

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

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

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(направленность)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для
изготовления детали «Поперечина рамки радиатора»

Студент	М. А. Нестеров (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	А. В. Скрипачев (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	И. В. Дерябин (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	И. В. Краснопевцева (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	В. Г. Виткалов (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Н. В. Яценко (И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д-р.техн.наук, проф. В.В. Ельцов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

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

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Нестеров М.А.

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Поперечина рамки радиатора».

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017г.

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

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Состояние вопроса, 2. Разработка технологического процесса изготовления детали, 3. Выбор оборудования 4. Разработка конструкции штамповой оснастки, 5. Применение CAD/CAM технологий для проектирования и изготовления штамповой оснастки, 6. Безопасность и экологичность технического объекта, 7. Экономическая часть.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Сравнительная технология, комплекс оборудования, штамп разрезы, планы.

6. Консультанты по разделам 1.Безопасность и экологичность технического объекта (И. В. Дерябин). 2.Экономика (И.В. Краснопевцева) 3.Нормоконтроль (В.Г.Виткалов) ;

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

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы
Задание принял к исполнению

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тольяттинский государственный университет»
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Студент Нестеров Михаил Андреевич
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали пластина «Поперечина рамки радиатора»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1.Исследование показателей начальных данных	09.05.17	10.05.17	выполнено	
2.Технологическая часть	16.05.17	20.05.17	выполнено	
3.Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	13.05.17	16.05.17	выполнено	
4.Конструкторская часть	20.05.17	24.05.17	выполнено	
5.Исследовательская часть	26.05.17	29.05.17	выполнено	
6.Безопасность жизнедеятельности	30.05.17	30.05.17	выполнено	
7.Экономическая часть	01.06.17	03.06.17	выполнено	
8.Подготовка чертежей по технологии	05.06.17	10.06.17	выполнено	
9.Подготовка чертежей оснастки	11.06.17	18.06.17	выполнено	
10.Подготовка к защите	18.06.17	26.06.17	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

(подпись)

А.В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

М.А. Нестеров

(И.О. Фамилия)

Abstract

In this is final work seen to reduce the complexity of manufacturing parts "cross frame radiator lower" by automating the process.

Nowadays, production automation carries only positive in nature, as, direct contact with the workpieces and parts employees are excluded. Also, automated production is a modern technology, and in this work, were considered a transition from several presses, which each performs its operation in one automatic press, in turn, he performs all the operations necessary to manufacture the part. The application of automated production has economic effect. For example, six separate presses takes up more space and require more jobs, while one automatic press requires less area place and only one operator - puncher. Plus auto press is that when you transition to another part, it is sufficient to replace the stamp, and the press is ready for operation. For the safety of the press has two-hand control. We have chosen universal auto press has many features and we will consider them in this work.

The universal process, based on a critical analysis of the basic technological process. In the project carried out calculations of the size and shape of the original workpiece, the power parameters of the process operations.

To implement the proposed technical process selected forging and stamping equipment, automation.

Designed die tooling, conducted stress analysis of critical parts of stamps. Developed control program of the manufacture of the stamp.

Measures for safe working conditions in the project.

The calculation of economic efficiency of the proposed process.

Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассматривается снижение трудоемкости изготовления детали «поперечина рамки радиатора нижняя» автомобиля благодаря автоматизации технологического процесса.

Предложен универсальный технологический процесс, основанный на критическом анализе базового технологического процесса. В проекте выполнены расчеты размеров и формы исходной заготовки, энергосиловых параметров процесса по операциям.

Для осуществления предлагаемого тех. процесса выбрано кузнечно-штамповочное оборудование, средства автоматизации.

Разработана штамповая оснастка, проведены прочностные расчеты ответственных деталей штампов.

Разработаны мероприятия по безопасным условиям труда в проекте.

Произведен расчет экономической эффективности предложенного технологического процесса.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	9
1.1. Анализ технологичности детали	9
1.2. Анализ базовой технологии изготовления детали	11
1.3. Выявление недостатков базовой технологии	13
1.4. Задача дипломного проекта.....	14
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	15
2.1. План-схема предлагаемой технологии процесса.....	15
2.2. Разработка форм и размеров исходной заготовки	18
2.3. Разработка рационального раскроя и определение коэффициента использования металла.....	19
2.4. Разработка энергосиловых параметров	22
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	28
3.1. Определение прессы.....	28
3.2. Определение средств автоматизации	33
3.3. Описание состава проектируемой линии.....	34
4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ	36
4.1. Структура, устройство и работа штамповой оснастки	36
4.2. Расчеты на прочность и выбор материалов	40
4.3. Выбор числа и расположения упругих элементов.	43
4.4. Выбор центра давления штампа.....	45
4.5. Выбор исполнительных размеров инструмента.....	46
4.5.1. Радиусы закругления рабочих кромок матриц и пуансонов.....	46
4.5.2. Точность изготовления и чистота обработки деталей штампа.....	47

4.5.3. Определение исполнительных размеров инструмента.....	48
5. ПРИМЕНЕНИЕ CAD/CAM -ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ	49
5.1. Проектирование трехмерной модели пуансона.....	49
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ НА ПРЕССЕ-АВТОМАТЕ MW S1700/UZG100.....	52
6.1. Схема рабочего места, оборудования и выполняемых работ	52
6.2. Определение опасных и вредных производственных факторов	53
6.3. Мероприятия по разработке безопасных условий труда на участке..	54
6.4. Пожарная безопасность.....	56
6.5. Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности	59
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА.....	63
7.1. Сравнительный анализ технологических вариантов	63
7.2. Определение необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки.....	64
7.3. Исходные данные о штамповой оснастке	66
7.4. Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки.....	67
7.5. Расчет капитальных вложений	68
7.6. Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам	69
7.7. Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....	72
Заключение	74
Список используемых источников.....	
Приложение	

Введение

Переход листовых штамповочных работ на автоматическое производство позволяет улучшить эффективность труда, при этом гарантируя полную надежность работы прессы.

При подаче заготовок и устраниении изделий и остатков вручную число ходов прессы применяется лишь на 25% - 30%. При автоматизированном виде работ коэффициент использования числа ходов прессы достигает 100%, хотя КПД штамповочной машины за рабочую смену ниже максисмально возможного, по причине перемещения штампов, загрузки ленты и т. п. и составляет от 80% до 95%.

Автоматическое производство листовых штампов выполняется одним из следующих способов:

- переход на автоматическую штамповку на многофункциональных кривошипных прессах;
- штамповка на многофункциональных штамповочных автоматах, позволяющий делать переналадку для изготовления различных изделий;
- штамповка на специализированных штамповочных автоматах;
- Полностью автоматизировать процесс с помощью линий-автоматов.

В крупносерийном производстве при создании похожего продукта экономически целесообразно применять штамповку на специализированных штампах - автоматах и Автоматизированный комплекс с использованием линий - автоматов.

На сегодняшний день большинство штамповочных автоматических линий функционируют в разнообразных видах промышленности при изготовлении как мелких, так и крупных изделий, радиодеталей, шарнирных пластинчатых цепей, шарнирных петель, парфюмерных тубиков, консервных банок, крепежных изделий, автомобильных рессор, кузовных деталей и т.п.

Целью выпускной квалификационной работы является снижение себестоимости производства детали благодаря автоматизации процесса.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1. Анализ технологичности детали

Наиболее простое и экономически выгодное производство деталей обеспечивается благодаря соблюдению технических и эксплуатационных требованиям к ним. Эксплуатационно-технические нормы к листовым штамповочным деталям следующие:

- сходство конструкции назначению и условиям эксплуатации;
- обеспечение необходимой прочности и жёсткости при самом маленьком расходе металла;
- обеспечение необходимой точности и взаимозаменяемости;
- подходящая специальным физическим, химическим или техническим нормам;
- рассматриваемый технологический процесс и выбираемая оснастка по своему техническому уровню должна совпадать программе производства деталей.

Главными факторами технологичности холодных листоштамповочных деталей являются:

- минимальное потребление материала;
- минимальное количество операций и трудозатрат;
- отсутствие дальнейшей механической операции;
- минимальное количество необходимого оборудования и производственных площадей;
- минимальное количество необходимого оборудования, оснастки при сокращении затрат и сроков подготовки производства;
- повышение продуктивности спецопераций и цеха в целом.

Главным фактором технологичности конструкций является наиболее экономически выгодное расходование материала при минимальном количестве операций и снижении трудозатрат.

Все эти признаки и другие технологические нормы к конструкции необходимо выполнить при разработке технологического процесса изготовления данной детали.

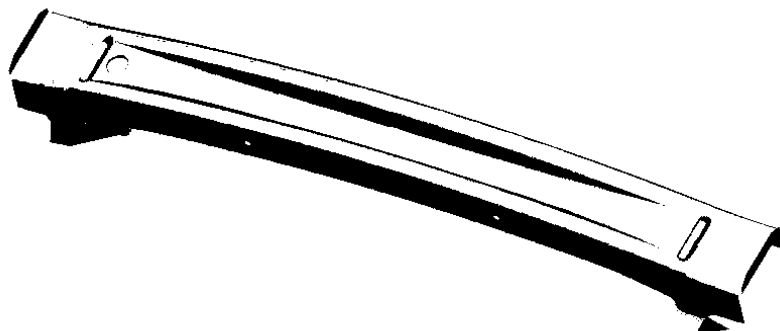
Деятельность листовой штамповки дает основания для установления определенных критериев технологичности, руководствуясь которыми технолог может осуществить технологический контроль деталей.

Если отклонятся от выше перечисленных норм то это приводит к повышению трудоемкости операции штамповки, в следствии чего мы получаем и сложность производимых операций и более высокую стоимость штампов.

Любая отдельно взятая деталь должна производиться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Затраты можно сократить в большой степени правильным выбором варианта тех. процесса, его оснастки, механизации и автоматизации, с использованием наиболее выгодных режимов обработки. На трудозатраты производства детали оказывают особое влияние ее конструктивная особенность и технические нормы на изготовление.

Оценку технологичности конструкции детали производят по качественным и количественным показателям.

Исходные данные: Материал – сталь х/к 08кп ВГ-2-Б, поперечина рамки радиатора нижняя (рисунок 1.1).



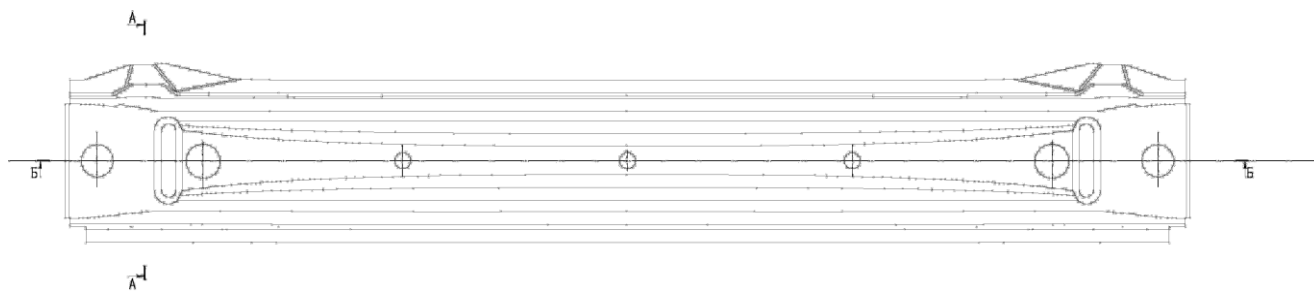


Рис. 1.1. Поперечина рамки радиатора нижняя

1. Деталь является симметричной, пространственной формы.

2. Радиус закругления у дна находится в пределе[6]

$$r \geq (2...4)S \qquad 4,2 \geq (2,4 - 4,8) \text{ мм.}$$

3. На детали есть отверстия, которые расположены в стенке.

4. Конфигурация вырубаемой заготовки – прямоугольник, что упрощает конструкцию вырубного штампа.

На основании выше изложенного можно сделать вывод о том, что деталь является технологичной.

1.2. Анализ базовой технологии изготовления детали

«Разработка технологических процессов холодной листовой штамповки является основой всей подготовки производства. Сравнительная сложность и длительность подготовки производства, а также относительно высокая стоимость штампов требуют тщательной разработки технологических процессов и обоснованного выбора технически рационального и экономически наиболее эффективного варианта технологического процесса соответствующего данному масштабу производства. Даже небольшие последующие изменения технологических процессов обычно приводят к переделке штампов или к проектированию и изготовлению новых, что требует значительного времени и обходится довольно дорого» [2].

«Разработка тех. процессов холодной листовой штамповки состоит из следующих этапов»: [2].

1. Оценка технологичности и конструктивных особенностей детали;

2. Установление вида и размеров заготовки, а также трата материала при выгоднейшем его использовании;
3. Подготовка наиболее подходящего технологического процесса, благодаря которому можно гарантировать изготовление требуемых деталей;
4. Определение вида требуемого оборудования;
5. Выявление модели и технологической схемы штампа (система подачи заготовки и съема детали и т. п.);
6. Определение трудозатрат производства штампуемых деталей, а также количества и квалификации рабочих;
7. Определение числа оборудования и его загрузки на годовую программу.

При разработке технологии холодной листовой штамповки должны быть решены следующие вопросы:

- 1) выбор выгодного раскроя материала и наименьших размеров заготовки;
- 2) установка характера, числа и последовательности операций;
- 3) выбор степени сложности (совмещенности) операций;
- 4) Рационализация числа разом производимых деталей;
- 5) определение операционных размеров и допусков.

«Если точные операционные размеры не могут быть получены расчетным методом, то они даются приближенно, с указанием на необходимость экспериментальной проверки, после чего технологические процессы корректируются» [2].

«Обычно указанные вопросы могут быть решены несколькими вариантами, причем основной задачей технолога является выбор наиболее рационального и эффективного варианта для данного конкретного случая, характеризуемого рядом технических и экономических признаков» [2].

«Основными техническими признаками, влияющими на выбор варианта технологического процесса, являются: механические свойства и толщина материала, степень сложности конфигурации детали и ее габариты,

требуемая точность детали, место расположения отверстий и точность расстояния между их осями и т. д» [2].

Серийное производство является главным экономическим признаком, от которого зависит экономическая целесообразность.

Базовый технологический процесс состоит из следующих операций:

1. Резка заготовок из рулона или полосы (рисунок 2.3);
2. Вытяжка получения прямоугольной заготовки (рисунок 2.4);
3. Обрезка по контуру (рисунок 2.5);
4. Правка, фланцовка (придание заготовки нужной формы и радиусов);
5. Пробивка овальных отверстий;
6. 2-я Обрезка;
7. Клиновья пробивка.

1.3. Выявление недостатков базовой технологии

- Существенным недостатком является различие в производительности оборудования на заготовительной операции (резка карточек) и штамповочного оборудования. Появляется нежелательный технологический задел, что заставляет часть заготовок отправлять на склад.

- Использование ручной штамповки снижает качественные показатели, т.к. вероятность технологического брака выше, чем при штамповке в автоматическом режиме.

- Велика трудоемкость изготовления. Это связано с использованием штамповки на одиночных прессах (необходимость транспортировки заготовок между операциями; недостаточно оперативная укладка заготовок в штампы и т.д.);

- Большие затраты на производственную площадь и электроэнергию (нескольких прессов и транспортеров) и расходы на оплату труда штамповщиков снижают экономические показатели процесса

1.4. Задача дипломного проекта

В дипломном проекте в соответствии с анализом базовой технологии и поставленной целью надо решить следующие задачи:

1. Разработка нового тех. процесса.
2. Подобрать автоматизированное оборудование для нового тех. процесса.
3. Разработать оснастку штампа.
4. Разработать процедуры по безопасности условий труда на производственном участке.
5. Достижение экономического эффекта нового тех. процесса перед базовым.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1. План-схема предлагаемой технологии процесса

При выстраивании последовательности производства листовой штамповки следует решить главные технические вопросы: определить характер, количество, последовательность и совмещенность операций холодной штамповки.

Виды операций определяется всегда геометрической формой и конфигурацией штампуемых деталей, состоянием их поверхности (гладкая или рельефная), присутствием вырезов или отверстий и т. п.

Число и порядок операций определяются формой и совокупностью элементов конструкции детали, необходимой четкостью и соблюдением баз обработки.

Разнообразие известных конфигураций (в наши дни) и различных комплексов элементов конструкции вместе с разными техническими требованиями и экономическими условиями не позволяет определить типовое решение. По этой причине могут быть даны лишь следующие общие принципы и технологические рекомендации:

1. Стремление к увеличению производительности благодаря наименьшему количеству операций;

2. Пробивку отверстий рядами целесообразно производить при изготовлении детали с большим числом плотно расположенных отверстий; если необходимо выполнить пробивку большого числа боковых отверстий на вытянутых изделиях за несколько ходов прессы, правильно будет использовать группы прессов с автоматическим поворотом изделия с применением простых и стойких штампов; пробивку боковых отверстий в больших деталях — за одну операцию клиновым штампом;

3. От требуемой точности отдельных элементов изделия зависит порядок операций. Если изготавливается изогнутая деталь с отверстиями, в

случае невысокой точности их положения относительно базы, пробивку производят в плоской заготовке; при высокой точности, превышающей погрешности при гибке, пробивку отверстий, как правило, следует производить после гибки;

4. При производстве сложно изогнутых деталей замкнутого или полузамкнутого вида число операций гибки и их смешанность обуславливается конфигурацией детали, необходимой точности и экономической актуальности применения дорогих сложно гибочных (клиновых, шарнирных и т. п.) штампов;

5. Число взаимосвязанных операций вытяжки обуславливается относительной глубиной детали и устанавливается общеизвестными нормами по оптимальной величине коэффициентов вытяжки;

6. Обычно после глубокой вытяжки необходимо производить обрезку кромки детали так же, как и после холодного выдавливания;

7. Правку на штампах следует предусматривать при высоких требованиях к их геометрической форме плоских деталей;

8. Чистовую вырубку или зачистку после вырубки следует применять для деталей требующих высокой чистоты поверхности среза;

9. При производстве полых деталей с фланцем, но без дна, разумней всего делать операцию отбортовки перед вытяжкой. Неглубокую вытяжку необходимо применить если рассматривается высокая стенка борта, с пробивкой и отбортовкой дна или отбортовку с утонением стенок;

10. При производстве полых или гнутых деталей с острым углом необходимо использовать операцию калибровки.

Очень важной задачей, стоящей перед инженером который разрабатывает технологический процесс холодной штамповки, является выбор степени совмещенности операций, и решение вопроса о том, использовать ли сложные и дорогие комбинированные штампы, которые выполняют сразу несколько операций, или использовать пооперационную штамповку простыми и более дешевыми штампами.

При производстве очень мелких деталей выгодно применять комбинированные штампы, которые изготавливают сразу конечный вариант детали, так как последовательная штамповка с установкой заготовок вручную совершенно невыгодна для производства и небезопасна. Сложные комбинированные штампы считаются выгодными и при штамповке весьма крупных деталей, так как один крупный совмещенный штамп обходится дешевле, чем два таких же крупных специализированных штампов.

В отдельно взятых случаях при выполнении всех требований технологии изготовление штампованных деталей может быть реализовано разными способами технологии и вариантами технологического процесса.

Вариантом, который обеспечивает наименьшую себестоимость деталей, является самым выгодным с точки зрения экономики.

В свою очередь, вопросы экономической выгоды имеют ключевое значение при определении тех. процесса и типа штампа.

Рассмотрим новый вариант технологического процесса. В нем предлагается перевод детали на автоматическую штамповку (на многопозиционном пресс-автомате) с использованием рейферной подачи. Резка заготовок (1-ая операция) изменилась, прежний рулонный материал, позволял получить меньшее число заготовок. Остальные операции также не претерпели изменений (ориентация детали обратная). Вырубленные заготовки укладываются в загрузочное устройство; с помощью питателя и рейферной подачи заготовка транспортируется на первую позицию пресс-автомата. Передача заготовки между позициями – рейферными линейками.

Схема техпроцесса (порядок выполнения операций) не меняется.

1. Резка заготовок из рулона или полосы;
2. Вытяжка (рисунок 2.4);
3. Обрезка пробивка отверстий диаметром 32мм. (рисунок 2.5);
4. Правка;
5. Пробивка (рисунок 2.6);
6. 2-я Обрезка;

7. Клиновая пробивка.

2.2. Разработка форм и размеров исходной заготовки

Чтобы определить форму и размер заготовки, необходимо рассмотреть чертёж детали (рисунок 1.1).

1. По заданным размерам детали определяем ширину заготовки используя наибольший разрез включая закругление у дна разрезу А-А представленном на рисунке 2.1:

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 = 21 + 50 + 102 + 46 + 11 + 9.42 + 21.92 \\ = 275.34 \text{ мм}$$

$$L_6 = 2\pi R_1 / 2 = 3.14 * 3 = 9.42 \text{ мм}$$

$$L_7 = 2\pi R_2 / 2 = 3.14 * 7 = 21.92 \text{ мм}$$

2. Определяем длину заготовки по разрезу Б-Б (рис.2.2):

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 = (17 + 41 + 34 + 420) * 2 + 9.43 + 50.24 + 43.96 = \\ = 1027.63 \text{ мм}$$

$$L_1 = 2\pi R_3 = 6.28 * 8 = 50.24 \text{ мм}$$

$$L_2 = 2\pi R_3 = 6.28 * 7 = 43.96 \text{ мм}$$

Увеличим размер заготовки на 10% с учётом припуска для выполнения операции вытяжки.

Заготовка получилась прямоугольной формы с длиной равной 1130 мм и шириной 302 мм (рисунок 2.3).

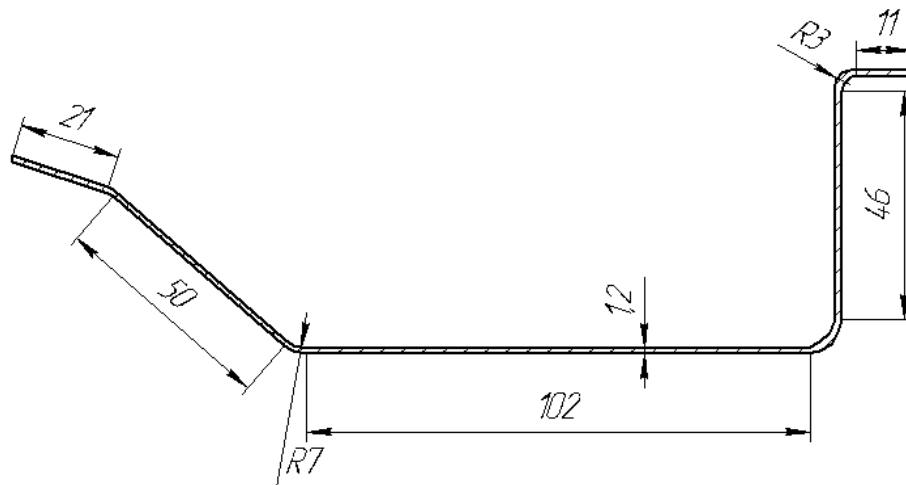


Рисунок 2.1. Разрез А-А

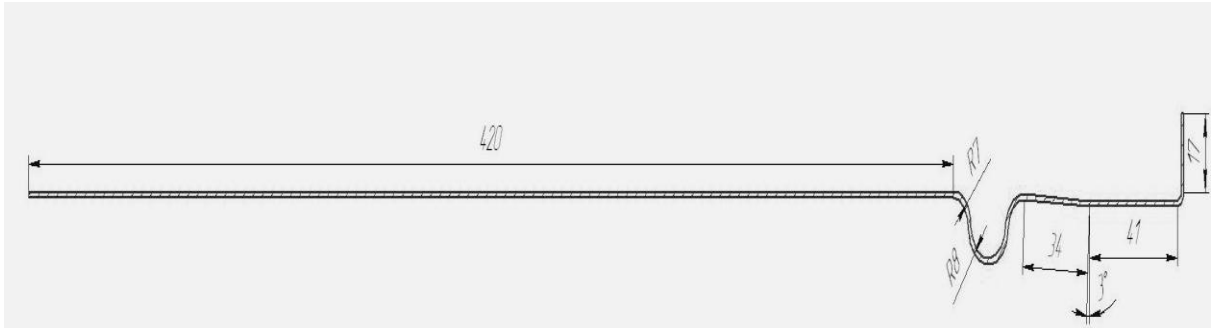


Рисунок 2.2. Разрез Б-Б

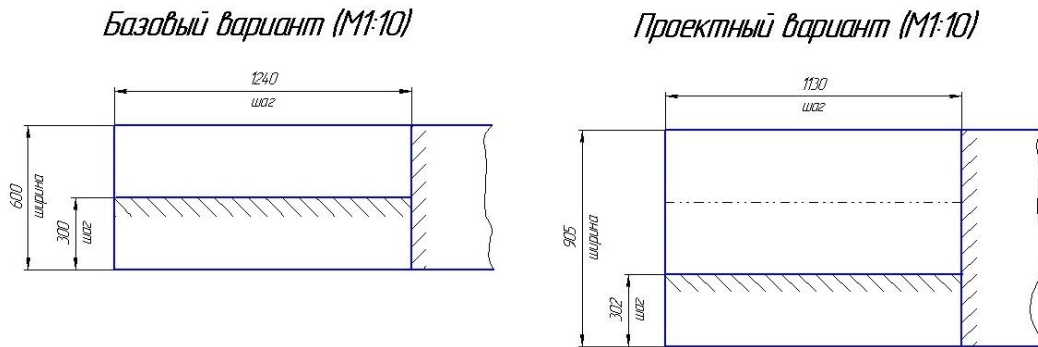


Рисунок 2.3. Раскрой материала

2.3. Разработка рационального раскрой и определение коэффициента использования металла

Раскрой листового металла подразумевает пустую трату металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов; для уменьшения потери в данном дипломном проекте было взято наиболее полное использование материала, при резке крупных заготовок применяется комбинированный раскрой, при резке на ножницах рекомендуется применять специальные устройства, которые повышают точность реза.

Механические свойства листового материала должны быть аналогичны требованиям прочности и жесткости изделия, также процессу формоизменения и характеру пластических деформаций. Также, нужно держать во внимании возможность применения для операций которые изменяют форму более пластичного, хотя и менее прочного металла, т. к. в процессе холодной штамповки происходит его наклеп, который значительно увеличивает прочность материала. Надо ориентироваться на создание легких

и облегченных конструкций деталей, применяя для увеличения жесткости штамповку ребер жесткости, отбортовку, загибку фланцев, и тому подобное. Конструктивные особенности детали или ее развертки должны обеспечивать наиболее выгодное использование листового материала, благодаря которому можно применить малоотходный или безотходный раскрой. Для получения безотходного раскроя не нужно не подлинно увеличивать размеры и площадь заготовки. Если отход неизбежен, то следует попробовать сделать конфигурацию, которая соответствуют другой детали, или отправить его во вторичное использование. Ассортимент применяемых марок листового металла и толщин нужно сделать стандартным и экономически выгодным. Следует придерживаться кратности размеров крупных индивидуальных заготовок размерам листа, иначе отходы увеличиваются.

От правильной величины перемычек сильно зависит экономическая составляющая раскроя. Перемычки предназначены для того чтобы компенсировать погрешности подачи материала и фиксации его в штампе с тем, чтобы предотвратить получение бракованных деталей.

Следовательно, величина перемычек зависит от следующих факторов:

- 1) характеристик материала;
- 2) габаритов и технологичности деталей;
- 3) вида раскроя;
- 4) метода подачи заготовки;
- 5) вида упора.

В базовом варианте выбран рулон стандартных размеров:

Ширина $B=600$ мм, шаг подачи $t=1240$ мм, толщина $S_0=1,2$ мм.

В проектном варианте производства используется также рулон стандартных размеров:

Ширина $B=950$ мм, шаг подачи $t=1130$ мм, толщина $S_0=1,2$ мм.

Масса готовой детали:

$$m_{дет} = \rho \cdot V_{дет} = \rho \cdot F_{дет} \cdot S_0$$

Где:

ρ - плотность материала, кг/м³;

$V_{дет}$ – объем детали, м³;

$F_{дет}$ – площадь внутренней поверхности детали с учетом отверстий (определена в графическом редакторе), м²;

S_0 – толщина детали, м²;

Тогда масса детали:

$$m_{дет} = 7,8 \cdot 10^3 \cdot 0,212072 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 1,985 = 1,99 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала для базового варианта:

$$m_{заг.баз} = \rho \cdot V_{заг.баз} = \rho \cdot F_{заг.баз} \cdot S_0 = \frac{7800 \cdot 600 \cdot 1240 \cdot 1,2 \cdot 10^{-9}}{2} = 3,48 \text{ кг}$$

$$KM_{баз} = \frac{m_{дет}}{m_{заг.баз}} = \frac{1,99}{3,48} = 0,57$$

Найдем коэффициент использования материала для проектного варианта:

$$m_{заг.пр} = \rho \cdot V_{заг.пр} = \rho \cdot F_{заг.пр} \cdot S_0 = \frac{7800 \cdot 905 \cdot 1130 \cdot 1,2 \cdot 10^{-9}}{3} = 3,19 \text{ кг}$$

$$KM_{пр} = \frac{m_{дет}}{m_{заг.пр}} = \frac{1,99}{3,19} = 0,62$$

2.4. Разработка энергосиловых параметров

Для холодной штамповки заранее разрезают на полосы или заготовки нужных размеров листовые материалы. Резка полос является заготовительной операцией и производится на рычажных, гильотинных, дисковых (роликовых) или вибрационных ножницах, а также на штампах предназначенных для резки металла.

Процесс резания металла ножницами состоит из следующих друг за другом стадий: упругой, пластической и скалывания.

На срезанном фланце материала можно выделить две зоны: узкая блестящая полоска, обозначающую пластическую стадию, и более шероховатую зону скалывания.

Резка заготовок:

Усилие резки на полосы определяется по формуле[2]:

$$P_1 = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{cp} = 1,1 \cdot 905 \cdot 1,2 \cdot 28 = 33448(\text{кгс}) = 334,48(\text{кН});, \quad (2.1)$$

где $k = 1 \dots 1,3$ – поправочный коэффициент (неоднородность материала, затупление режущих кромок).

L_1 -длина вырезаемого контура (мм)

$S = 1,2$ мм - толщина материала;

$L_1 = 905$ (мм);

$\sigma_{cp} = 280$ МПа= 28 (кгс/мм²) - сопротивление срезу, для металла марки – ст0,8.

Усилие разделения на 3 заготовки [2]:

$$L_1 = 2480(\text{мм});$$

$$P_{1,2} = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{cp} = 1,1 \cdot 2480 \cdot 1,2 \cdot 28 = 91660(\text{кгс}) = 916,60(\text{кН}); \quad (2.1)$$

Усилие снятия полосы с пуансона[2]:

$$P_2 = k_{сн} \cdot (P_1 + P_{1,2}) = 0,07 \cdot 125108 = 87,57(\text{кН}); \quad (2.2)$$

$k_{сн}=0,06...0,08$ - коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала

Суммарное усилие реза[2]:

$$P_{\Sigma P} = P_{общ} + P_2 = 221,76 + 32236,52 = 32458,27(\kappa H); \quad (2.3)$$

Для первой операции рассматриваемого проектного тех. процесса оставляем то же оборудование, – автоматические ножницы «Пас-Коэлфид» (использовалось и в базовом варианте)



Рисунок 2.4. Вытяжка

Для определения усилий воспользуемся формулой[2]:

$$P_1 = (2A + 2B - 1,72r) \cdot S_0 \cdot \sigma_0 \cdot k_n = (2 \cdot 1128 + 2 \cdot 262 - 1,72 \cdot 8) \cdot 2 \cdot 30 \cdot 0,5 = 82987,2(\kappa гс) = 829,872(\kappa H); \quad (2.4)$$

где $k_n = 0,5$ – поправочный коэффициент;

A и B - длина и ширина прямоугольной коробки(мм);

r – радиус углового закругления коробки;

$\sigma_B=30 \text{ (кгс/мм}^2\text{)}=300\text{Н/мм}^2=300 \text{ МПа}$ – предел прочности материала;

Усилия прижима для вытяжки определяем по формулам (Q)[2]:

$$Q_1 = Fq = 24816 \cdot 0,25 = 62,04(\text{кН}); \quad (2.5)$$

Найдём полное усилие вытяжки по операциям по формулам[2]:

$$P_{\text{пл}} = Q_1 + P_1 = 62,04 + 829,872 = 892(\text{кН}); \quad (2.6)$$

Усилие обрезки припуска, рассчитывается по формуле[2]:

$$P_1 = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{cp} = 1,2 \cdot 11134 \cdot 1,2 \cdot 25 = 400008(\text{кгс}) = 4000,08(\text{кН});, \quad (2.7)$$

где $k = 1 \dots 1,3$ – поправочный коэффициент (неоднородность материала, затупления режущих кромок);

L - длина вырубаемого контура (мм):

$$L = 11134(\text{мм});$$

$\sigma_{cp}=25 \text{ (кгс/мм}^2\text{)}=250 \text{ (МПа)}$ - сопротивление срезу, для металла марки – ст0,8кп.



Рисунок 2.5. Обрезка

Пробивка отверстий (рисунок 2.6) рассчитывается по формуле[2]:

$$P_{проб.} = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{сп} = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot (\pi \cdot d \cdot 2) = 6631,68(\text{кгс}) = 67(\text{кН}); \quad (2.8)$$

Правка (калибровка)[2]:

$$P_{калибр.} = pF; \quad (2.9)$$

где q – давление при правке - калибровке;

F – площадь проекции детали, после вытяжки в (мм^2);

$$F = A \cdot B = 1128 \cdot 113 = 127464(\text{мм}^2);$$

$$P = pF = 127464 \cdot 5 = 637320(\text{кгс}) = 6373(\text{кН})$$

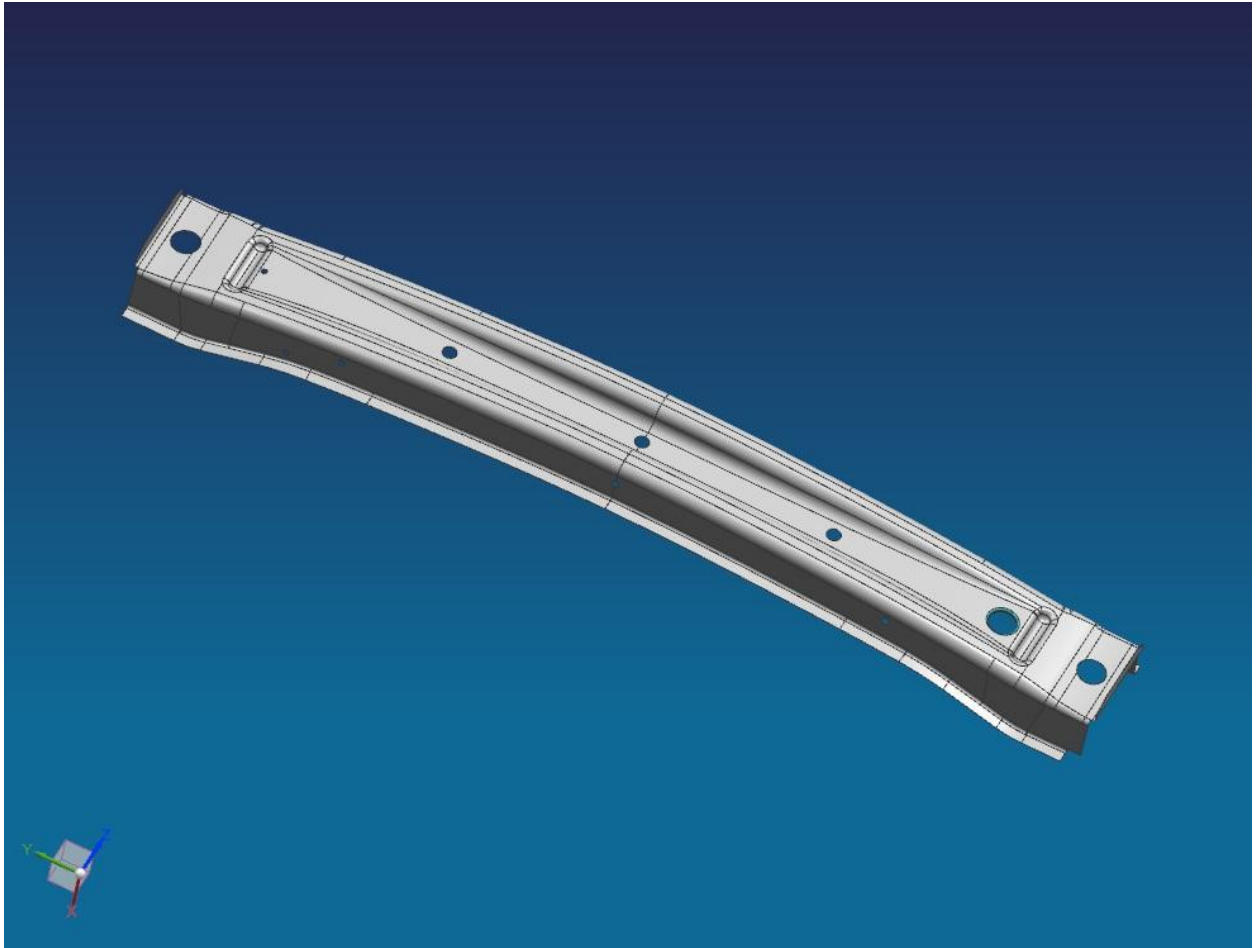


Рисунок 2.6. Пробивка

Пробивка овальных отверстий[2]:

$$P_{проб.} = k \cdot \pi \cdot (a + b) \cdot S_0 \cdot \sigma_{сп} = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot \pi \cdot (14 + 16) = 3108,6(\text{кгс}) = 31(\text{кН}); \quad (2.9.1)$$

2-я Обрезка

Усилие обрезки припуска, рассчитывается по формуле[2]:

$$P_1 = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{сп} = 1,2 \cdot 1128 \cdot 1,2 \cdot 25 = 40608(\text{кгс}) = 406(\text{кН}); \quad (2.9.2)$$

Клиновая пробивка на боковых гранях детали

$$P_{проб.1} = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{сп} = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot (\pi \cdot d) = 673,53(\text{кгс}) = 6,7(\text{кН}); \quad (2.9.3)$$

$$P_{проб.2} = k \cdot L_2 \cdot S_0 \cdot \sigma_{сп} = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot (\pi \cdot d \cdot 2) = 1699,36(\text{кгс}) = 17(\text{кН});$$

При выборе оборудования являются главными факторами: усилие, работа.

Определим суммарное усилие на всех участках[2]:

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_{\text{снятия}} + P_1^p + P_2^p + P_{\text{калибров.}} + P_{\text{обр.}} + P_{\text{проб.}} = 892 + 4000 + 67 + 6373 + 31 + 17 + 6,7 = 11407(\text{кН}) \quad (2.9.5)$$

Найдем работу(A) на каждом участке:

Найдем работу на вырубке заготовки[2]:

$$A_1 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{3245827 \cdot 46}{1000} = 149308(\text{Дж})$$

Найдем работу на усилии обрезки[2]:

$$A_2 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{89200 \cdot 46}{1000} = 4103,2(\text{Дж})$$

Определим работу на снятие полосы[2]:

$$A_3 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{400824 \cdot 46}{1000} = 18437,2(\text{Дж})$$

Определим работу на первой вытяжке[2]:

$$A_4 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{67 \cdot 46}{1000} = 3(\text{Дж})$$

Найдем работу на калибровке[2]:

$$A_6 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{637300 \cdot 46}{1000} = 29315(\text{Дж})$$

Найдем работу на обрезку фланца[2]:

$$A_7 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{3100 \cdot 46}{1000} = 14,3(\text{Дж})$$

Найдем работу на пробивку отверстий[2]:

$$A_8 = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{2370 \cdot 46}{1000} = 1(\text{Дж})$$

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Определение прессы

Выбор прессового оборудования производится благодаря следующим показателям:

- фактическое усилие прессы должно быть больше требуемого, так как на нем придется выполнять все операции штамповки;
- пресс должен быть достаточной мощности для выполнения всех необходимых штамповочных операций;
- необходим очень крепкий пресс;
- закрытая высота прессы должна быть больше закрытой высоты штампов;
- габариты стола и ползуна должны обеспечивать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстия в столе прессы – свободный провал штампуемых деталей (или отходов).

Исходя из рассчитанного полного усилия, мы получаем необходимое нам усилие. Номинальное усилие прессы определяется:

$$P_{\text{ПРЕССА}} = 1,5 \cdot P_{\Sigma}, \quad (3.1)$$

где P_{Σ} - полное технологическое усилие;

1,5 – коэффициент запаса для учета замены материала детали на более прочный или имеющий большую толщину, а также потери на трение в направляющих штампа и др.

Найдем необходимое усилие прессы для многопозиционного штампа-автомата:

$$P_{\text{ПРЕССА}} = 1,5 \cdot 11 = 17 \text{ МН.}$$

Оборудование выбираем из имеющегося на производстве парка прессов. Это повысит коэффициент загрузки (K_3) выбранного пресса, что в свою очередь улучшит экономику производства.

Для первоочередной операции вынесенного на рассмотрение проектного технологического процесса оставляем то же оборудование, используемой в существующем базовом варианте – автоматические ножницы «H3218B». Ножницы работают одновременно с и подачей транспортером рулона в зону обработки, рулонницей, правильной машиной.

Ради следующих операций согласно рассматриваемого тех. процесса мы будем искать необходимое прессовое оборудование среди многопозиционных прессов-автоматов. Подходящий по технологическому усилию, больший по усилию, – пресс-автомат модели “Muller Weingarten” MW-1700 усилием 17 МН. Применение такого мощного пресса позволит обеспечить повышенную жесткость станины, а значит, повышенную стойкость штампов, особенно для разделительных операций (обрезка по контуру и пробивка отверстий).

В нашем случае детали штампуются из карточек; в состав технологической линии пресса MW-1700 входит механизм подачи отдельных заготовок (рисунок 3.1) – питатель с пневмо-присосами. От питателя до первой позиции пресса отдельные заготовки транспортируются на магнитном транспортере. Перед подачей в штамп заготовки смазываются (смазка необходима в случае глубокой вытяжки).

MW-1700 оборудован устройством грейферной подачи заготовок, благодаря чему заготовка перемещается с одной операции на другую. П “Muller Weingarten” имеет 6 позиций штамповки, а это соответствует требованиям разрабатываемого тех процесса. Характеристики выбранного пресс-автомата соответствуют технологическим расчетным показателям штамповки, данные приводятся далее.

Технические характеристики многопозиционного прессы MW-1700:

Максимальное усилие ползуна 13мм перед нижней мертвой точкой.....	17000 кН
Максимальное усилие ползуна на каждой стороне под точками подвески	8500 кН
Количество точек подвески ползуна.....	4
Число ходов на холостом ходу, бесступенчато-регулируемое (ход/мин)	10...18
Количество рабочих позиций	6
Межцентровое расстояние между позициями	1000 мм
Ход ползуна	650 мм
Диапазон регулировки ползуна	100 мм
Максимальная закрытая высота	1360 мм
Расстояние между стойками	6500 мм
Площадь ползуна (ширина × глубина)	6000 × 2100 мм
Площадь стола (ширина × глубина).....	6000 × 2000 мм
Проем в столе (ширина × глубина)	720 × 1620 × 6 мм
Усилие пневматической подушки Позиция 1-3.....	1000 кН
Усилие пневматической подушки Позиция 4-6.....	500 кН
Путь пневматической подушки на каждой позиции ...	150 мм
Ширина листовой заготовки.....	300...1600 мм
Длина листовой заготовки	150...700 мм
Толщина листовых заготовок	0,5...3,0 мм
Высота стопы заготовок	500 мм

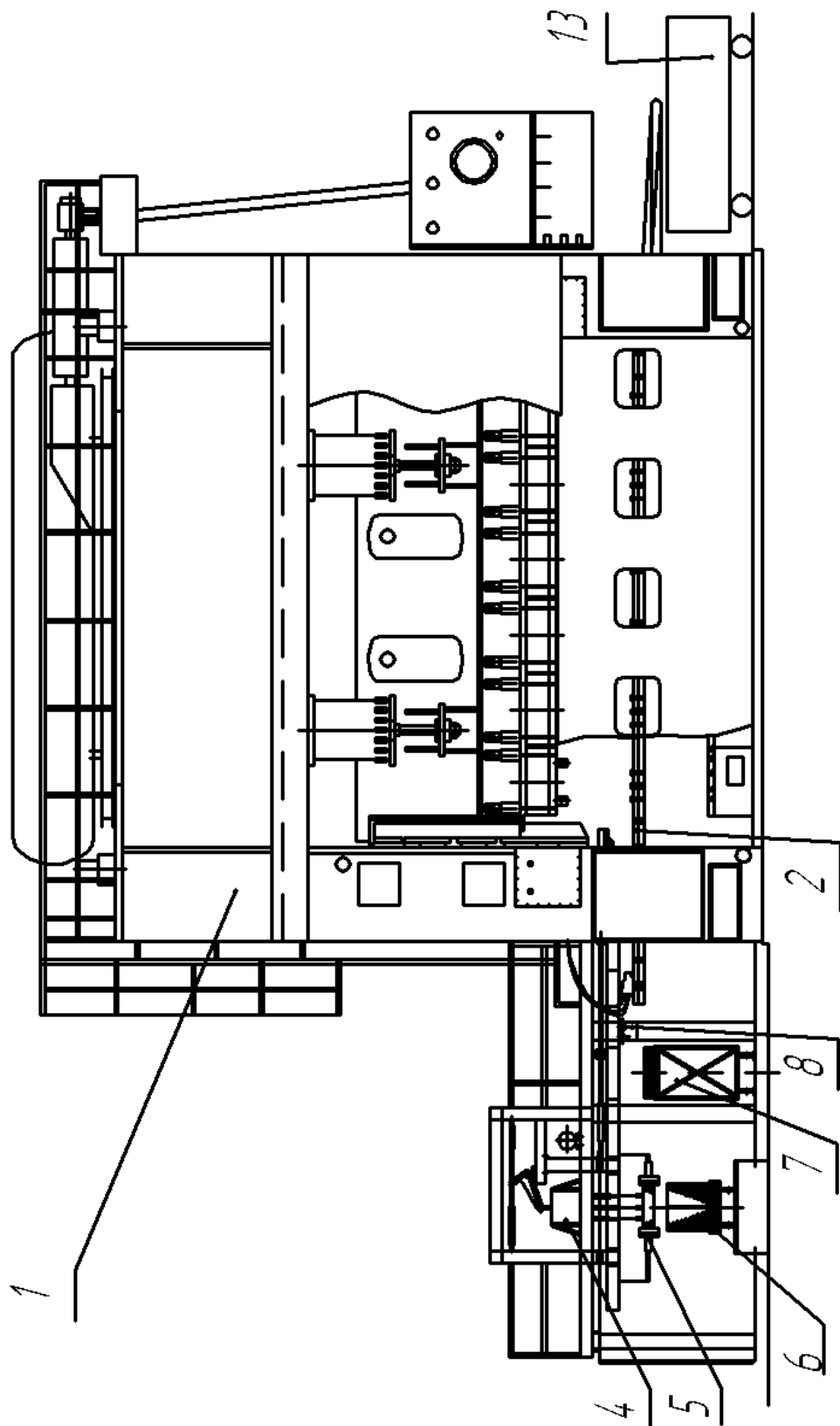


Рисунок 3.1. Многопозиционный пресс-автомат Muller Weingarten – 1700

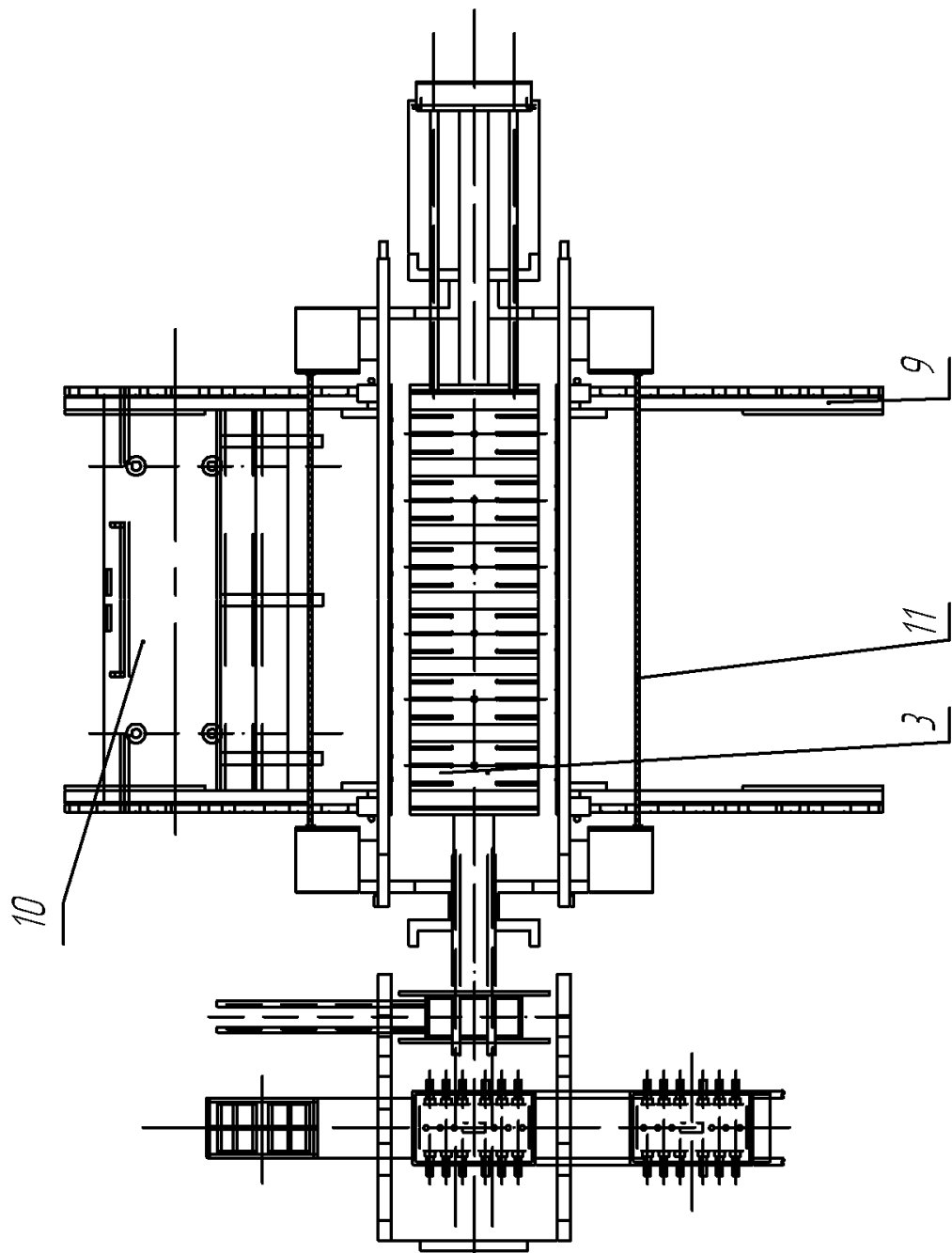


Рисунок 3.1 (продолжение). Многопозиционный пресс-автомат Muller Weingarten – 1700

3.2. Определение средств автоматизации

Процесс автоматизации листовой штамповки повышает производительность труда и обеспечивает безопасность работ на прессах, т.к. человек выполняет только контролирующие функции.

Устройства автоматизации выбирают с учетом особенностей технологического процесса и вида исходного материала (рулонный или штучный). В зависимости от вида исходного материала используют следующие типы устройств подачи:

- ✓ для рулонного материала – автоматизация подачи при помощи устройств валкового и крючкового видов;
- ✓ для листового материала – подъем листа и направление штампа;
- ✓ для отдельных заготовок – отделение от пачки, подъем и направление в штамп (для листовых заготовок) или подача при помощи бункерных и грейферных устройств (для объемных заготовок).

К средствам автоматизации данного технологического процесса относятся устройство для захвата штучных заготовок и система грейферной передачи заготовок. Листозагрузочное устройство (питатель) имеет пневматический захват (присосы). Подающе-передающее грейферное устройство является трехкоординатным. Выбор такого типа грейферной подачи определен сложной пространственной формой детали.

В результате применения питающего устройства и грейферных леек сократится трудоемкость изготовления детали, освободится несколько операторов-штамповщиков, которые были заняты в базовом варианте технологического процесса.

Техническая характеристика трехкоординатной грейферной подачи:

Ход продольного перемещения леек, мм

(расстояние между штамповочными позициями прессы). 1000

Ход поперечного перемещения леек, мм250

Ход вертикального перемещения леек, мм150

Расстояние между линейками
(в сомкнутом состоянии), мм 1000...2020

Профиль грейферной линейки, мм..... 160 × 160

Число ходов (ход/мин).....макс. 18

Позиция смены инструмента.....конец подачи

Технические характеристики устройства подвода листов для
многопозиционного прессы MW-1700:

Масса стопы максимальная, кг.....1800

Вес заготовок максимальный, кг.....10

Высота стопы заготовок, мм.....300...500

Точность ориентации, мм.....± 2,5

3.3. Описание состава проектируемой линии

Автоматическая линия с прессом-автоматом Muller Weingarten 1700,
представлена на рисунке 3.1. Линия состоит из следующих модулей:

- | | |
|---|---|
| 1 – пресс-автомат MW-1700; | 10 – болстер (выкатной стол); |
| 2 – грейферные линейки; | 11 – кожух звукоизолирующий (подъемные ворота); |
| 3 – позиция (штамп) вытяжки; | 12 – маркетные подушки прессы (пневмоцилиндры); |
| 4 – листозагрузчик; | 13 – отводной транспортер; |
| 5 – магнитные «распушители»; | 14 – тара для деталей. |
| 6 – тележка для заготовок; | |
| 7 – тележка для сдвоенных заготовок; | |
| 8 – устройство смазки; | |
| 9 – рельсы направляющие (для выкатного стола прессы); | |

Процесс работы автоматической линии начинается с устройства загрузки листовых заготовок (4), которое пневмозахватом (присосами) переносит заготовки из тары (6). Листоагрузчик оснащен магнитными «распушителями» (5) приспособлением для разделения слипшихся заготовок. Далее по магнитному транспортеру заготовки следуют к прессу. Датчик контроля следит за пригодностью заготовки к производству (7). После чего заготовка отправляется на операцию по смазке(8). Подачу заготовки на входе пресса осуществляет грейферное устройство (2) оно помещает его в рабочую зону первой(3) и последующих операций.

Во время штамповки подъемные ворота (11) находятся в нижнем положении, выполняя роль звукопоглощающего кожуха и защитного ограждения. В нем выполнены смотровые окна для наблюдения за процессом штамповки. Когда пресс осматривается и проводятся ремонтные работы подъемные ворота подняты – выкатной стол-болстер (10) по рельсам (9) перемещается на позицию замены штампов (когда необходимо заменить штамп для осуществления другого тех. процесса).

Отход, получаемый при штамповке (при обрезке), удаляется по специальным стокам в стороны от пресса, и попадает на транспортеры, расположенные в подвальном помещении, также и с получаемым при пробивке отверстий обрезками, удаляется «на провал» под пресс, далее направляется в люки и попадает на транспортеры в подвальном помещении. На выходе из пресса-автомата установлен транспортер (13), который перемещает отштампованные детали на позицию ручной укладки в тару (14).

4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

4.1. Структура, устройство и работа штамповой оснастки

Штампы для холодной листовой штамповки состоят из большого количества деталей, которые имеют разнообразные конструктивные особенности. Ввиду условий работы и различного характера сопряжения, эти детали требуют различной точности изготовления.

Неподвижный вытяжной пуансон (2) прикреплен к нижней плите штампа (3) с помощью штифтов (24) и винтов (20).

В конструкции штампа предусмотрена фиксация заготовки на форму изделия при помощи фиксаторов (11), закрепленных на нижней плите с помощью винтов (18). Ограничение хода выталкивателя осуществляется с помощью ограничительных планок (16).

Подъем заготовки осуществляется прижимом (1) и толкателем (15) под действием усилия создаваемого маркетной подушкой прессы.

Для обеспечения более точного направления верхней части штампа относительно нижней применяются направляющие плиты (13). Для данного штампа применено четыре направляющие пары плит.

Для ограничения закрытой высоты используются горизонтально расположенные штыри ограничительные (9), прикрепленные резьбой к нижней плите.

Для транспортировки штампа применяются четыре прилива транспортных в нижней плите (3) и столько же в верхней плите (4).

Грейферные линейки подают заготовку в рабочую зону штампа. Прижим, приводимый в движение толкателями, находится в верхнем положении. Заготовка попадает на поверхность 4-ех подпружиненных подъемников, которые также находятся в верхнем положении, и фиксируется

в полости штампа при помощи 6-ти вертикальных фиксаторов (11). При опускании ползуна прессы подъемники уходят в тело прижима; происходит контакт заготовки с прижимом. Маркетные шпильки перемещаются вниз, в результате чего начинает опускаться прижим. Далее происходит контакт заготовки с вытяжным пуансоном.

При ходе ползуна прессы вверх, через маркетные шпильки приводятся в движение толкатели. Прижим поднимается. Находящиеся в вытяжной матрице отлипатели (7) (4 шт.) под действием пружин удаляют заготовку из проема матрицы. Одновременно происходит вертикальное перемещение 4-ех подъемников в результате разжима пружин. Подъемники вертикально перемещают отштампованную деталь на уровень транспортировки.

Отштампованная заготовка расположена на поверхности подъемников. Далее подходят грейферные линейки, и заготовка переносится на следующую позицию штамповки.

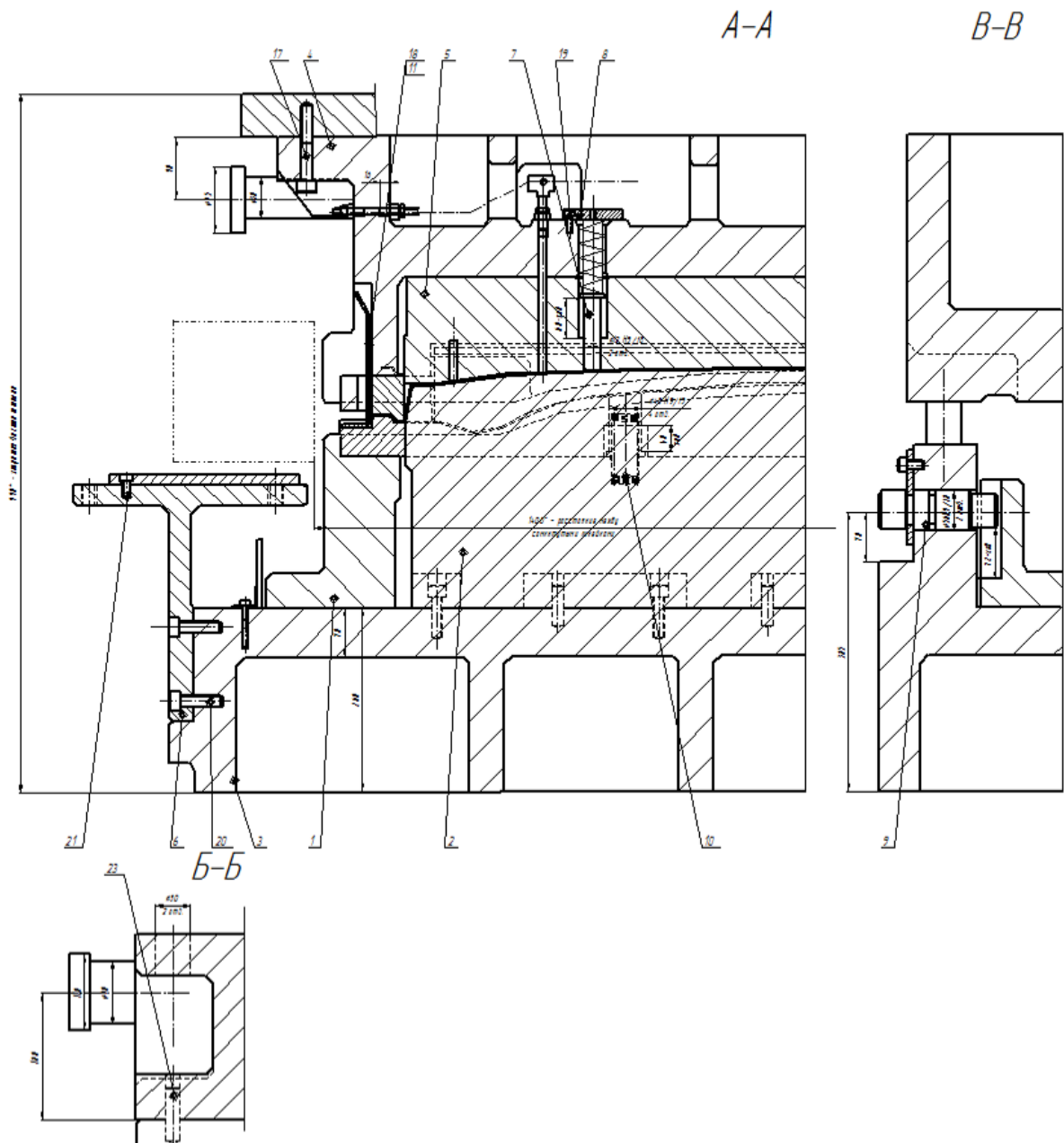


Рисунок 4.1. Штамп в разрезе

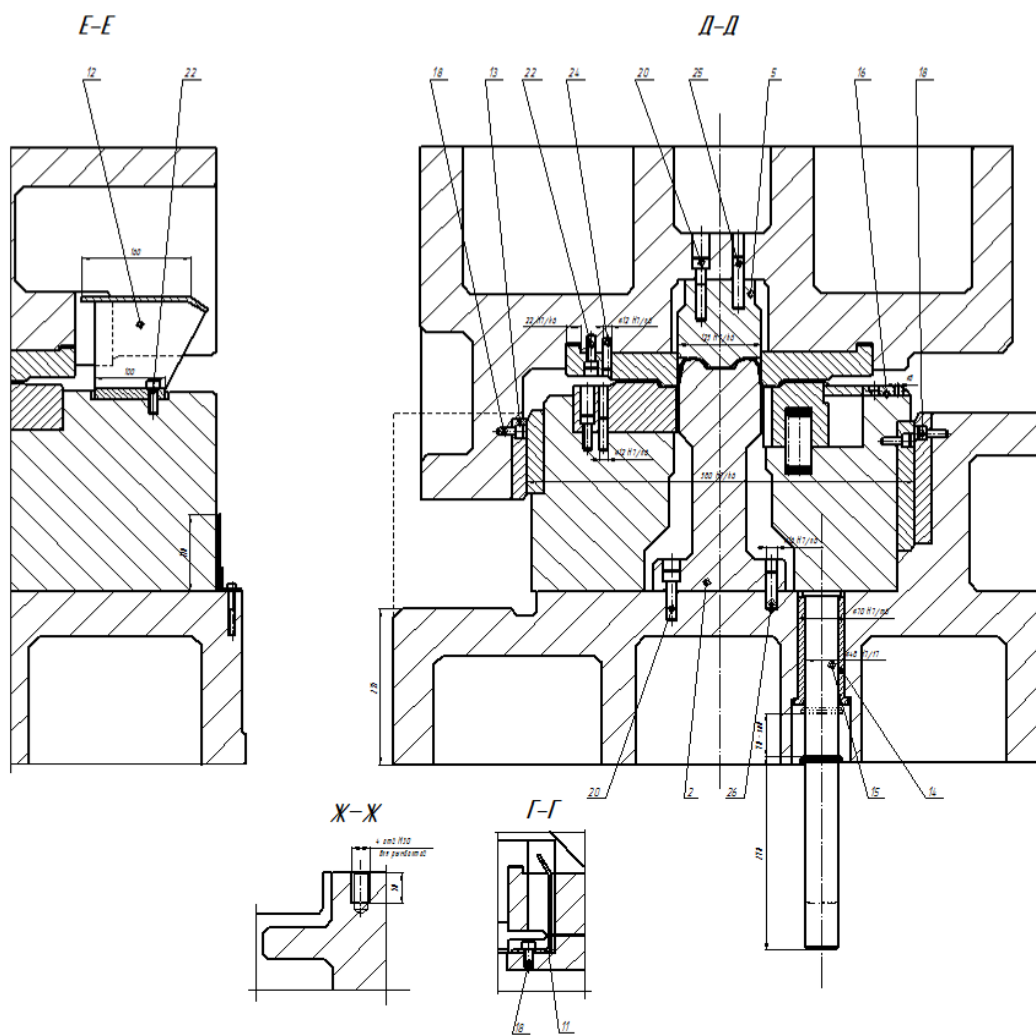


Рисунок 4.2. Штамп в разрезе

4.2. Расчеты на прочность и выбор материалов

Прочностному расчету подлежат рабочие детали штампа, расчёт ведётся для операции клиновой пробивки.

4.2.1 Расчёт пуансона (рисунок 4.2).

$$\sigma_{сж} \leq [\sigma_{сж}]$$

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4^2}{4} = 12,56(\text{мм}^2);$$

Значит,
$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} = \frac{1700}{12,56} = 135,35(\text{МПа});, \quad (4.0)$$

где P=17 (кН) – усилие операции клиновой пробивки рассчитанное в пункте - 2.5

Марка стали для пуансона X12 (HRC61...63) $[\sigma_{сж}]=1900$ (МПа), что удовлетворяет условию $\sigma_{сж} \leq [\sigma_{сж}]$.

б) Проверка деформации поверхности плиты под действием опорной поверхности головки пуансона.

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

где P=17(кН) - технологическое усилие воспринимаемое пуансоном;

F - площадь поверхности головки пуансона:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} = 78,5(\text{мм}^2);$$

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F} = \frac{1700}{78,5} = 21,7(\text{МПа});$$

Так как $\sigma_{см} < 100(\text{МПа})$, то нет необходимости упирать головку пуансона в закаленную подкладную плитку.

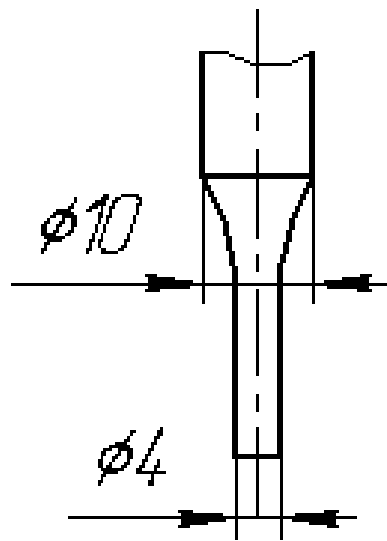


Рисунок 4.2. Пуансон

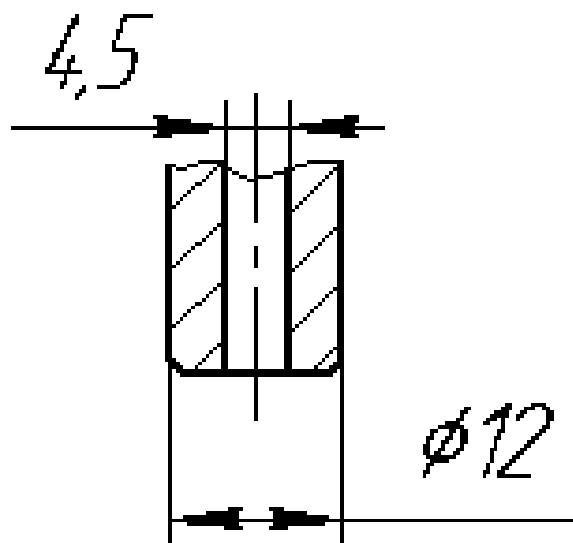


Рисунок 4.3. Матрица

Таблица 4.1. Материалы, выбранные для изготовления деталей штампа

Деталь штампа	Позиция	Материал	Рекомендуемая твердость	Термообработка
Пуансон вытяжной	2	X12МФ	HRC 49...53	
Матрица вытяжная (секции матрицы)	5	X12МФ	HRC 49...53	Азотирование до получения указанной твердости на глубину H = 0.8...1.2 мм
Выталкиватель		Сталь У10А	HRC 55...59	
Пунсон пробивной		Сталь У10А	HRC 59...63	
Матрица пробивная		Сталь У8А	HRC 55...59	
Плиты верха, низа	4,3	Сталь 35Л	-	Отливка
Плиты подкладные		Сталь 40Х	HRC 40...45	
Отлипатели	7	Сталь 45	HRC 35...40	
Ограничители	9	Сталь 19 ХГН	HRC 48...54	
Прижим	1	X12МФ	HRC 51...55	
Подъемник	10	Сталь 45	HRC 37...42	
Фиксаторы	11	Сталь 45	НВ 241...285	
Толкатели	15	Сталь 45	HRC 32...37	
Плита		Сталь 20	HRC 60...64	Цементация на глубину H= 0,5...0,8 мм

4.3. Выбор числа и расположения упругих элементов.

Найдем необходимое усилие, для выгрузки отштампованных деталей из зоны операций создаваемое всеми пружинами:

$$P_{\text{пруж}} = K_{\text{выталк}} \cdot P_{\text{вытяжки}}, \quad (4.4)$$

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

$P_{\text{вытяжки}} = 89200 \text{ кг} = 892 \text{ кН}$ – усилие вытяжки;

Значение усилия пружин для нашего проекта:

$$P_{\text{пруж}} = 0,02 \cdot 89200 = 1784 \text{ кгс} = 17,84 \text{ кН}.$$

Усилие получается благодаря работе двух спиральных упругих элементов.

1) По ГОСТ 18793-80 делаем выбор стальных пружин, частично обеспечивающие усилие выгрузки заготовки из матрицы. Конструктивно подходит пружина с усилием $P_{\text{сталь}} = 100 \text{ кгс}$: основные параметры пружины:

$D = 36 \text{ мм}$ – наружный диаметр;

$d = 4 \text{ мм}$ – диаметр стали;

$t = 10,96 \text{ мм}$ – шаг;

$H_0 = 182,8 \text{ мм}$ – высота в не сжатом состоянии.

Рассчитаем общее усилие 4-х стальных пружин:

$$P_1 = P_{\text{сталь}} \cdot 4 = 100 \cdot 4 = 400,0 \text{ кгс} = 4 \text{ кН}.$$

Произведем подбор пружин с таким усилием. Создаваемое пружиной усилие зависит от ее размеров.

Габариты выбранной пружины (рисунок 4.4) отличается от базовой лишь высотой в не сжатом состоянии, которое равно $H_0 = 162,8 \text{ мм}$.

Суммарное усилие 2-х стальных пружин при выталкивании равно:

$$P_2 = P_{\text{сталь}} \cdot 2 = 100 \cdot 2 = 200,0 \text{ кгс} = 2 \text{ кН.}$$

Совместное усилие выбранных полиуретановых и стальных пружин

:

$$P_{\text{пруж.}} = P_1 + P_2 = 2 + 4 = 6 \text{ кН.}$$

Требуемое усилие пружин, найденное ранее, составляет $P_{\text{пруж.}} = 17,84$ КН. Следовательно, основное усилие для подъема и снятия детали будет осуществляться с помощью маркетного толкателя(рис4.5), пружины приподнимают заготовку.

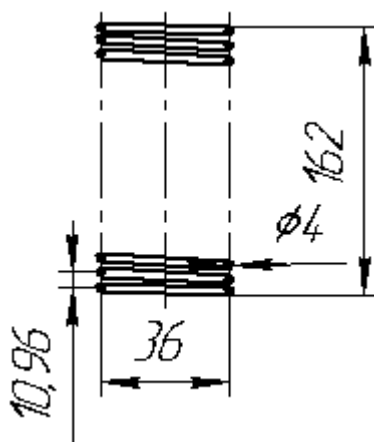


Рисунок 4.4. Пружина

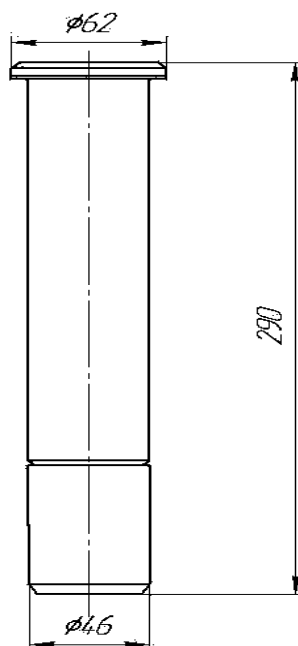


Рисунок 4.5. Толкатель

4.4. Выбор центра давления штампа

Так как рассматриваемая операция – вытяжка и контур штампуемой детали симметричен, то центр давления штампа совпадает с геометрическим центром детали. Следовательно, надо спроектировать штамп, так чтобы геометрический центр детали совпадал с продольной осью хвостовика (рисунок 4.6).

На каждую операцию требуется различные усилия, для того чтобы не было перекосов и неравномерного износа оборудования и штампов найдем на сколько будет смещен ползун прессы.

Для того чтобы найти это расстояние составим уравнение сил относительно центра ползуна (или стола прессы) $y_c=0$ т.к. деталь симметрична (рисунок 4.7) [2].

$$x_c = P_1 a_1 + P_2 a_2 + P_3 a_3 + P_4 a_4 + P_5 a_5 + P_6 a_6 / P_1 + P_1 + P_1 + P_1 + P_1 + P_1 = 384(\text{мм}), \quad (4.5)$$

где $P_1 \dots P_6$ – усилие по операциям;

$a_1 \dots a_6$ – расстояние от центра осей.

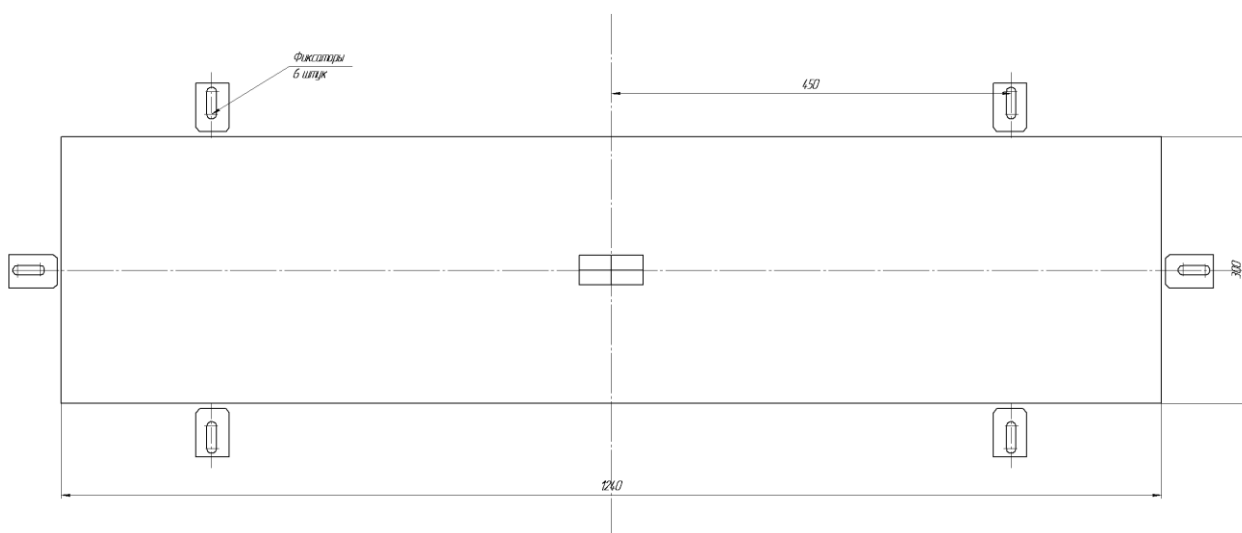


Рисунок 4.6. Расположение заготовки в штампе

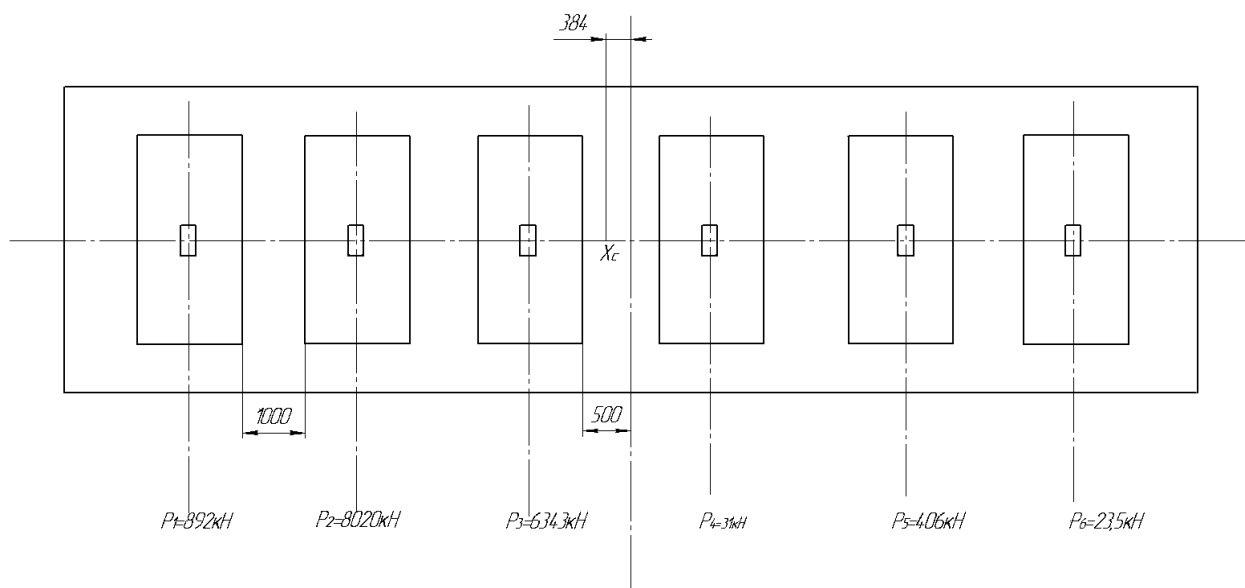


Рисунок 4.7. Смещение ползуна

4.5. Выбор исполнительных размеров инструмента

4.5.1. Радиусы закругления рабочих кромок матриц и пуансонов.

Радиус закругления матрицы оказывает существенное влияние на ход процесса вытяжки. В основном можно считать, что радиус закругления влияет на следующие параметры процесса: напряжение в металле, и усилие, необходимое для вытяжки; коэффициент вытяжки; стойкость штампа и др.

Поэтому необходимо выбрать по возможности наибольший радиус закругления, если при операции вытяжки не возникнет складок.

Данные манипуляции с пуансоном r_{Π} на усилие вытяжки влияет незначительно, но это несет за собой утонение стенок металла у дна изделия.

К сожалению, если радиус закругления матрицы слишком велик может возникнуть ситуация при которой плоская часть заготовки слишком рано выйдет из-под прижима, вследствие чего возникнут гофры, в свою очередь они приведут к разрыву заготовки. Велик риск при вытяжке деталей из тонких заготовок может возникнуть такая же технологическая проблема. Поэтому величина радиусов закруглений вытяжных кромок матриц

подразделены по относительно толщине заготовки в зависимости от коэффициента вытяжки.

Радиус закругления матрицы при коэффициенте вытяжки 0,45 и толщине материала 0,8 мм равен $r_{\Pi} = 5$ мм.

Радиус закругления вытяжных кромок пуансона следует брать в 1,5-2 раза меньше радиуса закруглений матрицы, $r_{\Pi} = 3$ мм.

4.5.2. Точность изготовления и чистота обработки деталей штампа.

Определение величины зазора между матрицей и пуансоном.

Пуансон (рабочая поверхность) обрабатывают до 8-9-го класса чистоты. Поверхность рабочей зоны матрицы обрабатывают до 10 класса чистоты. Точность обработки отдельных деталей штампов, шероховатость обработанных поверхностей приведены в многочисленных стандартах на штампы листовой штамповки.

Величина зазора, влияет на основные элементы вытяжки: на усилие и затраченную работу при вытяжке, на качество вытягиваемых изделий, на стойкость штампов.

Для определения величины зазора пользуются опытными данными различных заводов. На основании экспериментальных данных, в среднем величины зазоров составляют при вытяжке из мягкой стали (1,35...1,50) S. Зазор односторонний между пуансоном и матрицей равен

$$Z_{\Pi-M} = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ мм.}$$

Зазор между пуансоном и прижимным кольцом составляет

$$Z_{\Pi-M} = 5 \text{ мм.}$$

По технологическим соображениям принимаем зазор между пуансоном и матрицей равным 2 мм.

4.5.3. Определение исполнительных размеров инструмента.

При сложном контуре детали, как в данном случае исполнительные размеры не просчитываются. В технических требованиях указываем, что поверхность детали штампа, соприкасающиеся с изделием, обработать по рабочим моделям, шероховатость Ra 0,4. Рабочий контур ответной детали пригнать по основной с зазором 2 мм на сторону.

Исполнительные размеры формообразующих деталей штампа назначают, не просчитывая.

Длина пуансона	1136 - 0,029
----------------	--------------

Ширина пуансона	125 - 0,025
-----------------	-------------

5. ПРИМЕНЕНИЕ CAD/CAM -ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

В этом разделе рассмотрены CAD/CAM-технологии NX. С помощью них была разработана 3D модель вытяжного пуансона.

5.1. Проектирование трехмерной модели пуансона

Создаем новую модель. Настраиваем нужные параметры: размеры в миллиметрах, углы в градусах. Точность построения (tolerance) – 0,01 мм, точность отображения (точность закрашки) – 0,01 мм.

3D модель пуансона создаем по сборочному чертежу вытяжного штампа. На плане низа и разрезах А-А, Б-Б есть размеры крепежной части пуансона. Также для построения нам нужна 3D модель детали, которая была сделана в системе NX, рисунок 5.1.

3D модель детали (из NX) надо изменить. Нужно удалить фланцы и отверстия, которые получаются фланцевкой и пробивкой. Нам потребуется набор следующих графических примитивов: 1) поверхности-примитивы (плоскости, цилиндры); 2) поверхности вытяжки; 3) поверхности скругления.

Создаем систему координат (СК) (0, 0, 0), используя меню «Workplane». Началом координат будет центр давления штампа, в основании пуансона.

При помощи меню «Поверхность» → «Плоскость» создаем поверхность – основание в плоскости XY размерами 1100 мм × 200 мм (размеры берем по чертежу штампа, см. план низа). На плоскости строим контур, по которому далее обрежем плоскость. Так получим основание пуансона.

Крепежные полки пуансона имеют высоту (толщину) 50 мм. Их строим вытягиванием контура вверх по Z на 50 мм. Всего имеется 10 полок, которые

симметрично расположены с 2 сторон пуансона. В них будут отверстия. Всего нужно сделать 16 отверстий, из них 2 под штифты и 14 под винты. Штифты имеют диаметр 16мм. Отверстия под винты будут ступенчатые.

Далее строим вертикальную «нерабочую» часть пуансона высотой 160мм. Строим прямоугольный контур размеры 1000 × 80 мм (размеры по чертежу штампа, см. план низа). В меню «Поверхность» выбираем «Поверхность вытяжки» и вытягиваем прямоугольный контур в направлении Z на 160 мм.

Далее строим вертикальную часть пуансона высотой 70мм. Для этого импортируем 3D модель вытяжного перехода из UG. Привязку этой 3D модели к пуансону делаем, выбрав нужную высоту по Z (из чертежа штампа берем высоту пуансона). По краю вытяжного перехода строим замкнутый контур и вытягиваем его вдоль Z вниз на 70 мм.

Получили 2 вертикальные поверхности. Делаем между ними переход – фаску 20×45° мм. Такой же переход нужен между вертикальной «нерабочей» частью пуансона высотой 160мм и крепежными полками. Каждую полку соединяем с вертикальной поверхностью фаской 20×45° мм, см. рисунок 6.2.

Получили предварительную форму геометрии пуансона без скруглений. Обрезаем лишние фрагменты рабочих поверхностей пуансона с помощью функцию «Ограничить объектом». Скругляем переход между рабочей поверхностью пуансона и вертикальной частью радиусом 2 - 5 мм. Создаем радиусы через меню «Поверхность скругления». Результат см. на рисунок 5.2.

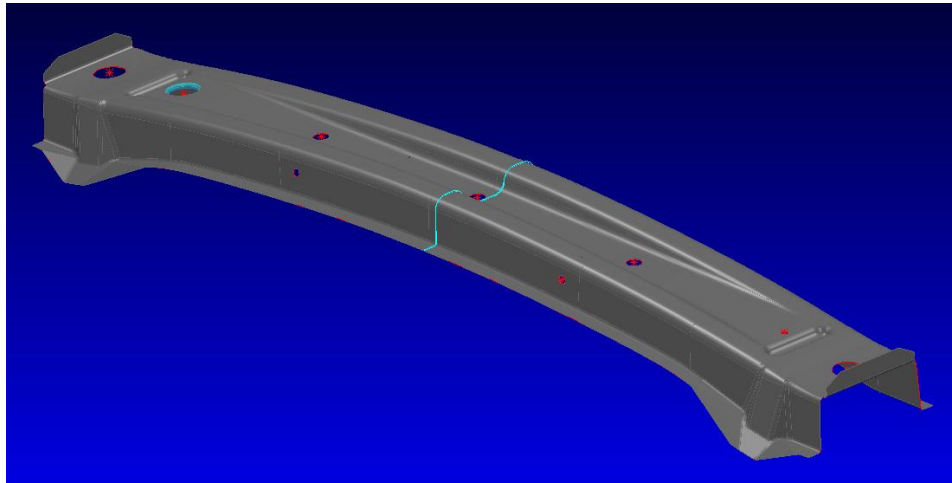


Рисунок 5.1. 3D модель детали «Поперечина рамки радиатора нижняя»

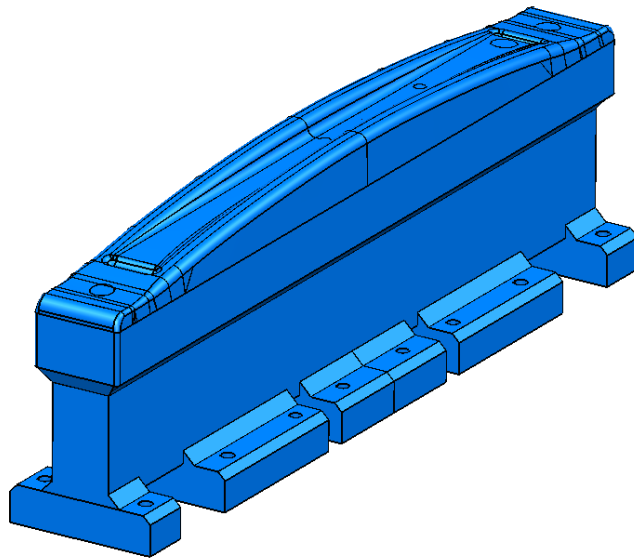


Рисунок 5.2. 3D модель вытяжного пуансона

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ НА ПРЕССЕ-АВТОМАТЕ MW S1700/UZG100

6.1. Схема рабочего места, оборудования и выполняемых работ

Основным органом комплекса штамповки является пресс MW S1700/UZG100, который находится в цехе крупной штамповки в отдельном корпусе прессового производства. Помимо прессы рабочее место оснащено поддоном для стапелирования заготовок, тара с заготовками, переносной пультом управления, специальной склиз для удаления деталей, ленточный транспортер, стол для протирки и укладки деталей, емкость для готовых деталей, специальной стол для деталей

Таблица 6.1- Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Резка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б
2	Штамповка	Вытяжка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б
3	Штамповка	Обрезка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б
4	Штамповка	Фланцовка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б
5	Штамповка	Пробивка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б
6	Штамповка	Обрезка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б
7	Штамповка	Клиновья пробивка	Оператор штампа	Пресс «MW-1700» 17МН	х/к 08кп ВГ-2-Б

6.2. Определение опасных и вредных производственных факторов

Опасными производственными травмами с разной тяжестью являются повреждения от механических и электрических факторов. Ключевым фактором механического травматизма является соприкосновение человека с заготовкой и непосредственная работа с штампом. Неполадки проводки оборудования, отсутствие или плохое заземление или халатность рабочих - это все электрический травматизм.

Таблица 6.2 - Опасные и вредные факторы

№п/п	Производственно–технологическая и/или эксплуатационно–технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Загрузка заготовок и укладка в контейнер после обработки на прессе	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовки	Острые кромки, заусенцы заготовок
2	При выполнении операции на прессе	Высокий уровень шума и вибрации	Прессовое и кузнечное производства
3	Движение погрузчиков	Выхлопные газы, а также выделение технических жидкостей	Движение транспорта, вибрация пола
4	В большом цехе	Мало освещённая рабочая зона	Недостаточность электропитания на осветительные приборы
5	При выполнении операции с прессом	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Электродвигатели прессов, электрический привод, провода
6	При продолжительной загрузке и подготовке к операции заготовок	Нервно–психические перегрузки	Монотонность труда
7	При продолжительной загрузке	Физические перегрузки	Статическое положение тела

6.3. Мероприятия по разработке безопасных условий труда на участке

Важным аспектом подготовки сотрудников для работы считается изучение правил техники безопасности, санитарии производства, гигиены труда, обучение безвредным методам ведения работ. Обучение сотрудников безопасности труда следует проводить при подготовке новых кадров (вновь принятых рабочих, не имеющих профессии или меняющих профессию).

Вводный инструктаж проводят со всеми устраиваемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, также, и с повторным инструктажем (проведение всех инструктажей четко фиксируется в журнале по прохождении теории техники безопасности).

Скорость работы оборудования не должна превышать заданных параметров. Зона работы, в которой осуществляется штамповка, оснащена специальными ограждениями, который также снижает уровень шума. Для остановки работы пресса автомата при возникновении аварийной ситуации каждое рабочее место оснащено клавишей «СТОП». Операторы и прочий обслуживающий персонал должны быть обеспечены спецодеждой (комбинезон, рубашка), головными уборами (кепка) и хлопчатобумажными перчатками. Каждый работник перед началом работ обязан проверить личный инструмент и убедиться в его исправности разрешается пользование только исправным инструментом.

Таблица 6.3 – Методы и средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно–технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Рабочие части прессы-автомата, и острые кромки, заусенцы на заготовках не прошедшие пост-обработку.	–щиты стоящие со передней и задней части штампа; –подача сигнала пред запуском каждой операции; –средство предохранительного характера, предупреждающие о перегрузке системы; –пульт для включения только с двух рук работника прессы; –убрать непосредственный контакт с заготовкой обрабатываемой в прессе.	–спецодежда сотрудника (Хлопко бумажная); – строительные перчатки; –головной убор(Хлопко бумажная);–очки предохранительные; –паста которая не позволяет маслу задерживаться на руках сотрудника.
2	Высокий уровень шума и вибра-отдачи на месте выполнения операции	–смазка трущихся частей прессы; –поменять зубчатые передачи на ременные; – применение подушек прессы повышенной вибропоглощаемости.	Звук подавляющие наушники.
3	Большое количество пыли и газа на рабочем месте у прессы	Циркулирующая вентиляция воздуха, совмещенная с воздушной системой отопления	Респираторы, полумаски
4	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Установить большое количество световых приборов	Осветительные лампы

Продолжение таблицы 6.3

5	Высокое значение напряжения в электрической цепи	Проверка неисправности подключения заземления пресса.	Диэлектрическая экипировка (резиновая обувь)
6	Психологическая перегруженность	Перерывы между операциями, устройство быта рабочего места	–
7	Мышечная нагрузка сотрудника	Разминка работающих групп мышц в технических перерывах	–

6.4. Пожарная безопасность

Пожары на крупных предприятиях представляют большую опасность для сотрудников и могут принести огромный материальный ущерб. Госпожарнадзор России следит за пожарной безопасностью осматривая действующие объекты, процессы. Гарантия отсутствия пожаров на предприятии может быть обеспечена мерами пожарной безопасности и активной пожарной защиты. Понятие пожарная безопасность в себя включает:

- инструктаж по противопожарной технике безопасности;
- при строительстве цехов использовать негорючие или огнеупорные материалы;
- рабочие места, находящиеся непосредственно в зоне потенциального образования пожара, должны быть оборудованы системами пожаротушения;
- постоянный контроль над выполнением норм по противопожарной безопасности.

Проектируемый участок относится к категории Д. Производства, в которых обрабатываются негорючие вещества и материалы.

В случае возникновения пожара на участке, предусмотрены два пути эвакуации, которые находятся не дальше пятидесяти метров от возможного

пожароопасного участка. Ширина путей эвакуации составляет не менее 1 метра, а дверей – не менее 0,8 метра. Ширина наружных дверей лестничных клеток составляет не менее ширины шага лестницы, высота прохода на путях эвакуации – не менее 2 метров.

Если на участке возникло возгорание по тем или иным причинам, рабочие должны звонить по телефону 01 и принять меры первичного пожаротушения, оснащенными на рабочих местах до прибытия пожарной команды. В проектируемом участке предусмотрены пожарные щиты, пожарные колонки, огнетушители ОУ – 2 и ОУ – 5 и другие средства пожаротушения.

Таблица 6.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок листовой штамповки	Пресс «MW-1700»	B, D, E	–токсичные продукты горения; –пониженное содержание кислорода; –повышенная температура окружающей среды; –тепловой поток; –дым.	Радиоактивные и токсичные вещества попавшие в окр.среду из разрушенных технологических установок, осколки разрушаемых балок, стен и т.п. воздействие огнетушащих веществ.

Таблица 6.5 – 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	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Порошковые огнетушители	Пожарные кары	Водяной бранспойд	Дымчатые датчики	Рукава пожарные	СИЗ органов дыхания и зрения	Пожарные багры	Активные колонки, мегафон (орало)
Бочки с водой	Пожарные мотопомпы	Автоматические Газовые системы пожаротушения	Извещатели пожарные	Пожарный инвентарь	Огнеупорные костюмы	Пожарные топоры	Световые указатели «ВЫХОД»
Кошма и войлок	Пожарные спец. средства	Порошковые установки и систем пожаротушения	Система передачи извещений о пожаре	Колонка пожарная	Защитная экипировка	Расширители, домкраты и прочие автоматические установки	Световые индикаторы, стробоскопы

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно–технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Листовая штамповка	–обучение персонала требованиям ПБ; –соблюдение техники безопасности; –соблюдение последовательности и алгоритма технологического процесса; –наличие первичных 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.

6.5. Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

При холодной штамповке технологический процесс не оказывает сильного воздействия на окружающую среду. Основные мероприятия по

экологической безопасности должны быть направлены на повышенный контроль процесса утилизации использованных технологических материалов.

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно– технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно– технологического процесса энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Отрицательное действие технического объекта на атмосферу	Отрицательное действие технического объекта на гидросферу	Отрицательное действие технического объекта на литосферу
Движение транспорта	Транспортное средство на дизельном топливе	Загазованность воздуха	–	–
Отходы производства и потребления	Промасленная ветошь, отработанное масло	–	Загрязнение водных источников тяжёлыми металлами и токсинами	Загрязнение почвы, грунтовых вод

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

Наименование технического объекта	Движение транспорта	Отходы производства и потребления	
		Промасленная ветошь	Отработанное масло
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Замена транспортных средств на дизельном топливе, транспорт на электрическом аккумуляторе	–	–
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	–	Полная утилизация (сжигание в специализированных печах)	Полное или частичное восстановление качества отработанных масел (регенерация) с целью их повторного использования по прямому назначению или для иных целей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	–	Полная утилизация (сжигание в специализированных печах)	Полное или частичное восстановление качества отработанных масел (регенерация) с целью их повторного использования по прямому назначению или для иных целей

Выводы

Рассмотрев опасные и вредные факторы, возникающие при штамповке, выясняется, что требуется безукоризненно соблюдать технологические инструкции и инструкции по технике безопасности. Главным вредным производственным фактором является шум.

Чтобы предотвратить и снизить профессиональные заболевания необходимо проводить профилактические меры безопасности по всем категориям.

Разработанный технологический процесс изготовления детали является безопасным и отвечающим требованиям экологичности, т.к. соответствует всем современным предъявляемым нормам безопасности.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

7.1. Сравнительный анализ технологических вариантов

В данном разделе дипломного проекта рассмотрена технология изготовления детали «Поперечина рамки радиатор» для автомобиля.

Базовый вариант: традиционная штамповка на прессах «Инноченти», объединенных в технологически последовательную линию. Заготовительная операция для резки полос Н3218 с подачей.

Проектный вариант: автоматическая штамповка на многопозиционном пресс-автомате “Muller Weingarten” MW-1700 с использованием рейферной подачи. Заготовительная операция для резки полос Н3218 с подачей.

Расчетные данные

1. Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{Э}} = (D_{\text{Р}} \cdot T_{\text{СМ}} - D_{\text{ПР}} \cdot T_{\text{СОК}}) \cdot C \cdot (1 - B), \quad (7.1)$$

где $D_{\text{Р}}$ – рабочие дни (245 рабочих дней в год);

$T_{\text{СМ}}$ – продолжительность смены (8 часов в день);

$D_{\text{ПР}}$ – предпраздничные дни (13 дней/год);

$T_{\text{СОК}}$ $T_{\text{СОК}} = 1$ – время сокращения смены в праздничные дни (1 час/день);

C – количество смен (2 смены);

B – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования (0,05).

$$\Phi_{\text{Э}} = (D_{\text{Р}} \cdot T_{\text{СМ}} - D_{\text{ПР}} \cdot T_{\text{СОК}}) \cdot C \cdot (1 - B) = (45 \cdot 8 - 13 \cdot 1) \cdot 2 \cdot (1 - 0,05) = 3852 \text{ час.}$$

2. Эффективный фонд времени работы рабочего определяется по формуле:

$$\hat{O}_{\text{ЭД}} = \hat{O}_{\text{Э}} \cdot 45\% = 3852 \cdot 0,45 = 1648 \text{ час.}$$

7.2. Определение необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки

Таблица 7.1 - «Общие исходные данные»

№ п/п	Показатель	Обозначение	Значение
1	Годовая программа выпуска, шт	$N_{\text{Г}}$	150000
2	Эффективный фонд времени работы, час:		
	-оборудования	$\Phi_{\text{Э}}$	3852
	-рабочего, - наладчика	$\Phi_{\text{Эр}}$	1734
3	Коэффициент выполнения норм	$K_{\text{ВН}}$	1,1
4	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{\text{МН}}$	1
5	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	$K_{\text{О}}$	12,1
6	Коэффициент монтажа:	$K_{\text{МОНТ}}$	0,2
7	Цена материала, рубк/г	$\text{Ц}_{\text{М}}$	18,9
8	Цена отходов, руб/кг	$\text{Ц}_{\text{ОТХ}}$	0,7
9	Масса заготовки, кг	$M_{\text{З}}$	3,19
10	Масса отходов, кг	$M_{\text{ОТХ}}$	1,2
11	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{\text{ТЗ}}$	1,0145
12	Коэффициенты доплат по заработной плате		
	1) до часового фонда зарплаты	$K_{\text{ДОП}}$	1,08

Продолжение таблицы 7.1

	2) за профессиональное мастерство	$K_{пф}$	1,15
	3) за условия труда	$K_{у}$	1,1
	4) за вечерние и ночные часы	$K_{н}$	1,1
	5) премиальные	$K_{пр}$	1,13
	6) на социальные нужды	$K_{с}$	1,31
	Итого: общий коэффициент доплат $K_{зпл} = K_{доп} \cdot K_{пф} \cdot K_{у} \cdot K_{н} \cdot K_{пр} \cdot K_{с}$	$K_{зпл}$	2,23
13	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	$K_{м}$	0,8
14	Коэффициент загрузки оборудования по времени	$K_{в}$	0,7
15	Коэффициент потерь в сети	$K_{п}$	1,03
16	Коэффициент одновременности работы электродвигателей	$K_{од}$	1
17	Выручка от реализации, % от Ц		
	-изношенного оборудования	V_p	5
	-изношенного штампа	$V_{р.и.}$	15
18	Норма амортизации	N_A	8
19	Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	$K_{цех}$	1,72
20	Часовая тарифная ставка, руб/час		
	-рабочего	$Ст$	66,71
	-наладчика	$Ст$	79,89
21	Цена электроэнергии, руб/ кВт	$Цэ$	2,435
22	Цена площади, руб/м ²	$Цпл$	4500
23	Норматив экономической эффективности	$Ен$	0,33» [14].

Таблица 7.2 - Эксплуатационные данные оборудования

№ п/п	Кол-во ход.в мин	Наименование оборудования	T _{шт.} , мин.	T _{маш.} , мин.	M _у , кВт	Площадь, м ²	Цена, Руб.	n _{обсл}
1	16	Muller Weingarten	0,09	0,07	60	27	2100000	5
2	10	Инноченти (7шт)	0,05	0,1	91,7	16	1176000	14

7.3. Исходные данные о штамповой оснастке

Рассматриваем базовый вариант, его количество операций и цену, соответственно, сравниваем его с проектным вариантом:

Операция №1: Базовый вариант выполняет резку заготовки, стойкости штампа хватает на 560000 ударов, при этом его цена составляет 340000 руб. Проектный вариант первой операцией выполняет тот же самый процесс, стойкость штампа идентичная базовому, но при этом снизилась стоимость штампа- 178000 руб.

Операция №2: Базовый вариант и Проектный вариант выполняет операцию вытяжки заготовки, ресурс стойкости штампов одинаковый 1000000 ударов, но при этом, разная стоимость базовый-202980 руб., проектный- 184520.

Операция №3: Базовый вариант и Проектный вариант выполняет операцию обрезки заготовки: ресурсы штампов- 1000000 ударов, стоимость базового- 320000 руб., проектного- 175000 руб.

Операция №4: Правка заготовки: Ресурс штампов, и у базового и у проектного варианта- 570000 ударов, в то время как цены штампов разные- у первого 420000 руб., у второго 188000 руб.

Операция №5: Пробивка 4-х Овальных отверстий- стойкость штампов равняется 850000 ударов, стоимость базового штампа 380000 руб., а стоимость проектного штампа 180000 руб.

Операция №6: 2 обрезка-стойкость штампов 900000 ударов, стоимость базового штампа 420000 руб., а стоимость проектного 185000 руб.

Операция №7: Клиновья пробивка: стойкость штампов равна 600000 ударов, стоимость у базового штампа 510000 руб., а у проектного 227000 руб.

7.4. Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки

В данном разделе проведем следующие расчеты:

Число оборудования, необходимого для осуществления годовой программы производства рассчитывается по формуле:

$$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{Г} / (\Phi_{Э} \cdot K_{ВН} \cdot 60)$$

Расчет базового варианта: $n_{об} = 0,05 \cdot 150000 / (3852 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,03 \approx 1$

Значение показателя равно 7 ед., в то время как у проектного варианта

$$n_{об} = 0,09 \cdot 15000 / (3852 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,05 \approx 1$$

показатели выдают значение 1 ед.

Смотрим расчет следующих показателей:

Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции

$$K_3 = n_{об.}^{Расч.} / n_{об.}^{Прин.}$$

Базовый вариант: $K_3 = 0,03 / 1 = 0,003$

Проектный вариант: $K_3 = 0,05 / 1 = 0,005$

Также мы рассчитываем количество операторов, которые нужны для осуществления годовой программы производства:

$$\text{Базовый вариант: } P_{\text{ОП}} = [0,09 \cdot 15000 \cdot (1+0,121)] / (1734 \cdot 1 \cdot 60) = 0,14 = 1 \cdot 2 \text{ см}$$

$$\text{Проектный вариант: } P_{\text{ОП}} = [0,05 \cdot 15000 \cdot (1+0,121)] / (1734 \cdot 1 \cdot 60) = 0,08 = 1 \cdot 2 \text{ см}$$

7.5. Расчет капитальных вложений

Расчет капитальных вложений происходит по нескольким показателям;

- Капиталовложение в оборудование (прямые), рассчитываем по формуле

$$K_{\text{ОБ.}} = n_{\text{ОБ.}} \cdot C_{\text{ОБ.}} \cdot K_3$$

$$\text{Значение базового варианта: } K_{\text{ОБ.}} = 7 \cdot 1176 \text{ 000} \cdot 0,05 = 411600 \text{ руб.}$$

$$\text{Значение проектного варианта: } K_{\text{ОБ.}} = 1 \cdot 2100 \text{ 000} \cdot 0,03 = 63000 \text{ руб.}$$

- Затраты на доставку и установку оборудования (сопутствующие вложения), рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ.}} \cdot K_{\text{МОНТ}}$$

$$\text{Значение базового варианта: } K_{\text{М}} = 0,1 \cdot 411600 = 41160 \text{ руб.}$$

$$\text{Значение проектного варианта: } K_{\text{М}} = 0,1 \cdot 63000 = 63000 \text{ руб.}$$

- Затраты на специальную оснастку, рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{И}} = C_{\text{ШТ}} \cdot n_{\text{ШТ}}$$

$$\text{Значение базового варианта: } K_{\text{И}} = 340000 + 202980 \cdot 1 + 320000 \cdot 1 + 420000 \cdot 1 + 380000 \cdot 1 + 420000 \cdot 1 + 510000 \cdot 1 = \sum 2592980 \text{ руб.}$$

$$\text{Значение проектного варианта: } K_{\text{И}} = 178000 + 184520 + 175000 + 188000 + 180000 + 185000 + 227000 = \sum 1317520 \text{ руб.}$$

- Затраты на потерю площади, рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЛ}} = n_{\text{ОБ.}} \cdot S_y \cdot C_{\text{ПЛ.}} \cdot K_3;$$

$$\text{Значение базового варианта: } K_{\text{ПЛ}} = 7 \cdot 16 \cdot 4500 \cdot 0,05 = 25200 \text{ руб.}$$

$$\text{Значение проектного варианта: } K_{\text{ПЛ}}^{\text{п}} = 1 \cdot 27 \cdot 4500 \cdot 0,03 = 3645 \text{ руб.}$$

- Итого потрачено на сопутствующие вложения:

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{М}} + K_{\text{И}} + K_{\text{ПЛ}}$$

Значение базового варианта: $K_{\text{ОБЩ}}^{\text{б}} = 411600 + 2659340 = 3070940$ руб.

Значение проектного варианта: $K_{\text{СОП}}^{\text{п}} = 6300 + 1317520 + 3645 = 1327465$ руб.

- Рассчитаем общие капиталовложения:

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ОБ}} + K_{\text{СОП}}$$

Значение базового варианта: $K_{\text{ОБЩ}}^{\text{б}} = 411600 + 2659340 = 3070940$ руб.

Значение проектного варианта: $K_{\text{ОБЩ}}^{\text{п}} = 63000 + 1327465 = 1390465$ руб.

- Расчет удельных капитальных вложений:

$$K_{\text{УД}} = K_{\text{ОБЩ}} / N_{\Gamma}$$

Значение базового Варианта: $K_{\text{УД}}^{\text{б}} = 3070940 / 150000 = 20,47$ руб.

Значение проектного варианта: $K_{\text{УД}}^{\text{п}} = 1390465 / 150000 = 9,27$ руб.

7.6. Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

Определение себестоимости продукции осуществляется по следующим нормам:

1. Основные материалы за вычетом отходов рассчитываются по формуле:

$$M = (M_{\text{з}} \cdot C_{\text{м}} \cdot K_{\text{тз}}) - (M_{\text{отх}} \cdot C_{\text{отх}})$$

И в базовом и проектном варианте показатель равен:

$$M = (3,19 \cdot 18,9 \cdot 1,0145) - (1,2 \cdot 0,7) = 60,325 \text{ руб.}$$

2. Зарплата рабочих-операторов:

$$Z_{\text{ПЛ}} = P \cdot C_{\text{Т}} \cdot \Phi_{\text{Э.р.}} \cdot K_{\text{зпл}} \cdot K_{\text{з}} / N_{\Gamma}$$

В базовом варианте: $Z_{\text{ПЛ}}^{\text{баз}} = 14 \cdot 66,7 \cdot 1648 \cdot 0,05 \cdot 2,23 / 150000 = 1,14$ руб.

В проектном варианте: $Z_{\text{ПЛ}}^{\text{пр}} = (2 \cdot 79,9 + 8 \cdot 66,7) \cdot 1648 \cdot 0,03 \cdot 2,23 / 150000 = 0,508$ руб.

3. Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования:

$$P_A = [(C_{об} \cdot (1 - B_p)) \cdot H_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3] / (\Phi_3 \cdot K_{ВН} \cdot 60 \cdot 100)$$

В базовом варианте: $P_A = 1176000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 8 \cdot 0,09 \cdot 1,3 \cdot 7 / (3852 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,2198$ руб.

В проектном варианте: $P_A = 2100000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 8 \cdot 0,05 \cdot 1,3 / (3852 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,0315$ руб.

4. Расходы на электроэнергию: $P_э = (M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_m \cdot K_B \cdot K_{П} \cdot C_э) / (КПД \cdot 60)$

В базовом варианте: $P_э^{баз} = (91,7 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 2,435) / (0,7 \cdot 60) = 0,95$ руб.

В проектном варианте: $P_э = (7 \cdot 60 \cdot 0,07 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 2,435) / (0,7 \cdot 60) = 0,3$ руб.

5. Расходы на штамповый инструмент:

$$P_{И} = (C_{шт} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и. шт.}$$

В базовом варианте рассчитываем среднее значение:

$$P_{И} = 340000 \cdot (1 - 0,15) / 560000 = 0,52$$

$$P_{И} = 202980 \cdot (1 - 0,15) / 1000000 = 0,172$$

$$P_{И} = 320000 \cdot (1 - 0,15) / 1000000 = 0,272$$

$$P_{И} = 420000 \cdot (1 - 0,15) / 570000 = 0,63$$

$$P_{И} = 380000 \cdot (1 - 0,15) / 850000 = 0,38$$

$$P_{И} = 420000 \cdot (1 - 0,15) / 900000 = 0,4$$

$$P_{И} = 510000 \cdot (1 - 0,15) / 600000 = 0,72$$

Среднее значение равно $\sum 3,09$;

В проектном варианте рассчитываем среднее значение:

$$P_{И} = 178000 \cdot (1 - 0,15) / 860000 = 0,176$$

$$P_{И} = 184520 \cdot (1 - 0,15) / 1000000 = 0,156$$

$$P_{И} = 175000 \cdot (1 - 0,15) / 1000000 = 0,149$$

$$P_{И} = 188000 \cdot (1 - 0,15) / 800000 = 0,2$$

$$P_{И} = 180000 \cdot (1 - 0,15) / 900000 = 0,17$$

$$P_{И} = 185000 \cdot (1 - 0,15) / 900000 = 0,176$$

$$P_{И} = 227000 \cdot (1 - 0,15) / 800000 = 0,24$$

Среднее значение равно $\sum 1,27$;

6. Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей:

$$P_{пл} = S_{уу} \cdot n_{об} \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 / N_{Г}$$

В базовом варианте: $P_{пл} = 16 \cdot 7 \cdot 4500 \cdot 0,05 / 150000 = 0,168$ руб.

В проектном варианте: $P_{пл} = 27 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,03 / 150000 = 0,024$ руб.

7. Расходы на зарплату наладчика:

$$З_{нал} = (n_{об} \cdot C_{Т} \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_{Г})$$

В базовом варианте: $З_{нал} = (7 \cdot 79,89 \cdot 1648 \cdot 0,03 \cdot 2,23) / (14 \cdot 150000) = 0,03$ руб.

В проектном варианте: -

Подведем итоги технологической себестоимости:

$$C_{тех} = M + З_{пл} + P_{А} + P_{Э} + P_{И} + P_{пл} + З_{нал}$$

В базовом варианте: $C_{тех}^{баз} = 60,325 + 1,14 + 0,2198 + 0,95 + 3,092 + 0,168 + 0,03 = 65,925$ руб.

В проектном варианте: $C_{тех}^{пр} = 60,325 + 0,508 + 0,0315 + 0,3 + 1,27 + 0,024 = 62,4585$ руб.

8. Цеховые расходы: $P_{цех} = З_{пл} \cdot K_{цех}$

В базовом варианте: $P_{цех}^{баз} = 1,14 \cdot 1,72 = 1,96$ руб.

В проектном варианте: $P_{цех}^{пр} = 0,508 \cdot 1,72 = 0,87$ руб.

Всего цеховая стоимость которая рассчитывается по формуле:

$$C_{цех} = P_{цех} + C_{тех}$$

В базовом варианте равна: $C_{цех}^{баз} = 1,96 + 65,9248 = 67,8848$ руб.

В проектном варианте равна: $C_{цех}^{пр} = 0,87 + 62,4585 = 63,3285$ руб.

7.7. Расчет показателей экономической эффективности
проектируемого варианта

Таблица 7.3- Экономическая эффективность

Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
1	2	3	
1. Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}}$ $=(67,8848-63,3285) \cdot 150000$	6683,445	
2. Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 67,8848 + 0,33 \cdot 20,47$ $Z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 63,3285 + 0,33 \cdot 9,27$	74,6399	66,3876
3. Срок окупаемости капвложений, год	$T_{\text{ок}} = K_{\text{и}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}}$ $T_{\text{ок}} = 1317520 / 683445$	2 года	
4. Годовой экономический эффект, руб.	$\mathcal{E}_{\text{г}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}}$ $\mathcal{E}_{\text{г}} = (74,6399 - 66,3876) \cdot 150000$	1237845	

Вывод

В результате изменения технологии процесса изготовления, внедрения новой технологии изготовления детали «Поперечина рамки радиатора нижняя» снижается себестоимость с 67,88 руб. до 63,33 рублей на 4,55 руб.(6,7%), за счет:

- снижение трудоемкости, что приводит к уменьшению:
 - общепроизводственных расходов (затрат на амортизацию штампового инструмента, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования);
 - уменьшения заработной платы рабочим, так как уменьшается численность рабочих;
- снижение затрат на штамповую оснастку, так как изменяется штамповая оснастка с большей стойкостью штампа.

Технологический эффект при годовой программе выпуска от внедрения нового технологического процесса составит 684000 рублей, экономический эффект – 1237845 руб. при сроке окупаемости штамповой оснастки в течении двух лет.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана технология изготовления детали «Поперечина рамки радиатора» автомобиля и сделан перевод изготовления этой детали на автоматическую штамповку на линии.

Для предлагаемого техпроцесса сделаны расчеты основных технологических параметров.

Выбрано наиболее рациональное оборудование, требующее наименьших затрат на содержание и эксплуатацию, чем то, что использовалось ранее для изготовления данной детали. Разработана штамповая оснастка, приведен расчёт на прочность основных узлов и деталей штампа. Подобрано загрузочное устройство для подачи заготовок, с контролем двойной детали, обеспечивающее надежность и безопасность. Подобрано автоматическое устройство для быстрой и удобной смены штампов. Рассмотрены вопросы по технике безопасности. Выявлены опасные и вредные факторы, вследствие которых разработаны мероприятия, существенно улучшающие условия труда рабочих-операторов.

В результате внедрения позиции технологического процесса изготовления детали на пресс-автомате «Muller Weingarten» снижается себестоимость с 67,88руб. до 63,33 рублей на 4,55 руб.(6,7%).

Технологический эффект составит 684000 рублей при годовой программе выпуска от внедрения нового технологического процесса, экономический эффект – 1237845 руб. при сроке окупаемости в течении двух лет. На основании всех проделанных расчетов и обоснований, делаем вывод о том, что цель дипломного проекта достигнута.

Список используемых источников

1. Рудман, Л. И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Пор общ. - М.: Машиностроение, 1988. - 496с.: ил.
2. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке. - 6-е изд. перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. - 520 с., ил.
3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 1. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1980.-728с., ил.
4. Чернавского, С. А. справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 1. Изд. 3-е, перераб. Под ред. Чернавского С.А. и В. Ф. Решикова. М., «Машиностроение», 1976.
5. Рахштадта, А. Г. Справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 2. Изд. 3-е, перераб. Под ред. А. Г. Рахштадта и В. А. Брострема М., «Машиностроение», 1976.
6. Скрипачев, А.В. «Технологичность листовых штамповочных деталей». ТГУ, г.Тольятти 1992г.
7. Роден, Г. М. Механизация и автоматизация листовой штамповки в автомобилестроении / Г. М. Роден и др. – М.: Машиностроение, 1983. – 327 с.
8. Норицин, В. А., Власов, В. И. Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки. – М.: Машиностроение, 1967. – 388 с.
9. Александрова, Н.В. Организация производства и менеджмент: метод. указание для выполнения практических работ / сост. Н.В. Александрова. – Тольятти : ТГУ, 2006. – 100с.
10. Александрова, Н.В. Организация производства и менеджмент: метод. указание к выполнению курсовой работы / сост. Н.В. Александрова. – Тольятти : ТГУ, 2007. – 32с.

11. Юдин, Е. Я. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1983 с., ил.
12. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С. В. Белова. 5-е изд., испр. И доп. – М.: Высш. Шк., 2005. – 606 с.: ил.
13. Горина, Л. Н. Безопасность и экологичность технического объекта: учеб.-метод. Пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина.- Тольятти: ТГУ, 2016.-51 с.
14. Краснопевцева, И. В. Экономика машиностроительного производства: учеб.- метод. пособие/ И. В. Краснопевцева.- Тольятти: ТГУ, 2008.-148 с.
15. Скворцов, Г. Д. Основы Конструирования штампов для холодной листовой штамповки: конструкции и расчеты / Г.Д. Скворцов. –М.: Машиностроение, 1972.-360 с.
16. Смолин, Е. Л. Основы конструирования штамповой оснастки: учеб. Пособие для студентов заочной формы обучения / Е. Л. Смолин.- Тольятти: ТГУ, 2007.- 72 с.
17. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением: М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977.- 423 с.
18. Шапорова, И. Л. Безопасность жизне деятельности. Учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015 – 299 с.
19. Шухов, Ю. В. Холодная штамповка: учеб. Для индивидуально-бригадной подгот. Рабочик на производстве / Ю. В. Шухов, С. А. Еленев, - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1972 – 201 с.
20. Скрипачев, А. В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с.

21. Joanna R. Groza, James F. Shackelford, Enrique J. Lavernia, Michael T. Powers 2007 Materials Processing Handbook, March 28, pp 229-237, (2007)
22. Kren, L. A. Line Automation Made Easier MetalForming Magazine. – 2016/ - December.
23. Kren, L. Die build simplified MetalForming Magazine. – 2016/ - December.
24. Kuvin, B. Automated Press-Brake Technology MetalForming Magazine. – 2017/ - January.
25. Kuvin, B. OEM finds new suppliers via online matchmaking MetalForming Magazine. – 2017/ - February.

Горизонтальный лист	№	Обозначение	Наименование		Кол	Примечание
			Изм	Лист		
Горизонтальный лист №			<i>Документация</i>			
	№	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.000	Горизонтальный чертеж		4	
			<i>Детали</i>			
	1	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.001	Прижим		1	
	2	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.002	Пуансон вытяжной		1	
	3	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.003	Плита нижняя		1	
	4	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.004	Плиты верхняя		1	
	5	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.005	Матрица		1	
	6	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.006	Кронштейн		1	
	7	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.007	Отжиматель		1	
8	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.008	Фиксатор отжимателя		1		
Вертикальный лист №	9	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.009	Штырь ограничительный		4	
	10	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.010	Подъемник		4	
	11	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.011	Фиксатор		6	
	12	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.012	Направляющая горизонтальная		2	
	13	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.013	Направляющая вертикальная		4	
	14	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.014	Ограничитель хода толкателя		8	
	15	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.015	Толкатель		8	
	16	17.БР.СОМДyРП.579.61.00.016	Ограничительная планка		4	
Вертикальный лист №			<i>Стандартные изделия</i>			
	17		Винт М16х110 ГОСТ 11738-84		2	
	18		Винты М12х30 ГОСТ 11738-84		6	
	19		Винты М18х25 ГОСТ 11738-84		1	
Вертикальный лист №			17.БР.СОМДyРП.579.61.00.000			
	Изм	Лист	№ докум	Лист	Лист	Листов
Вертикальный лист №	Разраб		Нестеров И.А.		1	2
	Проб		Скопачев А.В.			
	Исполн		Выжвинил В.Г.			
	Утв		Ельцов В.В.			
Штамп для вытяжки						И.Ч.ИМ гр. МСБ-1301

Формат	лист	год	Обозначение	Наименование	кол	Примечание
	20			Винт М16х60 ГОСТ 11738-84	20	
	21			Винт М10х25 ГОСТ 11738-84	2	
	22			Винт М12х40 ГОСТ 11738-84	74	
	23			Штыфт 20х80 ГОСТ 3128-70	8	
	24			Штыфт 12х50 ГОСТ 3128-70	32	
	25			Штыфт 16х60 ГОСТ 3128-70	4	
	26			Штыфт 16х80 ГОСТ 3128-70	4	

№№ лист	Лист	№ лист	№ лист	№ лист

№№ лист	Лист	№ лист	Лист	Лист	17.БР.СОМДУРП.579.61.00.000	Лист
						2