



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

Институт машиностроения  
(институт)  
«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»  
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой  
Ельцов.В.В. \_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия) (подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на дипломное проектирование**

Студент Поплавский Богдан Евгеньевич

1. Тема: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Прокладка цилиндра»

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: июнь 2017

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Чертеж детали, программа выпуска, свойства материала детали

4. Содержание пояснительной записки: 1. Состояние вопроса, 2. Разработка технологического процесса изготовления детали, 3. Выбор оборудования, 4. Разработка конструкции штамповой оснастки, 5. Безопасность и экологичность проекта, 6. Экономическая часть

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала: сравнительная технология, комплекс оборудования, штамп- разрезы, планы

6. Консультанты по разделам 1.Безопасность и эгологичность технического объекта  
(И.В. Дерябин) 2.Экономическая часть (И.В. Краснопевцева)

3.Нормаконтроль (В.Г. Виткалов)

7. Дата выдачи задания « 17 » март 20 17 г.

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____	А.В.Скрипачёв
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	Б.Е. Поплавский
(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  
(подпись) (И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

**выполнения выпускной квалификационной работы**

Студент: Поплавский Богдан Евгеньевич

по теме: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Прокладка цилиндра»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ технико-экономических показателей исходных данных	09.04.2017	12.04.2017	выполнено	
Разработка технологического процесса	11.04.2017	24.04.2017	выполнено	
Выбор оборудования и средств автоматизации	23.04.2017	26.04.2017	выполнено	
Конструкторская часть	26.04.2017	1.05.2017	выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	02.05.2017	03.05.2017	выполнено	
Экономическое обоснование проекта	04.05.2017	06.05.2017	выполнено	

Продолжение таблицы

Подготовка чертежей по технологии	06.05.2017	09.05.2017	выполнено	
Подготовка чертежей оборудования	08.05.2017	10.05.2017	выполнено	
Подготовка чертежей оснастки	10.05.2017	15.05.2017	выполнено	
Подготовка к защите	17.05.2017	31.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.В. Скрипачев

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Б.Е Поплавский

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

При рассмотрении задач выпускной квалификационной работы было принято решение о разработке технологического процесса и проектировки штампового инструмента для производства детали «Прокладка цилиндра».

Анализируя технологический процесс производства детали были выявлены недостатки: большие экономические затраты на производство детали, малая степень автоматизации производства. Было принято решение изменить размеры твердого проката, а также расположение заготовок на ленте для увеличения коэффициента использования материала, что в свою очередь позволит уменьшить себестоимость проектной детали. В первую очередь был проведен расчет детали на технологичность, следующим шагом были определены форма и размеры исходной заготовки. Определен коэффициент использования материала, произведен выбор необходимого оборудования. Рассмотрены вопросы по охране труда и окружающей среды. В экономической части определена сумма затрат на проектирование, себестоимость штамповой оснастки, себестоимость изготовления детали по базовой и проектной технологии и их сравнение.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	5
Введение	8
1. Анализ существующего способа изготовления детали	10
1.1. Исследование технологичности детали	10
1.2. Исследование существующей технологии изготовления детали	13
1.3. Задачи бакалаврской работы	14
2. Создание технологического процесса производства детали	15
2.1. Схема представленного технологического процесса	15
2.2. Формы и размеры заготовки	16
2.3. Разработка рационального раскроя металла и определение коэффициента использования материала	17
2.4. Определение энергосиловых параметров штамповки	19
3. Подбор оборудования и средств автоматизации	23
3.1. Подбор типоразмера. Основные промышленные характеристики	23
3.2. Подбор средств автоматизации. Основные промышленные характеристики	26
3.3. Представление работы механической линии	26
4. Описание графической части	29
4.1. Конструкция штампа для вырубки пробивки	30
4.2. Прочностные расчеты изделий штампов	32
4.3. Определение количества и месторасположение упругих элементов	35
4.4. Габаритные размеры штампа	36
5. Охрана труда	37
5.1. Характеристика объекта	38
5.2. Распознавание профессиональных рисков	39
5.3. Профилактика снижения профессиональных рисков	40
5.4. Пожарная безопасность объекта	40

5.5. Средства применяемые для обеспечения пожарной безопасности	45
5.6. Профилактика при аварийных и чрезвычайных ситуациях	46
5.7. Расчет освещаемости	47
6. Экономическая часть	50
6.1. Сравнимые варианты	50
6.2. Первоначальные данные	51
6.3. Годовой фонд времени	51
6.4. Необходимое количество мощностей	55
6.5. Капитальные затраты	56
6.6. Себестоимость детали	57
6.7. Сроки окупаемости	58
Заключение	61
Список использованной литературы	62
Приложение	64

## ВВЕДЕНИЕ

Самым развивающимся технологическим методом производства деталей является обработка металлов давлением. В сравнения с другими видами обработки металлов, обработка металлов давлением имеет ряд преимуществ в технологическом и экономическом отношении.

Обработка металлов давлением в технологическом отношении позволяет:

1. Получение очень сложных форм детали, изготовление которых иными методами невозможно получить или крайне затруднительно;
2. Создание жестких и прочных, но легких по массе конструкций деталей при минимальном расходе материала;

Обработка металлов давлением в экономическом отношении обладает рядом преимуществ:

1. Экономное использование материала и сравнительно небольшие отходы;
2. Высокая производительность оборудования с возможностью применения механизации и автоматизации технологических процессов;
3. Массовый выпуск деталей и их низкая стоимость.

При комплексном решении технологических вопросов применение обработки металлов давлением обеспечивает наибольший эффект на каждом этапе подготовки производства.

Проектирование штампов и разработка технических процессов в ОМД неразрывно связаны между собой.

Комбинированную штамповку используют для достижения наибольшей экономической выгоды. Комбинированный штамп совмещает в себе несколько технологических операций. Штамповка деталей на комбинированном штампе заменяет несколько разделительных операций на разных штампах.

Последовательной штамповкой называется объединение нескольких различных операций. При последовательной штамповке каждая операция



выполняется отдельным инструментом последовательно за несколько ходов пресса.

Из всего упомянутого можно сделать вывод, что крайне важно разработать технологический процесс листовой и объемной штамповки.

В данной работе разработан технологический процесс изготовления детали «Прокладка цилиндра», определен экономический эффект от сравнения базовой и проектной технологии, проведен анализ безопасности и экологичности проекта.

Основной целью данной работы является снижение себестоимости изготовления проектной детали.

# 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

## 1.1 Исследование технологичности детали.

Чтобы понять технологична ли деталь, следует разобраться что же это означает. “Совокупность конструктивных элементов и свойств обеспечивающие простое экономическое изготовление деталей с техническими и эксплуатационными требованиями к ним – есть технологичность” [6].

Для деталей, изготовленных путем листовой штамповки предъявляются следующие эксплуатационные требования:

1. Деталь должна соответствовать конструкции по назначению и условиям, в которых будет эксплуатироваться;
2. Проектная деталь должна обеспечивать требуемую прочность и жесткость при минимальном расходе материала;
3. Точность и взаимозаменяемость;
4. Обеспечение необходимых химических, физических и технических условий.

“Технологичность включает в себя ряд операций, которые результативно способствуют обеспечению более простых способов обработки, а также экономически выгодны для получения нужной детали, при которой соблюдаются все ориентированные к ней требования” [6].

“Основные параметры применяемые к изготовлению детали из листа, при воздействии на него давлением, можно разбить на несколько пунктов” [6].

“В соответствии с нормами механических характеристик материала, способностью видоизменяться, при этом способность упрочнения жесткой конструктивной части не теряется, способность выдерживать термическую нагрузку при воздействии на нее, и упрочнения верхнего слоя металла при оказании на него давления” [6].

Основные показатели технологичности:

1. Максимальный коэффициент использования материала;
2. Минимальное количество используемого оборудования и производственных площадей для изготовления детали;
3. Снижение трудоемкости и количества операций;
4. Отсутствие последующей механической обработки;
5. Снижение затрат, сокращение сроков и количества оснастки необходимых для производства деталей;
6. увеличение производительности труда.

Снижение себестоимости штампуемых деталей является наиболее значимым показателем технологичности.

“Понятие технологичности непосредственно связано с конкретным производством, по причине того, что соотношение себестоимости детали зависит от типа (массовое, единичное, серийное) производства и его специфики, а также от ряда других показателей (цена материала, заработная плата рабочих, отчисления, налоги и так далее). Из этого следует что технологическая конструкция при серийном производстве может не соответствовать параметрам технологичности, а при массовом наоборот” [6].

Требования предъявленные для данной детали:

1. Соответствие размеров детали чертежу;
2. Малые упругие деформации;
3. Соответствие технологичности конструкции.

## 1.2 Исследование существующей технологии изготовления детали.

Рассмотрим деталь «Прокладка цилиндра» и при помощи каких операций эта деталь производится (рисунке 1.1).

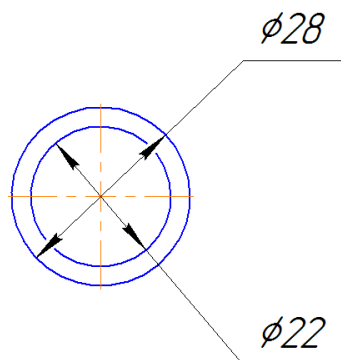


Рисунок 1.1- Эскиз детали

Операция 1: пробивка

На первой позиции производится пробивка отверстия  $\phi 22$ .

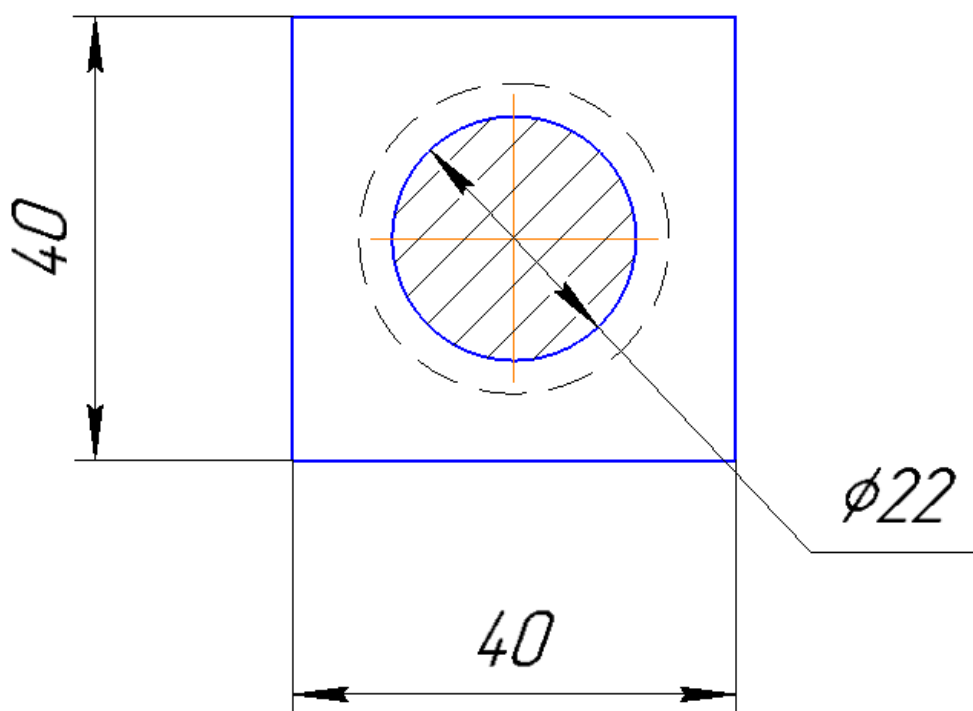


Рисунок 1.2- Пробивка

## Операция 2: вырубка

На второй позиции производится вырубка заготовки детали диаметрами  $\text{Ø}28$ .

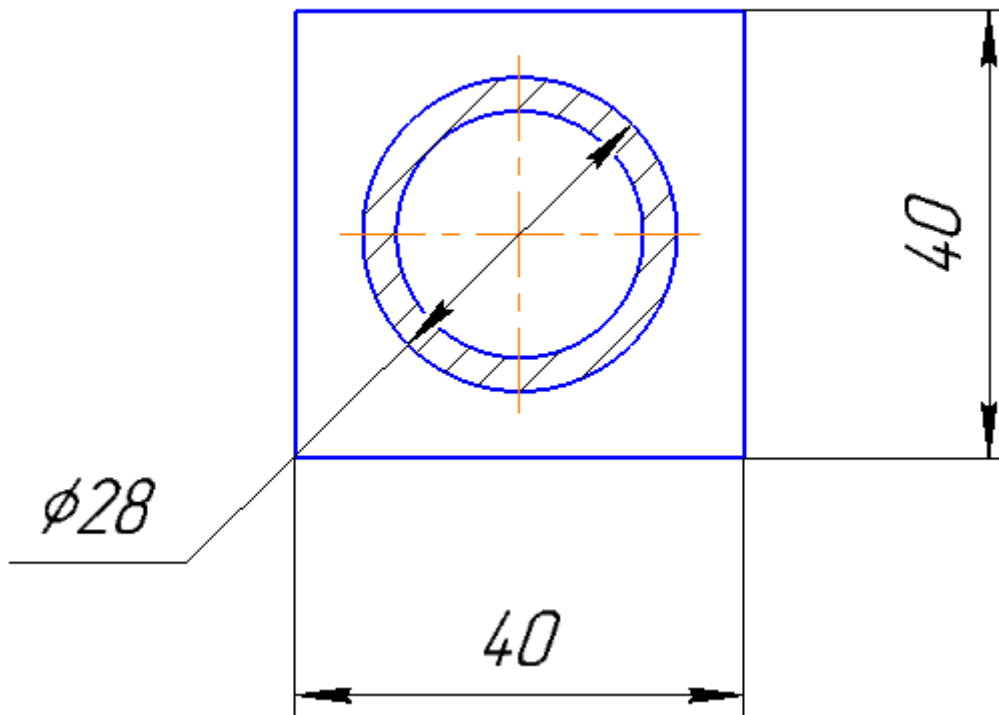


Рисунок 1.3- Вырубка

Для выявления недостатков был проведен анализ существующей технологии изготовления детали «Прокладка цилиндра». Были выявлены следующие недостатки:

1. Основное количество материала идет в отход после штамповки.
2. Большая стоимость штамповой оснастки.
3. Использование 2-х прессов.

Для исключения недостатков необходимо разработать штамповую оснастку, а также изменить раскрой детали путем автоматизации процесса.

### 1.3. Задачи бакалаврской работы.

Задачи, сформулированные исходя из анализа недостатков существующего технологического процесса:

1. Разработка и внедрение нового технологического процесса производства детали «Прокладка цилиндра»;
2. Разработка конструкции штамповой оснастки;
3. Получение экономического эффекта;
4. Разработка мер безопасности условий труда на проектируемом производственном участке.

## 2 СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛИ

При проектировании технологического процесса рассматривают список причин, действовавших на выбор способа штамповки. Рассматривая весомость и обособленный вес каждого из этих признаков нужно в каждом правильном случае выдвинуть наиболее подходящую модификацию штамповки.

Например, в зависимости от толщины и рода материала изделия ее штампуют в горячем и холодном состоянии. Точность изготовления и объем производственного задания изделия разрешают принять способ штамповки.

“Так сказать, при изготовлении изделий в серийном производстве - их штампуют на отдельных штампах; при опытном и мелкосерийном производствах изделий - штампуют универсальными и упрощенными штампами, используют групповые способы и штамповку по элементам” [6].

“При массовом и крупносерийном производстве в зависимом положении от размеров изделий и нужной точности их штампуют на совмещенных или последовательных штампах. При массовом производстве процессы штамповки нужно максимально автоматизировать и механизировать” [6].

“Одновременно с определением способа штамповки проводят подбор оборудования (прессов) по необходимому условию, а в свою очередь и по неизменным габаритным размерам. После указывают технические нормы на штамповку изделия, вслед за тем уже приступают к созданию технологической документации” [6].

### 2.1. Схема представленного технологического процесса.

Было решено изменить базовый вариант технологии изготовления детали «Прокладка цилиндра». Выполнение каждой операции происходит последовательно на прессе «Раскин 50 т.с», оснащенном приспособлением для подачи рулонного материала в зону обработки. Штампуются по пять деталей за одну операцию на широкой ленте, вследствие чего много

материала уходит в отход. Удаление заготовок с ленты осуществляется пневмосдувом. Для получения необходимого экономического эффекта следует увеличить коэффициент использования материала, путем изменения штамповой оснастки и изменения раскроя материала.

Детали изготавливаются из медной ленты МЗ толщиной 1,05мм на прессе Раскин 50 т.с. Все операции выполняются на одном прессе:

На первой операции пробивается технологическое отверстие  $\varnothing 8$ .

На второй операции производится вырубка – пробивка отверстий  $\varnothing 22$  и  $\varnothing 28$ .

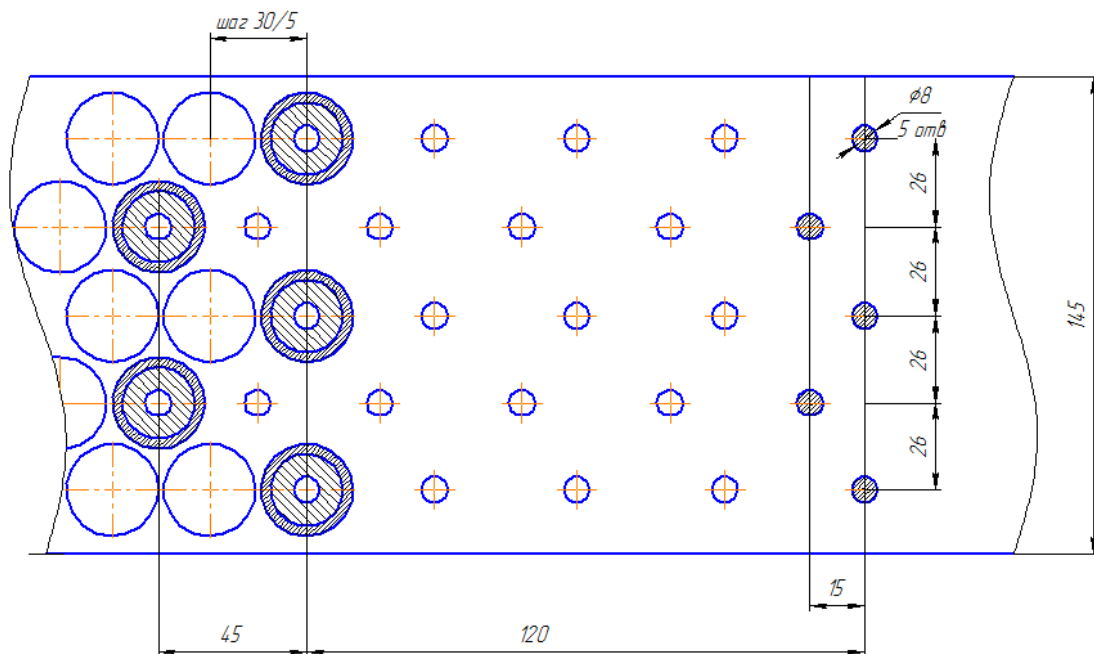


Рисунок 2.1. - Технологический процесс

## 2.2. Форма и размеры заготовки.

Данное изделие производится из плоской заготовки путем операций вырубки - пробивки и пробивки отверстий.

Так как рассматриваемая деталь очень простая, то заготовка будет соответствовать ее размерам т.к. технологический процесс



будет осуществляться последовательной штамповкой из ленты под 5 деталей поэтому ширина ленты с учетом перемычек принимается 145мм.

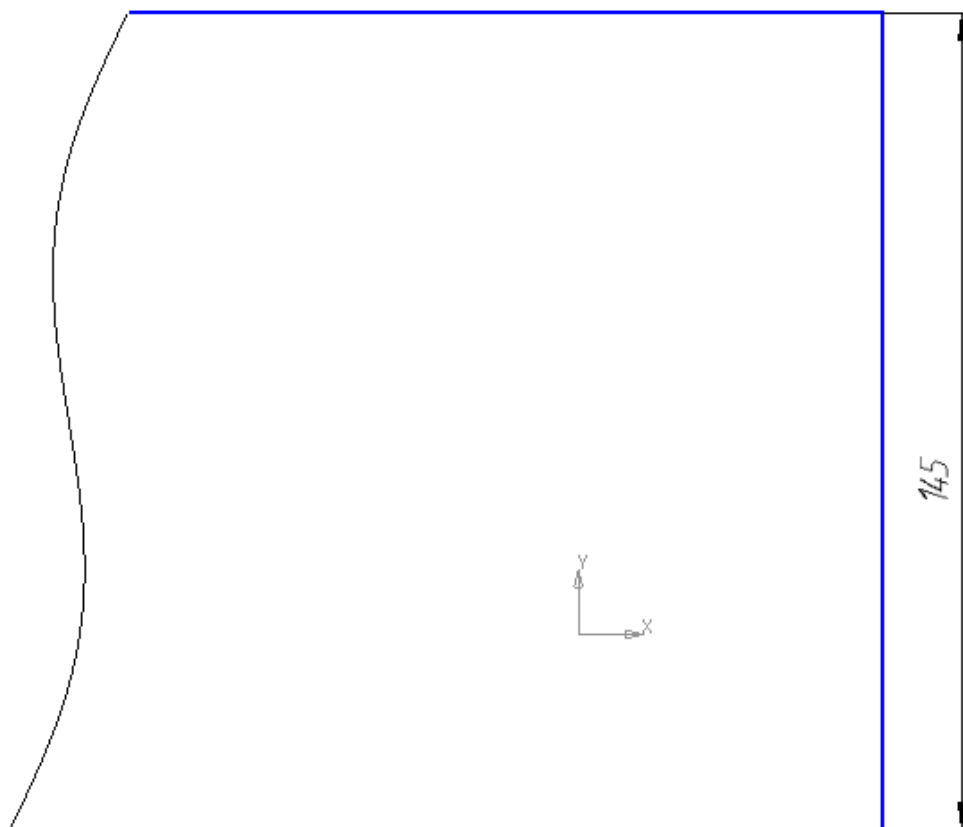


Рисунок. 2.2. - Размеры исходной заготовки

2.3. Разработка рационального раскроя металла и определение коэффициента использования материала.

“В массовом и крупносерийном производстве, важное значение имеет экономия металла и уменьшении отходов при холодной листовой штамповке. Это обусловлено тем, что при больших масштабах производства огромную экономию дает даже незначительное снижение использования металла” [6].

“Первой операцией, при которой теряется часть металла, является раскрой на штучные заготовки. Обрезки неиспользуемого металла уходят в отход. Для снижения потерь следует использовать следующие правила:

1. При резке заготовок следует руководствоваться разработанными раскройными картами, которые учитывают наиболее полное использование материала.

2. Резку крупных заготовок в массовом производстве производить с использованием комбинированного раскроя для наилучшего использования материала и при соблюдении комплектности заготовок.

3. Для уменьшения количества концевых отходов и увеличения количества получаемых деталей резку узких полос производить вдоль листа.

4. Желательно резать широкие полосы, так как это сокращает требуемое количество резов, в следствии чего уменьшается шаг подачи при штамповке; обычно это ведет к уменьшению потерь на концевые отходы.

5. Для изготовления крупных деталей в массовом и крупносерийном производстве следует заказывать мерные листы.

6. Производство небольших деталей в массовом производстве следует производить холоднокатаной лентой в замен листовому материалу.

7. Необходимо нарезать заготовки по направлению волокон проката для деталей подвергаемых гибке.

8. Резку на ножницах следует производить с использованием специальных устройств, облегчающих настройку и повышающих точность реза” [6].

Способы раскроя листового материала по величине отходов и экономичности подразделяются на несколько видов:

1. Раскрой с отходами;
2. Малоотходный раскрой;
3. Безотходный раскрой.

Нахождение коэффициента использования материала определяется отношением массы детали, к массе заготовки:

$$K_m = \frac{M_{дет.}}{M_{заг.}}, \quad (2.1)$$

где  $K_m$  - коэффициент использования материала (КИМ),

$M_{дет.} = 0,0043$  кг - масса детали,

$M_{заг.} = 0,04$  кг - масса заготовки.

$$K_m = \frac{0,0043 \text{ кг} \cdot 5шт}{0,04 \text{ кг}} = 0,54.$$

Коэффициент использования материала равен 0,54 значит, в отход уходит 46% металла.

В базовом варианте коэффициент использования материала был равен 0,43, следовательно, в отходы уходит 57% металла.

#### 2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки.

##### Определение усилий

Операция 10. Пробивка отверстия:

Расчётное усилие процесса пробивки одного отверстия рассчитывается по формуле: (стр.16[7]),

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

где  $P_{ср}$  – напряжение среза, [МН];

$L$  – периметр пробиваемого отверстия, [м];

$S$  – площадь поперечного сечения материала;

$\sigma_{ср}$  – противодействие срезу;

$k$  – учитывающий коэффициент разнородность металла, одинаковый 1,2.

$$P_{ср} = 0,025 \cdot 0,00105 \cdot 370 \cdot 1,2 = 0,011 \text{ МН}.$$

Усилие прижима определяется по формуле: (стр.31[7]),

$$Q = F \cdot q, \quad (2.3)$$

где  $Q$  – усилие прижима, [МН];

$F$  – площадь прижимаемой поверхности = 0,018;

$q$  – удельное давление, [МН].

Расчет усилия прижима :

$$Q = 0,018 \cdot 0,2 = 0,0036 \text{ МН.}$$

Полное усилие для пробивки 5 деталей :

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{ср}} \cdot 5 + Q, \quad (2.4)$$

$$P_{\text{общ}} = (0,011 \cdot 5) + 0,0036 = 0,0586 \text{ МН.}$$

Операция 20. Вырубка - Пробивка отверстия:

Расчётное усилие процесса среза штампами определяется по формуле: (стр.16[7]),

$$P_{\text{ср}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k, \quad (2.5)$$

где  $P_{\text{ср}}$  – усилие среза, [МН];

$L$  – периметр пробиваемого отверстия, [м];

$S$  – площадь поперечного сечения материала;

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

$k$  – учитывающий коэффициент разнородность металла, одинаковый 1,2.

$$P_{\text{ср}} = 0,157 \cdot 0,00105 \cdot 370 \cdot 1,2 = 0,073 \text{ МН.}$$

Усилие прижима определяется по формуле: (стр.31[7]),

$$Q = F \cdot q, \quad (2.6)$$

где  $Q$  – усилие прижима, [МН];

$F$  – площадь прижимаемой поверхности = 0,014;

$q$  – удельное давление, [МН].

$$Q = 0,014 \cdot 0,2 = 0,0028 \text{ МН.}$$

Расчет усилия пробивки:

$$\Sigma P_{\text{общ}} = P_{\text{ср}} \cdot 5 + Q, \quad (2.7)$$

$$\Sigma P_{\text{общ}} = (0,073 \cdot 5) + 0,0028 = 0,3678 \text{ МН.}$$

Усилие проталкивания находится по формуле: (стр.21[7]),

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} \cdot P \cdot n,$$

где  $k_{\text{пр}}$  - общий коэффициент проталкивания материала, 0,08

$n$  – число отходов материала в шейке матрицы,  $n=1$ .

$$P_{\text{пр}} = 0,08 \cdot 0,3678 \cdot 1 = 0,029 \text{ МН.}$$

Расчет прилагаемого усилия для снятия заготовки с пуансона находится по формуле: (стр.21[7]),

$$P_{\text{сн}} = \kappa_{\text{сн}} \cdot P, \quad (2.8)$$

где  $P_{\text{сн}}$  – усилие снятия, [МН];

$\kappa_{\text{сн}}$  – принимаемый коэффициент снятия, 0,07

$P$  – сумма усилий действующих при данных операциях.

$$P_{\text{сн}} = 0,07 \cdot 0,3678 = 0,025 \text{ МН.}$$

Суммарный расчет на усилие пробивки и вырубки:

$$\Sigma P_{\text{общ}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}}, \quad (2.9)$$

$$\Sigma P_{\text{общ}} = 0,3678 + 0,025 + 0,029 = 0,4218 \text{ МН.}$$

#### 2.4.2. Определение работы

Операция 10. Пробивка отверстия:

Работа которую необходимо провести для осуществления операции пробивки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot P \cdot S \cdot 1000, \quad (2.10)$$

где  $x=0,75$  – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия пробивки;

$P=0,055$ кН – усилие затраченное на данную операцию;

$S=0,00105$ мм – толщина металла;

$$A = 0,75 \cdot 0,055 \cdot 0,00105 = 0,0000433 \text{ кДж.}$$

Операция 20. Вырубка – пробивка отверстия:

Работа которую необходимо провести для осуществления операции вырубки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot P \cdot S \cdot 1000, \quad (2.11)$$

где  $x=0,75$  – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного

усилия пробивки;

$P=0,4218$  кН – усилие затраченное на данную операцию;

$S=0,00105$ мм – толщина металла;

$A= 0,75 \cdot 0,4218 \cdot 0,00105 = 0,000332$ кДж.

### 3 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

“Для выбора пресса руководствуются следующими соображениями:

1) Технические характеристики пресса должны быть подобраны в соответствии с технологическими операциями;

2) Требуемое усилие для штамповки должно быть меньше номинального усилия пресса;

3) Пресс должен быть с достаточной мощностью для выполнения необходимых операций;

4) Производить выбор пресса с достаточной жесткостью (малыми упругими деформациями), а также с повышенной прочностью направляющих для разделительных операций;

5) закрытая высота штампа должна быть меньше или соответствовать закрытой высоте пресса;

6) Для возможности установки и закрепления штампа и подачи заготовок должны соответствовать габаритные размеры стола и ползуна пресса, а для свободного проваливания штампуемых деталей необходимо соответствие отверстия в столе пресса (при штамповке «на провал»);

7) Для обеспечения высокой производительности штамповки следует подобрать необходимое число ходов пресса;

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

9) Для обеспечения удобства и безопасности обслуживания пресса необходимо руководствоваться требованиями техники безопасности” [8].

“Из этого следует, что основными параметрами для выбора пресса являются: работа, усилие, величина хода, жесткость, размеры стола и закрытая высота пресса” [8].

“Необходимо различать загрузку по усилию от загрузки по мощности пресса. Загрузка пресса по усилию лимитируется прочностью зубчатых передач или коленчатого вала пресса, а загрузка по мощности (работе) — живой силой маховых масс, допустимой перегрузкой электродвигателя и его мощностью” [8].

“Пресс следует выбирать не только по усилию, так как перегрузки прессы могут быть различны:

1) Перегрузка прессы по допускаемому усилию, вследствие чего деформируется вал, а затем пресс выходит из строя;

2) Перегрузка прессы по мощности, но не по допускаемому усилию” [8].

В данном случае суммарное усилие равно 0,53 кН и номинальное усилие прессы определяется по формуле:

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

где  $\Sigma P$  – суммарное усилие операций, производимых на данном оборудовании;

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

$$P = 1,5 \cdot 0,53 \text{ кН} = 0,794 \text{ кН}.$$

Наиболее подходящий по своим техническим характеристикам является пресс «Раскин 0,5МН».

Технические характеристики прессы:

- Номинальное усилие – 500 кН.
- Ход ползуна max – 120 мм.
- Регулирование хода – 100 мм.
- Замкнутая высота max – 300 мм.
- Регулирование замкнутой высоты - 90 мм.
- Габариты стола – 600 x 1000 мм.
- Габариты ползуна – 460 x 560 мм.
- Рабочая мощность, выдаваемая электродвигателем 5,5 кВт.
- Количество ходов в минуту – 60.
- Рабочий ход выталкивателя в теле ползуна – 60 мм.
- Максимальное движение пневмо – подушки – 70 мм.
- Усилие пневмо – подушки – 35кН.



### 3.2. Подбор средств автоматизации. Основные промышленные характеристики.

Для увеличения производительности труда в несколько раз применяют автоматизацию листовых штамповочных работ, а также это позволяет обеспечить полную безопасность при работе на прессе.

“Элементы производственного процесса, подвергаемые автоматизации и механизации в холодной листовой штамповке:

1. Подача лент, полос и штучных заготовок;
2. Удаление отходов и деталей из штампа;
3. Укладка отштампованных деталей и их подсчет;
4. Управление штамповочным процессом, удаление бракованных деталей и сортировка или выключение прессы при появлении брака;
5. Транспортировка заготовок между операциями ;
6. Удаление из цеха отходов” [8].

В технологическом процессе следует использовать средство для автоматического удаления деталей с помощью пневмосдува.

### 3.3. Представление работы механической линии.

“Большую роль при разработке проектов для массового и крупносерийного выпуска играет правильная планировка рабочего места” [8].

“Обеспечение высокой производительности труда и прогрессивных методов работы возможны лишь при правильной организации рабочего места и трудового процесса” [8].

“Планировку участка штамповки следует производить с учетом техники безопасности. Организация техники безопасности на участке заключается в следующем:

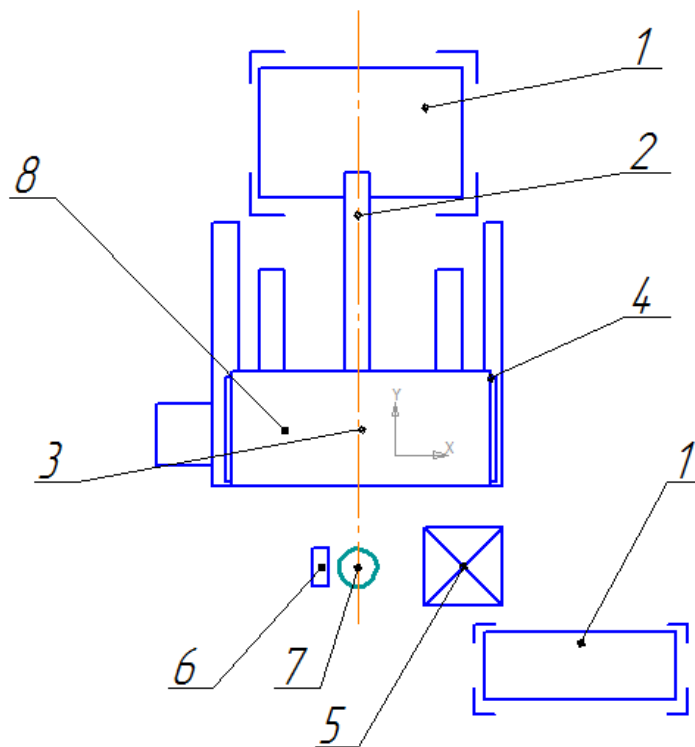
- транспортировка заготовок и готовых деталей осуществляется с помощью погрузчика, между рабочими местами с помощью тележек.
- обеспечивается устойчивое положение и свобода движений рабочего;
- рабочее место удовлетворяет и соответствует антропометрическим, физиологическим данным человека, а также характеру работы;
- воздух рабочей зоны, шум, вибрации, производственное излучение в помещениях цехов соответствуют требованиям стандартов ССБТ, а освещение строительным нормам;
- каждое рабочее место обеспечено вентиляцией;
- рабочий получает средства индивидуальной защиты: спецодежду, обувь, перчатки” [8].

“Необходимо разработать мероприятия для сокращения времени на переналадку оборудования, это достигается путём механизации работ по установке штампов и одновременно повышается производительность труда наладчика. Правильная организация штампового хозяйства является необходимым условием для транспортировки штампов” [8].

“Организация рабочего места штамповщика включает в себя:

- 1) Наиболее удобную планировку рабочего места, включая места и способы укладки заготовок, отходов и готовых изделий;
- 2) Подготовка необходимых полуфабрикатов и материалов;
- 3) Обеспечение вспомогательными инструментами рабочего места;
- 4) Содержание в исправности штампа и в рабочей готовности прессы;
- 5) Соблюдение чистоты и порядка на рабочем месте” [8].

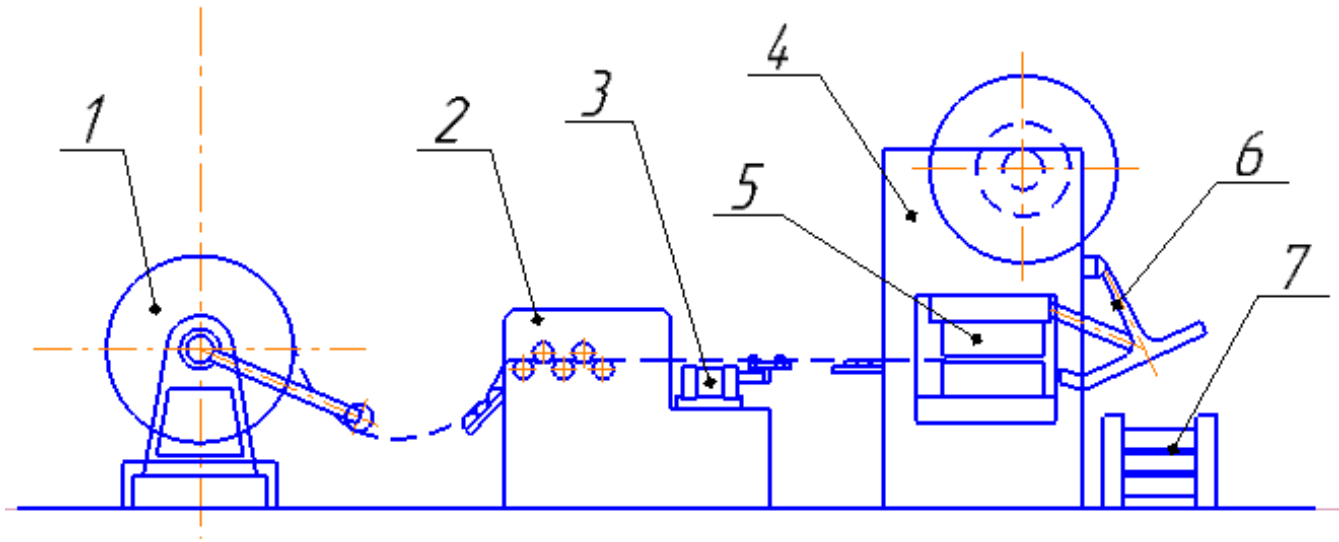
Планировка участка показана на рисунке 3.1.



1. Кассета с загрузочной лентой и болванками;
2. Скаты для сползания готовых продукции;
3. Пневмо-сдув;
4. Защитная решётка;
5. Рабочий стол;
6. Рабочее место;
7. Пульт включения;
8. Штамп.

Рисунок 3.1. Планировка участка

Штамповый комплекс представлен на рисунке 3.2 со следующими позициями:



- 1) Рулонница (устройство разматывающее);
- 2) Устройство правильное;
- 3) Подача клещевая;
- 4) Пресс Раскин 50 т.с.;
- 5) Штамп;
- 6) Съёмник лотковый;
- 7) Тара

Рисунок 3.2. Вырубной комплекс

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

#### 4 ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

“Рассматривать конструкцию штампа как отдельную часть от технологии и оборудования нельзя. Проектирование штампа осуществляется, в первую очередь, с учетом предусмотренного технологического процесса. Конструкция штампа обязана обеспечить высокое качество детали и необходимую производительность труда. Эти два фактора и определяют стоимость конструкции и сложность ее изготовления. Стоимость также зависит от заданной точности изделия. Чем ниже точность, тем дешевле штамп и наоборот” [8].

“Одной из самых опасных профессий на производстве является профессия оператора-штамповщика. Благодаря этому к конструкции штампа предъявляются особые требования по обеспечению техники безопасности при работе” [8].

“Необходимо предотвратить попадание рук оператора в опасные зоны штампов. Это достигается путем внедрения средств механизации, либо введением специальных защитных устройств. Вместе с этим рассматриваются вопросы удобства работы конструкции. Обеспечение безопасности и удобства необходимы не только для операторов, но также наладчикам штампов, изготовителям, и транспортникам” [8].

“Для технологичности деталей, а так же удобства изготовления, необходимо обеспечивать технологичность сборки. Вместе с этим необходимо обеспечить возможность заточки режущих частей штампа, а так же восстановления рабочих частей в процессе использования” [19].

“Конструкция штампа должна обеспечить надежное и удобное крепление штампа, а также тщательную его подгонку к оборудованию. Для надежного крепления штампа необходимо учитывать особенности оборудования, возникаемых отрывных усилий и массу штампа” [19].

“Штампу необходимо соответствовать требованиям технической этики, как и любая конструкция. Если оснастка и оборудование имеют

привлекательную внешнюю форму, без лишних элементов, с органичным исполнением узлов и деталей, то на нем приятно и удобно работать. Важно умение сочетать прочность и удобство конструкции с малой металлоемкостью” [19].

“Требования, предъявляемые к конструкции штампа:

1. Обеспечение конструкцией штампа заданной производительности и качества штампуемых деталей:

- надежная и четкая фиксация заготовки в штампе,
- оптимальная схема штампа,
- надежное удаление из штампа детали или изделия,
- оптимальная конструкция отдельных деталей штампа и рабочих частей,

- надежное удаление отходов из штампа;

2. Обеспечение конструкцией штампа наименьшей металлоемкости;

3. При возможности максимальное использование стандартных деталей и узлов в штампе;

4. Для обеспечения транспортировки штампа в целом и отдельных его узлов для ремонта и эксплуатации необходимо соответствие конструкции штампа в целом и отдельных его деталей и узлов при изготовлении;

5. Для облегчения ремонта, восстановления и возможности заточки режущих кромок необходимо что бы конструкция деталей штампа была технологична” [19].

#### 4.1 Конструкция штампа.

В данном разделе рассмотрен многопозиционный штамп для пробивки отверстия и вырубки – пробивки детали. Был выбран штамп для однокривошипных прессов простого действия.

Проектирование штампа происходит в его нижнем рабочем положении. Была выбрана закрытая высота штампа – 245мм, в связи с техническими

характеристиками необходимого оборудования. Поперечный и продольный разрезы штампа изображены на рис. 4.1 и 4.2.

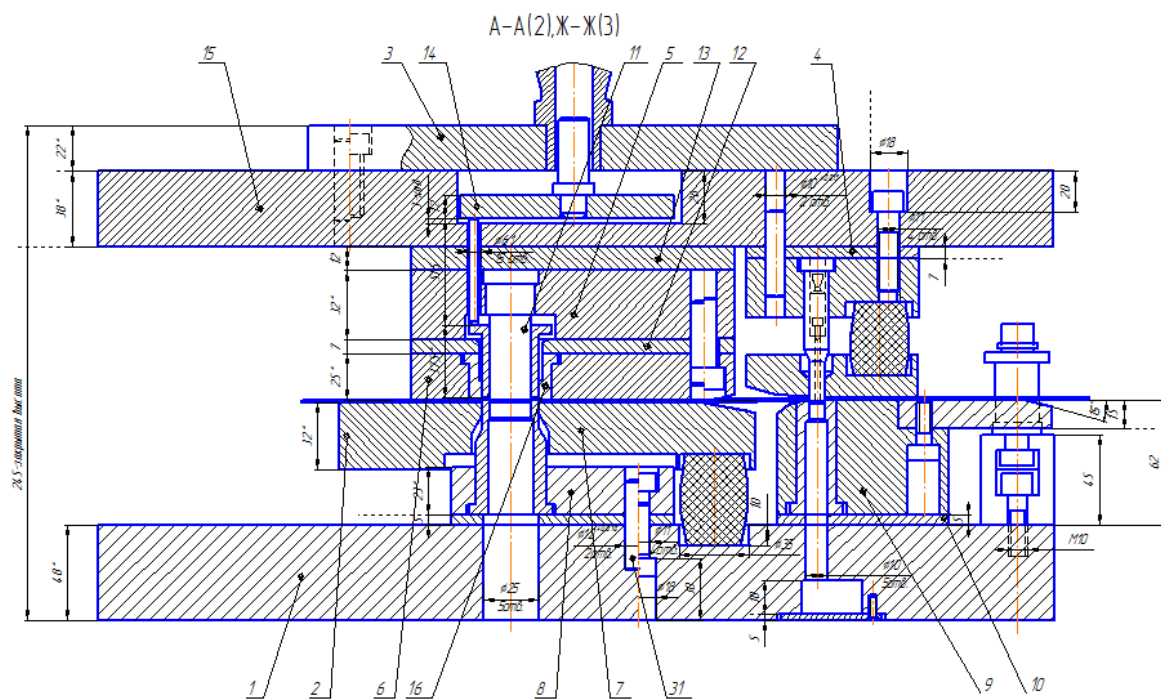


Рисунок 4.1. Поперечный разрез штампа

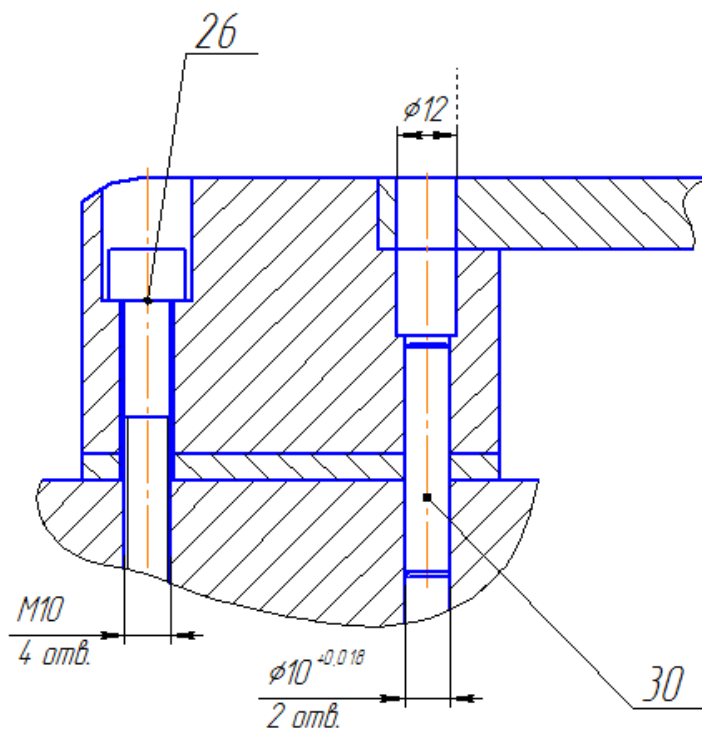


Рисунок 4.2. Продольный разрез штампа

На чертеже видно, что штамп состоит из верхней плиты и нижней плиты, обоймы с блоками, секций матриц, пуансонов, направляющих колонок.

Болты поз.26 и штифты поз.30 крепят пуансон к верхней плите.

Также болтами и штифтами к нижней плите крепится обойма. Внутри обоймы устанавливается матрица в сборе, закрепленная болтами через подкладку к нижней плите. Ребра к секциям матриц крепятся болтами.

Ось детали располагается по оси штампа и совпадает с осью хвостовика.

Удаление деталей производится установленным в нижней части штампа пневмосдувом.

Для транспортировки штампа предусмотрены 8 грузовых винтов М16, установленных на нижней и верхней плитах штампа.

Направляющие колонки применены в качестве направляющих элементов. Данный способ обусловлен силовыми факторами и конструкцией штампа.

Крепление Штампа к прессу производится 2 винтами через крепёжные пазы, выполненные в нижней плите, а сверху к хвостовику. Данный выбор способа крепления обусловлен надёжностью и невозможностью применения других способов.

#### 4.2. Прочностной расчет пуансона.

Для прочностного расчета следует выбрать пробивной пуансон наименьших размеров.

Приближенный расчет пуансона на прочность производим по табл. 208 [7]:

1. Расчет опорной плоскости головки пуансона на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{см}], \quad (4.1)$$

где P – усилие пробивки;

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

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 50 \text{ мм}^2,$$



где  $[\sigma_{см}]$  – допускаемое напряжение на смятие,  $[\sigma_{сж}]=10 \text{ кгс/мм}^2=100 \text{ кН/мм}^2$ .

$$\sigma_{см} = \frac{146}{50} = 2,9 \text{ кН / мм}^2 = 0,29 \text{ МПа}.$$

Усилие смятия составит  $\sigma_{см}=2,9 \text{ кН/мм}^2 < 100 \text{ кН/мм}^2$ , собственно что меньше допускаемых, значит, условие крепости на смятие производится.

2. Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении.

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

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

$$f = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 50 \text{ мм}^2,$$

где  $[\sigma_{сж}]$  – допускаемое напряжение на сжатие,  $[\sigma_{сж}]=160 \text{ кгс/мм}^2=1600 \text{ кН/мм}^2$

$$\sigma_{сж} = \frac{146}{50} = 2,9 \text{ кН / мм}^2 = 0,29 \text{ МПа}$$

Напряжение сжатия составляет  $\sigma_{сж}=5,96 \text{ кН/мм}^2 < 1600 \text{ кН/мм}^2$ , это значит что условие прочности на сжатие выполняется.

3. Расчет на продольный изгиб свободной длины пуансона.

$$l = 4.43 \sqrt{\frac{E \cdot I}{n \cdot P}}, \quad (4.3)$$

где  $E$  – модуль упругости ( $2,2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2=2,2 \cdot 10^5 \text{ кН/мм}^2$ );

$I$  – момент инерции,  $\text{мм}^4$ ; (для круглых пуансонов )

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

$$I = \frac{\pi \cdot 11,2^4}{64} = 49409 \text{ мм}^4.$$

$$l = 3,49 \text{ м}.$$

В проектном штампе длина пуансона составляет 73 мм, условие на продольный изгиб свободной длины пуансона выполняется.

## Выбор материала для изготовления деталей штампов

“Рабочие части (пуансон и матрица) разделительных штампов должны соответствовать определенным требованиям. Основные требования: металл из которого изготовлены рабочие части штампов должен противостоять большому давлению и ударам, мало подвергаться износу от трения, как можно дольше сохранять острыми режущие кромки” [19].

Изготовление не рабочих деталей штампов производят в соответствии с их назначением. Выбор материала так же производится с расчетом необходимых характеристик.

Для изготовления деталей штампов были выбраны следующие марки материалов, представленные в таблице 4.1.

Таблица 4.1- Марки материалов для изготовления деталей штампов

Элемент штампа	Марки материалов и сталей для изготовления деталей штампа	Твёрдость материала	Термообработка
Плита нижняя	Сталь 45	HB240-255	Улучшение
Плита верхняя	Сталь 45	HB240-255	Улучшение
Пуансон	Сталь X12МФ	HRC 59-63	
Матрица	Сталь X12МФ	HRC 57-61	Отжиг
Пуансон-матрица	Сталь X12МФ	HRC 57-61	Отжиг
Выталкиватель	Сталь 45	HRC 42-46	Нормализация
Держатель	Сталь 45	HB 241-285	
Отлипатель	Сталь 45	HRC 42-46	Нормализация
Вставка съёмника	Сталь X40		Цементация 0,8-1,2

#### Продолжение таблицы

Колонка	Сталь 20	HRC 59-63	Цементация 0,5-1,5
Толкатель	Сталь 45	HRC 35-40	

#### 4.3. Определение числа и расположения упругих элементов

“Различные пружины служат для снятия материала с пуансона, для прижима штампуемого материала, для выталкивания готовых изделий и отхода из матрицы и т. д.” [19].

“Проведенные расчеты энергосиловых параметров понадобятся для определения количества и типа упругих. В проектном штампе упругие элементы приводят в действие прижим. Для упрощения ремонта, приобретения и замены будет целесообразно применить пакеты пружин” [19].

Было принято решение взять несколько пружин меньшего усилия, так как прижим имеет большую площадь. Данное решение позволит равномерно распределить нагрузку по всей площади прижима и исключит возможность заклинивания и перекоса.

Необходимое усилие, которое следует развить:  $P = 2,2$  (кН).

Были выбраны пружины с максимальным усилием:  $P_{уд} \approx 1,2$ кН.

$$P_p = P_{уд} \cdot n \text{ [I]}, \quad (4.4)$$

где  $n$  – количество пружин.

$$n = P / P_{уд} \text{ [I]},$$

$$n = 2,2 / 1,2 \approx 2,$$

$$P_p = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ (кН)}.$$

Для обеспечения запаса на случай износа или поломки пружины служит разница между необходимым и расчётным усилиями.

Выбирается пружина по ГОСТ 18793-80 [10] из стандартных пружин с необходимыми свойствами:

- развиваемое усилие;
- высота в сжатом состоянии;
- рабочая деформация;
- диаметр.

Была выбрана пружина со следующими параметрами:

- а) усилие – 71 кгс,
- б) высота сжатой пружины – 117,7 мм,
- в) рабочая деформация – 5 мм,
- г) диаметр – 25 мм,
- д) диаметр проволоки – 4 мм.

Для создания необходимого усилия потребуется две пружины.

#### 4.4. Определение центра давления

“Одно из важнейших значений для вырубных, вытяжных, правочных и пробивных штампов имеет определение центра давления штампа. Центр давления должен совпадать с осью ползуна прессы и осью штампа. Если этого не происходит, то возникают перекосы в штампе, изнашиваются направляющие, быстро притупляются режущие кромки. Для определения центра давления штампа существует два способа: аналитический и графический” [21].

В проектом варианте нет необходимости в определении центра давления штампа. Ось хвостовика совпадает с центром давления штампа.

## 5 ОХРАНА ТРУДА

Безопасность производственного оборудования обеспечивается средствами защиты. Средства защиты состоят в ограждении опасных элементов, снижении уровня шума и вибрации оборудования, системе вытяжной вентиляции.

Электропривод оборудования выполняется в соответствии с Правилами устройства электрических установок.

Пневматические устройства, имеющие высокое давление выполняются в соответствии с требованиями Госгортехнадзора.

Надежность прессов и их механизмов определяется низкой вероятностью нарушения их нормальной работы.

Конструктивная прочность прессов характеризуется высокой степенью надежности их крепежных соединений и также антикоррозионных покрытий.

Обеспечение надежности работы прессов обуславливает наличие необходимых контрольно-измерительных приборов.

Степень утомляемости работающих на прессах снижается определенным выбором цвета внешних поверхностей оборудования и помещения.

Противопожарные мероприятия включают прежде всего профилактическую работу по предотвращению пожара. Технологические процессы должны иметь низкую пожарную опасность.

Проводится противопожарный инструктаж с рабочими участка. Планировка участка выполняется с учетом требований пожарной безопасности и должна иметь соответствующие подходы и подъезды к оборудованию. Обеспечивается надежный порядок хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

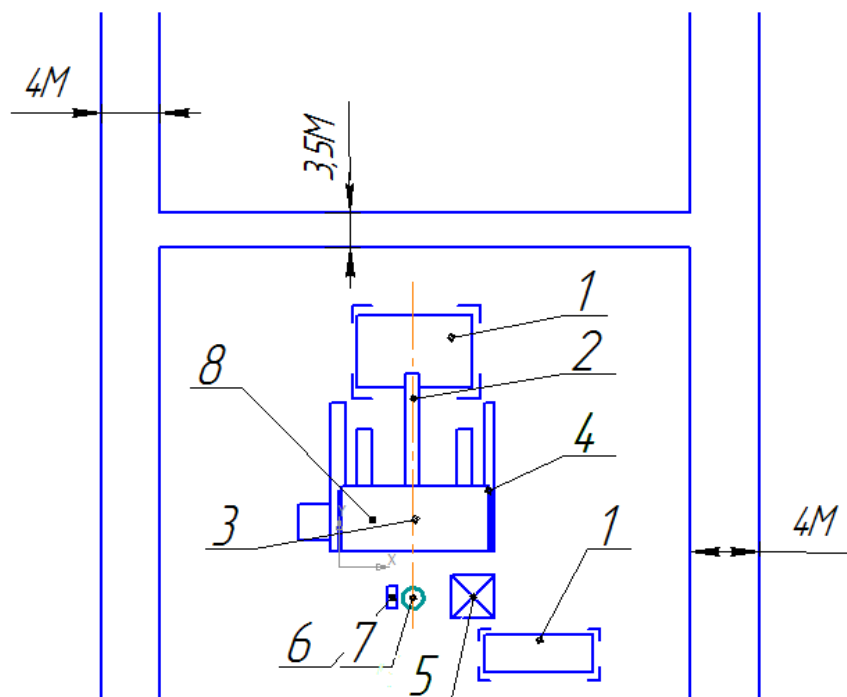
## 5.1. Характеристики объекта.

Для соответствия действующим нормам технологического проектирования, а так же строительным нормам и правилам следует правильно разместить основное и вспомогательное оборудование, чтобы расстояние между оборудованием и стенами здания были не менее 0,6 м.

Правильное размещение производственного оборудования обеспечивает удобство и безопасность ремонта, обслуживания, монтажа и демонтажа.

Требования ГОСТ 12.3.002 и ГОСТ 22269 служат для правильной планировки рабочего места и должны обеспечивать свободный проход, доступ к основным органам управления и пультам, безопасность и удобство действий при выполнении трудовых операций.

На проектируемом участке штамповки находятся 1 пресс: пресс Раскин 50 т.с с номинальным усилием 500 кН. Работа на прессе осуществляется 1 рабочим – штамповщиком, включение прессы осуществляется с помощью пульта управления одновременным нажатием двух кнопок. Лента к прессу доставляется с помощью погрузчика.



1 – пресс Раскин 50 т.с.; 2 – приспособление для полосы; 3 – рулонница; 4 – рабочий; 5 – рабочий стол; 6 – пульт управления;

Рисунок 5.1. Планировка участка штамповки

## 5.2. Распознавание профессиональных рисков.

Использование в цехе оснащения для прохладной штамповки приводит к появлению надлежащих небезопасных и вредоносных моментов которые ориентируются согласно ГОСТу 12.0.003 :

- повышенный степень шума, вибрации;
- повышенная или же пониженная жар рабочей зоны;
- движущиеся машины и механизмы, и их незащитные подвижные части;
- повышенные смысла напряжения в электронной цепи;
- повышенная интенсивность электронного и магнитного полей;
- недостаточная освещенность участка;
- пылевое загрязнение воздух

### 5.3. Методы снижения профессиональных рисков.

Санитарно-гигиенические условия труда в листоштамповочных цехах характеризуются наличием в воздухе производственного помещения вредных и токсичных веществ, паров, масляного аэрозоля и пр.

Электромагнитное излучение, источником которого является питание силовых и осветительных электроприемников, поражает головной и спинной мозг, глаза, систему кровообращения, может вызывать лучевую болезнь.

Общеизвестно негативное действие на организм человека шумов и вибрации, которые связаны с технологическими процессами, потому неизбежны. Шум и вибрация приводят к ухудшению самочувствия, вибробольни, быстрому утомлению, влияют на сердце.

Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения.

Электрический ток и пожароопасность приводят к травмам разной степени тяжести.

Элементами опасной зоны пресса является межштамповое пространство, средства механизации, тележка листоагрузчика, выдвижные плиты. При попадании в рабочую зону оборудования работник может получить травмы различных степеней тяжести.

Доставка заготовок к месту штамповки и вывоз готовой продукции производится автопогрузчиком. Этот транспорт представляет опасность для



работающих, так как вследствие невнимательности или неумелого управления возможно совершение наезда или падение тары с автопогрузчика.

#### 5.4. Пожарная безопасность объекта.

##### Меры по устранению запыленности

Как правило, основным источником загрязнения воздушной среды является обслуживающий данный технологический процесс транспорт, выделяющий выхлопные газы. Их большая концентрация в воздухе сильно сказывается на деятельности такого жизненно-важного человеческого органа, как лёгкие. Одним из наиболее эффективных средств коллективной защиты от газов, запыленности, неблагоприятных метеорологических условий является вентиляция производственных помещений путем оттока нагретого и загрязненного воздуха и подачи чистого через отверстия в окнах, световых фонарях, а также по воздуховодам с помощью вентиляторов.

##### Защита от электромагнитного поля

Источниками электромагнитного поля в цеху являются силовые установки оборудования, генераторы, трансформаторы, и пр. мощность этих установок составляет 15-30 кВт, напряжение до 1000В, частота 50-300000 Гц. Для защиты от электромагнитного излучения применяется экранирование оборудования и дистанционное управление.

##### Защита от производственного шума и вибрации

Защита персонала от шума и вибрации может быть индивидуальной (средства, снижающие шум при его распространении от источника к защищаемому объекту) и коллективной (средства снижения шума в самом

источнике шума). Для снижения шума и вибрации оборудования необходима точная настройка и центровка движущихся частей, установка его на виброизоляционном фундаменте. Наиболее шумное оборудование следует обособить и разместить в помещениях, обладающих большими шумоизоляционными свойствами. Для снижения шума и вибрации в источнике, принимают на путях распространения меры по их устранению. Для снижения уровня шума применяют индивидуальные средства защиты: наушники и беруши, спецобувь, специальные костюмы, перчатки и рукавицы, каски, позволяют снизить уровень шума от 5 до 20 дБ. Норматив по шуму на рабочем месте оператора по ГОСТ 12.4.051-78.

#### Пожарная безопасность

По степени пожароопасности согласно СНиП 21-01-02 цех холодной штамповки относится к категории Д (производства, обрабатывающие вещества и материалы в холодном состоянии). Следует, однако, отметить, что во многих холодноштамповочных цехах есть термические отделения, и что цеха листовой штамповки зачастую располагаются рядом с отделениями сварки и окраски, которые относятся к категории пожаро- и взрывоопасных производств. Повышенную опасность в пожарном отношении также представляет штамповка изделий из пластмасс.

В целях пожарной профилактики участки кузнечно-прессовых цехов должны быть обеспечены пожарным инвентарем и огнетушителями в соответствии с ГОСТ 12.4.009, а операции должны производиться с соблюдением ГОСТ 12.1.004. Необходимое количество огнетушителей ОП-5 определяется исходя из расчета один прибор на 500-600м<sup>2</sup>. рекомендуется также снабдить здания автоматической пожарной сигнализацией и системами пожаротушения.

СНиП II М.1-71 предусматривают обязательные противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями, предотвращающие распространение пожара и обеспечивающие свободный подъезд для

пожарных машин. Производственные здания высотой более 10 м. должны иметь снаружи стальные пожарные лестницы. Если по ним предполагается эвакуация людей, то их следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП II А.5-70. В случае пожара должна быть обеспечена быстрая эвакуация людей из всех помещений здания.

Количество эвакуационных выходов должно быть не менее двух, и располагаться они должны рассредоточено.

### Снижение производственного травматизма

С целью снижения травматизма на каждом предприятии проводится обучение и инструктаж работников с целью обеспечения знаний и выполнения техники безопасности и промышленной санитарии. Инструктаж делится на:

вводный – проводится со вновь прибывшими на работу;

первичный – проводится со вновь прибывшими и переведенными;

повторный – проводится через 3-5 месяцев с целью повышения знаний по охране труда.

внеплановый – проводится при изменении условий труда или требований техники безопасности;

целевой инструктаж – проводится перед выполнением определенных работ.

В целях предотвращения травматизма все опасные места в цеху должны быть ограждены; оборудование должно быть оснащено кожухами, закрывающими все движущиеся и вращающиеся части и надежное пусковое управление, исключающее возможность самовольного включения. Станины оборудования, корпуса электродвигателей, пультов и приборов должны быть заземлены.

Мерами предотвращения травматизма непосредственно на рабочем месте являются применение закрытых штампов, а так же ограждающие устройства, который представляют из себя поворачивающиеся, передвижные

или откидные защитные решетки, кинематически связанные с ползуном прессы и закрывающие межштамповое пространство, либо отводящие руку рабочего при рабочем ходе прессы. Также может использоваться фоторелейная и радиоизотопная защита.

Но основным средством предотвращения производственного травматизма является автоматизация производственного участка.

#### Безопасность на транспорте

Доставка заготовок к месту штамповки и вывоз готовой продукции производится автопогрузчиком. Этот транспорт представляет опасность для работающих, так как вследствие невнимательности или неумелого управления возможно совершение наезда или падение тары с автопогрузчика. В целях безопасности на участке предусмотрены железобетонные бордюры шириной 0.5 метра. Движение транспорта осуществляется по внутреннему проезду шириной 3.5 метра, имеющему оградительную полосу белого цвета. Также следует отметить, что в местах повышенного скопления людей скорость движения ограничена до 5 км/час по цеху и до 40 км/час по территории предприятия.

#### Электробезопасность

При поражении электрическим током рабочие могут получить электроудары и электротравмы различных степеней. Для предотвращения поражения персонала током предусмотрено защитное заземление универсального прессы и использование электропроводки с двойной изоляцией. Токоведущие части рубильников, выключателей, плавких предохранителей, клеммы электродвигателей закрыты сплошными кожухами. Дверцы электрического шкафа заблокированы с действием вводного выключателя, что исключает возможность его открывания.

#### Недостаточная освещенность

Рассмотрим комплекс мероприятий, проводимых в связи с таким вредным производственным фактором, как недостаточная освещенность.

Расчет естественного и искусственного освещения выполняется по нормам СНиП 23-05-95.

Кузнечные и штамповочные цеха работают, как правило, в 2 или 3 смены, а значит не могут быть полностью обеспечены естественным освещением в течение всего рабочего времени. Даже в дневную смену в зимнее время или в плохую погоду требуется искусственное освещение, которое должно обеспечивать выполнение технологических операций

Искусственное освещение разделяется на рабочее и аварийное, и может выполняться газоразрядными лампами, а также ртутными лампами типа ДРИ или ДРЛ.

При использовании люминесцентных и ртутных ламп необходимо предусмотреть меры по ослаблению стробоскопического эффекта. Поскольку при нем быстро вращающиеся части машин кажутся неподвижными, что может привести к травматизму.

Антропогенное воздействие на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

Загрязнение атмосферы. Возможность загрязнения атмосферы незначительна, т.к. оно возможно только при использовании дизельных или бензиновых автопогрузчиков. При использовании электрических погрузчиков загрязнения не происходит;

Загрязнение почвы. Утилизация промасленной ветоши, замена масла в технологических агрегатах, использование смазочных материалов и многое другое приводит к загрязнению почвы (поступающие в почву и воду вредные вещества губительны для окружающей флоры). При утилизации пришедших в негодность аккумуляторных батарей электрических погрузчиков появляется угроза загрязнения почвы электролитом. К охранным мероприятиям относятся: контроль и утилизация использованных технологических отходов.

## 5.5 Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях

В этом разделе разрабатываются мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий.

Для предупреждения и ликвидации стихийных бедствий и производственных аварий, а также последствий от их воздействия требуется разработка и осуществление целого комплекса организационных, инженерно-технических и других мероприятий. Они проводятся как заблаговременно, так и при выполнении спасательных работ.

Опасные объекты на территории цеха холодной штамповки отсутствуют.

Аварии на штамповочной линии могут носить следующий характер:

поломки механического оборудования, электрооборудования, пневматических и водяных магистралей. При таких авариях необходимо остановить а, при необходимости - обесточить оборудование и перекрыть магистрали, и вызвать ремонтно-наладочный персонал.

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий.

Необходимо немедленно остановить и обесточить оборудование, и организовано покинуть помещение цеха в соответствии с планом эвакуации.

#### 5.6 Расчёт искусственного освещения

При недостаточном освещении человек быстро устаёт, увеличивается вероятность ошибок, что может привести к травматизму и увеличению количества брака.

Количество светильников определяется по формуле:

$$N = (E * S * k * z) / \Phi * \eta,$$

где

$E = 250 \text{ Лк}$  - минимальная нормируемая освещённость (табл.11 [9]) по СНиП 23-05-95;

$S = 70 \text{ м}^2$  - освещаемая площадь;

$k = 1,5$  - коэффициент использования, учитывающий старения ламп, запыление и загрязнение светильников (табл.13 [9]);

$z = 1,3$  — отношение средней освещённости к минимальной.

Определяем коэффициент использования светового потока, для этого необходимо вычислить индекс помещения:

$$i = b * l / [h(b+l)],$$

где

$b$  - ширина помещения, м;

$l$  - длина помещения, м;

$h$  - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

$$i = 3,5 * 20 / [10 * (3,5 + 20)] = 0,29,$$

$\Phi = 12500$ . Лампы ДРЛ - 250 Вт;

$\eta = 29\%$ .

$$N = (250 * 70 * 1,5 * 1,3) / (12500 * 0,29) = 9,4 \approx 10 \text{ ламп.}$$

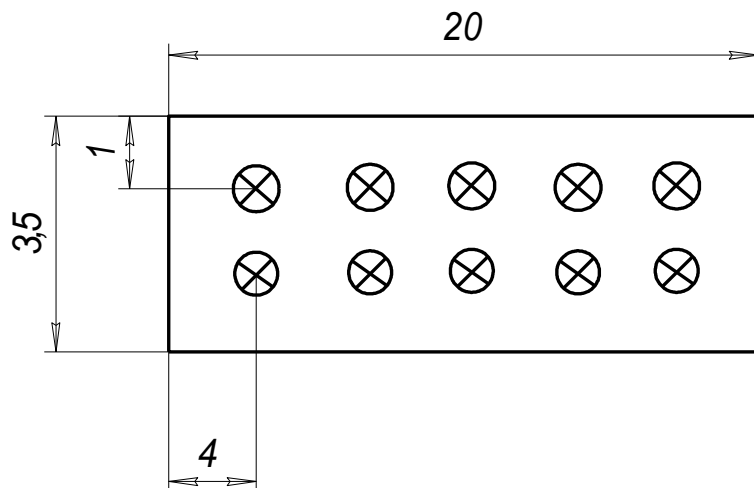


Рисунок 5.2. Схема расположения ламп над рабочим местом

## 5.7. Расчет механической вентиляции

Расчет механической общеобменной вентиляции сводится к определению необходимого качества вентиляционного воздуха  $L$  для того, чтобы разбавить вредные выделения до значений, не превышающих допустимых концентраций.

Количество воздуха, необходимого для растворения вредных выделений, поступающих с отработавшими газами, при работе автомобилей одинаковых моделей, определяется по формуле:

$$L = (1000000 * G * t_c * n) / 60 \text{ ПДК},$$

где  $G$  – количество вредных выделений, поступающих в помещение, кг/ч ;

$t_c$  – средняя продолжительность работы автомобиля, мин;

$n$  – число автомобилей, работающих одновременно в течении 1 часа.

Количество окиси углерода, выделяющейся в помещении при работе карбюраторного двигателя:

$$G_{CO} = \frac{15 * G_t * P}{100}$$

где  $G_{CO}$  – количество окиси углерода, кг/ч;

15 – количество отработавших газов, образующихся при сгорании 1 кг топлива;

$P$  – содержание вредного вещества в отработавших газах;

$G_t$  – часовой расход топлива одним карбюратором, л.

Часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G_t = 0.6 + 0.8 * V$$

где  $V$  – рабочий объем цилиндров двигателя, л.



$G_t$  – расход топлива, кг/ч.

$$G_t = 0.6 + 0.8 * 1.5 = 1.8$$

$$G_{co} = \frac{15 * 1.8 * 0.054}{100} = 0,015$$

$$L = (1000000 * 0,015 * 5 * 4) / 60 * 20 = 250 \text{ м}^3/\text{мин}$$

## Выводы

При своевременном выявлении опасных и вредных производственных факторов и проведении ряда вышеперечисленных мер по их устранению и снижению их негативного воздействия на организм человека, достигается необходимая безопасность и экологичность труда на производстве. Безопасность труда обеспечивает сохранность жизнедеятельности рабочего персонала. Не соблюдение предписанных мер безопасности при работе с прессом может привести к травмам.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 6.1. Сравнимые варианты

В данной части выпускной квалификационной работы необходимо провести сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Прокладка цилиндра».

Базовый вариант – штамповка на 2 прессах.

1) Пробивка отверстия пресс Раскин 50 т. с усилием 0,5МН

2) Вырубка – пробивка пресс Раскин 50 т. с усилием 0,5МН

Проектный вариант – штамповка на 1 прессе.

1) пресс Раскин 50 т. с усилием 0,5МН

Тип производства – серийный. Условия труда – нормальные.

#### Расчетные данные

1. Номинальный фонд времени работы оборудования определяется по формуле(1):

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

$D_{\text{р}}$  – рабочие дни;

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

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

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

$C$  – количество смен.

$$\Phi_{\text{н}} = (252 \cdot 8 - 8 \cdot 1) \cdot 2 = 4016 \text{ часов} \quad (1)$$

1. Эффективный фонд времени оборудования определяется по формуле(2):

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_{\text{н}} \cdot (1 - B), \text{ где}$$

$B$  – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

$$\Phi_{\text{э}} = 4016 \cdot (1 - 0,05) = 3815 \text{ часов} \quad (2)$$

2. Эффективный фонд времени рабочего определяется по формуле(3):

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 40\% \cdot \Phi_{\text{э}} = 1526 \text{ часов} \quad (3)$$

### 6.2 Первоначальные данные.

### Расчет себестоимости штамповой оснастки.

Материальные затраты М рассчитываются по формуле (4):

$$M = M_{н/ч} * T_{н/ч}. \quad (4)$$

$$M = 100 * 1500 = 150000 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы ТЗР рассчитываются по формуле (5):

$$ТЗР = M / 100 * 1,33\% \quad (5)$$

$$ТЗР = 150000 / 100 * 1,33\% = 1995 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата рабочих З рассчитывается по формуле (6):

$$З = C_{г} * T_{н/ч} \quad (6)$$

$$З = 68,57 * 1500 = 19000 \text{ руб.}$$

Налог социальных нужд С<sub>с</sub> рассчитывается по формуле (7):

$$C_{с} = З / 100 * 34,5\% \quad (7)$$

$$C_{с} = 19000 / 100 * 34,5\% = 6555 \text{ руб.}$$

Расход на содержание и эксплуатацию оборудования РСО рассчитывается по формуле (8):

$$РСО = З / 100 * 214,9\% \quad (8)$$

$$РСО = 19000 / 100 * 214,9\% = 40831 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные (цеховые) расходы Р<sub>цех</sub> рассчитываются по формуле (9):

$$P_{цех} = З / 100 * 142,9\% \quad (9)$$

$$P_{цех} = 19000 / 100 * 142,9\% = 27151 \text{ руб.}$$

Итого: Общепроизводственная(цеховая) себестоимость С<sub>цех</sub>-245532 руб.

### 6.3 Годовой фонд времени.

Исходные данные для расчета себестоимости изготовления продукции

а) Общие исходные данные:

Таблица 6.3.1- Общие исходные данные

№	Показатель	Обозначение	Значение
1.	Годовая программа выпуска, шт.	$N_G$	420 000
2.	Эффективный фонд времени работы, (час): - оборудования - рабочего	$\Phi_{\text{Э}}$ $\Phi_{\text{ЭР}}$	3 815 1 526
3.	Коэффициент за выполнение норм	$K_{\text{ВН}}$	1,1
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{\text{МН}}$	1,00
5.	Коэффициент потерь рабочего времени на отпуск рабочего	$K_O$	11,8
6.	Коэффициент монтажа: - себестоимости - капитальных вложениях	$K_{\text{МОН}}$	0,1 0,2
7.	Цена материала, руб./кг	$C_M$	40
8.	Цена отходов, руб/кг	$C_{\text{ОТХ}}$	1,871
9.	Масса заготовки, кг		0,0043*5
10.	Масса отходов, кг		0,0185
11.	Коэффициент транспортно-загот. расходов	$K_{\text{ТЗ}}$	1,0133
12.	Коэффициент доплат по зарплате:		
	а) до часового фонда зарплаты	$K_{\text{ДОП}}$	1,12
	б) за профмастерство	$K_{\text{ПФ}}$	1,12
	в) за условия труда	$K_{\text{У}}$	1,12
	г) за вечерние часы	$K_{\text{Н}}$	1,2
	д) на премиальные	$K_{\text{ПР}}$	1,23
	е) на социальное страхование	$K_{\text{С}}$	1,34
	Итого общий коэффициент доплат $K_{\text{ЗПЛ}} = K_{\text{ДОП}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{С}}$	$K_{\text{ЗПЛ}}$	2,78
13.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	$K_{\text{М}}$	0,8
14.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	$K_{\text{В}}$	0,7
15.	Коэффициент потерь в сети	$K_{\text{П}}$	1,03
№	Показатель	Обозначение	Значение
16.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{\text{ОД}}$	0,9

Продолжение таблицы

17.	Выручка от реализации, % от Ц: -изношенного оборудования -изношенного штампа	Вр. Вр.и.	0,05 0,2
18.	Норма амортизации	$H_A$	8
19.	Коэффициент цеховой	$K_{ЦЕХ}$	1,43
20.	Часовая тарифная ставка, руб./ч.: -рабочего 4 разряда;	$C_T$	75
21.	Цена электроэнергии, руб./кВт	$Ц_{Э}$	2,73
22.	Цена площади, руб./ м <sup>2</sup>	$Ц_{ПЛ}$	4500
23.	Норматив экономической эффективности	$E_H$	0,33

Таблица 6.3.2 - Эксплуатационные данные оборудования

№	Наименование оборудования	Усилие, МН	Норма времени, мин.		Мощность М, кВт	Площадь S, м <sup>2</sup>	Цена, руб.
			t <sub>шт</sub>	t <sub>маш</sub>			
2	Раскин 50ТС	0,5	0,10 8	0,08	6,3	2,57	650 000

Таблица 6.3.3 - Исходные данные о штамповой оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа Т <sub>и.шт.</sub> , ударов	Цена штампа Ц <sub>шт.</sub> , руб.
	Базовый		
1.	Штамп многофункциональный	700 000	142 200
	Проектный		
1.	Штамп многофункциональный	1200 000	245 532

Численность рабочих операторов при расчете необходимого количества оборудования, коэффициента его загрузки, и необходимое число штамповой оснастки.

Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска рассчитываются по формуле (10):

$$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{г} / (\Phi_{э} \cdot k_{вн} \cdot 60) \quad (10)$$

$$n_{об}^{баз} = 0,108 \cdot 420\,000 / (3\,815 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,18 \approx 1 \cdot 2 = 2$$

$$n_{об}^{пр} = 0,108 \cdot 420\,000 / (3\,815 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,18 \approx 1 = 1$$

Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции рассчитываются по формуле (11):

$$K_з = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.} \quad (11)$$

$$K_з^{баз1} = 0,18 / 2 = 0,09$$

$$K_з^{пр1} = 0,18 / 1 = 0,18$$

Для производства годовой программы по изготовлению деталей необходимая численность рабочих – операторов чел. рассчитываются по формуле (12):

$$P_{оп} = [t_{шт} \cdot N_{г} \cdot (1 + k_o / 100)] / (\Phi_{эп} \cdot k_{мн} \cdot 60) \quad (12)$$

$$P_{оп}^{баз} = 0,108 \cdot 420\,000 \cdot (1 + 11,8 / 100) / (1\,526 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,503 \approx 1 \cdot 2 = 2$$

$$P_{оп}^{пр} = 0,108 \cdot 420\,000 \cdot (1 + 11,8 / 100) / (1\,526 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,503 \approx 1 \cdot 2 = 2$$

Число штампов для выпуска годовой программы, шт рассчитываются по формуле (13):

$$N_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.} \quad (13)$$

$$N_{шт}^{баз_{оп.1}} = 420\,000 / 700\,000 = 0,6 \approx 1$$

$$N_{шт}^{пр_{оп.1}} = 420\,000 / 700\,000 = 0,35 \approx 1$$

#### 6.4. Необходимое количество мощностей.

Прямые капитальные вложения в оборудование рассчитываются по формуле (14):

$$K_{об.} = n_{об.} \cdot C_{об.} \cdot K_3 \quad (14)$$

$$K_{об.}^{баз} = 2 * 650000 * 0,18 = 234000$$

$$K_{об.}^{пр} = 1 * 650000 * 0,18 = 117000$$

Сопутствующие капитальные вложения:

-затраты на доставку и монтаж оборудования рассчитываются по формуле (15):

$$K_M = K_{об.} \cdot K_{монт} \quad (15)$$

$$K_M^{баз} = 234\ 000 * 0,2 = 46800$$

$$K_M^{пр} = 117\ 000 * 0,2 = 23400$$

-затраты на штамповую оснастку рассчитываются по формуле (16):

$$K_{и} = C_{шт.} \cdot n_{шт} \quad (16)$$

$$K_{и}^{баз} = 142\ 200 * 2 = 284400$$

$$K_{и}^{пр} = 245\ 532$$

-затраты на производственную площадь рассчитываются по формуле(17):

$$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot C_{пл} \cdot K_3 \quad (17)$$

$$K_{пл}^{баз} = 4\ 500 * 2,57 * 2 = 23130$$

$$K_{пл}^{пр} = 4\ 500 * 2,57 * 1 = 11565$$

Итого:  $K_{соп} = K_M + K_{и} + K_{пл}$

$$K_{соп}^{баз} = 46800 + 284400 + 23130 = 354330$$

$$K_{соп}^{пр} = 23400 + 245532 + 11565 = 280497$$

Общие капитальные вложения рассчитываются по формуле (18):

$$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп} \quad (18)$$

$$K_{общ}^{баз} = 234\ 000 + 354330 = 588330$$

$$K_{общ}^{пр} = 117\ 000 + 280497 = 397497$$

Удельные капитальные вложения рассчитываются по формуле (19):

$$K_{уд} = K_{общ} / N_{г} \quad (19)$$

$$K_{уд}^{баз} = 588330 / 420\ 000 = 1,4$$

$$K_{уд}^{пр} = 397497/420\ 000=0,9$$

## 6.5 Капитальные затраты

Материальные затраты рассчитываются по формуле (20) :

$$M = (M_{з} \cdot Ц_{м} \cdot K_{тз}) - (M_{отх} \cdot Ц_{отх}) \quad (20)$$

$$M^{баз} = (0,0043 \cdot 40 \cdot 1,0133) - (0,0052 \cdot 1,871) = 0,164$$

$$M^{пр} = (0,0043 \cdot 40 \cdot 1,0133) - (0,0185 \cdot 1,871) = 0,139$$

Зарплата рабочих операторов рассчитывается по формуле (21):

$$З_{пл} = P \cdot C_{т} \cdot \Phi_{э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_{з} / N_{г} \quad (21)$$

$$З_{пл}^{баз} = 2 \cdot 75 \cdot 1\ 526 \cdot 2,78 \cdot 0,18 / 420\ 000 = 0,27$$

$$З_{пл}^{пр} = 2 \cdot 75 \cdot 1\ 526 \cdot 2,78 \cdot 0,18 / 420\ 000 = 0,27$$

Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования рассчитывается по формуле (22):

$$P_{а} = ((Ц_{об} \cdot (1 - B_{р})) \cdot H_{а} \cdot t_{шт} \cdot 1,3) / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100) \quad (22)$$

$$P_{А}^{баз} = 650000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 8 \cdot 0,108 \cdot 1,3 / 3\ 815 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100 = 0,028$$

$$P_{А}^{пр} = 650000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 8 \cdot 0,108 \cdot 1,3 / 3\ 815 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100 = 0,028$$

Расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле (23):

$$P_{э} = (M_{у} \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_{м} \cdot K_{в} \cdot K_{п} \cdot Ц_{э}) / (КПД \cdot 60) \quad (23)$$

$$P_{э}^{баз} = (6,3 \cdot 0,08 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,73) / 0,6 \cdot 60 = 0,019$$

$$P_{э}^{пр} = (6,3 \cdot 0,08 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,73) / 0,8 \cdot 60 = 0,014$$

Затраты на амортизацию, штамповый инструмент рассчитываются по формуле (24):

$$P_{и} = (Ц_{шт} \cdot (1 - B_{р.и})) / T_{и.шт} \quad (24)$$

$$P_{И}^{баз} = 142\ 200 \cdot (1 - 0,2) / 700\ 000 = 0,17$$

$$P_{И}^{пр} = 245\ 532 \cdot (1 - 0,2) / 1200\ 000 = 0,16$$

Расход на содержание и эксплуатацию производственных площадей рассчитывается по формуле (25):

$$P_{пл} = S_{у} \cdot Ц_{пл} \cdot K_{з} / N_{г} \quad (25)$$



$$P_{\text{пл}}^{\text{баз}} = 2,57 * 2 * 4\,500 * 0,18 / 420\,000 = 0,009$$

$$P_{\text{пл}}^{\text{пр}} = 2,57 * 1 * 4\,500 * 0,18 / 420\,000 = 0,005$$

Зарботная плата наладчика рассчитывается по формуле (26):

$$Z_{\text{нал}} = (C_{\text{г}} * \Phi_{\text{эр}} * K_{\text{зпл}} * K_{\text{з}}) / (*N_{\text{г}}) \quad (26)$$

$$Z_{\text{нал}}^{\text{баз}} = (2 * 75 * 1\,526 * 2,78 * 0,869) / 2 * 420\,000 = 0,65$$

$$Z_{\text{нал}}^{\text{пр}} = (1 * 75 * 1\,526 * 2,78 * 0,869) / 2 * 420\,000 = 0,32$$

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле (27):

$$C_{\text{тех}} = M + Z_{\text{пл}} + P_{\text{а}} + P_{\text{э}} + P_{\text{и}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{нал}} \quad (27)$$

$$C_{\text{тех}}^{\text{баз}} = 0,164 + 0,27 + 0,028 + 0,019 + 0,17 + 0,009 + 0,65 = 1,31$$

$$C_{\text{тех}}^{\text{пр}} = 0,139 + 0,27 + 0,028 + 0,014 + 0,16 + 0,005 + 0,32 = 0,91$$

Общепроизводственные расходы рассчитываются по формуле (28):

$$P_{\text{цех}} = Z_{\text{пл}} * K_{\text{цех}} \quad (28)$$

$$P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 0,27 * 1,43 = 0,38$$

$$P_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 0,27 * 1,43 = 0,38$$

Общепроизводственная цеховая себестоимость рассчитывается по формуле (29):

$$C_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}} \quad (29)$$

$$C_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 1,31 + 0,38 = 1,69$$

$$C_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 0,916 + 0,38 = 1,29$$

## 6.6. Себестоимость детали.

Таблица 6.6.1 – Себестоимость детали

№	Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
		Базовый	Проектный	Базовый	Проектный
1	2				
1.	Материалы	0,164	0,139	8	8
2.	Основная зарплата основных производственных рабочих	0,27	0,27	13	16
3.	Зарплата наладчика	0,65	0,32	31	19

Продолжение таблицы

4.	Расходы на содержание оборуд.	0,28	0,28	13	18
5.	Расходы на электроэнергию	0,19	0,14	9	8
6.	Расходы на производственную площадь	0,009	0,005	0	0
7.	Расходы на штамповую оснастку	0,17	0,16	8	9
8.	Цеховые расходы	0,38	0,38	18	22
Цеховая себестоимость		1,69	1,29	100	100

6.7. Срок окупаемости.

Общие (приведенные) затраты на единицу продукции определяются по формуле (30):

$$Z_{\text{ОБЩ.ПР}} = C_{\text{цех}} + E_H \times K_{\text{уд}} = 1,69 + (0,33 \cdot 1,4) = 2,15 \text{руб.} \quad (30)$$

$$Z_{\text{ОБЩ.БАЗ}} = C_{\text{цех}} + E_H \times K_{\text{уд}} = 1,29 + (0,33 \cdot 0,9) = 1,58 \text{руб.}$$

где  $E_H$  – коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений (см. таблицу 2).

Годовой экономический эффект от изменения общих затрат определяется по формуле (31):

$$\mathcal{E}_Г = (Z_{\text{ОБЩ.БАЗ}} - Z_{\text{ОБЩ.ПР}}) \times N_Г = (2,15 - 1,58) \cdot 420\,000 = 239\,400 \text{руб.} \quad (31)$$

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали определяется по формуле (32):

$$\text{Пр}_{\text{ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{цех}_{\text{БАЗ}}} - C_{\text{цех}_{\text{ПР}}}) \times N_Г = (1,69 - 1,29) \cdot 420\,000 = 168\,000 \text{руб.} \quad (32)$$

где  $C_{\text{цех}_{\text{БАЗ}}}$ ,  $C_{\text{цех}_{\text{ПР}}}$  – общепроизводственная себестоимость изготовления единицы детали, соответственно по базовому и проектному вариантам. После расчета прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта, по формуле (33):

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ОБЩ}}}{\text{Пр}_{\text{ОЖ}}} \text{ (лет)} = 245\,532 / 168\,000 \approx 1,5 \quad (33)$$

где  $K_{\text{ОБЩ}}$  – общие капитальные вложения, необходимые для приобретения оборудования, оснастки и инструмента .

Вывод:

В результате модернизации штамповой оснастки детали «Прокладка цилиндра» себестоимость продукции снизилась с 2,15 руб. до 1,58 руб., т.е. на 0,57 руб. за счет:

Уменьшения коэффициента загрузки оборудования ( $K_3$ ), вследствие чего уменьшаются производственные затраты (электроэнергия, площадь, содержание оборудования);

Экономический эффект от внедрения данного проекта составил 239400 руб., при сроке окупаемости штамповой оснастки в течении 1,5 года.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе, была разработана технология изготовления детали «Прокладка цилиндра»

Для технологического процесса проведены расчеты силовых параметров, затрачиваемой работы на изготовление данной детали.

Проведен пояснительный выбор технологического оборудования и средств автоматизации. Описаны основные характеристики, произведена конструктивная оценка исполнительного инструмента для операции вырубка - пробивка. Произведены следующие расчеты: расчет на необходимое усилие для выполнения нужной нам операции, расчет совершаемой работы оборудованием, расчет параметрических данных. Сделан выбор материала исполнительных частей штамповой оснастки. Рассмотрены мероприятия по упреждению пожарной безопасности, антропогенного воздействия на окружающую среду и вредных факторов, влияющих на работоспособность человека, безопасную эксплуатацию оборудования при работе с ними средства индивидуальной защиты.

Произведен расчет себестоимость детали и условно-годовая экономия от внедрения нового раскроя материала. Основываясь выводами всех разделов выпускной квалификационной работы, с полной уверенностью можно сказать, поставленная задача выполнена .

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. An Alternate Method to spring back Compensation for Sheet Metal Forming Waluyo Adi Siswanto, Agus Dwi Anggono, 2Badrul Omar, and Kamaruzaman Jusoff– The Scientific World Journal Volume 2014
2. Development and Manufacture of Dies for Car Body Production, 1997, K. Siegert, T. Alton, T. Nakagawa,  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850607608798>
3. Finite Element Analysis of Spring back in L-Bending of Sheet Metal Fuh-Kuo Chen, Shen-Fu Ko Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.
4. Methods of Optimization of Sheet Metal Forming Processes Concerning The Reduction Of Spring back Chirita Bogdan Alexandru– The Annals Of “Dunărea De Jos” University Of Galați Fascicle V, Technologies In Machine Building, Issn 1221- 4566, 2009
5. Spring back Analysis in Sheet Metal Forming Using Modified Ludwik Stress-Strain Relation Sanjay Kumar Patel, Radha Krishna Lal, J. P. Dwivedi, and V. P. Singh– ISRN Mechanical Engineering Volume 2013
6. 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.
7. Банкетов А.Н., Ланский Е.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование. - М: Машиностроение, – 1982 г., 206 с.
8. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
9. Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.
10. Горина Л.Н. учебное пособие «Инженерные расчеты уровней опасных и вредных факторов». Тольятти. 2007 г, 140 с.

11. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно-методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти издательство ТГУ, 2016
12. Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: Учебное пособие. – Тольятти ТолПИ, 2000. 68 с.
13. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е издательство проработано и дополнено – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1980. – 432 с., ил.
14. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
15. Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
16. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973. - 408 с.
17. Огаджанян О. И. Конструкции деталей и узлов кривошипных прессов [Электронный ресурс]: метод. разработка к выполнению самостоят. работ. практ. занятий и курс. работы по дисциплинам «Кузнечно-штампов. оборудование» и «Расчет и конструирование КШО» / О. И. Огаджанян; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2013. - 34 с: ил.
18. Попов Е.А. Теория листовой штамповки. – Л.: Машиностроение, 1973. – 430 с.
19. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. - 5-е изд., доп. и перераб. - Ленинград : Машиностроение, 1971. - 782 с. : ил. - Библиогр.: с. 762-773. - Предм. указ.: с. 774-777.
20. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.

21. Скрипачев А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеев. – Тольятти: ТолПИ, 1992.
22. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки. – Тольятти: ТГУ, 2002. –65 с.
23. Сухов С. В. Основы проектирования технологий листовой штамповки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. В. Сухов, А. В. Соколов, М. В. Жаров. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 124 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010615-1.
24. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В.Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007. -19 с.
25. Юдин Е.Я., Белов С.В. Охрана труда в машиностроении. - М: Машиностроение, - 2007 г., 253-615 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.БР.СОМДиРП.600.61.00.000	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
	1		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.001	Плита нижняя	1	
	2		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.002	Плита	1	
	3		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.003	Плита верхняя	1	
	4		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.004	Плита подкладная	1	
	5		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.005	Пуансонодержатель	1	
	6		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.006	Съёмник	1	
	7		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.007	Съёмник	1	
	8		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.008	Вставка	1	
	9		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.009	Вставка	1	
	10		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.010	Съёмник	1	
	11		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.011	Пуансон	5	
	12		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.012	Плита	1	
	13		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.013	Держатель	3	
	14		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.014	Съёмник	1	
	15		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.015	Плита	1	
	16		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.016	Матрицедержатель	1	
	17		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.017	Матрица	5	
	18		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.018	Пуансон-матрица	5	
	19		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.019	Отлипатель	5	
	20		17.БР.СОМДиРП.600.61.00.020	Выталкиватель	5	
			<b>17.БР.СОМДиРП.600.61.00.000</b>			
						Лист
						Лист
						Листов
						1
						2
			<b>Штамп вырубки и пробивки</b>			ТГУ ИМ
						г.МСБЗ-1231
						Формат А4

Копировал



