

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

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

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона» легкового автомобиля

Студент(ка)

Р.А.Федотов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.Л.Смолин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В.Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.И.Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« » _____ 20 г.

Тольятти 2017

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «СОМДиРП»

(подпись) В.В. Ельцов
(И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Федотов Роман Александрович

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона». 2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017

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

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

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

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

2.Экономическая часть (И.В. Краснопевцева) 3. Нормоконтроль (В.Г.Виткалов)

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

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

Руководитель выпускной квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____	_____
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	Е.Л.Смолин
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	Р.А.Федотов
(подпись)	(И.О. Фамилия)

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «СОМДиРП»
_____ В.В. Ельцов
« ____ » _____ 20 __ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Федотова Романа Александровича
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона».

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных	22.04.2017	04.05.2017	Выполнил	
2. Технологическая часть	03.05.2017	11.05.2017	Выполнил	
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	10.05.2017	16.05.2017	Выполнил	
4. Конструкторская часть	13.05.2017	20.05.2017	Выполнил	
5. Безопасность жизнедеятельности	18.05.2017	25.05.2017	Выполнил	
6. Экономическая часть	25.05.2017	30.05.2017	Выполнил	
7. Подготовка чертежей по технологии	12.05.2017	15.05.2017	Выполнил	
8. Подготовка чертежей оборудования	20.05.2017	20.05.2017	Выполнил	
9. Подготовка чертежей оснастки	25.05.2017	26.05.2017	Выполнил	
10. Подготовка к защите	30.05.2017	15.06.2017	Выполнил	

Руководитель выпускной квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

(подпись)

Е.Л.Смолин
(И.О. Фамилия)
Р.А.Федотов
(И.О. Фамилия)

Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена усовершенствованию технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона» легкового автомобиля. Исходными данными являются: существующий вариант изготовления данной детали, технико-экономические показатели, условия организации труда.

В работе производится анализ технологичности детали и технологии её изготовления, с выявлением недостатков данной технологии. На основании проведённого анализа, разрабатывается новый, наиболее рациональный технологический процесс. Определяются энергосиловые параметры процессов. Производится выбор оборудования и средств автоматизации. Далее в проекте разрабатывается конструкция штамповой оснастки. Проводятся прочностные расчёты и выбор материалов деталей штампа, определяются исполнительные размеры инструмента и центр давления штампа.

В разделе по безопасности и экологичности проекта рассматриваются опасные и вредные факторы, действующие в условиях данного производства, и разрабатываются мероприятия для обеспечения безопасных условий труда. В экономической части производится расчёт экономической эффективности внедрения проектируемого технологического процесса.

Содержание

	стр.
Аннотация	
Введение.....	7
1. Анализ технологических вариантов изготовления детали.....	8
1.1 Описание существующей технологии изготовления детали.....	8
1.2 Анализ технологичности детали.....	13
1.3 Выявление недостатков существующей технологии.....	17
1.4 Задачи бакалаврской работы.....	17
2. Разработка технологического процесса изготовления детали.....	18
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса.....	19
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки.....	21
2.3 Проектирование рационального раскроя металла и определения коэффициента использования материала (КИМ).....	25
2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки.....	26
2.4.1 Определение усилий.....	26
2.4.2 Определение работ.....	31
3. Выбор оборудования.....	33
3.1 Выбор типа оборудования и основные технические характеристики.....	33
3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики...	35
3.3 Описание работы автоматической линии.....	38
4. Разработка конструкции штамповой оснастки.....	39
4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки.....	40
4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов для изготовления деталей штампа.....	43

Содержание (продолжение)		стр.
4.3	Определение числа и расположения упругих элементов.....	46
5.	Безопасность и экологичность проекта.....	48
5.1	Технологическая характеристика объекта.....	48
5.2	Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	48
5.3	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	49
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	51
6.	Экономическая эффективность проекта.....	57
6.1	Характеристика вариантов технологического процесса.....	57
6.2	Расчет себестоимости штамповой оснастки.....	58
6.3	Расчет капитальных вложений.....	63
6.4	Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали.....	65
6.5	Расчет параметров экономической эффективности сравниваемых вариантов.....	66
6.6	Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....	70
	Заключение.....	71
	Список используемой литературы.....	72
	Приложения.....	75

Введение

Процессы листовой штамповки получили широкое применение в различных областях промышленности, благодаря высокой производительности и экономической эффективности.

«Холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов изготовления деталей, она имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов, как в техническом, так и в экономическом планах» [8]

«В техническом отношении холодная штамповка позволяет:

- получать детали весьма сложных форм, изготовление которых другим методом или способом весьма затруднительно
- создавать прочные и жёсткие, но лёгкие детали, при небольшом расходе металла
- получать взаимозаменяемые детали с достаточной точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки»[8]

«В экономическом отношении холодная штамповка обладает следующими преимуществами:

- экономным использованием материала и сравнительно небольшими отходами, в некоторых случаях производится безотходная штамповка
- высокая производительность оборудования с использованием средств автоматизации
- массовым выпуском и низкой стоимостью изготовления деталей»[8]

«В настоящее время наряду с этими преимуществами, которая даёт холодная штамповка к производственным процессам, и рабочим их обслуживающих предъявляются высокие требования по условиям труда и квалификации.

Для обеспечения современных технологических процессов всё большее распространение находят многопозиционные пресс - автоматы, обладающие высокой производительностью, точностью получаемых изделий,

автоматизированным циклом производства детали. Аналогичное оборудование находит применение на машиностроительных предприятиях города.»[8]

Целью данной бакалаврской работы является снижение себестоимости изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона» за счёт внедрения средств автоматизации и снижения нормы расхода металла.

1. Анализ технологических вариантов изготовления детали

1.1. Описание существующего технологического варианта изготовления детали

Деталь «Соединитель переднего лонжерона» на легковой автомобиль изготавливается из стальной ленты 08Ю СВ-2-Б шириной 480мм и толщиной 2мм. Механические свойства стали представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1- Механические свойства стали

Марка стали	Сопротивление срезу $\sigma_{ср}$, МПа	Предел прочности $\sigma_{в}$, МПа	Относительное удлинение δ , %
08Ю СВ-2-Б	260	300	42

«Рассматриваемый технологический процесс изготовления детали включает шесть операций:

- 10 Отрезка заготовок
- 20 Вытяжка
- 30 Обрезка, пробивка
- 40 Правка
- 50 Вторая обрезка, пробивка
- 60 Отбортовка»[1]

На первой технологической операции производится отрезка одновременно двух заготовок из ленты, которая находится на разматывающем устройстве. Раскрой встречный двухрядный (рисунок 1.1). Отрезанные заготовки по лоткам удаляются в тару. Тара перевозится погрузчиком к

основной технологической линии. Отрезка выполняется на отдельном участке, оборудование- пресс «Эрфурт 400» усилием 4 МН. Производительность операции 1200 заготовок в час.

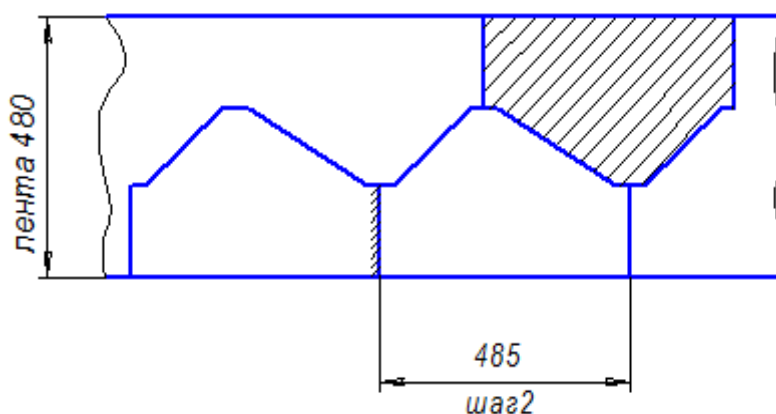


Рис.1.1 Оп.10.Вырубка заготовки

Последующие операции выполняются на прессах Гранди - Мотори, усилием 2,5 МН, связанных между собой ленточными транспортёрами.

На второй операции происходит вытяжка общего контура детали (рис.1.2). Подачу заготовки осуществляет рабочий – оператор. Для прижима заготовки используются пневмоподушки. Удаление детали из зоны штамповки осуществляется пневмосдувом. Производительность операции 441 шт. в час.

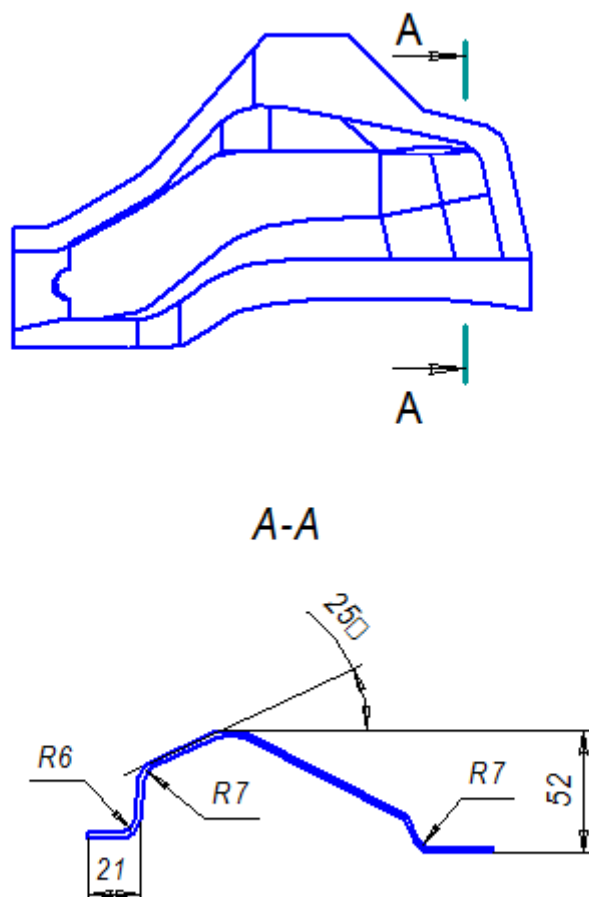


Рис.1.2 Оп.20. Вытяжка

На третьей операции происходит частичная обрезка по краям заготовки и одновременно выполняется пробивка отверстий $\varnothing 15\text{мм.}$ и $\varnothing 9\text{мм.}$ (рисунок 1.3). Отход по склизам удаляется в тару. Съём изделия осуществляется при помощи лоткового съёмника. Производительность данной операции 441 шт. в час.

На четвёртой операции происходит правка радиусов и фланца с целью придания правильной формы и более точных размеров предварительно вытянутой детали (рисунок 1.4). Подачу заготовки осуществляет рабочий – оператор, для удаления изделия используется пневмосдув. Производительность операции 441 шт. в час.

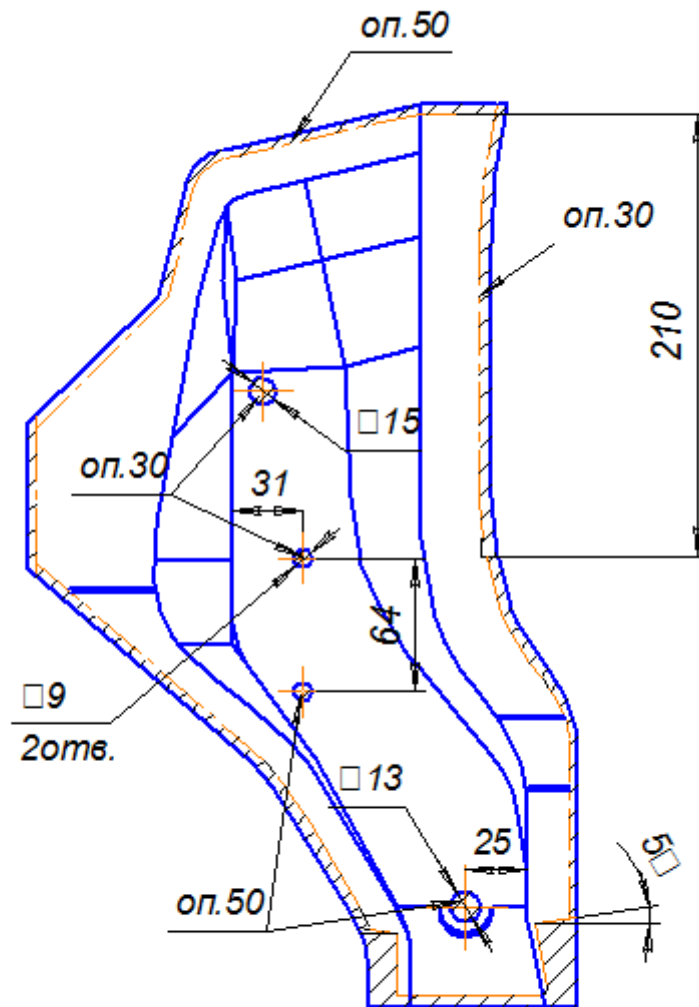


Рис.1.3 Оп.30,50. Обрезка, пробивка

На пятой операции происходит окончательное отделение отхода и пробивка отверстий $\varnothing 13\text{мм.}$ и $\varnothing 9\text{мм.}$ (рисунок 1.3). Подачу заготовки осуществляет рабочий – оператор. Для удаления изделия из полости штампа применяется пружинный выталкиватель. Производительность операции 441 шт. в час.

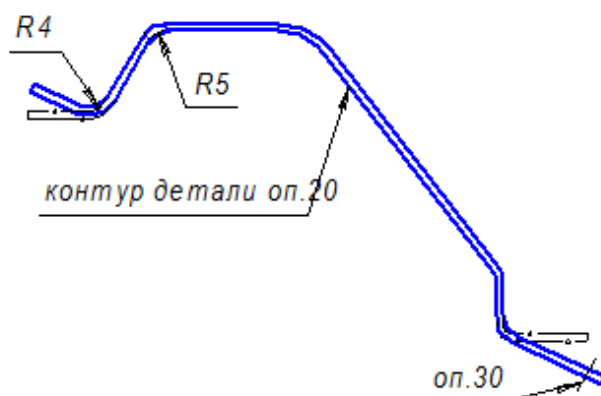


Рис.1.4 Оп.40. Правка

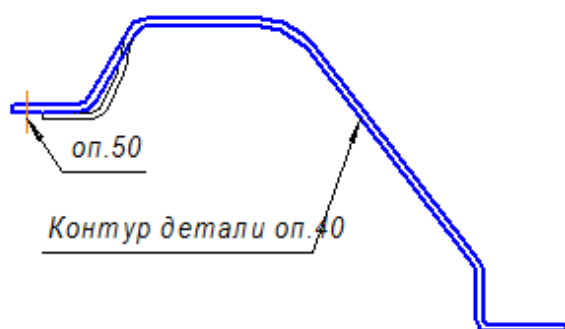


Рис.1.5 Оп.60. Отбортовка

На шестой операции происходит отбортовка борта (рисунок 1.5). Подачу заготовки осуществляет рабочий – оператор, для снятия готовой детали с пуансона применяется пружинный выталкиватель. Удаление детали из полости штампа осуществляется пневматическим выталкивателем, а из зоны штамповки пневмосдувом. Производительность операции 441 шт. в час.

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

«Под технологичностью следует понимать совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простое и экономичное изготовление детали при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним.»[8]

«Основными показателями технологичности листовых холодноштампованных деталей согласно [8] являются:

- 1) наименьший расход материала;
- 2) наименьшее количество и низкая трудоёмкость операций;
- 3) отсутствие последующей механической обработки;
- 4) наименьшее количество требуемого оборудования и производственных площадей;
- 5) наименьшее количество оснастки при сокращении затрат и сроков подготовки производства;
- 6) увеличение производительности отдельных операций и цеха в целом.»[8]

«Общим результативным показателем технологичности является наименьшая себестоимость штампуемых деталей.»[8]

«Общие технологические требования к конструкции листовых штампованных деталей:

- механические свойства листового материала должны соответствовать не только требованиям прочности, жесткости, жаропрочности и других, но также процессу формоизменения и характеру пластических деформаций;

-необходимо учитывать возможность применения для формоизменяющих операций более пластичного, хотя и менее прочного металла, так как в процессе холодной штамповки происходит его наклёп, значительно увеличивающий характеристики прочности материала;

- повышение жесткости и несущей способности штампованных деталей целесообразно осуществлять созданием специальных элементов, ребер жесткости, отбортовок, формовок и т.п.;

- конструкция детали или ее развертка (форма заготовки) должна обеспечивать высокий коэффициент использования металла;

- одновременная или последующая штамповка сопутствующих деталей из отходов раскроя, обрезки, вырубки - пробивки;

- унификация и уменьшение ассортимента применяемых марок и сортамента листового материала;

- применение штампованных конструкций взамен литых, кованных и так далее;

- уменьшение количества отдельных деталей в узле, за счет использования цельноштампованных деталей;

- применение штамповочных операций: расклепка, отбортовка, высадка, загибка и т.п.»[8]

При конструировании детали необходимо учитывать технологические особенности различных штамповочных операций.

Главные технологические требования к конструкции плоских деталей, получаемых с помощью вырубки и пробивки:

1) следует избегать сложной конфигурации детали с узкими прорезями ($b > 2S$);

Для данной детали данное требование выполняется.

2) расстояние от стенки детали до края отверстия должно быть $c \geq r + 0.5S$, где r - радиус закругления дна или фланца;

При $r=5\text{мм}$ и $S=2\text{мм}$, $c=7\text{мм}$. В данной детали $c=31\text{мм}$ (рисунок 1.6, а).

3) расстояние от края отверстия до прямолинейного наружного контура должно быть не менее S для фигурных круглых отверстий и не менее $1,5S$, если края отверстия параллельны контуру детали;

4) «расстояние между отверстиями при одновременной пробивке должно быть равно $b=(2-3)S$. В рассматриваемой детали $b=74\text{мм}$, что удовлетворяет данному условию (рисунок 1.6, б).»[8]

Основные технологические требования к конструкции изогнутых листовых деталей:

1) минимально допустимые радиусы гибки, следует принять лишь при конструктивной необходимости. В большинстве случаев, возможно, применить радиусы гибки $r>S$

2) наименьшая высота отгибаемой полки должна быть $h>3S$;
Высота отгибаемого фланца по контуру детали не одинакова, но минимальная высота составляет 18мм, что удовлетворяет условию.

3) для предотвращения искажения формы отверстия, расположенного близко к линиигиба, необходимо принимать расстояние от центра до края пробитого отверстия не менее двух толщин ($a>2S$). В рассматриваемой детали отверстия расположены в донной части заготовки и пробивка осуществляется после формообразующей операции.

Основные технологические требования к конструкции деталей, изготовленных на операциях вытяжка и формовка:

1) необходимо избегать сложных форм вытягиваемых деталей и стремиться к упрощению их формы.

2) радиусы закруглений у фланца должны быть больше, а радиусы закруглений у дна меньше. Для деталей, штампуемых из штучных заготовок должно выполняться условие: $r>3S$;

В рассматриваемой детали радиусы закруглений у фланца составляют $r=4\text{мм}$, радиусы закруглений у дна $r=5\text{мм}$ (рисунок 1.7). Условие ($r>6\text{мм}$) не выполняется.

3) Фиксация заготовок на последующих, после вытяжки, переходах будет осуществляться по форме изделия.

4) Жёсткость детали обеспечивается глубиной вытяжки, выпуклостью формы и наличием фланцев.

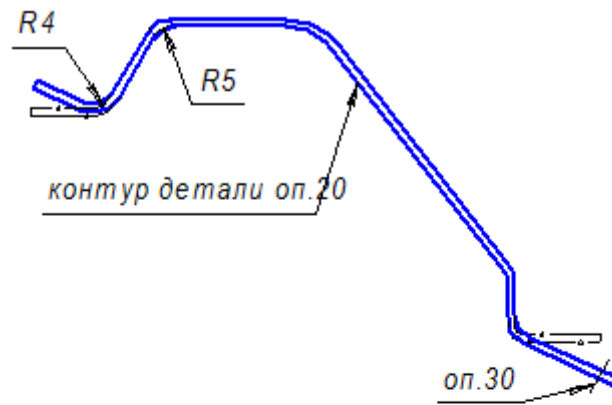


Рис.1.4 Оп.40. Правка

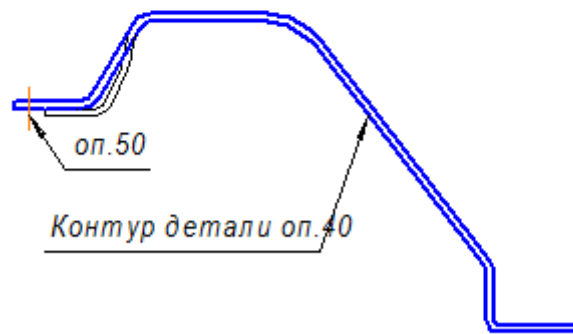


Рис.1.5 Оп.60. Отбортовка

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что конструкция рассматриваемой детали в целом является технологичной, поскольку она удовлетворяет основным конструктивным требованиям. Однако при рассмотрении вытяжной операции выявлен нетехнологичный элемент: неравномерность глубины вытяжки и, следовательно, неравномерность деформации металла, что сказывается на точности формы детали и требует введения операции правка (рисунок 1.8). Для выполнения условия $r > 3S$, радиусы закругления у фланца и у дна изделия на вытяжной операции делаются несколько большими, чем требуется по чертежу. Окончательные размеры получают на операции правка.

1.3. Выявление недостатков рассмотренного варианта изготовления детали

Анализируя существующий технологический вариант изготовления детали можно сделать вывод, что он имеет следующие недостатки:

- 1) низкая производительность операций;
 - 2) большое количество занятых в технологическом процессе людей и высокая трудоёмкость операций;
 - 3) использование шести единиц оборудования приводит к повышенным транспортным и энергетическим затратам, неэкономному использованию производственных площадей;
 - 4) необходимость введения операции правки с целью придания правильной формы и более точных размеров предварительно вытянутой детали;
 - 5) несовершенные условия труда, т. к. используется ручная штамповка
- Перечисленные недостатки можно ликвидировать, разработав новый технологический процесс.

1.4. Задачи выпускной квалификационной работы

1. «Разработать новый технологический процесс изготовления детали.
2. Спроектировать рациональный раскрой металла.
3. Определить энергосиловые параметры штамповки.
4. Произвести выбор оборудования и средств автоматизации.
5. Разработать конструкцию штамповой оснастки.
6. Провести расчёт экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса.
7. Разработать мероприятия по улучшению условий и охраны труда»

2. Разработка технологического процесса 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.»[1]

«При разработке технологических процессов холодной листовой штамповки по рекомендациям [8] должны быть выполнены следующие этапы:

- анализ технологичности формы или конструктивных элементов детали;
- определение формы и размеров заготовки, а также расхода материала при наилучшем его использовании;
- разработка наиболее рационального технологического процесса, обеспечивающего изготовление требуемых деталей;
- установление типа, мощности и габаритов требуемого оборудования;
- выявление типа и технологической схемы штампа (способ подачи заготовки и съема детали и т.п.);
- определение трудоёмкости изготовления штампуемых деталей. »[1]

«При разработке технологических процессов холодной листовой штамповки должны быть решены следующие технологические вопросы:

- определение наиболее выгодного раскроя материала и наименьших размеров заготовки;
- установление характера, количества и последовательности операций;
- выбор степени сложности (совмещенности) операций;
- установление количества одновременно штампуемых деталей;
- определение операционных размеров и установление операционных 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.

Наиболее рациональным вариантом будет тот технологический процесс, который обеспечивает наименьшую себестоимость деталей и является наиболее выгодным с экономической точки зрения.»[1]

2.1. Схема предлагаемого технологического процесса

При разработке нового техпроцесса изготовления детали должны быть решены следующие технологические вопросы:

1) Для ликвидации основных недостатков существующего варианта изготовления детали, необходимо осуществить автоматизацию технологического процесса, в связи с этим схема технологического процесса должна учитывать особенности штамповки на автоматических линиях.

2) Рассматриваемая деталь имеет сложную форму и различную глубину по сечениям, что создаёт неравномерность деформации на отдельных участках и ухудшает условия вытяжки. Исходя из этого, в разрабатываемом технологическом процессе предлагается уравнивать глубину вытяжки и ввести операцию дотяжки на участках, где деталь имеет значительную глубину. Для получения окончательной формы изделия необходимо осуществить отбортовку детали в той её части, где она имеет незначительную глубину.

3) В условиях штамповки в автоматическом режиме, обрезку контура детали необходимо разделить на две операции, для обеспечения беспрепятственного удаления отхода.

1-я операция 10 соответствует оп.10 существующего технологического процесса (рисунок 1.1). На ней осуществляется вырубка.

2-я операция (20^1)- вытяжка на равномерную глубину (рисунок 2.1).

На 3-ей операции (20^2) производится дотяжка глубокой части детали (рисунок 2.1).

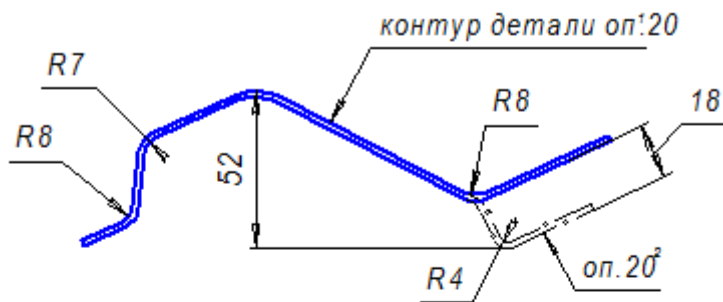


Рис.2.1 Оп 20¹ Вытяжка. Оп.20² Дотяжка

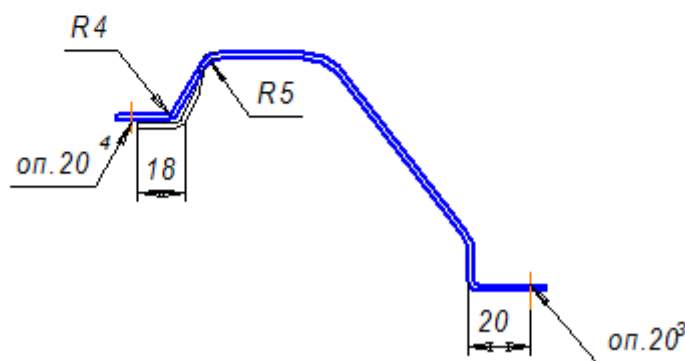


Рис.2.2 Оп.20⁵ Отбортовка, правка

4-ая операция (20³)- обрезка части контура и пробивка отверстий $\varnothing 15$ мм и $\varnothing 9$ мм. Данная операция аналогична операции 30 существующего варианта технологического процесса (рисунок 1.3).

5-ая операция (20⁴)- окончательная обрезка контура и пробивка отверстий $\varnothing 13$ мм и $\varnothing 9$ мм. Операция 20⁴ аналогична операции 50 существующего варианта технологического процесса (рисунок 1.3)

6-ая операция (20⁵)-отбортовка неглубокой части детали, правка радиусов (рисунок 2.2).

2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки

«Определение формы и размеров исходной заготовки мы проводим для подтверждения правильности выбора раскроя и формы заготовки известной технологии.»[2]

«Основным правилом для определения размеров заготовок при вытяжке является равенство объёмов заготовки и готовой детали, так как в процессе пластической деформации объём металла остаётся постоянным. При вытяжке без утонения стенок изменением толщины материала обычно пренебрегают, и определение размеров заготовки производят по равенству площади поверхности заготовки и готовой детали с припуском на обрезку.»[1] «Для получения размеров исходной заготовки требуется имеющуюся деталь разбить на ряд сечений, проводимых по характерным местам и определить длину разверток сечений. Длина разверток определяется, так же как и размеры плоских заготовок, подлежащих гибки. Этот способ основан на равенстве длины заготовки длине нейтрального слоя изогнутой детали и сводится к определению положения и длины нейтрального слоя в зависимости от относительного радиуса изгиба.»[2]

Разобьём деталь на несколько сечений в продольном и поперечном направлениях (рисунок 2.3). Длина сечения определится как сумма длин прямолинейных участков и длины нейтрального слоя в изогнутых участках.

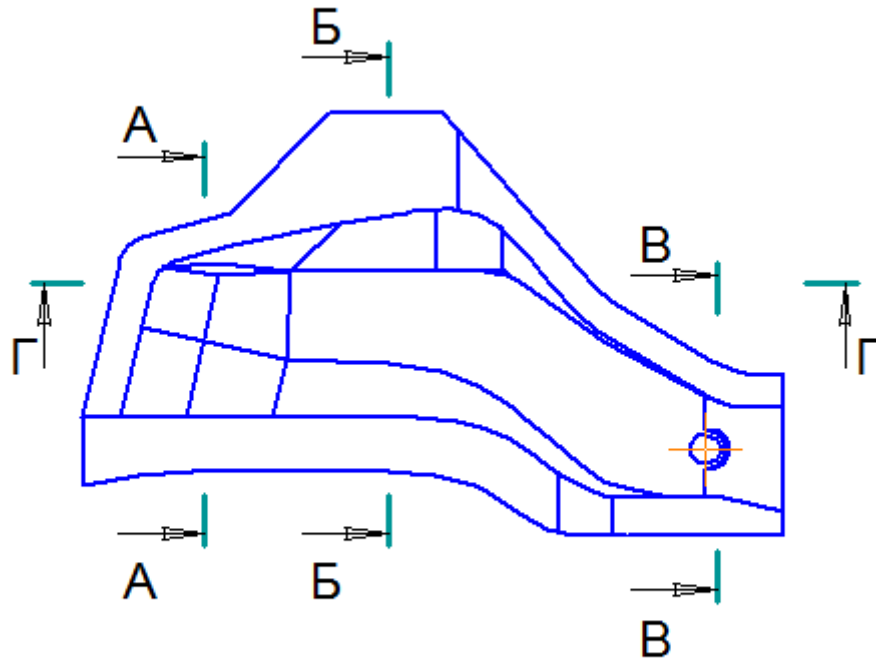


Рис.2.3 Сечения детали

Длина нейтрального слоя в изогнутом участке определяется по формуле:

$$l = \frac{\pi \cdot \varphi}{180} (r + xS), \quad (2.1)$$

где φ - угол изогнутого участка;

x - коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя в зависимости от отношения r/S ;

r - Радиус изгиба, мм;

S - Толщина металла, мм.

$$L_1 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12} + l_{13} \\ = 13 + 11,1 + 10 + 16,5 + 10 + 13,9 + 34 + 56 + 55 + 6,7 + 14 + 6,83 + 33 = 279 \text{ мм},$$

где L_1 - длина детали в сечении А-А (рисунок 2.4);

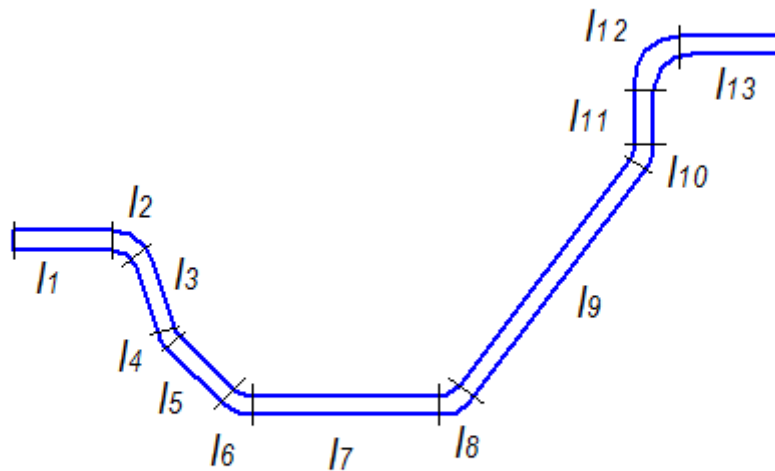


Рис.2.4 Участки сечения А-А

l_1, l_2 - длины прямолинейных и криволинейных участков в сечении А-А.

$$L_2 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 = 53 + 11,5 + 47 + 12,9 + 56 + 12,7 + 50 + 8,77 + 30 = 281,86 \text{ мм},$$

Где L_2 - длина детали в сечении Б-Б (рисунок 2.5);

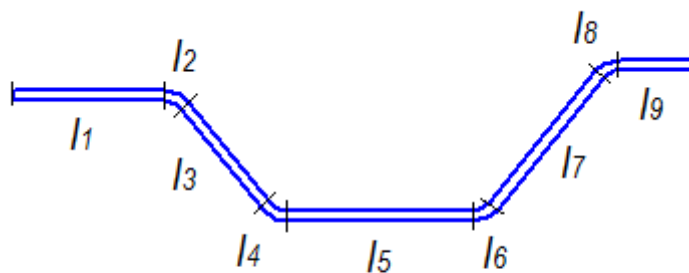


Рис.2.5 Участки сечения Б-Б

l_1, l_1 - длины прямолинейных и криволинейных участков в сечении Б-Б.

$$L_3 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 = 16 + 9,3 + 22 + 9,3 + 52 + 7,18 + 38 + 7,18 + 15 = 176,96 \text{ мм},$$

Где L_3 - длина детали в сечении В-В (рисунок 2.6);

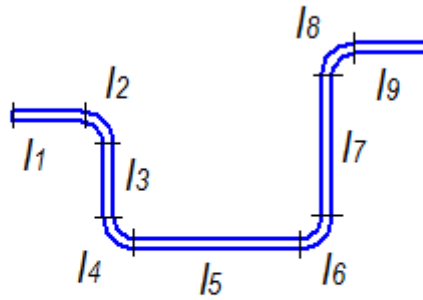


Рис.2.6 Участки сечения Г-Г

l_1, l_2 - длины прямолинейных и криволинейных участков в сечении В-В.

$$L_4 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 = 16 + 7,6 + 42 + 11,5 + 265 + 12,4 + 22 + 10,2 + 16 = 393 \text{ мм},$$

Где L_4 - длина детали в сечении Г-Г (рисунок 2.7);

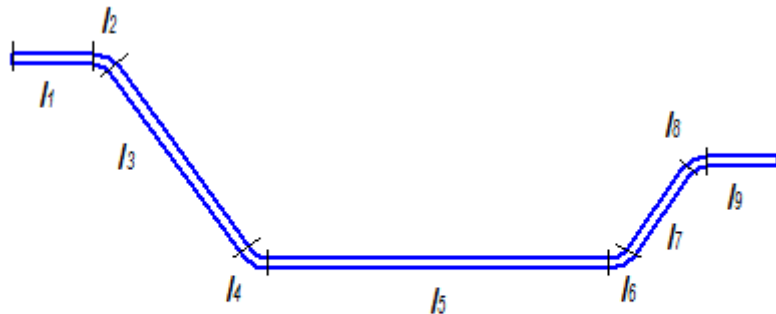


Рис.2.7 Участки сечения В-В

l_1, l_2 - длины прямолинейных и криволинейных участков в сечении Г-Г.

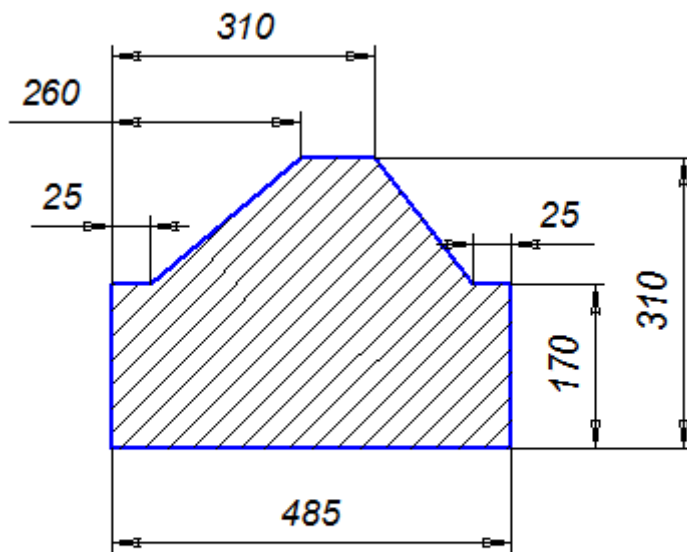


Рис. 2.8 Размеры исходной заготовки

2.3. Проектирование рационального раскроя металла и определение коэффициента использования материала (КИМ)

«Экономия металла и уменьшение отходов в холодной листовой штамповке очень важна, особенно в крупносерийном и массовом производстве, так как при больших масштабах производства даже незначительная экономия металла на одном изделии даёт в итоге большую экономию.»[3]

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

- 1) раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму;
- 2) малоотходный раскрой, когда вырезается или отрезается часть контура детали, а в отход идет или перемычка между двумя вырезками, или только боковая перемычка;
- 3) безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается путём прямолинейной или криволинейной отрезки без образования перемычек.»[1]

Учитывая форму и размер заготовки для данной детали, выбираем раскрой встречный двухрядный (рисунок 1.1). Одновременная отрезка двух заготовок из ленты позволяет применить безотходный раскрой, т.е. заготовка получается путём криволинейной отрезки без образования перемычек. Коэффициент раскроя в данном случае, без учёта концевых отходов, составляет 100%.

Ленту берём по ГОСТ 14771-76 шириной 480мм. На коэффициент использования материала будут влиять отходы от пробивки отверстий, а так же отходы в начале и конце полосы.

Коэффициент использования материала найдём из отношения массы детали, к массе заготовке:

$$K_m = \frac{M_{дет.}}{M_{заг.}} \cdot 100\% , \quad (2.2)$$

где $M_{дет.}$ - масса детали, кг;

$M_{заг.}$ - масса заготовки, кг;

$$K_m = \frac{1,411}{1,85} \cdot 100\% = 76,3\% .$$

К.И.М. равняется 76,3%, значит, в отход уйдет 23,7% материала. На основании проведённого расчёта, можно сделать вывод, что форма и размеры заготовки являются рациональными.

2.4. Определение энергосиловых параметров штамповки

2.4.1. Определение усилий

На первой операции осуществляется вырубка одновременно двух заготовок из ленты. В технологических расчётах применяется условная технологическая величина - сопротивление срезу $\sigma_{ср}$ (МПа).

Расчётное усилие процесса среза определяется по формуле, [8, стр.16]:

$$P_{ср} = L \cdot S \cdot \sigma_{ср}, \quad (2.3)$$

где L - длина реза, м;

S -толщина материала, м;

$\sigma_{cp} = 260$ МПа (таблица 1.1).

«Полное усилие вырубки учитывает поправку на неоднородность материала и затупление режущих кромок введением поправочного коэффициента $\kappa = 1,2$.» [8]

$$P_B = 1,2 \cdot P_{cp} = 1,2 \cdot 0,907 \cdot 0,002 \cdot 260 = 0,57 \text{ МН} .$$

Усилие снятия полосы с пуансона [8, стр.21]:

$$P_{CH} = \kappa_{CH} \cdot P, \quad (2.4)$$

где κ_{CH} – коэффициент снятия в зависимости от типа штампа, [8, табл.6];

Для вырубного штампа $\kappa_{CH} = 0,07$;

$$P_{CH} = 0,07 \cdot 0,57 = 0,04 \text{ МН}.$$

Общее усилие вырубки:

$$P_{on1} = P_B + P_{CH} = 0,57 + 0,04 = 0,61 \text{ МН}.$$

Вторая операция вытяжка. Расчетное усилие вытяжки определяется по формуле [8, стр. 171]:

$$P_p = L \cdot S \cdot \sigma_p, \quad (2.5)$$

где L – длина периметра изделия, м;

$\sigma_p = 1,2 \cdot \sigma_6$ – разрушающее напряжение в опасном сечении, МПа;

$\sigma_6 = 300$ МПа – предел прочности (таблица 1.1);

$$P_p = 0,966 \cdot 0,002 \cdot 1,2 \cdot 300 = 0,7 \text{ МН}.$$

Усилие прижима [8, стр.174]:

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

Где F – площадь заготовки под прижимом, мм^2 ;

q – Давление прижима [2],

При $S = 2$ мм $q = 0,25$ кгс/мм²;

$$Q = 72447 \cdot 0,25 = 18111,8 \text{ кгс} \approx 0,181 \text{ МН}.$$

Полное усилие вытяжки равно:

$$P_{on2} = P_p + Q = 0,7 + 0,181 = 0,881 \text{ МН}.$$

На третьей операции осуществляется дотяжка глубокой части детали.

Расчетное усилие определяем по формуле (2.9):

$$P_p = 0,626 \cdot 0,002 \cdot 1,2 \cdot 300 = 0,451 \text{ МН.}$$

$L=0,626$ м -длина периметра изделия на участке, где происходит дотяжка.

Усилие прижима определяется по формуле (2.10):

$$Q=46040 \cdot 0,25=11510 \text{ кгс} \approx 0,115 \text{ МН.}$$

$F=46040 \text{ мм}^2$ – площадь заготовки под прижимом;

Полное усилие дотяжки равно:

$$P_{\text{онз}} = P_p + Q = 0,451 + 0,115 = 0,57 \text{ МН.}$$

Четвёртая операция обрезка части контура и пробивка отверстий $\varnothing 15 \text{ мм}$ и $\varnothing 9 \text{ мм}$.

«Расчётное усилие процесса среза штампами с параллельными режущими кромками определяется по формуле[4]»:

$$P_{\text{ср}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot \kappa, (2.7) \quad \text{где } L=0,472 \text{- длина реза, м;}$$

$S = 0,002$ -толщина материала, м;

$\sigma_{\text{ср}}=260 \text{ МПа}$ – сопротивление срезу (таблица 1.1).

κ – коэффициент, учитывающий неоднородность металла, равный 1,2.

Усилие обрезки контура:

$$P_{\text{ср1}}=0,472 \cdot 0,002 \cdot 260 \cdot 1,2=0,3 \text{ МН}$$

Усилие пробивки отверстия $\varnothing 15 \text{ мм}$:

$$P_{\text{ср2}}= 0,024 \cdot 0,002 \cdot 260 \cdot 1,2= 0,015 \text{ МН;}$$

$$L_2 = \Pi \cdot R = 3,14 \cdot 0,0075 = 0,024 \text{ м.}$$

Усилие пробивки отверстия $\varnothing 9 \text{ мм}$:

$$P_{\text{ср3}}= 0,014 \cdot 0,002 \cdot 260 \cdot 1,2= 0,009 \text{ МН;}$$

$$L_3 = \Pi \cdot R = 3,14 \cdot 0,0045 = 0,014 \text{ мм.}$$

Суммарное усилие среза:

$$P_{\text{ср сум}} = P_{\text{ср1}} + P_{\text{ср2}} + P_{\text{ср3}} = 0,3 + 0,015 + 0,009 = 0,324 \text{ МН.}$$

Усилие снятия отхода с пуансона[8, стр21]:

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

«где $\kappa_{сн} = 0,07$ – коэффициент снятия, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала [8]»

$$P_{сн} = 0,07 \cdot 0,324 = 0,023 \text{ МН.}$$

Усилие проталкивания отхода через матрицу с цилиндрической шейкой определяется по формуле [8]»:

$$P_{np} = \kappa_{np} \cdot P_{cp} \cdot n, (2.9)$$

где κ_{np} – коэффициент, устанавливающий соотношение между P_{np} и P ; при пробивке на провал $\kappa_{np} = 0,08$;

n – количество деталей, находящихся в шейке матрицы, $n=2$;

$$P_{np2} = 0,08 \cdot 0,015 = 0,0012 \text{ МН;}$$

$$P_{np3} = 0,08 \cdot 0,009 = 0,00072 \text{ МН;}$$

Общее усилие обрезки, пробивки:

$$P_{он4} = P_{cp} \text{ сум} + P_{сн} + P_{np2} + P_{np3} = 0,324 + 0,023 + 0,0012 + 0,00072 = 0,35 \text{ МН}$$

Пятая операция вторая обрезка и пробивка отверстий $\varnothing 13 \text{ мм}$ и $\varnothing 9 \text{ мм}$.

Расчётные усилия процесса среза определяем по формуле (2.7).

Усилие обрезки контура:

$$P_{cp1} = 0,769 \cdot 0,002 \cdot 260 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ МН;}$$

$L = 0,769$ – длина реза, м;

Усилие пробивки отверстия $\varnothing 13 \text{ мм}$:

$$P_{cp2} = 0,0204 \cdot 0,002 \cdot 260 \cdot 1,2 = 0,013 \text{ МН;}$$

$$L_2 = \Pi \cdot R = 3,14 \cdot 0,0065 = 0,0204 \text{ мм.}$$

Усилие пробивки отверстия $\varnothing 9 \text{ мм}$:

$$P_{cp3} = 0,014 \cdot 0,002 \cdot 260 \cdot 1,2 = 0,009 \text{ МН;}$$

$$L_3 = \Pi \cdot R = 3,14 \cdot 0,0045 = 0,014 \text{ мм.}$$

Суммарное усилие среза:

$$P_{срсум} = P_{cp1} + P_{cp2} + P_{cp3} = 0,48 + 0,013 + 0,009 = 0,502 \text{ МН.}$$

Усилие снятия отхода с пуансона определяем по формуле (2.12):

$$P_{сн} = 0,07 \cdot 0,502 = 0,035 \text{ МН.}$$

Усилие проталкивания отхода через матрицу с цилиндрической шейкой определяется по формуле (2.13):

$$P_{np2} = 0,08 \cdot 0,013 = 0,00104 \text{ МН};$$

$$P_{np3} = 0,08 \cdot 0,009 = 0,00072 \text{ МН};$$

Общее усилие обрезки, пробивки:

$$P_{on5} = P_{cp} + P_{сум} + P_{сн} + P_{np2} + P_{np3} = 0,502 + 0,035 + 0,00104 + 0,00072 = 0,54 \text{ МН}.$$

На шестой операции осуществляется, отбортовка наружного контура детали и отверстия $\varnothing 13 \text{ мм}$. Одновременно с отбортовкой осуществляется правка формы.

Расчётное усилие отбортовки наружного контура определяется по формуле [I, табл. 23]:

$$P_{\phi} = 1,25 B \cdot S \cdot \sigma_{\phi} \cdot \kappa_2, \quad (2.10)$$

где $B = 0,955$ - длина линиигиба, [м];

$S = 0,002$ - толщина материала, м;

$\sigma_{\phi} = 300$ - предел прочности, МПа (таблица 1.1);

$\kappa_2 = 0,14$ - коэффициент, зависящий от отношений r_n/S и r_m/S , [8].

$$P_{\phi} = 1,25 \cdot 0,955 \cdot 0,002 \cdot 300 \cdot 0,14 = 0,27 \text{ МН}.$$

Усилие, необходимое для отбортовки отверстия $\varnothing 13 \text{ мм}$ цилиндрическим пуансоном, может быть определено по приближённой формуле [I, стр.219]:

$$P_o = 1,1 \cdot \pi \cdot S \cdot \sigma_T \cdot (D-d), \quad (2.11)$$

где $\sigma_T = 180 \text{ МПа}$ - предел текучести;

$D = 0,017$ - диаметр отбортовки, м;

$d = 0,013$ - диаметр отверстия, м;

$$P_o = 1,1 \cdot 3,14 \cdot 0,002 \cdot 180 \cdot (0,017 - 0,013) = 0,005 \text{ МН};$$

Усилие, необходимое для правки [8, стр.229]:

$$P_{np} = q \cdot F, \quad (2.12)$$

где q - давление, для пространственной правки равное 15 кгс/мм^2

[8,табл.114];

F –площадь участков детали, подвергаемых правке в мм^2 ; $F = 3476 \text{ мм}^2$;

$$P_{np} = 15 \cdot 3476 = 52140 \text{ кгс} \approx 0,522 \text{ МН.}$$

Усилие выталкивания составляет 25% от расчётного усилия операции:

$$Q = 0,25 \cdot (P_{\delta} + P_o + P_{np}) = 0,25 \cdot 0,8 = 0,2 \text{ МН};$$

Полное усилие операции составляет:

$$P_{on6} = P_{\delta} + P_o + P_{np} + Q = 0,27 + 0,005 + 0,522 + 0,22 = 1,02 \text{ МН.}$$

Суммарное усилие всех операций:

$$P_{сум} = P_{on1} + P_{on2} + P_{on3} + P_{on4} + P_{on5} + P_{on6} \\ = 0,61 + 0,881 + 0,57 + 0,35 + 0,54 + 1,02 = 4,07 \text{ МН.}$$

2.4.2 Определение работы

Первая операция: вырубка заготовки из ленты.

Работа резания при вырубке определяется по формуле [8, стр. 21]:

$$A_{on1} = \frac{\chi \cdot P \cdot S}{1000}, \quad (2.13)$$

где χ - коэффициент, зависящий от рода и толщины материала. При $S=2\text{мм}$ и $\sigma_{cp}=260\text{МПа}$ $\chi=0,6$, [8, табл. 7];

$P=0,61\text{МН}$ - усилие операции ;

$$A_{on1} = \frac{0,6 \cdot 0,61 \cdot 2}{1000} = 0,73 \text{ кДж.}$$

Вторая операция: вытяжка.

Работа вытяжки определяется по формуле [8, стр.176]:

$$A_{on2} = C \cdot P \cdot h, \quad (2.14)$$

Где C – коэффициент, равный 0,7 [8, стр.176];

$P = 0,881\text{МН}$ – полное усилие вытяжки;

$h = 0,052\text{м}$ – глубина вытяжки;

$$A_{on2} = 0,7 \cdot 0,881 \cdot 0,052 = 5,2 \text{ кДж.}$$

Третья операция: дотяжка.

Работа дотяжки определяется по формуле (2.14):

$P = 0,57 \text{ МН}$ – полное усилие дотяжки;

$h = 0,018 \text{ м}$ – глубина дотяжки;

$A_{on3} = 0,7 \cdot 0,57 \cdot 0,018 = 1,182 \text{ кДж}$.

Четвёртая операция: обрезка, пробивка.

Работа считается по формуле (2.15):

x – коэффициент, равный 0,6;

$S = 2 \text{ мм}$ – толщина металла;

$P = 0,35 \text{ МН}$ – общее усилие среза при вырубке, пробивке.

$A_{on4} = \frac{0,6 \cdot 0,35 \cdot 2}{1000} = 0,42 \text{ кДж}$.

Пятая операция: вторая обрезка, пробивка.

Работу рассчитываем по формуле (2.15):

x – коэффициент, равный 0,6;

$S = 2 \text{ мм}$ – толщина металла;

$P = 0,54 \text{ МН}$ – общее усилие среза при вырубке, пробивке.

$A_{on5} = \frac{0,6 \cdot 0,54 \cdot 2}{1000} = 0,65 \text{ кДж}$.

Шестая операция: отбортовка, правка.

Работу отбортовки контура вычисляем по формуле [8]:

$$A_k = k \cdot P \cdot h, \quad (2.15)$$

где $k = 0,7$ – коэффициент, полученный по опытным данным;

$P = 0,27 \text{ МН}$ – усилие отбортовки контура;

$h = 0,03 \text{ м}$ – глубина отбортовки.

$A_k = 0,7 \cdot 0,27 \cdot 0,03 = 0,8 \text{ кДж}$.

Работа отбортовки отверстия определяем по формуле (2.16):

$A_{om} = 0,07 \cdot 0,005 \cdot 0,006 = 0,003 \text{ кДж}$,

Где $P = 0,005 \text{ МН}$ – усилие отбортовки отверстия;

$V = 6 \text{ мм}$ – перемещение инструмента при отбортовке.

Работа на операции правка высчитывается по формуле:

$$A_{np} = \frac{P \cdot x}{1000}, \quad (2.16)$$

где P – усилие операции; $P = 0,522 \text{ МН}$;

x – смещение, которое совершает заготовка в процессе правки; $x = 8 \text{ мм}$;

$$A_{np} = \frac{P \cdot x}{1000} = \frac{0,522 \cdot 12}{1000} = 0,6 \text{ кДж.}$$

Суммарная работа на шестой операции:

$$A_{он6} = A_{к} + A_{ом} + A_{np} = 0,8 + 0,003 + 0,06 = 0,863 \text{ кДж.}$$

Суммарная работа всех операций:

$$A_{сум} = A_{он1} + A_{он2} + A_{он3} + A_{он4} + A_{он5} + A_{он6} = 0,73 + 5,2 + 1,18 + 0,42 + 0,65 + 0,863 = 9,04 \text{ кДж.}$$

3. Выбор оборудования и средств автоматизации

3.1. Выбор типа оборудования и основные технические характеристики

«Основными параметрами для выбора пресса являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса.

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

1) пресс перегружен по допускаемому усилию, в результате чего происходит деформация вала, а затем и поломка пресса;

2) пресс перегружен по мощности, но не перегружен по допускаемому усилию. В этом случае происходит затормаживание и резкое падение частоты вращения маховика, вызывающее недопустимое скольжение электродвигателя, перегрев его обмотки и порчу изоляции. В результате непродолжительной работы электродвигатель выходит из строя.»[1]

«Подбор пресса по усилию производят по максимально рассчитанному усилию на операциях. Заведомо берем пресс-автомат большим усилием, чем требуется по расчёту. Это необходимо для того, чтобы

обеспечить повышенную жесткость и меньшее упругую деформацию станины, а, следовательно, и большую стойкость штампов.»[6]

В общем случае необходимое усилие прессы рассчитывается по формуле[8,стр. 321]:

$$P_{np} = 1,5 \cdot P_{сум} , \quad (3.1)$$

где $P_{сум} = 4,07$ МН- суммарное усилие на операциях;

$$P_{np} = 1,5 \cdot 4,07 = 6,1 \text{ МН.}$$

Ориентируясь на парк оборудования, имеющийся на предприятии и необходимое усилие прессы выбираем пресс- автомат Мюллер - Вайнгартен 1000, усилием 10МН.

$$A_{np.n} \geq 1,25 \cdot A_{он} ,$$

где $A_{np.n}$ - полезная работа прессы, кДж;

$$A_{он} = 9,04 \text{ кДж- суммарная работа на операциях.} \text{»}[2]$$

Полезная работа определяется по формуле [1, табл.158]:

$$A_{np.n} = 0,315 \cdot \sqrt{P^3} , \quad (3.2)$$

где P -номинальное усилие прессы, МН;

$$A_{np.n} = 0,315 \cdot \sqrt{10^3} = 15,9 \text{ кДж;}$$

$$A_{np.n} = 15,9 \text{ кДж} \geq 1,25 \cdot A_{он} = 11,3 \text{ кДж;}$$

Условие пригодности прессы по работе выполняется.

Основные характеристики прессы сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1- Технические характеристики прессы – автомата « Мюллер-Вайнгартен», усилием 10 МН.

Характеристика	Значение
Номинальное усилие прессы, МН	10
Ход ползуна, мм	550

Продолжение таблицы 3.1

Характеристика	Значение
Число ходов ползуна, ход/мин	10-22
Закрытая высота прессы, мм	1150
Размер стола прессы, мм	1300x4200
Размер ползуна(рабочая поверхность), мм	580 x1200
Проём в столе, мм	520 x870
Регулировка закрытой высоты, мм	100
Регулировка клиновых механизмов (плит),мм	8
Количество рабочих позиций прессы	7
Межцентровое расстояние между позициями, мм	600
Производительность расчётная, дет./час	706
Наибольшая высота штампуемой детали, мм	150
Габаритные размеры прессы, мм:	
Длина	16000
Ширина	6000
Высота	5120

3.2. Выбор средств автоматизации и основные характеристики

«Автоматизация процессов листовой штамповки позволяет существенно улучшить производственные и экономические показатели (такие как коэффициент загрузки оборудования, штучное время изготовления детали, технологическую себестоимость и т.д.), в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечить полную безопасность работ на прессах.»[2]

При ручной подаче заготовок и ручном удалении изделий и отходов число ходов прессы используется лишь на 25-30%. При полной автоматизации коэффициент использования числа ходов прессы составляет 80-95% (потеря времени наблюдается при замене штампов, при установке пакета заготовок)»[5]

Наиболее простым способом автоматического удаления деталей является штамповка на провал, при которой отштампованные детали или падают в соответствующий ящик, или набираются в пакет (стапелируются).

Весьма простым и надёжным способом удаления небольших деталей с поверхности штампа является применение сжатого воздуха.

«Устройства автоматизации выбираются из конкретных условий технологического процесса и вида материала. В зависимости от вида материала применяются следующие типы автоматических устройств, для подачи заготовок в зону обработки: [8]

1) для рулонного и полосового материала – автоматизация подачи при помощи устройств валкового и крючкового типов;

2) для листового материала – механизация и автоматизация подъема и направления листа в штамп (листо-загрузочные устройства);

3) для штучных заготовок»[1] – автоматизация подачи при помощи револьверных, бункерных, шиберных и грейферных устройств.

Рассмотрим устройства для подачи штучных заготовок. «Револьверные устройства в большинстве случаев являются принадлежностью специальных револьверных прессов. Бункерные загрузочные устройства снабжены бункером, в который навалом загружаются заготовки. Бункер снабжен тем или иным механизмом для захвата и ориентации заготовок.»[3] Эти устройства применяют в массовом производстве для автоматизации подачи небольших заготовок простой геометрической формы. В шиберных устройствах заготовка из магазина подаётся в рабочую зону штампа при помощи шибера, действующего от пружины или при помощи поворотного рычага. Успешная работа шиберных подач возможна при плоской форме заготовок. В грейферном устройстве подача полуфабрикатов осуществляется при помощи зажимных пластин, имеющих возвратно-поступательное движение, по линии передвижения заготовок. Расстояние между центрами зажимных пластинок равно шагу подачи деталей.

Грейферные механизмы могут быть однокоординатными, двух координатными и трех координатными выполняющие возвратно-поступательное движение. Захваты выполнены в виде односторонних скоб с подпружиненными элементами. «В двух координатном механизме грейферные линейки совершают четыре движения: захват заготовки, перемещение ее на следующую позицию, разжим заготовки, возврат линеек в исходное положение. В трех координатном механизме грейферные линейки совершают шесть движений, т. е. к перечисленным выше добавляются подъем отштампованного полуфабриката и опускание его на следующую позицию.»[6]

При применении двух координатных грейферных линеек необходимым условием является наличие в штампе подъёмных плит, в результате чего усложняется конструкция штампа. Исходя из этого, в рассматриваем технологическом процессе используем трёх координатные грейферные линейки.

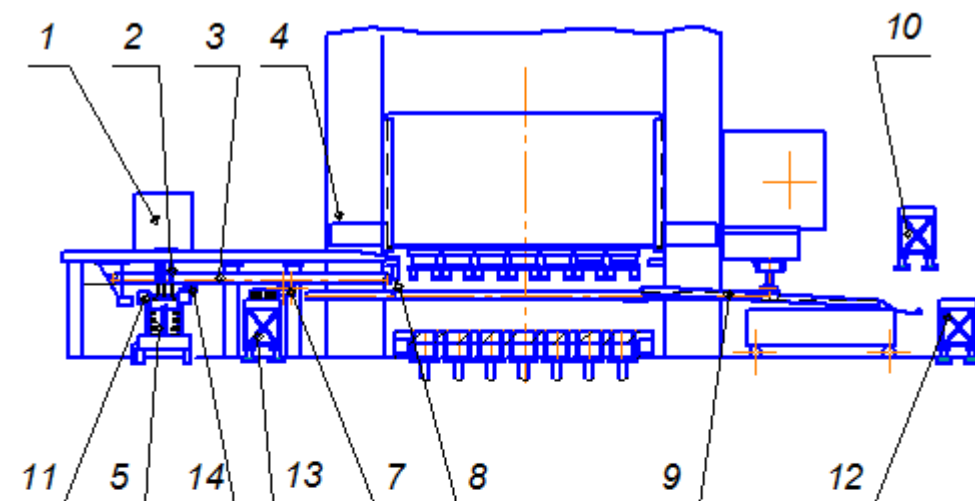
Основные технические характеристики грейферного механизма представлены в таблице 3.2

Таблица 3.2- Технические характеристики грейферного механизма

Характеристика	Значение
Шаг транспортировки, мм	600
Длина хода зажима на одной стороне, мм	180
Подъёмный ход грейферной линейки, мм	120
Расстояние между грейферными линейками, при закрытом состоянии, мм:	
минимальное	610
максимальное	1330
Бесступенчатая регулировка с каждой стороны, мм	360
Профиль грейферной линейки, мм	160 x 160
Высота от верхней кромки передвижного стола до нижней кромки грейферной линейки, мм	550
Число ходов, ход/мин	22

3.3. Описание работы автоматической линии

Линия работает следующим образом (рисунок 3.1).



- 1.Пит атель штучных заготовок.
- 2.Присоски питателя
- 3.Магнитный транспортёр
- 4.Пресс
- 5.Тара с заготовками
- 6.Грейферные линейки
- 7.Нижнее устройство смазки
- 8.Устройство технологической смазки
- 9.Отводной транспортёр
- 10.Тара для окончательного брака
- 11.Распушивающие магниты
- 12.Тара для готовых деталей
- 13.Тара для двойных заготовок
- 14.Устройство контроля двойности заготовок

Рис.3.1 Участок автоматической линии

Заготовки укладываются в обойму (5), выполненную в виде вертикальных стержней. Обойма размещена на подвижной тележке. Присоски (2) питателя штучных заготовок (1) осуществляют захват заготовки и подъём её на уровень движения магнитного транспортёра (3). В тоже время распушители (11) магнитным импульсом разделяют сдвоенные заготовки. Пресс-автомат снабжён устройством контроля сдвоенности листовых заготовок (14), сброс которых осуществляется в специальную тележку (13). Магнитный транспортёр доставляет заготовку к грейферным линейкам (6), одновременно с этим заготовка проходит через нижнее устройство смазки маслом (7). Устройство технологической смазки (8) установлено так же при входе в пресс. Трёхкоординатные грейферные линейки захватывают заготовку и перемещают её в зону обработки. Перемещение заготовки с позиции на позицию осуществляется так же при помощи грейферных линеек, после выполнения всех технологических операций деталь доставляется ими на отводной ленточный транспортёр (9). Готовая деталь укладывается рабочим в тару (12). Бракованные детали укладываются в тару (10).

4. Разработка конструкции штамповой оснастки

4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

4.1.1 Основные требования к штамповой оснастке

«Конструкция штампа должна полностью отвечать требованиям технологического процесса в отношении получения требуемой формы и точности штампуемой детали, должна обеспечить необходимую производительность и безопасность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и экономически эффективной для данного масштаба производства.»[8]

Конструкция должна обеспечивать транспортировку штампа и его отдельных тяжелых деталей с учетом использования межцеховых и внутри цеховых подъемно-транспортных средств.

Для удобства изготовления, кроме технологичности деталей, необходимо обеспечить технологичность сборки, а также возможность заточки, восстановления рабочих частей в процессе эксплуатации.

Конструкция штампа должна обеспечивать тщательную подгонку его к оборудованию, а также удобное и надежное крепление штампа. Последнее необходимо выполнить с учетом особенностей оборудования, массы штампа и возникаемых отрывных усилий.

Тип производства в основном определяет стойкость штампа, зависящую от материала деталей штампа, поэтому все они выполнены из стали с необходимыми для каждой конкретной детали или узла параметрами и характеристиками. Размеры штампуемой детали определяют размеры рабочих частей штампа, а те в свою очередь - габариты всего штампа, которые также зависят от размеров штампового пространства прессы.

В данном дипломном проекте представлен вытяжной штамп для изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона с полом».

4.1.2. Описание конструкции и работы штамповой оснастки

Вытяжной штамп состоит из двух частей (рисунок 4.1).

Верхняя половина штампа состоит из: верхней плиты(5), к которой крепится матрица(4), двух пружинных отлипателей (14), четырёх подпружиненных толкателей (9,17). На матрице закреплены две направляющие планки (12), которые обеспечивают направление верхней половины штампа относительно нижней.

Нижняя половина состоит из: нижней плиты (3), прижима(2), пуансона (1), который крепится к нижней плите винтами и штифтами. На прижиме установлены подставки (18) с ловителями (6), которые обеспечивают фиксацию заготовки в штампе. В теле прижима расположены четыре подъёмника (10,11) с подпружиненными толкателями (16). Движение подъёмников, обеспечивающих подъём детали на уровень подхвата грейферными линейками, осуществляется с помощью подпружиненных толкателей (21). Прижим лежит на шести маркетных толкателях (13). Они проходят сквозь нижнюю плиту к маркетным шпилькам, а те в свою очередь крепятся к пневматическому цилиндру, посредством которого и осуществляется перемещение прижима. Для ограничения хода прижима используются два ограничителя (22), а для направления его движения относительно нижней плиты- направляющие плитки (29). В теле прижима выполнены четыре резьбовые отверстия, необходимые для его транспортировки. Для транспортировки нижней плиты штампа используются грузовые приливы. Ограничители (24) служат для ограничения закрытой высоты штампа.

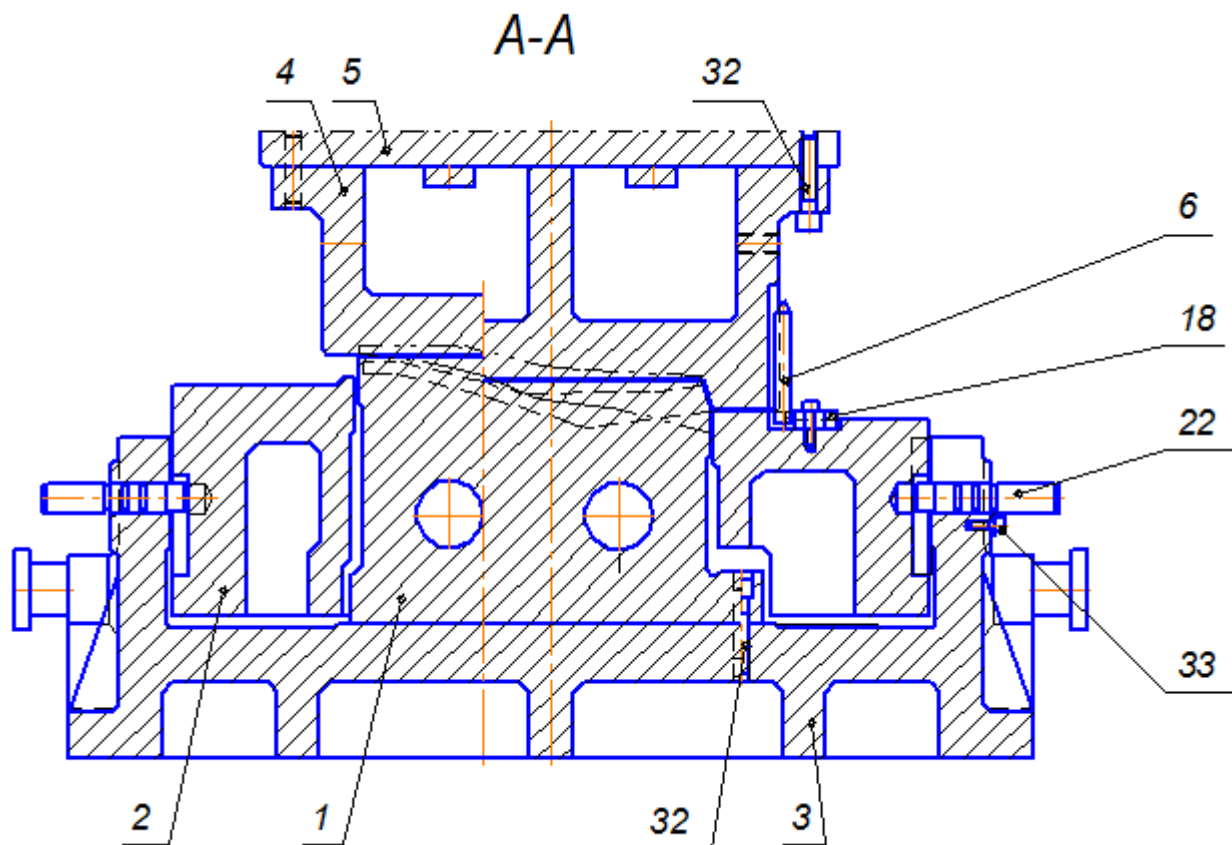


Рис. 4.1 Штамп для вытяжки

Принцип действия:

«Заготовка передается в штамп при помощи грейферов. Прижим (2) находится в верхнем положении, заготовка падает на подъемники(10,11), поднятые подпружиненными толкателями (21) выше плоскости прижима. Ловители (6) фиксируют положение детали в штампе. При движении верхней половины штампа вниз, подпружиненные фиксаторы (16) окончательно ориентируют заготовку в штампе. Толкатели верхней половины штампа (9,17) утапливают подъемники в полости прижима. Усилие ползуна преодолевает усилие прижима и он перемещается вниз. Металл обтягивается по пуансону(1), происходит вытяжка. При обратном ходе верхней половины штампа, подпружиненные отлипатели (14) обеспечивают отделение детали от рабочей поверхности матрицы. Усилие выталкивания от пневмопривода воздействует

на толкатели (13) и они поднимают прижим (2) вверх. Срабатывают подпружиненные подъемники (10,11), осуществляя подъем детали до уровня подхвата её грейферными линейками. Далее деталь перемещается на следующую операцию.»[2]

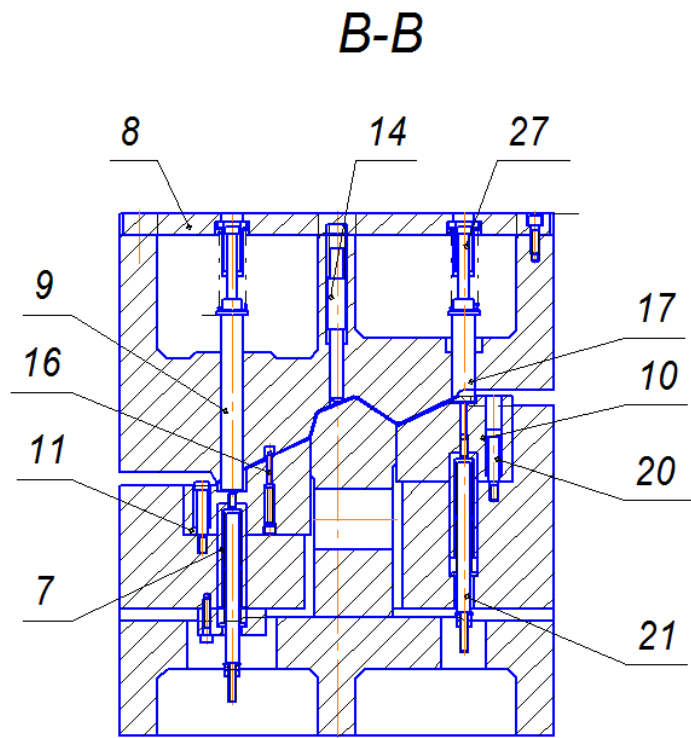


Рис. 4.2

4.2. Прочностные расчёты и выбор материалов для изготовления деталей штампов

При проектировании штампов пользуются нормами на детали штампов. В этом случае не приходится проводить расчеты на прочность тех или иных деталей, т.к. соответствующие на допустимые напряжения обычно выполнены при разработке нормалей. В тех случаях, когда требуется разработать специальные конструкции штампов, пользуются расчетами основных элементов и плит на прочность.

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

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

Приближенный расчет пуансона $\varnothing 9$ на прочность производим по табл. 268»[8]:

1. «Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие:

$$\sigma_{см} = P/F, \quad (4.1)$$

где P – усилие пробивки; $P = 0,009$ МН (см. п. 2.5.);

F – опорная поверхность пуансона, мм²; $F = 132,7$ мм²;»[8]

$$\sigma_{см} = 0,009 / 132,7 = 0,000069 \text{ МН/мм}^2 = 6,9 \text{ кгс/мм}^2.$$

«Т.к. рассчитанное напряжение близко по своему значению к допустимому 10 кгс/мм^2 , то под опорную головку пуансонов ставим подкладные калёные плитки, которые увеличивают площадь распределения нагрузки.»[8]

2. Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении:

$$\sigma_{ист} < [\sigma_{сж}],$$

Предполагаем материал пуансонов X12M.

Допускаемое напряжение сжатия $[\sigma_{сж}] = 190 \text{ кгс/мм}^2$.

$$\sigma_{ист} = P/F_{усл}, \quad (4.2)$$

Где P – усилие пробивки;

$F_{усл}$ – условная площадь контакта.

При $S/b < 1$ (b – наименьший размер поперечного сечения пуансона при любой конфигурации отверстия):

$$F_{усл} = F_k, \text{ где}$$

F_k – ширина контактного пояса вдоль всего контура вырубki, шириной $0,5S$.

При $S/b \geq 1$: $F_{усл} = F_{сеч}$,

где $F_{сеч}$ – площадь наименьшего сечения пуансона.

$S/d = 2/9 = 0,22 < 1$, следовательно $F_{усл} = F_k$;

$$F_k = \pi/4 \cdot [d^2 - (d-S)^2] = 3.14/4 \cdot [9^2 - (9-2)^2] = 25,12 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{ист} = 0,009/25,12 = 0,00036 \text{ МН /мм}^2 = 36 \text{ кгс/мм}^2;$$

$$\sigma_{ист} < [\sigma_{сж}] = 190 \text{ кгс/мм}^2;$$

Условие прочности пуансона на сжатие удовлетворяется.

«Правильный выбор материалов для изготовления штампов и условий их термической обработки является одним из основных факторов, влияющих на стойкость штампов.

При выборе материала необходимо учитывать масштаб производства (массовое или серийное), характер штамповочной операции, размеры и форму штампуемой детали и свойства материала из которого изготавливается данная деталь. При прочих равных условиях при массовом производстве детали штампов должны изготавливаться из таких материалов, которые обеспечивают максимальную производительность при высокой стойкости штампов. В условиях же мелкосерийного производства, следует применять штампы упрощенной конструкции из относительно дешёвых материалов.

Рабочие детали штампов подвергаются ударной нагрузке с сильной концентрацией напряжений на рабочих кромках или на рабочей поверхности. Поэтому к материалу пуансонов и матриц предъявляются требования высокой или повышенной твёрдости и износоустойчивости при наличии достаточной вязкости.»[2] Для гибочных, формовочных, вытяжных штампов самой важной является способность материала сопротивляться истиранию при значительных давлениях, а для формовочных штампов - так же стойкостью ударному воздействию при работе в упор.

С целью повышения устойчивости и предотвращения царапин и задиров при глубокой вытяжке применяют следующие материалы для изготовления рабочих частей вытяжных штампов:

- 1) для крупных вытяжных штампов - специальные хромоникелевые чугуны;
- 2) для мелких вытяжных матриц- инструментальную сталь марок У8А и У10А или твёрдые сплавы (ВК8, ВК15), обладающие большой износоустойчивостью и невосприимчивостью к налипанию частиц металла.

В проектируемом вытяжном штампе, так как деталь имеет значительные габариты, в качестве материала для изготовления рабочих частей штампа применяем : для пуансона- чугун ХФ, для матрицы и прижима чугун ХРТД; термическая обработка- отжиг.

Не рабочие детали штампа изготавливаются из следующих материалов с соответствующей термической обработкой:

Таблица 4.1.- Наименование деталей штампа

Наименование детали	Марка материала	Термическая обработка
Верхняя и нижняя плита штампа	Сталь 35Л	отжиг
Подъёмники	Сталь Х12М1	49–53 НRC Э
Планки	Сталь 20	Цементация на 0,8-1,2 мм 59 – 63 НRCЭ
Толкатели, втулки, призмы	Сталь 40 – 45	37–41 НRCЭ
Ограничитель хода выталкивателя	Сталь 40Х	42–47 НRC Э
Винты, болты	Сталь 40 – 45	40 – 45 НRC Э
Штифты, ловители	У8А	45 – 50 НRC Э
Пружины	Сталь 65Г	40 – 45 НRC Э

4.3. Расчёт упругих элементов

Пружины являются настолько распространённым элементом конструкции штампов, что их изготавливают как нормализованные детали, поэтому вместо расчета пружин осуществляется их подбор по таблицам и нормальям. Пружины в данном штампе необходимы для поднятия заготовки до уровня подхвата детали рейферными линейками и для отлипания детали от секций верха.

Количество и расположение пружин определяются требованиями, предъявляемыми к ним. Пружины должны обеспечить:

- надёжную и долговременную работу;

- необходимый ход;
- требуемое усилие;

Усилие пружин, которые используются в отлипателях, должно обеспечить съём изделия с матрицы, в случае прилипания детали к её поверхности.

Назначаем $P = 0,15$ кН. Исходя из этого выбираем пружины с номинальным усилием $P_{ном} = 0,25$ кН. Так как деталь имеет значительные габариты, то ставим два подпружиненных отлипателя. Суммарное усилие пружин равно $0,5$ кН, следовательно, запас по усилию обеспечен.

«Геометрические размеры пружины:

$D = 25$ мм – наружный диаметр пружины;

$d = 3$ мм – диаметр проволоки;

$t = 7,14$ мм – шаг пружины;

$H_0 = 80,3$ мм – высота пружины в свободном состоянии.[2]»

Выбранная пружина обеспечивает требуемый ход 20 мм.

Пружины, используемые в подъёмниках, должны развивать усилие, обеспечивающее подъём изделия и самого подъёмника на уровень движения рейферных линеек. Назначаем $P = 0,2$ кН. Ориентировочно выбираем пружину с номинальным усилием $P = 0,25$ кН и геометрическими размерами: $D = 25$ мм, $d = 3$ мм, $t = 7,14$, $H_0 = 104,5$ мм.

Так как выбранная пружина не обеспечивает необходимый ход $h = 52$ мм, а пружина с большим рабочим ходом имеет значительные габариты, то устанавливаем на толкатель две выбранные пружины, разделяя их шайбой.

Пружины, используемые в толкателях, должны развивать значительное усилие, способное преодолеть усилие пружин, которые используются в подъёмниках, и обеспечить значительную величину хода. Назначаем $P = 1$ кН. Исходя из этого выбираем пружины с номинальным усилием $P = 1,4$ кН, тем самым обеспечивая запас по усилию. Геометрические размеры пружин: $D = 42$ мм, $d = 6$ мм, $t = 12,48$, $H_0 = 171,2$ мм.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 – «Технологический паспорт объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Изготовление детали «Соединитель переднего лонжерона»	Многопозиционная штамповка за 6 операций	Штамповщик-оператор	пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	Сталь 08Ю ОСВ-2Б [14]»

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3
Работа пресс-автомата «Мюллер Вайнгартен»	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
Работа линии автоматизации, осуществление штамповочных операций.	Физический-повышенный уровень шума	Работа прессы. Работа штампов. Штамповочные операции. [14]»
Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы, осуществление штамповочных операций	Психофизиологическое воздействие	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочих зон, повышенный уровень шума и вибраций, качество освещения.
Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химически-токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования, штамповой оснастки и заготовок. [14]»

5.3 «Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

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

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-

Продолжение таблицы 5.3

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источников шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники [14]»
Психофизиологическое воздействие	Инструктаж по ТБ, автоматизация и механизация, изоляция токоведущих частей, и расположение их на недоступной высоте, Ограждение штамповочного пространства пресса - фотоэлементами, останавливающими пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случае заклинивании грейферной подачи. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха: отопление, вентиляция, кондиционирование. Контроль параметров микроклимата. Светильники, источники света. Расчет освещения.	Спецкостюмы; хлопчатобумажные брюки, куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы. Применение средств защиты органов дыхания и органов зрения.
Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончанию рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски [14]»

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара».

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Автоматизированная линия прессы	Пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	В,Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества [14]»

Таблица 5.5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности».

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель	Пожарный автомобиль	Водяная установка система пожаротушения	Дымовые датчики	Пожарный рукав	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (звуковые, речевые)
Песок	Пожарная мотопомпа	Газовая установка система пожаротушения	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарный топор	Световой указатель "ВЫХОД"
Кошма	Приспособленные специальные средства (тягачи, прицепы)	Порошковая установка систем пожаротушения	Приёмно-контрольные приборы	Колонка пожарная	Защитные костюмы	Лопата штыковая	Ручной пожарный извещатель [14]»

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Листовая штамповка деталей	Обучение персонала требованиям ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения [14]»

Таблица 5.7 – «Идентификация экологических факторов технического объекта»

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственное здание или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу.	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
1	2	3	4	5
Многопозиционная штамповка	Пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев	- [14]»

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

Наименование технического объекта	1	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	2	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	3	Очистка сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	4	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям, имеющим лицензии на работу с отходами.[14]»

Вывод:

«В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" приведена характеристика технологического изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материалы»[6] (таблица 5.1).

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

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно инструктаж по технике безопасности, применение средств автоматизации и механизации, смазка трущихся частей оборудования и штамповой оснастки, изменение в конструкции фундамента, виброизоляция, контроль концентрации токсических веществ и т.д. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 5.3) .

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

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

6. Экономическая часть

6.1. Сравнительный анализ технологических вариантов

«В данной части бакалаврской работы необходимо провести сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона».

Существующий вариант – традиционная штамповка на шести единицах оборудования с промежуточной транспортировкой. Первая операция- вырубка заготовки- производится на прессе «Эрфурт 400» усилием 4МН. Последующие пять операций: вытяжка, обрезка - пробивка, правка, вторая обрезка- пробивка, отбортовка- производятся на прессах «Гранди- Мотори 250» усилием 2,5МН. Тип производства – серийный.

Проектный вариант – штамповка на двух единицах оборудования. Первая операция – вырубка – выполняется на прессе «Инноченти500» усилием 5МН. Технические характеристики данного оборудования аналогичны характеристикам пресса «Эрфурт 400». Следующие пять операций выполняются на многопозиционном пресс-автомате последовательного действия Мюллер - Вайнгартен, усилием 10 МН.

Тип производства – серийный.»[16]

6.2 Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки

«Таблица 6.1- Калькуляция изготовления вытяжного штампа»

№	Наименование	Обозначение	Сумма, руб.	Примечание
1.	Материальные затраты	$M_{\text{основное}}$	393160	
2.	Транспортно-заготовительные расходы	ТЗР	7863	0,02% от $M_{\text{основное}}$
3.	Основная заработная плата	$Z_{\text{пл}}^{\text{осн.}}$	71312	$Z_{\text{пл}}^{\text{осн.}} = C_{\text{T}} \cdot T_{\text{н/ч}}$ $145 \cdot 482 = 71312$
4.	Налог на социальные нужды	Сс	22106	31% от $Z_{\text{пл}}^{\text{осн.}}$
5.	Расходы на содержание оборудования	PCO	561001	76,87% от $Z_{\text{пл}}^{\text{осн.}}$
6.	Цеховые расходы	$P_{\text{цех}}$	59895	83,89% от $Z_{\text{пл}}^{\text{осн.}}$
7.	Итого цеховая себестоимость	$C_{\text{цех}}$	610450	-

- калькуляции остальных штампов рассчитываются аналогично. [16]»

6.3 Расчет себестоимости изготовления продукции

«Исходные данные для расчета себестоимости продукции»

Таблица 6.2. Общие исходные данные

№	Показатель	Обозначение	Значение
1.	Годовая программа выпуска, шт.	N_{T}	246600
2.	Эффективный фонд времени работы рабочего, и оборудования, час.	$\Phi_{\text{э.р.}}$	1142
		$\Phi_{\text{э.об}}$	3809
3.	Коэффициент выполнения норм	$K_{\text{вн}}$	1,1

Продолжение таблицы 6.2.

№	Показатель	Обозначение	Значение
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	K_{MH}	1,0
5.	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	K_o	11,8
6.	Коэффициент монтажа: - в себестоимости - в капитальных вложениях	K_{MONT}	1,1 0,1
7.	Цена материала, руб./кг	C_m	32
8.	Цена отходов, руб./кг	$C_{отх}$	1,143
9.	Коэффициент на транспортно-заготовительные операции	$K_{ТЗ}$	1,014
10.	Коэффициенты доплат по заработной плате		
А)	До часового фонда зарплаты	$K_{доп}$	1,08
Б)	За профессиональное мастерство	$K_{пф}$	1,15
В)	За условия труда	K_y	1,2
Г)	За вечерние и ночные часы	K_n	1,1
Д)	Премииальные	$K_{пр}$	1,1
Е)	На социальное страхование	K_c	1,27
	Итого общий коэффициент доплат $K_{зпл} = K_{доп} \cdot K_{пф} \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{пр} \cdot K_c$	$K_{зпл}$	2,36
11.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	K_m	0,8
12.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	K_b	0,7
13.	Коэффициент потерь в сети	$K_{п}$	1,03

Продолжение таблицы 6.2.

№	Показатель	Обозначение	Значение
14.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{од}$	0,8
	Выручка от реализации, % от Ц:		
	- изношенного оборудования	B_p	5
	- изношенного штампа	$B_{р.и.}$	15
16.	Норма амортизации, %	$На$	10
17.	Коэффициент цеховой	$K_{цех}$	1,72
18	Часовая тарифная ставка, руб./час: рабочего, оператора, наладчика	C_t	66,71 79,89
19.	Цена электроэнергии, руб./кВт	$Ц_э$	3,8
20.	Цена площади, руб./м ²	$Ц_{пл}$	4500
21.	Норматив экономической эффективности	E_n	0,33 [16]»

Таблица 6.3.- «Эксплуатационные данные оборудования

№	Наименование оборудования	Усилие, МН	$T_{шт}$, мин.	$T_{маш}$, мин.	M_y , кВт	Площадь, м ²	Цена, руб.
1.	«Гранди-Мотори 250»	2.5	0,1360	0,0350	30	18	560000
2.	«Мюллер-Вайнгартен 1000»	10	0,0850	0,0700	80	96	9850000 [16]»

Таблица 6.4 – «Исходные данные об оснастке»

№	Наименование штампа	Стойкость штампа $T_{шт.}$, ударов.	Цена штампа $C_{шт.}$, руб.
	Существующий		
1.	Штамп для вытяжки	500000	557220
2.	Штамп для обрезки- пробивки	500000	514200
3.	Штамп для правки	700000	492043
4.	Штамп для второй обрезки- пробивки	500000	524850
5.	Штамп для отбортовки	700000	402825
	Проектный:		
1.	Штамп для вытяжки	900000	610450
2.	Штамп для дотяжки	1200000	481764
3.	Штамп для обрезки- пробивки	650000	510114
4.	Штамп для второй обрезки- пробивки	650000	501812
5.	Штамп для отбортовки	1200000	410510
			[16]»

6.3.1 Расчетные данные

1. «Эффективный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_3 = (D_p \cdot T_{см} - D_{пр} \cdot T_{сок}) \cdot C(1-B),$$

Где: D_p – рабочие дни;

$T_{см}$ – продолжительность смены;

$D_{пр}$ – предпраздничные дни;

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

C – количество смен;

B – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

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

2. Эффективный фонд времени рабочего:

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

6.3.2 «Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Таблица 6.5.- Расчет необходимого количества оборудования

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Существ.	Проект.
1.	Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{\text{об}} = t_{\text{шт}} \cdot N_{\text{г}} / (\Phi_{\text{э}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60)$ $n_{\text{об}}^{\text{баз}} = 0,1360 \cdot 246600 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,1331 \approx 1,5 \text{ оп.}$ $n_{\text{об}}^{\text{пр}} = 0,085 \cdot 246600 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,083 \approx 1$	5	1
2.	Коэффициент загрузки оборудования выполнения данной операции	$K_3 = n_{\text{об}}^{\text{расч.}} / n_{\text{об}}^{\text{прин.}}$ $K_3^{\text{баз}} = 0,1331 / 1 = 0,1331$ $K_3^{\text{пр}} = 0,083 / 1 = 0,083$	0,1331	0,083
3.	Численность рабочих-операторов, необходимых для производства годовой программы деталей, чел.	$P_{\text{оп}} = [t_{\text{шт}} \cdot N_{\text{г}} \cdot (1 + k_{\text{о}} / 100)] / (\Phi_{\text{эр}} \cdot k_{\text{мн}} \cdot 60)$ $P_{\text{оп}}^{\text{баз}} = [0,1360 \cdot 246600 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,37 \approx 1,6 \cdot 2 \text{ см.}^*$ $P_{\text{оп}}^{\text{пр}} = [0,085 \cdot 246600 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,23 \approx 1,2 \cdot 2 \text{ см.}^*$	12	4

Продолжение таблицы 6.5.

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Существ.	Проект.
* По производственной необходимости на пять операций требуется шесть рабочих в базовом варианте и двое в проектном.				
4.	Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_r / T_{и.шт.}$ $N_{шт}^{баз}_{оп.1,2,4} = 246600 / 500000 = 0,49 \approx 1 \cdot 3$ $N_{шт}^{баз}_{оп.3,5} = 246600 / 700000 = 0,35 \approx 1 \cdot 2$ $N_{шт}^{пр}_{оп1,2,5} = 246600 / 1200000 = 0,2 \approx 1$ $N_{шт}^{пр}_{оп2,5} = 246600 / 650000 = 0,379 \approx 1 \cdot 2$	5	5 [16]»

6.3.3 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

«Таблица 6.6- Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Существ.	Проект.
1.	Основные материалы за вычетом отходов, руб.	$M = (M_3 \cdot C_M \cdot K_{ТЗ}) - (M_{отх} \cdot C_{отх})$ $M^{баз} = (1,865 \cdot 32 \cdot 1,05) - (0,44 \cdot 1,142) = 44,16$ $M^{пр} = (1,64 \cdot 32 \cdot 1,05) - (0,432 \cdot 1,42) = 44,16$	59,38	52.3

Продолжение таблицы 6.6

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Существ.	Проект.
2.	Зарплата рабочих-операторов, руб.	$Z_{\text{пл}} = P \cdot C_{\text{T}} \cdot \Phi_{\text{Э,р.}} \cdot K_{\text{Зпл}} \cdot K_{\text{З}} / N_{\text{T}}$ $Z_{\text{пл}}^{\text{баз}} = 12 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,1331 / 246600 = 1,152$ $Z_{\text{пл}}^{\text{пр}} = 4 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,083 / 246600 = 0,304 *$	1,152	0,304 [16]»
* «В проектном варианте все работники 5-го разряда.				
3.	Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования, руб.	$P_{\text{А}} = [(C_{\text{об}} \cdot K_{\text{монт}} \cdot (1 - B_{\text{р}})) \cdot H_{\text{а}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot 1,3] / (\Phi_{\text{э}} \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot 100)$ $P_{\text{А}}^{\text{баз}} = [(560000 \cdot 1,25 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,1360 \cdot 1,3] / [(3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,062 \cdot 5_{\text{об.}}$ $P_{\text{А}}^{\text{пр}} = [(9850000 \cdot 1,25 \cdot (1 - 0,05)) \cdot 10 \cdot 0,085 \cdot 1,3] / [(3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,27$	0,311	0,27
4.	Расходы на электроэнергию, руб.	$P_{\text{э}} = (M_{\text{у}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}) / (K_{\text{ПД}} \cdot 60)$ $P_{\text{э}}^{\text{баз}} = (30 \cdot 0,035 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / ((0,7 \cdot 60) = 0,018 \cdot 5_{\text{об.}}$ $P_{\text{э}}^{\text{пр}} = (80 \cdot 0,07 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / ((0,8 \cdot 60) = 0,084$	0,09	0,084

Продолжение таблицы 6.6

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Существ.	Проект.
5.	Расходы на штамповой инструмент, руб.	$P_{И} = (Ц_{штг} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и. штг.}$		
		$P_{И}^{баз} = (557220 \cdot [1 - 0,15]) / 500000 = 0,9473$	0,9473	0,716
		$P_{И}^{баз} = (514200 \cdot [1 - 0,15]) / 500000 = 0,8741$	0,8741	0,3412
		$P_{И}^{баз} = (492043 \cdot [1 - 0,15]) / 700000 = 0,6975$	0,6975	0,667
		$P_{И}^{баз} = (524850 \cdot [1 - 0,15]) / 500000 = 0,892$	0,892	0,656
		$P_{И}^{баз} = (402825 \cdot [1 - 0,15]) / 700000 = 0,589$	0,589	0,2906
		$P_{И}^{np} = (610450 \cdot [1 - 0,15]) / 900000 = 0,716$		
		$P_{И}^{np} = (481764 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000 = 0,3412$		
		$P_{И}^{np} = (510114 \cdot [1 - 0,15]) / 650000 = 0,667$		
		$P_{И}^{np} = (501812 \cdot [1 - 0,15]) / 650000 = 0,656$		
		$P_{И}^{np} = (410510 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000 = 0,2906$	3,999	2,676

Продолжение таблицы 6.6

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Существ.	Проект.
6.	Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_y \cdot n_{об} \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 / N_r$ $P_{пл}^{баз} = 18 \cdot 5 \cdot 4500 \cdot 0,1331 / 246600 = 0,178$ $P_{пл}^{пр} = 96 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,083 / 246600 = 0,15$	0,23	0,15
7.	Расходы на зарплату наладчика, руб.	$Z_{нал} = (n_{об} \cdot C_T \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_r)$ $Z_{нал}^{баз} = 2 \cdot (5 \cdot 57,38 \cdot 1680 \cdot 2,48 \cdot 0,1331) / (8 \cdot 246600) = 0,16$	0,16	
	Итого: Технологическая себестоимость, руб.	$C_{тех} = M + Z_{пл} + P_A + P_9 + P_{И} + P_{пл} + Z_{нал}$ $C_{тех}^{баз} = 59,38 + 1,152 + 0,311 + 0,09 + 3,999 + 0,23 + 0,16 = 65,32$ $C_{тех}^{пр} = 52,3 + 0,304 + 0,27 + 0,084 + 2,676 + 0,15 = 47,6$	65,32	52,3
8.	Цеховые расходы, руб.	$P_{цех} = Z_{пл} \cdot K_{цех}$ $P_{цех}^{баз} = 1,152 \cdot 1,72 = 1,98$ $P_{цех}^{пр} = 0,304 \cdot 1,72 = 0,58$	1,98	0,58
	Всего: Цеховая себестоимость, руб.	$C_{цех} = P_{цех} + C_{тех}$ $C_{цех}^{баз} = 1,98 + 65,32 = 67,3$ $C_{цех}^{пр} = 0,58 + 55,74 = 56,73$	67,3	56,73 [16]»

Таблица 6.7.- «Структура себестоимости продукции сравниваемых вариантов

№	Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
		Существ.	Проектный	Существ.	Проектный
1.	Материалы	59,38	52,3	88,2	92,8
2.	Основная зарплата	1,152	0,304	1,7	0,6
3.	Расходы на содержание оборудования	0,311	0,27	0,46	0,48
4.	Расходы на электроэнергию	0,09	0,084	0,14	0,15
5.	Расходы на производственную площадь	0,23	0,15	0,36	0,27
6.	Расходы на штамповую оснастку	3,999	2,676	5,94	4,75
7.	Цеховые расходы	1,98	0,58	2,94	1,03
	Всего: Цеховая себестоимость	67,3	56,32	100	100 [16]»

6.4. Расчет капитальных вложений

«Таблица 6.8-Расчет капитальных вложений

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Существ.	Проектный
1.	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_3$ $K_{об.}^{баз} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_3 =$ $5 \cdot 5600000 \cdot 0,1331 =$ 3726800 $K_{об.}^{пр} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_3 =$ $1 \cdot 9850000 \cdot 0,083 =$ 817550	372680	817550

Продолжение таблицы 6.8

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Существ.	Проектный
2.	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
2.1	Затраты на доставку и МОНТАЖ оборудования, руб.	$K_M = K_{об.} \cdot K_{МОНТ}$ $K_M^{баз} = K_{об.} \cdot K_{МОНТ}$ $= 372680 \cdot 0,25 =$ $= 85400$ $K_M^{пр} = K_{об.} \cdot K_{МОНТ} =$ $817550 \cdot 0,25 = 204387$	85400	204387
2.2	Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_{и} = Ц_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и}^{баз} = 557220 \cdot 1 =$ $= 557220$ $K_{и}^{баз} = 514200 \cdot 1 =$ $= 514200$ $K_{и}^{баз} = 492043 \cdot 1 =$ $= 492043$ $K_{и}^{баз} = 524850 \cdot 1 =$ 524850 $K_{и}^{баз} = 402825 \cdot 1 =$ $= 402825$ $K_{и}^{пр} = 560150 \cdot 1 =$ 560150 $K_{и}^{пр} = 610450 \cdot 1 =$ $= 610450$ $K_{и}^{пр} = 481764 \cdot 1 =$ $= 481764$ $K_{и}^{пр} = 501812 \cdot 1 =$ $= 501812$ $K_{и}^{пр} = 410510 \cdot 1 =$ $= 410510$	557220 514200 492043 524850 402825	610450 510114 481764 501812 410510
			2491138	2350936

Продолжение таблицы 6.8

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Существ.	Проектный
2.3	Затраты на производственную площадь, руб.	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot Ц_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл}^{баз} = 5 \cdot 18 \cdot 4500 \cdot 0,1331 = 65884$ $K_{пл}^{пр} = 1 \cdot 96 \cdot 4500 \cdot 0,083 = 43824$	65884	43824
	Итого:	$K_{соп} = K_M + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз} = 85400 + 2491138 + 65884 = 2642422$ $K_{соп}^{пр} = 204387 + 2350936 + 43824 = 2602147$	2642422	2602147
3.	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз} = 372680 + 2642422 = 3015102$ $K_{общ}^{пр} = 817550 + 2602147 = 3419697$	3015102	3419697
4.	Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_r$ $K_{уд}^{баз} = 3015102 / 246600 = 12,22$ $K_{уд}^{пр} = 3419697 / 246600 = 13,86$	12,22	13,86 [16]»

6.5. Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта

Таблица №. 6.9.-«Расчет показателей экономической эффективности

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
1.	Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}}$ $= (67,3 - 56,32) \cdot 246600 = 2707668$	2707668	
2.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} = 67,3 + 0,33 \cdot 12,22 = 68,63$ $Z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 56,32 + 0,33 \cdot 13,86 = 60,89$	68,63	60,89
3.	Срок окупаемости капвложений, год	$T_{\text{ок}} = K_{\text{н}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}} = 2350936 / 2707668 = 0,87$	≈ 1	
4.	Годовой экономический эффект, руб.	$\mathcal{E}_{\text{г}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} = (68,63 - 60,89) \cdot 246600 = 1908684$	1908684 [16]»	

Вывод

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона» себестоимость изготовления изменяется с 68,63 руб. до 60,89 руб.- на 11,27%, за счет:

- 1) снижения трудоемкости при внедрении средств автоматизации;
- 2) уменьшения численности работающих и отчислений на заработную плату;
- 3) снижения затрат на изготовление штамповой оснастки;
- 4) снижения общепроизводственных и эксплуатационных расходов.

Условная годовая экономия от снижения себестоимости составляет 2707668 рублей, при сроке окупаемости капитальных вложений около 1-го года.

Заключение

В данной работе процесс изготовления детали «Соединитель переднего лонжерона» был переведен в автоматический режим. Разработан новый технологический процесс и произведен выбор оборудования для проведения штамповочных операций – многопозиционный пресс-автомат «Мюллер-Вайнгартен1000», подобраны средства автоматизации, сконструирована штамповая оснастка.

Исследования по безопасности и экологичности проекта показали, что данный технологический процесс является предпочтительней, чем существующий, так как устраняются многие опасные и вредные производственные факторы, условия работы рабочих улучшаются.

Как показали экономические расчёты, автоматизированный технологический процесс имеет ряд преимуществ. Уменьшается трудоемкость изготовления детали, стойкость штамповой оснастки увеличивается, снижаются затраты на производственные площади и электроэнергию, в результате чего уменьшается себестоимость изготовления детали. Таким образом, можно сделать вывод, что цель бакалаврской работы достигнута.

Список использованной литературы

1. Агарков А. П. Управление качеством [Электронный ресурс]: учебник / А. П. Агарков. - Москва: Дашков и К°, 2014. - 204 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02226-5.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Гусев А. А. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс]: учебник / А. А. Гусев, И. А. Гусева. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Машиностроение, 2013. - 413 с. - (Для вузов). - ISBN 978-5-94275-722-9.
4. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. - Саратов: Вузовское образование, 2015. - 459 с. - (Высшее образование).
5. Беспалов А. В. Деформация в условиях сверхпластичности — инновационная технология обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: [учеб. пособие] / А. В. Беспалов, А. В. Соколов, А. П. Петров. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 56 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102498-0
6. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
7. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
8. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973. - 408 с.

9. Солнцев Ю. П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. для студентов вузов / Ю. П. Солнцев, Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен; под ред. Ю. П. Солнцева. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2014. - 503 с. - ISBN 978-5-93808-238-3.
10. Золотухин П.И. Основные положения теории обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П. И. Золотухин, И. М. Володин; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2013. - 239 с. - ISBN 978-5-88247-624-2.
11. Скрипачев А. В. Вытяжка листового материала [Электронный ресурс]: электрон. учеб. -метод. пособие / А. В. Скрипачев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2016. - 51 с.: ил. - Библиогр.: с. 45. - Прил.: с. 46-51. - ISBN 978-5-8259-0966-0.
12. Огаджанян О.И. Технологические процессы сборки и изготовления деталей штампов [Электронный ресурс]: методическая разработка к выполнению практических занятий и заданий по дисциплинам «Проектирование и эксплуатация штампов» и «Технология производства изделий в машиностроении»/Огаджанян О.И.— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 32 с.
13. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки. – Тольятти: ТГУ, 2002. –65 с.
14. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти изд-во ТГУ, 2016
15. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Безъязычный В.Ф.— Электрон. текстовые данные. — М.: Машиностроение, 2013. — 568 с.

16. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В. Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007. -19 с.
17. Сергель Н. Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. - 732 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-540-3.
18. Огаджанян О. И. Технологические процессы сборки и изготовления деталей штампов [Электронный ресурс]: метод. разработка к выполнению практ. занятий и заданий по дисц. «Проектирование и эксплуатация штампов» и «Технология производства изделий в машиностроении» / О. И. Огаджанян; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2014. - 32 с.
19. Lovell, M. Increasing formability in sheet metal stamping operations using environmentally friendly lubricants / M. Lovell, C.F Higgs, P. Deshmukh, A. Mobley// Journal of Materials Processing Technology. -2006. -№ 177. С. 87-90.
20. Improvement of part quality in stamping by controlling blank-holder force and pressure / M.A. Ahmetoglu, T. Altan, G.L. Kinzel // Journal of Materials Processing Technology. – 1992. - № 33. С. 195-214.
21. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
22. Situ, Q., Jain, M., Bruhis, M., A New Approach to Obtain Forming Limits of Sheet Materials, ESAFORM 2006, pp. 299–302, Glasgow, United Kingdom, April 26–28, 2006.
23. Takuda, H, Forming Limit Prediction of Sheet Metals by Means of Some Criteria for Ductile Fracture, ESAFORM 2003, pp. 171–174, Salerno, Italy, April 28–30, 2003.

Приложения

Штамп для вытяжки (лист 1)

Приложение 1.

Перв. примен.	Справ. №	Име. № подл. Подп. и дата	Взам. инв. № инв.	№ инв. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																								
										<u>Документация</u>																										
								17.БР.СОМДиРП.604.61.09.000СБ	<u>Сборочный чертёж</u>																											
										<u>Детали</u>																										
								1	17.Б.СОМДиРП.604.61.09.001	Пуансон	1																									
								2	17.Б.СОМДиРП.604.61.09.002	Прижим	1																									
								3	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.003	Плита нижняя	1																									
								4	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.004	Матрица	1																									
								5	117.БР.СОМДиРП.604.61.09.005	Плита нижняя	1																									
								6	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.006	Ловитель	5																									
								7	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.007	Втулка	4																									
								8	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.008	Планка	2																									
								9	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.009	Толкатель	2																									
								10	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.10.000	Подъёмник	2																									
								11	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.11.000	Подъёмник	2																									
								12	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.12.000	Планка	2																									
								13	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.13.000	Толкатель	4																									
								14	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.14.000	Отлипатель	2																									
								15	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.15.000	Втулка	1																									
								16	17.БР.СОМДиРП.604.61.09.16.000	Толкатель	2																									
						17.БР.СОМДиРП.604.61.09.000																														
						Штамп для вытяжки			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Федотов Р.А.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td>Смолин Е.Л.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Виткалов В.Г.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Ельцов В.В.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.	Федотов Р.А.				Пров.	Смолин Е.Л.				Н.контр.	Виткалов В.Г.				Утв.	Ельцов В.В.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																
Разраб.	Федотов Р.А.																																			
Пров.	Смолин Е.Л.																																			
Н.контр.	Виткалов В.Г.																																			
Утв.	Ельцов В.В.																																			
						ТГУ, ИМ гр.МСбз-1231			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </table>			Лит.	Лист	Листов	1	1	3																			
Лит.	Лист	Листов																																		
1	1	3																																		

Копировал

Формат А4

Име. № подл. Подп. и дата	Вам. сие. Мфв. № дубл. Подп. и дата	Страв. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	№ л.	Примечание		
								Документация				
							17БР.СОМДиРП.604.61.00.00СБ	Сборочный чертёж				
								Сборочные единицы				
						1	17БР.СОМДиРП.604.61.01.000	Питатель штучных заготовок	1			
						2	17БР.СОМДиРП.604.61.02.000	Присоски	3			
						3	17БР.СОМДиРП.604.61.03.000	Магнитный транспортёр	1			
						4	17БР.СОМДиРП.604.61.04.000	Пресс	1			
						5	17БР.СОМДиРП.604.61.05.000	Тележка для заготовок	2			
						6	17БР.СОМДиРП.604.61.06.000	Тележка для сдвоенных заготовок	1			
						7	17БР.СОМДиРП.604.61.07.000	Нижнее устройство смазки маслом	1			
						8	17БР.СОМДиРП.64.61.08..000	Устройство технологической смазки	1			
						9	17БР.СОМДиРП.604.61.09.000	Штамп для вытяжки	1			
						10	17БР.СОМДиРП.604.61.10.000	Штамп для дотяжки	1			
						11	17БР.СОМДиРП.604.61.11.000	Штамп для 1-й обрезки, пробивки	1			
						12	17БР.СОМДиРП.604.61.12.000	Штамп для 2-й обрезки, пробивки	1			
						13	17БР.СОМДиРП.604.61.13.000	Штамп для отбортовки	1			
						14	17БР.СОМДиРП.604.61.14.000	Колодец для отходов	7			
						15	17БР.СОМДиРП.604.61.15.000	Подъемные ворота	2			
							17.БР.СОМДиРП.604.61.00.000					
Име. № подл.	Подп. и дата	Вам. сие.	Мфв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
										Д	1	2
Разраб.	Федотов Р.А.									Комплекс оборудования (Общий вид)		
Пров.	Омолин Е.Л.									ТГУИМ гр.МСбз-1231		
Н.контр.	Виткалов В.Г.											
Утв.	Ельцов В.В.											

