	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели "ВЫХОД"
Кошма	Приспособленные спец. средства (тягачи, прицепы)	Порошковые установки систем пожаротушения	Приемно-контрольные приборы	Колонка пожарная	Защитные костюмы	Лопаты штыковые	Ручные пожарные извещатели

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Листовая штамповка деталей	Обучение персонала требования ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственног о здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительног о покрова и т.д.)
Многопозиционная штамповка	Пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли	Утилизация промасленной ветоши, использованны х смазочных материалов, при замене масла в технологически х агрегатах и ряде подобных случаев	-

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

Наименование технического объекта	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.

Вывод:

В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" приведена характеристика технологического изготовления детали «Соединитель порога пола», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материалы (таблица 5.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки детали «Соединитель порога пола» видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень вибрации и шума, производственный травматизм, токсическое воздействие (таблица 5.2). Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно инструктаж по технике безопасности, применение средств автоматизации и механизации, смазка трущихся частей оборудования и штамповой оснастки, изменение в конструкции фундамента, виброизоляция, контроль концентрации токсических веществ и т.д. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 5.3)

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

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

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1. Сравнительный анализ технологических вариантов

В данной части бакалаврской работы необходимо провести сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Соединитель порога пола». В базовом технологическом процессе как и в проектном изготовлении детали производится на пресс-автомате «Мюллер Вайнгартен» усилием 17 МН, изменяется только раскрой материала, экономия, в основном, происходит за счет экономии материала. В базовом и проектном технологическом процессе условия труда нормальные, тип производства серийный.

Расчетные данные

1. Эффективный фонд времени работы оборудования:

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

$D_{\text{р}}$ – рабочие дни;

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

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

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

C – количество смен;

B – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

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

2. Эффективный фонд времени рабочего:

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

6.2. Определение необходимого числа оборудования,

коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и
необходимое число штамповой оснастки

Таблица 6.1 - общие исходные данные

Показатели	Обозначение	Значение	
1	2	3	
Годовая программа выпуска, шт.	Ng	320 000	
Эффективный фонд времени работы, час: - оборудования - рабочего	ФЭ	3809	
	ФЭ.р.	1142	
Коэффициент выполнения норм	K _{вн}	1,1	
Коэффициент многостаночного обслуживания	K _{мн}	1,0	
Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	K _о	11,8	
Коэффициент монтажа: - в расчете себестоимости - в расчете капитальных вложениях	K _{монт}	1,1	
		0,1	
Цена материала, руб./кг.	Ц _м	31,3	
Цена отходов (металл), руб./кг	Ц _{отх}	1,0016	
Масса заготовки, кг.	M _з	4,371	4,088
Масса отходов, кг.	M _{отх}	1,414	1,340
Коэффициент транспортно – заготовительных расходов	K _{тз}	1,014	
Коэффициенты доплат по заработной плате (от 3 до 5 разряда):			
Показатели	Обозначение	Значение	
до часового фонда зарплаты	K _{доп}	1,08	
За профессиональное мастерство	K _{пф}	1,15	
За условия труда	K _у	1,12	
За вечерние и ночные часы	K _н	1,2	
Премияльные	K _{пр}	1,31	
На социальные нужды	K _с	1,31	
Итого общий коэффициент доплат K	K _{зпл}	2,41	
Коэффициент загрузки оборудования по мощности	K _м	0,8	
Коэффициент загрузки оборудования по времени	K _в	0,7	
Коэффициент потерь в сети	K _п	1,03	
Коэффициент одновременной работы электродвигателей	K _{од}	0,8	
Выручка от реализации, %:от Ц: - изношенного оборудования - изношенного штампа	Вр	5	
	Вр.и.	15	
Норма амортизации, %	На	6	
Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	K _{цех}	1,8	

Продолжение таблицы 6.1

Часовая тарифная ставка, руб./час: - 3 разряд рабочего - 5 разряд наладчика	C_T C_T	66,71 79,89
Цена электроэнергии, руб./кВт	$C_э$	3,8
Цена площади, руб./м ²	$C_{пл}$	4 500
Норматив экономической эффективности	E_n	0,33

Таблица 6.2 - Эксплуатационные данные оборудования

Наименование оборудования	Усилие, МН	Норма времени, мин.		Мощность М, кВт	Площадь S, м ²	Цена, руб.
		tшт	tмаш			
1	2	3	4	5	6	7
Muller Weingarten	17	0,042	0,034	110	50	4920 000

Таблица 6.3 - Исходные данные о штамповой оснастке

Наименование штампа	Стойкость штампа $T_{и.шт.}$, ударов	Цена штампа $C_{шт}$, руб.
1	2	3
Базовый вариант.		
Штамп для вытяжки.	550 000	870 803
Штамп для обрезки пробивки	550 000	706 330
Штамп для правки	750 000	592 043
Штамп для второй обрезки пробивки.	550 000	680 850
Штамп для третьей пробивки	750 000	578 249

6.3.Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки

Таблица 6.4 – расчет необходимого количества оборудования, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый	Проектный
1	2	3	4
Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{г} / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60)$ $n_{об.пр.}^{баз.} = 0,042 \cdot 320\,000 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,054 \approx 1.$	1	1
Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$ $K_{з.пр.}^{баз.} = 0,054/1$	0,054	0,054
Численность рабочих-операторов	$P_{оп} = [t_{шт} \cdot N_{г} \cdot (1 + K_o / 100)] / (\Phi_{Эр} \cdot K_{мн} \cdot 60)$ $P_{об.пр.}^{баз.} = [0,042 \cdot 320\,000 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,22 \approx 1 \cdot 1 \text{ оп.} = 2$	2	2
Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый	Проектный
Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $N_{шт}^{баз.}_{оп.1} = 320\,000 / 550\,000 = 0,6 \approx 1$ $N_{шт}^{баз.}_{оп.2} = 320\,000 / 550\,000 = 0,6 \approx 1$ $N_{шт}^{баз.}_{оп.3} = 320\,000 / 550\,000 = 0,6 \approx 1$ $N_{шт}^{баз.}_{оп.4} = 320\,000 / 550\,000 = 0,6 \approx 1$ $N_{шт}^{баз.}_{оп.5} = 320\,000 / 750\,000 = 0,43 \approx 1$	1	1
*По технологической необходимости число рабочих: Базовый: 2 человека- 5 разряд. Проектный: 2 человека- 5 разряд.			

6.4 Расчет капитальных вложений

Таблица 6.5 - расчет капитальных вложений

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый (с×2)	Проектный (с×2)
1	2	3	4
Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_3$ $K_{об.пр.}^{баз.} = 0,5 \cdot 4925000 \cdot 0,054$	132 975	132 975
Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_m = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_{м.пр.}^{баз.} = 132975 \cdot 0,1 = 13298$	13298	13298
Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_{и} = Ц_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и}^{баз.} = 870 \cdot 803 + 706330 + 592043 + 680850 + 578249 = 3428275$	3 428 275	
Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый (с×2)	Проектный (с×2)
1	2	3	4
Затраты на производственную площадь	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot Ц_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл.пр.}^{баз.} = 1 \cdot 50 \cdot 4500 \cdot 0,054 = 12150$	12150	12150
Итого	$K_{соп} = K_m + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз.} = 13,298 + 3428275 + 12150$	3 440 438	
Общие капитальные вложения, руб.	$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз.} = 3440438 + 132975$	3573413	
Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_{г}$ $K_{уд}^{баз.} = 3573413 / 320 \ 000$	11,2	

6.5 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Таблица 6.6 - расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
		Базовый (с×2)	Проектный (с×2)
1	2	3	4
Материальные затраты, руб.	$M = (M_3 \cdot \Pi_M \cdot K_{T3}) - (M_{отх} \cdot \Pi_{отх})$ $M^{баз} = (4,371 \cdot 31,3 \cdot 1,014) - (1,414 \cdot 1,0016)$ $M^{пр} = (4,088 \cdot 31,3 \cdot 1,014) - (1,340 \cdot 1,0016)$	137,31	128,40
Зарплата рабочих-операторов, руб.	$З_{пл} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3 / N_T$ $= 2 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,41 \cdot 0,054 / 320\,000$	0,075	0,075
Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования, руб.	$P_A = [(\Pi_{об} \cdot (1 - B_p)) \cdot N_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3] / (\Phi_{Э} \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100)$ $= [(4925000 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,42 \cdot 1,3] / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100)$	0,102	0,102
Расходы на электроэнергию, руб.	$P_э = (M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_P \cdot \Pi_э) / (КПД \cdot 60)$ $= (110 \cdot 0,034 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / (0,7 \cdot 60)$	0,16	0,16
Расходы на амортизацию штампового инструмента, руб.	$P_{и} = (\Pi_{шт} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и. шт.}$ $P_{и}^{баз1} = (857220 \cdot [1 - 0,15]) / 550000 = 1,33$ $P_{и}^{баз2} = (793480 \cdot [1 - 0,15]) / 550000 = 1,23$ $P_{и}^{баз3} = (714200 \cdot [1 - 0,15]) / 550000 = 1,104$ $P_{и}^{баз4} = (724850 \cdot [1 - 0,15]) / 550000 = 1,121$ $P_{и}^{баз5} = (692043 \cdot [1 - 0,15]) / 750000 = 0,785$ $P_{иобщ}^{баз} = 5,57$	5,57	
Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_y \cdot n_{об} \cdot \Pi_{пл} \cdot K_3 / N_T$ $= 50 \cdot 0,5 \cdot 4500 \cdot 0,054 / 320000$	0,019	0,019
Расходы на зарплату наладчика, руб.	$З_{нал} = (n_{об} \cdot C_T \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_T)$ $= 1 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,41 \cdot 0,054 / (0,5 \cdot 320000)$	0,075	0,075

Продолжение таблицы 6.6

Технологическая себестоимость, руб.	$C_{\text{тех}} = M + 3_{\text{пл}} + P_A + P_3 + P_{\text{И}} + P_{\text{пл}} + 3_{\text{нал}}$ $C_{\text{тех}}^{\text{баз}} = 137,31 + 0,075 + 0,102 + 0,16 + 5,57 + 0,019 + 0,075 = 143,31$ $C_{\text{тех}}^{\text{пр}} = 128,4 + 0,075 + 0,102 + 0,16 + 5,57 + 0,019 + 0,075$	143,31	134,40
Общепроизводственные расходы, руб.	$P_{\text{цех}} = 3_{\text{пл}} \cdot K_{\text{цех}}$ $P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 1,72 \cdot 0,075$ $P_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 0,075 \cdot 1,72$	0,129	0,129
Общепроизводственная (Цеховая) себестоимость, руб.	$C_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}$ $C_{\text{цех}}^{\text{баз}} = (0,129 + 143,31)$ $C_{\text{цех}}^{\text{пр}} = (0,129 + 134,40)$	143,43	134,52

6.6 Экономическая эффективность

Таблица 6.7. - экономическая эффективность

Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
1	2	3	
Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} = (143,43 - 134,52) \cdot 320000$	2 851 200	
Приведенные затраты, руб.	$3_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_n \cdot K_{\text{уд}}$ $3_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 143,43 + 0,33 \cdot 11,2$ $3_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 134,52 + 0,33 \cdot 11,2$	147,12	138,21
Годовой экономический эффект, руб.	$\mathcal{E}_{\text{г}} = (3_{\text{пр}}^{\text{баз}} - 3_{\text{пр}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} = (147,12 - 138,21) \cdot 320000$	2 851 200	
Срок окупаемости капвложений, год	$T_{\text{ок}} = K_{\text{и}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}} = 4276467 / 2851200 \approx 1,4$	2	

Вывод:

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления детали «Соединитель порога пола» себестоимость продукции снизилась с 143,43 рублей до 134,52 рублей, т.е. на 8,91 рублей (5,93%) за счет изменения раскроя материала в проектном технологическом процессе относительно базового.

Годовой экономический эффект от внедрения нового технологического процесса составил 2851200 рублей, при сроке окупаемости штамповой оснастки в течении двух лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе была разработана технология изготовления детали «Соединитель порога пола» автомобиля

Для техпроцесса сделаны расчеты основных технологических параметров.

Был проведен обоснованный выбор технологического оборудования и средств автоматизации. Рассмотрены их основные характеристики. Спроектирован участок штамповки.

Разработана конструкция штамповой оснастки на штамп для вытяжки. Проведены требуемые прочностные и конструкторские расчеты, подобраны материалы для изготовления деталей штампа.

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

Рассчитана себестоимость изготовления детали и условно-годовая экономия от внедрения нового раскроя материала.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

Лист		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Лист						Документация		
Лист					16.09.190.11.00.000	Сборочный чертеж		
Лист						Детали		
Лист				1	16.09.190.11.00.001	Планка 20×60×60	4	
Лист				2	16.09.190.11.00.002	Адаптер	1	
Лист				3	16.09.190.11.00.003	Плита верхняя	1	
Лист				4	16.09.190.11.00.004	Фиксатор $\phi 12 \times 95$		
Лист				5	16.09.190.11.00.005	Фиксатор $\phi 12 \times 90$	1	
Лист				6	16.09.190.11.00.006	Планка 20×50×60	1	
Лист				7	16.09.190.11.00.007	Прижим	1	
Лист				8	16.09.190.11.00.008	Цанган	1	
Лист				9	16.09.190.11.00.009	Плита нижняя	1	
Лист				10	16.09.190.11.00.010	Толкатель $\phi 38 \times 330$	6	
Лист				11	16.09.190.11.00.011	Флинец $\phi 80 \times 20$	4	
Лист				12	16.09.190.11.00.012	Ограничитель $\phi 50 \times 60$	4	
Лист				13	16.09.190.11.00.013	Подъемник 50×90×120	4	
Лист				14	16.09.190.11.00.014	Планка направляющая 50×140×320	4	
Лист				15	16.09.190.11.00.015	Втулка $\phi 38 \times 140$	4	
Лист				16	16.09.190.11.00.016	Шайба $\phi 27 \times 3$	4	
Лист				17	16.09.190.11.00.017	Шайба $\phi 37 \times 4$	4	
Лист				18	16.09.190.11.00.018	Шпилька $\phi 15 \times 262$		
Лист				19	16.09.190.11.00.019	Держатель $\phi 95 \times 60$	4	
Лист				20	16.09.190.11.00.020	Вставка матрицы	1	
Лист						Стандартные изделия		
Лист				201	16.09.190.11.00.201	Ограничитель хода выталкивателя ГОСТ 18791-73	2	
Лист					16.09.178.11.00.000			
Лист					Штамп для вытяги			
Лист					ТГУ киф. "СОМДПР"			
Лист					Копировал			
Лист					Формат А4			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Кол.	Примечание
16.09.190.11.00.202	Шайба ГОСТ 18792-80	2					
16.09.190.11.00.203	Плитка направляющая ГОСТ 18809-73	16					
16.09.190.11.00.204	Толкатель Ø16×150	4					
16.09.190.11.00.205	Пружина 16×2,0×719 ГОСТ 18793-80	4					
16.09.190.11.00.206	Продка 7009-0244 ГОСТ 12202-66	4					
16.09.190.11.00.207	Винт Ø20×61 ГОСТ 18786-80	4					
16.09.190.11.00.208	Пружина 25×4,00×104,5 ГОСТ 18793-80	8					
	Крепежные элементы						
16.09.190.11.00.301	Винт М8×32 ГОСТ 11738-84	8					
16.09.190.11.00.302	Штифт 12н6×100 ГОСТ 3128-70	2					
16.09.190.11.00.303	Винт М16×100 ГОСТ 11738-84	6					
16.09.190.11.00.304	Винт М10×40 ГОСТ 11738-84	48					
16.09.190.11.00.305	Винт М10×25 ГОСТ 11738-84	2					
16.09.190.11.00.306	Винт М12×50 ГОСТ 11738-84	10					
16.09.190.11.00.307	Штифт 12н6×60 ГОСТ 3128-70	4					
16.09.190.11.00.308	Винт М16×80 ГОСТ 11738-84	16					
16.09.190.11.00.309	Гайка М10 ГОСТ 5915-70	8					
					16.09.178.11.00.000	Авт.м	2

