

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 «Усилитель внутренней панели задней двери» легкового автомобиля

Студент(ка)	Р.З Давыдов	
	(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»  
\_\_\_\_\_ В.В. Ельцов  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Давыдов Радик Загирович

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери».
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)
_____	_____
(подпись)	Е.Л.Смолин (И.О. Фамилия)
_____	_____
(подпись)	Р.З Давыдов (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 Давыдова Радика Загировича  
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери»

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

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена усовершенствованию технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери» легкового автомобиля [1]. Исходными данными являются: существующий вариант техпроцесса 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. Состояние вопроса	
1.1 Анализ существующей технологии изготовления детали	10
1.2 Анализ технологичности детали .....	12
1.3 Выявление недостатков существующей технологии	16
1.4 Задачи выпускной работы.....	17
2. Разработка технологического процесса изготовления детали.....	18
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса.....	18
2.2. Построение вытяжного перехода.....	19
2.3 Определение формы и размеров исходной заготовки.....	26
2.4 Проектирование рационального раскроя металла и определение коэффициента использования материала	
2.5. Расчет операционных размеров штамповки.....	32
2.6 Определение энергосиловых параметров штамповки	
2.6.1 Определение усилий	
2.6.2 Определение работ	
3. Выбор оборудования.....	42
3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики.....	42
3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики .....	44
3.3 Описание работы автоматической линии и планировка рабочего места..	45
4. Разработка конструкции штамповой оснастки.....	47
4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки.....	47
4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов для изготовления деталей штампа	.....48

4.3. Определение числа и расположения упругих элементов	
4.4. Определение центра давления штампа[8]»	
4.4. «Определение исполнительных размеров инструмента	
5. «Безопасность и экологичность технического объекта .....	50
5.1. Технологическая характеристика объекта.....	50
5.2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	51
5.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	51
5.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта».....	54
6. «Экономическая эффективность проекта.....	59
6.1 Характеристика вариантов технологического процесса .....	59
6.2 Расчет себестоимости штамповой оснастки.....	59
6.3 Расчет капитальных вложений.....	60
6.4 «Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали[1]»	69
6.5 Расчет параметров экономической эффективности сравниваемых вариантов .....	69
6.6 «Расчет показателей экономической эффективности.....	69
проектируемого варианта[6]»	
Заключение.....	72
Список используемой литературы.....	73
Приложения .....	77

## 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

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

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.

- оборудования
- массовый выпуск продукции

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

В крупносерийном и массовом производстве развитие холодной штамповки характеризуется:

- 1) применением сложных совмещено-комбинированных штампов;
- 2) применением последовательной многопозиционной штамповки в ленте;
- 3) механизацией и автоматизацией процессов штамповки;
- 4) созданием быстроходных автоматических прессов;
- 5) совершенствованием и развитием методов, дающих повышенную точность и производительность и заменяющих обработку металлов резанием (чистовая вырубка, зачистка в штампах, холодное выдавливание) [8].

Целью данной выпускной работы является снижение себестоимости изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери »за счёт внедрения средств автоматизации экономии металла.

## 1. Анализ технологических вариантов изготовления детали

### 1.1. Анализ существующей технологии изготовления детали

Рассмотрим существующий технологический процесс изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери» на легковой автомобиль

Рассматриваемая деталь – усилитель внутренней панели задней двери – является арматурной деталью и обладает, в первую очередь, повышенной жесткостью и прочностью. Поэтому данная деталь штампуется из металла толщиной 1,5 мм – большей, чем металл кузовных деталей.

Требования, предъявляемые к штампуемой детали, ее назначение, используемая заготовка, виды операций, применяемых при изготовлении данной детали, виды брака и способы его устранения - изложены в таблице 1.1.

«В базовом существующем варианте технологии изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери» [1]» применена традиционная схема построения технологического процесса, состоящая из 6 операций, при которой закладка заготовок или полуфабриката в штампы выполняется вручную, а удаление изделия из штампов при помощи пневмосбрасывателей или пневмосдува. Каждая операция выполнена на отдельном оборудовании.

Таблица 1.1

Название	Усилитель внутренней панели двери	
Назначение детали	Деталь усиливает конструкцию двери, исключая деформацию металла в зоне крепления петель	
Предъявляемые требования к детали	Жесткость Соответствие детали чертежу Отсутствие дефектов Технологичность конструкции	
Заготовка	Нарезается из рулона (ст. хк. рлн. 08ЮП 1,5*800), шагом 240 мм	
Материал	Сталь 08Ю (качественная малоуглеродистая сталь)	
Последовательность операций	<p>Операция10: Отрезка заготовок с подачей из рулона  Операция20: Вытяжка  Операция30: Обрезка  Операция40: Правка  Операция50: Пробивка  Операция60: Пробивка  Операция70: Контроль</p> <p>Последний пункт не является формоизменяющей операцией, но остается неотъемлемой частью штамповки деталей.</p>	
Виды брака	Вид брака	Причины
	Разрывы, утонение.	Несоответствующее качество проката, большое усилие прижима, задиры на рабочих частях, недостаточно смазки или не тот тип смазки.
	Гофры, недоштаповка	Недостаточное усилие прижима, возможно попадание чего-либо в полость штампа, износ рабочих частей.
	Задиры на отверстиях	Износ рабочих частей, отсутствие смазки.
	Отсутствие отверстий либо их смещение	Поломка рабочих частей, смещение креплений.

Операция10: Отрезка заготовок с подачей из рулона – производится на гильотинных ножницах;

Операция20: Вытяжка – производится на прессе К3034 усилием 2,5 МН, часовая производительность на единицу данного оборудования – 440 деталей;

Операция30: Обрезка 1-ая– производится на прессе К3034 усилием 2,5 МН, часовая производительность на единицу данного оборудования – 440 деталей;

Операция40: Правка– производится на прессе К3034 усилием 2,5 МН, часовая производительность на единицу данного оборудования – 440 деталей;

Операция50: Пробивка 1-ая – производится на прессе К3034 усилием 2,5 МН, часовая производительность на единицу данного оборудования – 440 деталей;

Операция60: Пробивка 2-ая пробивка – производится на прессе К3034 усилием 2,5 МН, часовая производительность на единицу данного оборудования – 440 деталей;

Операция70: Контроль.

## 1.2. Анализ технологичности детали

«Рассмотрев данный техпроцесс изготовления детали, проведем затем анализ технологичности самой детали.

Технологичность, согласно [8]», – это совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простое и экономическое изготовление деталей при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним.

«Технические и эксплуатационные требования задаются конструктором изделия и могут содержать

– соответствие конструкции назначению и условиям эксплуатации;

- обеспечение требуемой прочности и жесткости;
- обеспечение необходимой точности и взаимозаменяемости;
- соответствие специальным физическим, химическим или другим условиям.»

«К основным показателям технологичности штампуемых деталей относятся следующие:

- наибольший коэффициент использования металла;
- наименьшее количество и низкая трудоемкость операций;
- отсутствие последующей механической обработки;

Результативным показателем технологичности является себестоимость штампованных деталей. Поскольку структура и соотношение элементов себестоимости (материал, заработная плата, отчисления, налоги и так далее) зависят от серийности производства и его специфики, то понятие технологичности неразрывно связано с конкретным производством. Так, технологичная конструкция в условиях мелкосерийного производства может оказаться нетехнологичной в массовом производстве и наоборот [8]»

«Общие технологические требования к конструкции листовых штампованных деталей следующие:

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

так как в процессе пластической деформации происходит упрочнение металла, значительно повышаются его прочностные характеристики, то и в качестве исходного возможно применение материала более пластичного и менее прочного или меньшей толщины.

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 штамповсварных конструкций взамен литых, кованных и [1]» так далее.

«Уменьшение количества отдельных деталей в узле, за счет использования цельноштампованных деталей;

применение штамповсборочных операций: расклепка, отбортовка, высадка, загибка и т.п.;

соответствие допусков на размеры штампованных деталей экономической точности операций холодной штамповки (11...12 качества). В случае необходимости повышения точности вводятся дополнительные операции (чеканка, правка, калибровка, зачистка и т.п.).

К данной детали предъявляются следующие требования»

соответствие размеров детали чертежу;

малые упругие деформации

отсутствие дефектов;

технологичность конструкции.

Рассмотрим технологичность детали по каждой операции.

#### 1) Вырубка заготовки.

Необходимо избегать сложных конфигураций с узкими и длинными вырезами контура или очень близкими прорезями. В проектном техпроцессе заготовка имеет форму прямоугольника и нарезается на гильотинных ножницах, поэтому данное условие технологичности выполняется.

#### 2) Вытяжка.

Необходимо по возможности избегать весьма сложных и несимметричных форм вытягиваемых деталей, прибегая к ним лишь в случае явной конструктивной необходимости. Деталь проектируемого техпроцесса имеет достаточно сложную пространственную форму, что вызвано выполнением детали своей роли в конструкции автомобиля.

Необходимо избегать глубоких вытяжек с широким фланцем. Вытяжка в данной операции производится неглубоко и без фланца

### 3) Обрезка.

Обрезку необходимо производить таким образом, чтобы отходы могли свободно удалиться. Обрезка выполняется в два этапа: обрезка 1-ая и обрезка 2-ая, т.к. обрезать нужно по всему замкнутому контуру детали, а это возможно сделать только в несколько этапов.

### 4) Пробивка отверстий.

Наименьшие размеры пробиваемых отверстий должны быть: круглое –  $1,3 \cdot S = 1,3 \cdot 1,5 = 1,95$  мм; прямоугольное –  $1,0 \cdot S = 1,0 \cdot 1,5 = 1,5$  мм,

где  $S = 1,5$  мм – толщина материала.

В нашем случае данное условие технологичности выполняется: минимальный диаметр пробиваемого круглого отверстия равен 6,5 мм, прямоугольных отверстий нет в рассматриваемой детали.

Наименьшее расстояние от края отверстия до прямолинейного наружного контура должно быть не менее  $S$  для фигурных круглых отверстий и не менее  $1,5 \cdot S$ , если края отверстия параллельны контуру детали.

Минимальное расстояние от края детали до краев всех отверстий составляет 24 мм. Этот размер удовлетворяет требованию технологичности, так как минимально допустимая величина составляет  $1,5 \cdot S = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25$  мм.

В вытянутых деталях, имеющих отверстия в дне или фланце, пробиваемые после вытяжки, расстояние от стенки

детали до края отверстия должно быть  $c \geq r + 0,5S = 5 + 0,5 \cdot 1,5 = 5,75 \text{ мм}$ , где  $r$  – радиус закругление дна или фланца.  $c = 5,75 \text{ мм} \geq 7 \text{ мм}$  – условие выполняется.

Наименьшее расстояние между отверстиями при одновременной их пробивке должно быть равно

$$b = (2 \div 3) \cdot S,$$

где  $S$  – толщина металла;

$B$  – расстояние между отверстиями.

$$B = 3 \cdot 1,5 \text{ мм} = 4,5 \text{ мм} < 45 \text{ мм}.$$

Расстояние между отверстиями удовлетворяет требованиям технологичности.

Данная деталь удовлетворяет всем условиям технологичности и имеет сравнительно простую пространственную форму.

### 1.3. Выявление недостатков существующего технологического процесса

Объект — технологический процесс изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери».

Таблица 1.1 - Критический анализ объекта и предложения по его усовершенствованию

Элементы объекта	Недостатки элементов	Что нужно сделать для устранения недостатков
Резка заготовок осуществляется вручную из листов на гильотинных ножницах	Необходимость применения ручного труда	Подобрать другую позицию металла для исключения ручной резки, при необходимости спроектировать вырубной штамп
Доставка нарезанных заготовок в таре к прессам..	Необходимость транспортировки заготовок с заготовительного участка на штамповочный участок	Автоматизировать процесс транспортировки заготовок от заготовительного участка непосредственно на штамповочный участок

Штамповка правого и левого усилителей на разных потоках штампов	Нерациональное использование оборудования и инструментов	Осуществлять спаренную штамповку правого и левого усилителей, спроектировать штампы для спаренной штамповки
Ручная закладка рабочим в палету («Магазин») заготовок, которые затем поступают в <u>листоагрегат</u>	Необходимость применения ручного труда	Автоматизировать процесс закладки заготовок или оснастить пресс-автомат средствами автоматизации для штамповки из рулона

Выполнение каждой операции тех.процесса на отдельном прессе	Большие затраты на основную заработную плату рабочим Высокая трудоемкость изготовления продукции Большие производственные площади, ввиду использования нескольких отдельных прессов	Выполнение всего технологического процесса на одном прессе, что позволит сократить число рабочих и, как следствие – затраты на их заработную плату, снизит трудоемкость изготовления детали и сократит производственные мощности.
Низкий уровень автоматизации протекания технологического процесса	Небезопасные условия работы, так как отсутствуют системы автоматизации низкая производительность, так как используется ручная штамповка без применения средств автоматизации	Применение средств автоматизации и механизации

#### 1.4. Задачи выпускной квалификационной работы

Выявленные недостатки рассмотренного технологического процесса позволяют сформулировать задачи работы:

1. Разработка нового (усовершенствованного) технологического процесса.
2. Выбор оборудования для нового технологического процесса, которое позволяет использовать системы автоматизации и выполнять все операции техпроцесса на данном оборудовании.
3. Разработка конструкции штамповой оснастки, которая будет использоваться на выбранном оборудовании.
4. Достижение экономической эффективности нового технологического процесса перед базовым техпроцессом.
5. Разработка мероприятий по безопасности условий труда на производственном участке.

## 2. Разработка технологического процесса изготовления детали

### 2.1. Схема предлагаемого технологического процесса

Для изготовления данной детали основной формообразующей операцией могла бы быть операция гибки. Но этом случае мы не получим достаточную степень деформации. Поэтому главной формообразующей операцией для изготовления данной детали будет являться операция вытяжки.

Предлагаемый технологический процесс состоит из шести операций:

- 1) Операция 10 «Резка заготовок»: заготовки нарезаются из ленты толщиной 1,5 мм сталь 0,8Ю.
- 2) Операция 20<sup>1</sup> «Вытяжка».
- 3) Операция 20<sup>2</sup> «Обрезка 1-ая».

Обрезка выполняется в два этапа. Такая необходимость появляется ввиду того, что все операции (кроме резки заготовок) предполагается выполнять на многопозиционном прессе-автомате. Осуществляя обрезку в одну операцию, могут возникнуть проблемы с удалением отходов. Поэтому в 1-ой обрезке сначала отрезаются участки с полой поверхностью с двух сторон детали, чтобы отходы имели возможность скатиться по разные стороны штампа, также еще отрезается часть цилиндрической поверхности. А на 2-ой обрезке – все остальное.

- 4) Операция 20<sup>3</sup> «Обрезка 2-ая».

- 5) Операция 20<sup>4</sup> «Правка».
- 6) Операция 20<sup>5</sup> «Пробивка».

Резка заготовок осуществляется на гильотинных ножницах.

Для достижения хорошей производительности желательно последующие операции выполнять на автоматической линии, работающей совместно с системой автоматизации. Наилучшим вариантом будет использование многопозиционного прессы-автомата с автоматизированной системой подачи заготовок (листозагрузчик), передачей полуфабрикатов с позиции на позицию (грейферные линейки).

При использовании такого современного оборудования удастся сократить количество рабочих на изготовление данной детали, понизить травмоопасность, уменьшить количество занимаемой оборудованием площади, повысить точность штамповки, снизить время на изготовление единицы продукции.

## 2.2. Построение вытяжного перехода

«Существует несколько способов разработки вытяжных переходов:

- построение вытяжных переходов по гипсовой модели матрицы вытяжного штампа;
- построение вытяжных переходов по чертежу детали;
- построение вытяжных переходов по образцу детали, изготовленной в экспериментальном цехе;
- построение вытяжных переходов по математической модели детали

Вытяжные переходы разрабатывают в следующей последовательности:

1. выбирают способ разработки вытяжного перехода;
2. находят правильное положение детали в штампе;
3. отрабатывают форму детали в штампе;
4. определяют величину и положение технологических припусков;
5. определяют необходимость технологических вырезов, их число, место расположения и размеры;
6. отрабатывают прижимную поверхность вытяжки;

7. выбирают форму тормозных элементов, их число и место расположения;
8. выбирают способ фиксации вытяжного перехода в штампе на обрезной и других операциях [8]».

### 2.2.1. Выбор правильного положения детали в штампе

Пуансон должен свободно входить и выходить из матрицы, т.е. в форме детали не должно быть местных поднутрений. Если такое поднутрение есть в детали, то деталь в штампе необходимо развернуть так, чтобы ликвидировать это поднутрение. Деталь, для которой разрабатывается технологический процесс, не имеет таких поднутрений.

Глубина вытяжки должна быть минимальной и равномерной.

В существующем варианте были неравномерные течения металла в сечении в широкой и узкой частях, т.е. в сечении А-А глубина вытяжки на одной половине значительно больше, а на другой – меньше. Поэтому для набора металла в глубину в узкой части был заложен излишний запас плоской заготовки, чтобы обеспечить достаточное усилие прижима.

В проектном варианте для более равномерного течения металла была уравнена глубина вытяжки в сечении А-А. Это создало сопоставимые по деформации растяжения материала.

Металл в начальный момент времени вытяжки должен иметь наибольшую поверхность соприкосновения с пуансоном. Лучше, если поверхность пуансона заканчивается горизонтальной площадкой. Чем меньше поверхность соприкосновения, тем больше вероятность разрывов при вытяжке.

Течение металла из-под прижима должно быть равномерным для различных участков перехода. Этого добиваются изменением положения детали в штампе или конструкции. Что и было сделано при построении вытяжного перехода для нового техпроцесса.

Если на одном участке из-под прижима будет вытягиваться меньше металла, чем необходимо, а на противоположном – больше, то металл будет протягиваться через гребень пуансона, что снижает качество поверхности.

Для устранения этого недостатка деталь расположили под углом 20 градусов с линией горизонта, благодаря чему условие вытягивания заготовки из-под прижима выравнивается (рисунке - . 2.1).

### 2.2.2. Технологическая обработка формы детали в штампе

Форма вытяжного перехода должна, как правило, воспроизводить окончательную форму детали. Если форма детали недостаточно технологична для операции вытяжки, а возможности улучшения технологичности изменением конструкции детали уже исчерпаны, то производят конструктивные изменения самого вытяжного перехода с последующим их исключением на остальных технологических операциях. Форма вытяжного перехода должна допускать все последующие операции.

Для улучшения технологичности вытяжного перехода необходимо выполнить следующее:

- привести резкие переходы в форме детали к более плавным и увеличить малые закругления выштамповок и фланцев;

- развернуть поднутренные фланцы до положений, при которых возможно их формообразование;

- закрывать в вытяжном переходе открытые проёмы окон и выемки детали.

Вытяжные переходы с указанными отступлениями от основных форм готовых деталей доштамповывают в формовочных, отбортовочных, обрезных и других штампах.

Такое сечение детали не возможно было бы получить вытяжкой, не достроив ее. Сечения детали представлены на рисунке - 2.2.

### 2.2.3. Определение величины и расположения технологических припусков

Нельзя получить высококачественный вытяжной переход кузовной детали без технологических припусков. С другой стороны, большие технологические припуски увеличивают расход металла.

Величина и расположение технологических припусков определяются:

- условиями обтяжки пуансона заготовкой в процессе вытяжки;
- формой и расположением прижимной поверхности;
- условиями выполнения последующих обрезающих операций.

Возможные варианты технологических припусков:

- линия обрезки проходит по линии поверхности детали (рисунке - 2.3);
- линия обрезки проходит по поверхности боковых стенок;
- линия обрезки проходит по фланцу.

Мы спроектировали вытяжной переход таким образом, чтобы линия обрезки проходила по поверхности детали.

Длина технологического припуска складывается из длин следующих элементов:

- пояса  $K$ , являющегося продолжением лицевой поверхности детали;
- перетяжных закруглений  $R_n$  пуансона и  $R_m$  матрицы;
- боковой стенки  $M$ ;
- фланца вытяжного перехода  $N$ .

Пояс  $K$  предохраняет поверхность детали от нарушения формы, в результате изменения радиуса  $R_n$  в процессе наладки штампа.

Величина  $K$  может определяться прочностью детали обрезающего штампа. Не следует брать  $K$  меньше 5 мм. Размер радиуса пуансона  $R_n$  принимают равным 3-10 мм.

Размер боковой стенки матрицы  $M$  колеблется в больших пределах и определяется следующими факторами:

- глубиной и формой детали;
- фиксацией вытяжного перехода в обрезающем штампе;
- формой прижимной поверхности;

прочностью рабочих частей обрезающего штампа;  
необходимостью максимального увеличения обтяжки пуансона  
заготовкой.

Перетяжной радиус матрицы  $R_m$  выбирают в зависимости от глубины  
вытяжки.

Ширина фланца  $N$  зависит от формы детали и интенсивности торможения  
фланца, а также от конструкции перетяжных элементов. Окончательный размер  
 $N$  определяется во время наладки штампа.

Радиус  $R_m$  принимают по чертежу детали, но не менее 3-х мм на  
прямолинейных участках и в 1,5 раза больше на угловых.

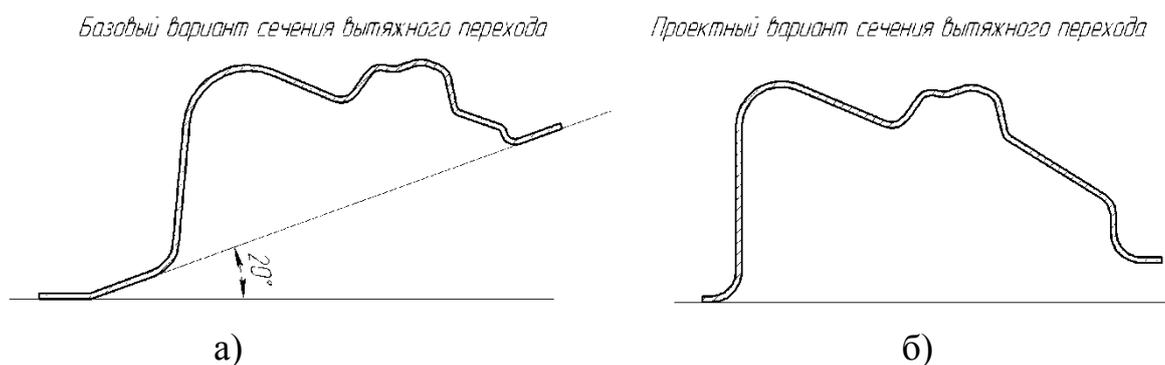


Рисунок - 2.1 Положение изделия при вытяжке:

а) в существующем техпроцессе; б) в проектном техпроцессе

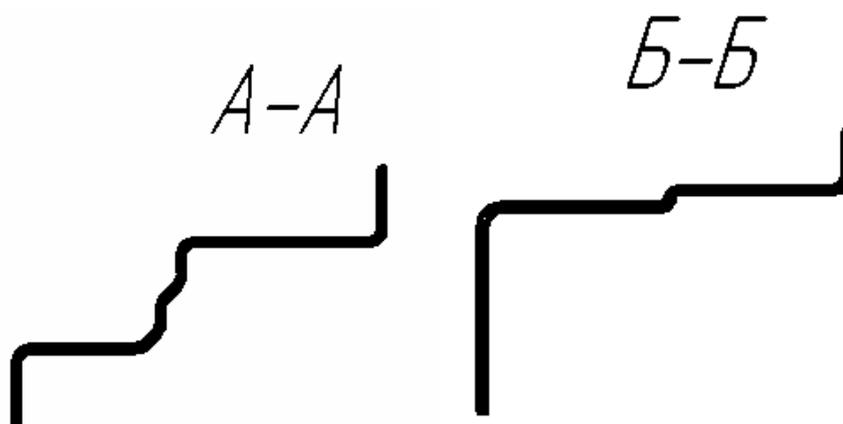


Рисунок - . 2.2 Сечения детали

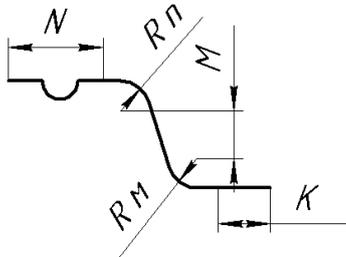


Рисунок - 2.3 Длина технологического припуска

#### 2.2.4. Форма и расположение технологических вырезов и надрезов

Вытяжка облицовочных деталей осуществляется в основном за счёт местного растяжения металла. Если это возможно, то выштамповку вытягивают на неполную глубину, затем в дне вырезают одно или несколько окон, делающих возможным перетягивание металла из дна в стенку выштамповки и продолжают вытяжку до необходимой глубины.

Технологические окна следует располагать вблизи напряжённых участков: скругления углов. Если вырезка производится во время вытяжки, то удалить отход трудно, поэтому предпочтительнее надрезки.

У нас нет возможности применения этого приема, так как в конструкции детали не предусмотрены «окна», где можно выполнить такие технологические надрезы или вырезы, удалив их в последствии, вырезав «окна».

#### 2.2.5. Выбор формы тормозных элементов, их число и месторасположение

Условие вытяжных операций сложных кузовных деталей улучшается при увеличении торможения течения металла заготовки из-под прижимного кольца. Методы увеличения торможения основаны на следующем:

- 1) общем и местном увеличении давления прижима;
- 2) увеличении площади металла под прижимом;
- 3) увеличении глубины вытяжки;
- 4) введении в конструкцию штампа тормозных ребер и порогов.

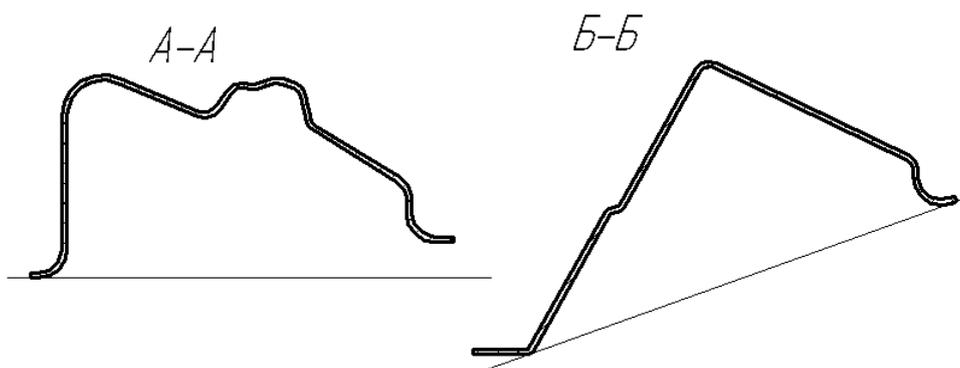
При конструировании вытяжного перехода применяли третий метод: увеличение глубины вытяжки.

#### 2.2.6. Проем матрицы вытяжного перехода

Разработка формы проёма матрицы является одной из основных задач при построении вытяжного перехода. Общепринятая форма проёмов матриц в своём большинстве для облицовочных деталей кузова разнообразием не отличается. В основном форма проёма идентична упрощенному контуру детали и представляет собой, как правило, прямоугольную, трапециевидальную форму или близкую к ней.

Полученный проем матрицы – контур вытяжного перехода представлен на рис. 2.12.

Проделав все вышесказанное, учтя все условия, построили вытяжной переход. Поперечные сечения его представлены на рисунке - 2.4



## Рисунок - . 2.4 Сечения построенного вытяжного перехода

### 2.3. Определение формы и размеров исходной заготовки

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

Основным правилом для определения размеров заготовок при вытяжке является равенство объемов заготовки и готовой детали, так как в процессе пластической деформации объем металла остается постоянным.» Расчет сводится к определению положения и длины нейтрального слоя в зависимости от относительного радиуса изгиба  $r/S$ .

В данном случае мы будем рассчитывать размеры заготовки по максимальным сечениям. Мы имеем два поперечных сечения и одно продольное.

Рассмотрим поперечное сечение А-А (рис. 2.6).

Длина этого сечения считается следующим образом:

$$L_{\text{поперА-А}} = L_1 + l_{n1} + L_2 + l_{n2} + L_3 + l_{n3} + L_4 + l_{n4} + L_5 + l_{n5} + L_6 + l_{n6} + L_7,$$

где  $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7$  – длины прямолинейных участков;

$l_{n1}, l_{n2}, l_{n3}, l_{n4}, l_{n5}, l_{n6}$  – длины нейтрального слоя угловых закруглений.

Длина нейтрального слоя угловых закруглений  $l_{ni}$  зависит от толщины материала и радиуса гибки. В зависимости от этих параметров в случае для гибки под углом  $90^\circ$  значение  $l_{ni}$  принимаем по таблице 22 [8]. Для нахождения длины нейтрального слоя для других углов гибки, найденные из табл. 22, следует умножить на отношение  $\varphi/90$  (где  $\varphi$  – требуемый угол гибки, град.).

Подставив значения длин участков, посчитаем длину поперечного сечения заготовки:

$$L_{\text{попер}A-A} = 17+3,35+25,5+13,1+3,26+3,35 \cdot \frac{135}{90} + 4,51+5,78 \cdot \frac{135}{90}$$

+5,76+3,35+44+5,78+15=154,3 мм.

Рассмотрим поперечное сечение Б-Б (рис. 2.7).

Длина этого сечения считается следующим образом:

$$L_{\text{попер}Б-Б} = L_1 + l_{n1} + L_2 + l_{n2} + L_3 + l_{n3} + L_4 + l_{n4},$$

где  $L_1, L_2, L_3, L_4$  – длины прямолинейных участков;

$l_{n1}, l_{n2}, l_{n3}, l_{n4}$  – длины нейтрального слоя угловых закруглений.

Значения  $l_{ni}$  находятся по тому принципу, что и в предыдущем расчете.

Подставляя значения, получаем:

$$L_{\text{попер}Б-Б} = 45+8,97+38+4,17+1,63+37+5,78+11=151,55 \text{ мм.}$$

Основной формообразующей операцией для изготовления данной детали является вытяжка. Поэтому необходимо достроить нашу деталь до вытяжного перехода, прибавив к полученным значениям величину технологических припусков. Округлив полученное значение до целого, получаем длину поперечного сечения заготовки – 210 мм.

Рассмотрим продольное сечение (рис. 2.8).

$$L_{\text{прод}} = L_1 + l_{n1} + L_2 + l_{n2} + L_3 + l_{n3} + L_4 + l_{n4} + L_5 + l_{n5} + L_6 + l_{n6} + L_7 + l_{n7} + L_8 + l_{n8} + L_9 + l_{n9} + L_{10} + l_{n10} + L_{11} + l_{n11} + L_{12},$$

где  $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7, L_8, L_9, L_{10}, L_{11}, L_{12}$  – длины прямолинейных участков;

$l_{n1}, l_{n2}, l_{n3}, l_{n4}, l_{n5}, l_{n6}, l_{n7}, l_{n8}, l_{n9}, l_{n10}, l_{n11}, l_{n12}$  – длины нейтрального слоя угловых закруглений.

$$L_{\text{прод}} = 161,16 + \frac{26}{90} \cdot 23,13 + 354,51 + 2,05 + 66,78 + 2,22 + 37,44 + 4,87 + 27,11 + 4,5 + 40,18 +$$

$$\frac{26}{90} \cdot 16,84 + 2,86 + 13,69 \cdot \frac{30}{90} + 11,87 + 0,74 = 726 \text{ мм.}$$

В продольном сечении также необходимо достроить деталь до вытяжного перехода, поэтому увеличим  $L_{\text{прод}}$  до 800 мм.

Исходная заготовка имеет прямоугольную форму. Размеры исходной заготовки показаны на рисунке - 2.9.

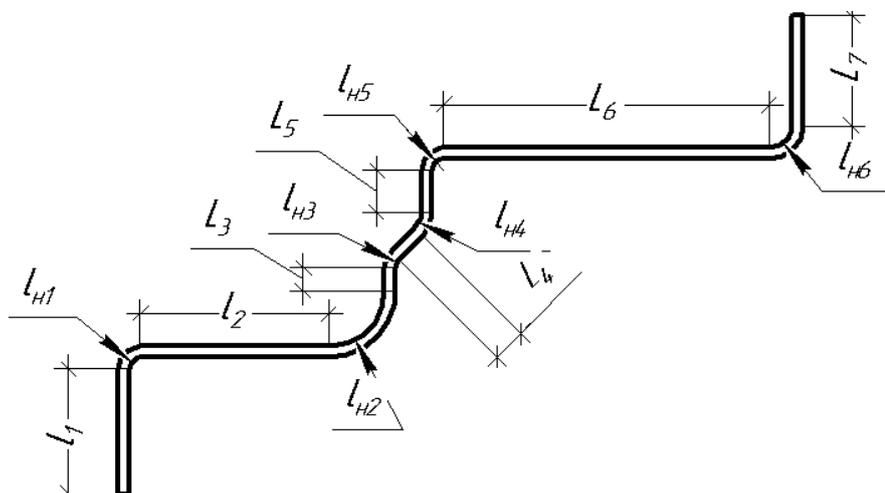


Рисунок - . 2.6 Поперечное сечение детали А-А

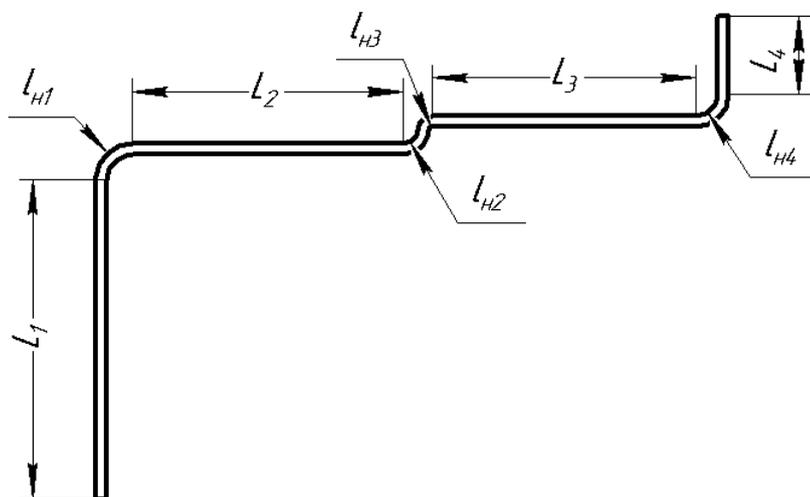


Рисунок - 2.7 Поперечное сечение детали Б-Б

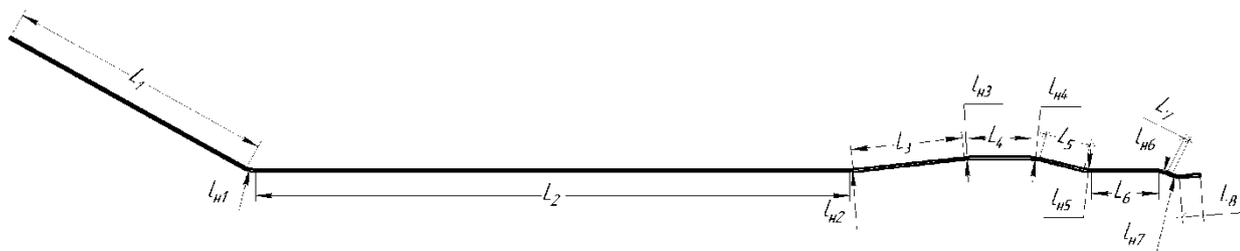


Рисунок - 2.8 Продольное сечение детали

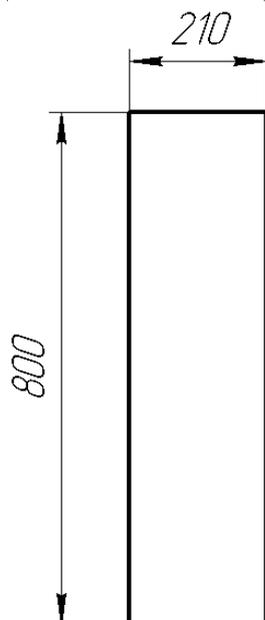


Рисунок - . 2.9 Форма и размеры заготовки

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

В качестве исходного материала используется рулон, материал – сталь 08Ю толщиной 1,5 мм.

Резка заготовки осуществляется на гильотинных ножницах Н3218П.

В базовом варианте технологического процесса из рулона шириной  $B = 800$  мм получались заготовки (карточки) размером  $800 \times 240$  мм. Тип раскроя – прямой однорядный (рисунке - 2.10).

В предлагаемом варианте используется рулон с такой же шириной  $B = 800$  мм, из которого вырубает тоже прямоугольные заготовки размером  $800 \times 210$  мм. Тип раскроя – прямой однорядный (рисунке - 2.11).

Проведем расчет коэффициента использования материала (КИМ) для обоих вариантов с целью определения выгодности предлагаемого варианта.

#### 2.4.1 Определение КИМ по существующей технологии

Вначале определяем массу заготовки.

$$M_{заг} = V \cdot \rho,$$

где  $V = H \cdot B \cdot S$  – объем заготовки,  $\text{мм}^3$ ;

( $H = 240$  мм;  $B = 800$  мм;  $S = 1,5$  мм);

$\rho$  – плотность материала,  $\text{г/см}^3$  (для стали  $\rho = 7,8$   $\text{г/см}^3$ ).

$$M_{заг} = 240 \cdot 800 \cdot 1,5 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 2,246 \text{ кг.}$$

Масса детали известна из чертежа:  $M_{дет} = 1,1$  кг.

Находим КИМ как отношение масс:

$$\text{КИМ} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{1,1}{2,246} = 48,98 \text{ \%}.$$

#### 2.4.2 Определение КИМ по предлагаемой технологии

Вначале определяем массу прямоугольной заготовки.

$$M_{заг} = V \cdot \rho,$$

где  $V = H \cdot B \cdot S$  ( $H = 210$  мм;  $B = 800$  мм;  $S = 1,5$  мм);  $\rho = 7,8$   $\text{г/см}^3$ .

$$M_{заг} = 210 \cdot 800 \cdot 1,5 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 1,965 \text{ кг.}$$

Масса детали известна из чертежа  $M_{дет} = 1,1$  кг.

Находим КИМ как отношение масс:

$$\text{КИМ} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{1,1}{1,965} = 55,98 \text{ \%}.$$

Делаем вывод о том, что предлагаемый вариант технологического процесса имеет немного большее значение КИМ. Что свидетельствует о более рациональном использовании материала в проектном техпроцессе. Это достигается уменьшением ширины заготовки на 30 мм. А заготовка уменьшается вследствие изменения параметров вытяжки: увеличивается угол наклона заготовки на данной операции.

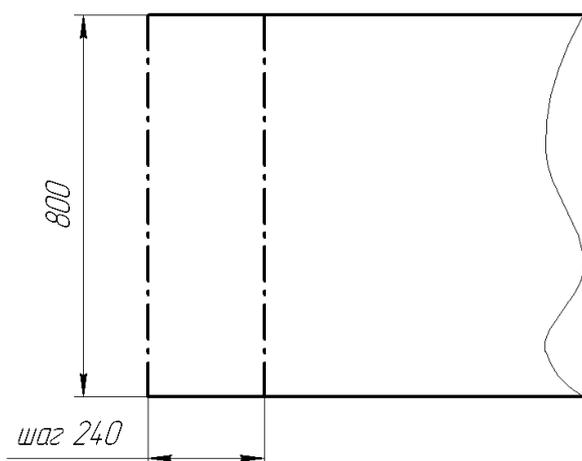


Рисунок - 2.10 Раскрой и размеры заготовок в существующем варианте

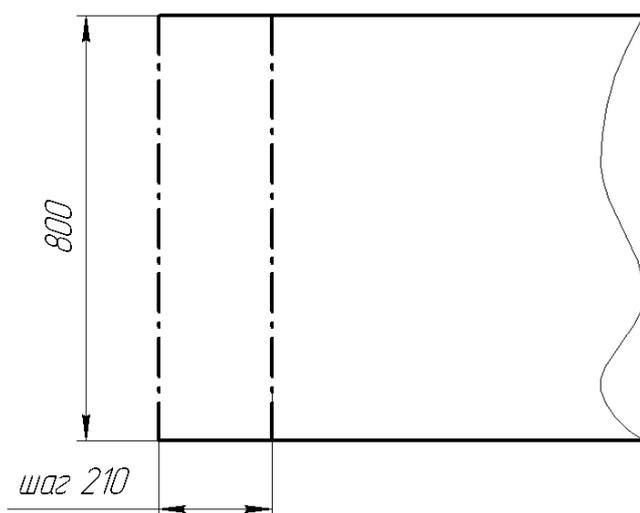


Рисунок - 2.11 Раскрой и размеры заготовок в проектном варианте

Достроенный вытяжной переход будет считаться низкой прямоугольной коробчатой деталью. Поэтому данные для технологических расчетов будем брать по такому типу детали.

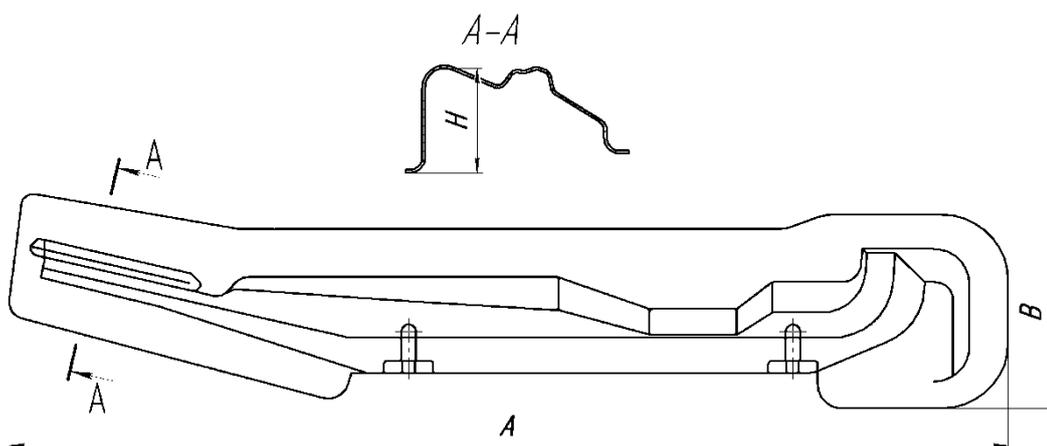


Рисунок - 2.12 Вытяжной переход

## 2.5. Определение энергосиловых параметров штамповки

Рассмотрим усилия каждой операции в отдельности.

### 2.5.1 Расчет энергосиловых параметров резки заготовок

Предварительной операцией является резка заготовок.

1) Усилие для этой операции будем считать по следующей формуле:

$$P_{обр2} = L \cdot S \cdot \sigma_{ср},$$

где  $L = \sum L_i = 210$  мм – длина отрезаемого контура;

$S = 1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_{ср} = 28$  кгс/мм<sup>2</sup> – сопротивление срезу.

Подставляя данные значения в формулу, получаем искомое усилие обрезки:

$$P_p = 210 \cdot 1,5 \cdot 28 = 8820 \text{ кгс} = 8,82 \text{ тс} = 0,0882 \text{ МН}.$$

2) «Работа резания при резке инструментом с параллельными режущими кромками:

$$A_p = x \cdot \frac{P_p \cdot S}{1000},$$

где  $x=0,63$  – коэффициент, определяемый по табл. 7 [8]»;

$P_p = 0,0882$  МН – усилие резки заготовок;

$S=1,5$  мм – толщина материала.

Подставляя значения, получим работу операции обрезка 1-ая:

$$A_p = 0,63 \cdot \frac{0,0882 \cdot 1,5}{1000} = 83 \text{ Дж.}$$

## 2.5.2 Расчет энергосиловых параметров операции вытяжки

- 1) Из табл. 72 [8] выбираем формулу для вытяжки в одну операцию низкой прямоугольной коробки (см. рис. 2.12):

$$P_{\text{выт}} = L \cdot S \cdot \sigma_p,$$

где  $L = \sum L_i = 1852,22$  мм – длина вытяжного контура (рис. 2.13);

$S=1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_p = \sigma_s \cdot (1 + \delta_s) = 48,62$  кгс/мм<sup>2</sup> – разрушающее напряжение в опасном

сечении;

$\sigma_s = 34$  кгс/мм<sup>2</sup> – предел прочности материала;

$\delta_s = 43\%$  - относительное удлинение.

Подставляя данные значения, определим усилие вытяжки:

$$P_{\text{выт}} = 1852,22 \cdot 1,5 \cdot 48,62 = 135,08 \text{ тс} = 1,351 \text{ МН.}$$

- 2) Далее находим усилие прижима. Усилие прижима для вытяжки деталей любой формы (в общем виде) находится по следующей формуле (стр. 174 [8]):

$$P_{\text{прижим}} = F \cdot q,$$

где  $F = 68237,3$  мм<sup>2</sup> – площадь заготовки под прижимом;

$q = 0,25$  кгс/мм<sup>2</sup> – давление прижима.

Считаем усилие прижима:

$$P_{\text{прижим}} = 68237,3 \cdot 0,25 = 17,06 \text{ тс} = 0,171 \text{ МН,}$$

- 3) Суммарное усилие вытяжки:

$$P_{\Sigma \text{выт}} = P_{\text{выт}} + P_{\text{прижим}}$$

$$P_{\Sigma \text{выт}} = 1,351 + 0,171 = 1,522 \text{ МН.}$$

4) Определим работу прессы, затрачиваемую на операцию вытяжки:

$$A_{\text{выт}} = C \cdot \frac{P_{\Sigma \text{выт}} \cdot H}{1000},$$

где  $C = 0,6 \dots 0,8$  – коэффициент по опытным данным, принимаем  $C = 0,7$ ;

$P_{\Sigma \text{выт}} = 1,522 \text{ МН}$  – полное усилие вытяжки;

$H = 60 \text{ мм}$  – глубина вытяжки.

Получаем работу прессы, затрачиваемую на операцию вытяжки:

$$A_{\text{выт}} = 0,7 \cdot \frac{1,522 \cdot 60}{1000} = 63924 \text{ Дж} = 63,92 \text{ кДж.}$$

### 2.5.3. Расчет энергосиловых параметров операции 1-ой обрезки

На второй операции осуществляется обрезка части контура детали.

1) Усилие для этой операции будем считать по следующей формуле:

$$P_{\text{обр1}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}},$$

где  $L = \sum L_i = 947,5 \text{ мм}$  – длина обрезаемого контура (рис. 2.14);

$S = 1,5 \text{ мм}$  – толщина материала;

$\sigma_{\text{ср}} = 29 \text{ кгс/мм}^2$  – сопротивление срезу.

Подставляя данные значения в формулу, получаем искомое усилие обрезки:

$$P_{\text{обр1}} = 947,5 \cdot 1,5 \cdot 29 = 41,22 \text{ тс} = 0,412 \text{ МН.}$$

2) Определим усилие снятия:

$$P_{\text{СН.обр1}} = k_{\text{СН}} \cdot P_{\text{обр1}},$$

где  $k_{\text{СН}} = 0,12$  – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, табл. 6 [8];

$P_{\text{обр1}} = 0,412 \text{ МН}$  – усилие обрезки.

$$P_{\text{СН.обр1}} = 0,12 \cdot 0,412 = 0,049 \text{ МН.}$$

3) Определим усилие проталкивания:

$$P_{\text{ПП.обр1}} = k_{\text{ПП}} \cdot P_{\text{обр1}} \cdot n,$$

где  $k_{\text{ПП}}=0,1$  – коэффициент, устанавливающий соотношение между  $P_{\text{ПП}}$  и  $P$ , при вырубке на провал, стр. 21 [8];

$$P_{\text{обр1}}=0,344 \text{ МН} – \text{усилие обрезки};$$

$n=7$  – количество деталей, находящихся в шейке матрицы.

$$P_{\text{ПП.обр1}} = 0,1 \cdot 0,412 \cdot 7 = 0,289 \text{ МН}.$$

4) Тогда суммарное усилие операции 1-ой обрезки:

$$P_{\Sigma \text{обр1}} = P_{\text{обр1}} + P_{\text{СН.обр1}} + P_{\text{ПП.обр1}},$$

$$P_{\Sigma \text{обр1}} = 0,412 + 0,049 + 0,289 = 0,75 \text{ МН}.$$

5) Работа резания при резке инструментом с параллельными режущими кромками:

$$A_{\text{обр1}} = x \cdot \frac{P_{\Sigma \text{обр1}} \cdot S}{1000},$$

где  $x=0,63$  – коэффициент, определяемый по табл. 7 [1];

$$P_{\Sigma \text{обр1}} = 0,75 \text{ МН} – \text{полное усилие обрезки 1-ой};$$

$S=1,5$  мм – толщина материала.

Подставляя значения, получим работу операции обрезка 1-ая:

$$A_{\text{обр1}} = 0,63 \cdot \frac{0,75 \cdot 1,5}{1000} = 700 \text{ Дж}.$$

#### 2.5.4. Расчет энергосиловых параметров операции 2-ой обрезки

На третьей операции осуществляется обрезка оставшейся части контура детали.

1) Усилие для этой операции будем считать по следующей формуле:

$$P_{\text{обр2}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}},$$

где  $L = \sum L_i = 1104$  мм – длина обрезаемого контура (рис. 2.15);

$S=1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_{\text{ср}}=29$  кгс/мм<sup>2</sup> – сопротивление срезу.

Подставляя данные значения в формулу, получаем искомое усилие обрезки:

$$P_{обр2} = 1104 \cdot 1,5 \cdot 29 = 48,024 \text{ тс} = 0,48 \text{ МН.}$$

2) «Определим усилие снятия:

$$P_{CH.обр2} = k_{CH} \cdot P_{обр2},$$

где  $k_{CH} = 0,12$  – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, табл. 6 [8]»;

$$P_{обр2} = 0,48 \text{ МН} – \text{усилие обрезки.}$$

$$P_{CH.обр2} = 0,12 \cdot 0,48 = 0,058 \text{ МН.}$$

3) «Определим усилие проталкивания:

$$P_{IP.обр2} = k_{IP} \cdot P_{обр2} \cdot n,$$

где  $k_{IP} = 0,1$  – коэффициент, устанавливающий соотношение между  $P_{IP}$  и  $P$ , при вырубке на провал, стр. 21 [8]»;

$$P_{обр2} = 0,48 \text{ МН} – \text{усилие обрезки;}$$

$n = 7$  – количество деталей, находящихся в шейке матрицы.

$$P_{IP.обр2} = 0,1 \cdot 0,48 \cdot 7 = 0,336 \text{ МН.}$$

4) Тогда суммарное усилие операции 2-ой обрезки:

$$P_{\Sigmaобр2} = P_{обр2} + P_{CH.обр2} + P_{IP.обр2},$$

$$P_{\Sigmaобр2} = 0,48 + 0,058 + 0,336 = 0,874 \text{ МН.}$$

5) «Работа резания при резке инструментом с параллельными режущими кромками:

$$A_{обр2} = x \cdot \frac{P_{\Sigmaобр2} \cdot S}{1000},$$

где  $x = 0,63$  – коэффициент, определяемый по табл. 7 [1]»;

$$P_{\Sigmaобр2} = 0,874 \text{ МН} – \text{полное усилие обрезки 2-ой;}$$

$$S = 1,5 \text{ мм} – \text{толщина материала.}$$

Подставляя значения, получим работу операции обрезка 2-ая:

$$A_{обр2} = 0,63 \cdot \frac{0,874 \cdot 1,5}{1000} = 826 \text{ Дж.}$$

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

#### 2.5.5. Расчет энергосиловых параметров операции правки

На четвертой операции осуществляется правка – догибка фланца.

Контур в плане этой операции представлен на рисунке - 2.16.

Расчет усилия данной операции будем выполнять по формулам для расчета усилия гибки.

1) «Формула для расчета следующая, таблица - 23 [8]»:

$$P_g = 1,25 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_g \cdot k_2,$$

где  $B = \sum L_i = 758,1$  мм – длина контура, который подвергается правке (рис. 2.5.4);

« $S = 1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_g = 34$  кгс/мм<sup>2</sup> – предел прочности материала;

$k_2 = 0,255$  – коэффициент для гибки, приведенный в таблица - 25 [1]».

Подставляем найденные значения и получаем усилие правки:

$$P_g = 1,25 \cdot 758,1 \cdot 1,5 \cdot 34 \cdot 0,255 = 12,32 \text{ тс} = 0,123 \text{ МН}.$$

2) Определим усилие правки штампами:

$$P_{np} = p \cdot F,$$

где  $p = 10$  кгс/мм<sup>2</sup> – давление;

$F = 188868$  мм<sup>2</sup> – поверхность детали.

Считаем усилие правки:

$$P_{np} = 10 \cdot 188868 = 188,7 \text{ тс} = 1,89 \text{ МН}.$$

3) Суммарное усилие правки:

$$P_{\Sigma \text{правка}} = P_g + P_{np},$$

$$P_{\Sigma \text{правка}} = 0,123 + 1,89 = 2,013 \text{ МН}$$

4) Определим работу пресса, затрачиваемую на выполнение операции правки:

$$A_{np} = C \cdot \frac{P_{\Sigma \text{правка}} \cdot H}{1000},$$

где  $C=0,6 \dots 0,8$  – коэффициент по опытным данным, принимаем  $C=0,7$ ;

$P_{\Sigma \text{правка}} = 2,013$  МН – полное усилие вытяжки;

$H = 70$  мм – глубина гибки.

Подставляя полученные значения, получаем:

$$A_{np} = 0,7 \cdot \frac{2,013 \cdot 40}{1000} = 56,4 \text{ кДж.}$$

### 2.5.6 Расчет энергосиловых параметров операции пробивки

На пятой операции осуществляется пробивка всех отверстий.

Расчет будем вести по уже рассмотренной ранее методике.

1) Усилие для этой операции будем считать по следующей формуле:

$$P_{проб} = L \cdot S \cdot \sigma_{ср},$$

где  $L = \sum L_i = 247,64$  мм – общая длина пробиваемого контура (Рисунок - .

2.17);

$S = 1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_{ср} = 29$  кгс / мм<sup>2</sup> – сопротивление срезу.

Контур вытяжного перехода и его размеры

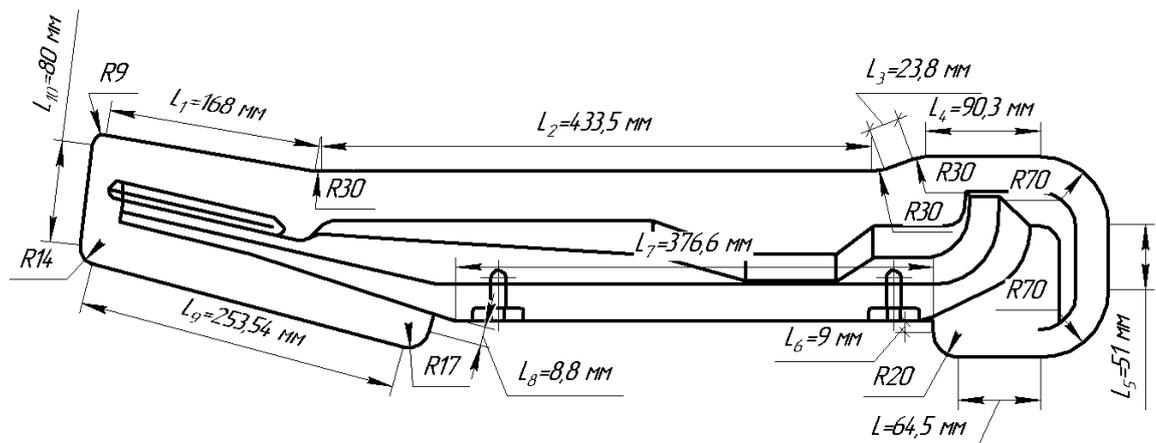


Рисунок - 2.13

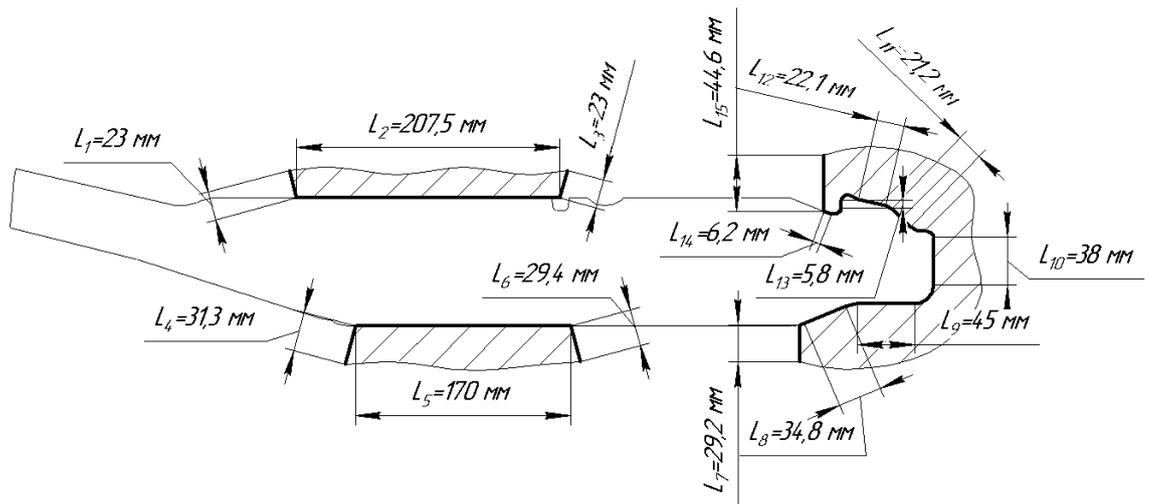


Рисунок - 2.14 Контур операции 1-ая обрезка и его размера

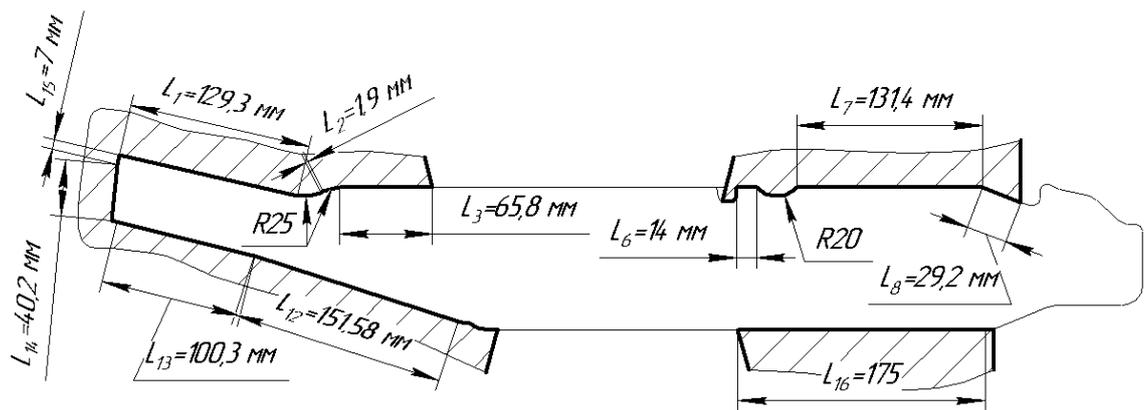


Рисунок - 2.15 Контур операции 2-ая обрезка и его размеры

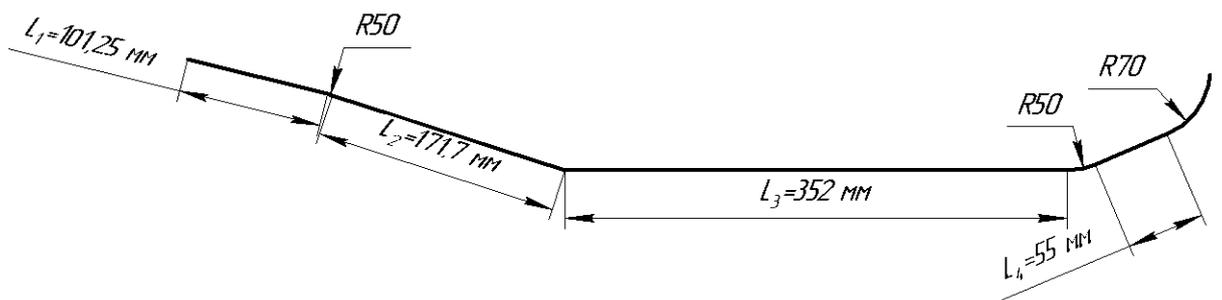


Рисунок - 2.16 Контур операции правка и его размеры

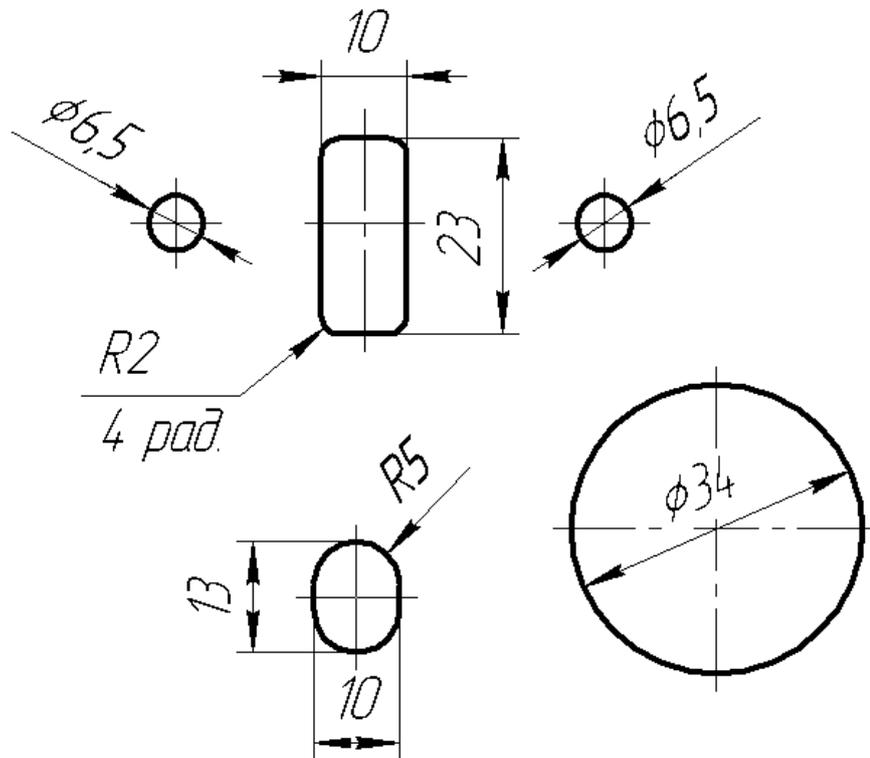


Рисунок - 2.17 Контур операции пробивка и его размеры

Подставляя данные значения в формулу, получаем искомое усилие пробивки:

$$P_{\text{проб}} = 247,64 \cdot 1,5 \cdot 29 = 10,88 \text{ тс} = 0,109 \text{ МН.}$$

2) «Определим усилие снятия:

$$P_{\text{сн.проб}} = k_{\text{сн}} \cdot P_{\text{проб}},$$

где  $k_{\text{сн}} = 0,12$  – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, табл. 6 [8]»;

$$P_{\text{проб}} = 0,109 \text{ МН} \text{ – усилие обрезки.}$$

$$P_{\text{сн.проб}} = 0,12 \cdot 0,109 = 0,0131 \text{ МН.}$$

3) «Определим усилие проталкивания:

$$P_{ПР.проб} = k_{ПР} \cdot P_{проб} \cdot n,$$

где  $k_{ПР}=0,1$  – коэффициент, устанавливающий соотношение между  $P_{ПР}$  и  $P$ , при вырубке на провал, стр. 21 [8]»;

$$P_{проб}=0,109 \text{ МН} – \text{усилие обрезки};$$

$n=7$  – количество деталей, находящихся в шейке матрицы.

$$P_{ПР.проб} = 0,1 \cdot 0,109 \cdot 7 = 0,0763 \text{ МН.}$$

4) Тогда суммарное усилие пробивки всех отверстий:

$$P_{\Sigma проб} = P_{проб} + P_{СН.проб} + P_{ПР.проб},$$

$$P_{\Sigma проб} = 0,109 + 0,0131 + 0,0763 = 0,198 \text{ МН.}$$

5) «Работа резания при резке инструментом с параллельными режущими кромками:

$$A_{проб} = x \cdot \frac{P_{\Sigma проб} \cdot S}{1000},$$

где  $x=0,63$  – коэффициент, определяемый по таблица - 7 [8]»;

$$P_{\Sigma проб} = 0,198 \text{ МН} – \text{полное усилие пробивки};$$

$S=1,5$  мм – толщина материала.

Подставляя значения, получим работу операции пробивки:

$$A_{проб} = 0,63 \cdot \frac{0,198 \cdot 1,5}{1000} = 187 \text{ Дж.}$$

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

Просуммируем все усилия:

$$P_{\Sigma} = P_{выт} + P_{обр1} + P_{обр2} + P_{пр} + P_{проб},$$

$$P_{\Sigma} = 1,522 + 0,75 + 0,874 + 2,013 + 0,198 = 5,357 \text{ МН.}$$

Найдем суммарную работу на всех операциях:

$$A_{\Sigma} = A_{выт} + A_{обр1} + A_{обр2} + A_{пр} + A_{проб},$$

$$A_{\Sigma} = 63,92 + 700 + 826 + 56400 + 187 = 58,2 \text{ кДж.}$$

## Выбор оборудования

### 3.1. Выбор типоразмера и основные технические характеристики

«Выбор оборудования проведен в соответствии с критериями выбора

- 1) тип пресса и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- 2) номинальное усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;
- 3) мощность пресса должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- 4) пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций - также повышенной точностью направляющих;
- 5) закрытая высота пресса должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;
- 6) габаритные размеры стола и ползуна пресса должны давать возможность установки и закрепления штампа и подачи заготовок, а отверстие в столе пресса – позволять свободное проваливание штампуемых деталей;
- 7) число ходов пресса должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;
- 8) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений;
- 9) удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям охраны труда.

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.

Таким образом, основными техническими параметрами для выбора оборудования являются усилие, работа, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса[8]»

«Прессы изготавливают в определенном интервале по номинальному усилию, то обычно при выборе пресса расчетное усилие не соответствует точно номинальному усилию. Поэтому пресс берут заведомо большего усилия, чем требуется по расчету.» Применение более сильного пресса обеспечивает повышенную жесткость и меньшую упругую деформацию станины, а, следовательно, и большую стойкость штампов, особенно для разделительных операций. Некоторый избыток усилия против расчетного предохраняет от поломки при случайном попадании более толстой заготовки, что имеет большое значение для гибки с калибровкой, рельефной и объемной штамповки

Также необходимым параметром для выбора пресса является величина хода пресса. Ходом пресса называется движение ползуна пресса вниз и вверх, производимое за один оборот кривошипа. «Производительность прессов измеряется числом ходов в минуту. Величиной хода пресса называется путь, пройденный ползуном в одном направлении. Выбор пресса по величине хода имеет особое значение для вытяжных и гибочных работ, требующих большого хода пресса. Обычно величина хода пресса для вытяжки берется в 2,5 раза больше высоты вытягиваемой детали, чтобы обеспечить удобство установки заготовки и удаление готовой детали[5]»

«При выборе оборудования следует учитывать несовпадения центра давления штампа с осью ползуна. В этом случае возникает опрокидывающий

момент, увеличивающий боковое усилие, а, следовательно, и боковое смещение ползуна прессы и верхней части штампа.»

Учитывая все вышеуказанные параметры подбора оборудования, рассчитанное требуемое усилие для выполнения всех операций техпроцесса, из парка имеющегося оборудования на данном производстве (ВАЗ), выбираем для проектируемого технологического процесса современную максимально сконцентрированную автоматическую линию. Многопозиционный пресс-автомат фирмы «MullerWeingarten» усилием 10 МН с автоматизированной системой подачи заготовок (подача заготовок из питателя), передачей полуфабрикатов с позиции на позицию грейферным механизмом.

Таблица 3.1 «Технические характеристики пресс-автомата»

№ п/п	Наименование характеристики	Ед. измерения	Значение
1.	Общее усилие за 13 мм от НМТ	МН	10
2.	Максимальное усилие на каждой позиции	МН	3
3.	Расстояние между позициями	мм	600
4.	Кинетическая энергия выше 12ход/мин	кДж	200
5.	Число рабочих ходов:ход/мин	min	12
		max	25
6.	Число ходов в наладке: ход/мин	min	4
		max	12
7.	Монтажная высота между передвижным столом и верхней групповой плитой на ползуне (ход вниз, регулировка вверх)	мм	1150
8.	Ход ползуна	мм	550
9.	Регулировка зоны движения ползуна	мм	80
10.	Регулирование клиновых плит на каждой позиции	мм	8
11.	Глубина вытяжки	мм	150
12.	Максимальная закрытая высота между болстером и ползуном	мм	1150
13.	Размеры ползуна (ширина×глубина)	мм	580×1200[1] »

### 3.2. Выбор средств автоматизации и основные характеристики

Анализ состояния современного листоштамповочного производства показывает, что во многих случаях производительность прессового оборудования ограничивается не скоростью деформирования, а длительностью операций транспортировки, загрузки и разгрузки, которые определяются степенью автоматизации и степенью совершенства конструкции загрузочно-разгрузочных устройств. Поэтому для максимизации производительности нашего оборудования необходимо оснастить его мощной системой автоматизации.

«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.[8]»

В данном оборудовании (MW-1000) используются такие средства автоматизации, как устройство для подачи штучных заготовок и система грейферной передачи заготовок между позициями многопозиционного прессы.

В таблице 3.2 представлены основные технические характеристики используемых средств автоматизации.

Рассмотрим каждый из этих средств немного подробнее.

Листоагрузчик – устройство для подачи штучных листовых заготовокпредназначены для загрузки средних и крупных листовых заготовок в штамп первой операции в линиях штамповки деталей, а также для выдачи листов в захватные органы грейферных механизмов, встроенных в многопозиционные прессы-автоматы.

Таблица 3.2 – «Основные технические характеристики средств автоматизации

Характеристика грейферного механизма	
1. Шагподачи	600 мм
2. Ход зажима на одной стороне	180 мм
3. Ход подъема	120 мм
4. Внутреннее расстояние между грейферными линейками: - максимальное - минимальное	1320 мм 600 мм
5. Максимальный вес захватов	120 кг
6. «Высота от верхней кромки болстера до низа грейферных линеек (подъем вниз)»	575 мм
Характеристика листоагрузчика	
1. Габариты листовых заготовок (ширина×длина) по направлению транспортирования	300-900×150-500 мм
2. Толщина листовых заготовок	0,5 – 3 мм
3. Максимальный вес заготовки	10 кг
4. Число рабочих ходов в минуту	12 – 25[8]»

Грейферные подачи осуществляют транспортирование заготовок от места их загрузки к рабочим и холостым позициям прессы или линии прессов при многооперационной штамповке.

«Грейферные подачи применяются для перемещения в ориентированном положении мелких и средних штучных заготовок с позиции на позицию в штампах последовательного действия, а также при многопозиционной штамповке в нескольких штампах. Работа подачи осуществляется в автоматическом цикле.[8]» Поэтому в нашем случае при использовании многопозиционного прессы-автомата возникает необходимость осуществления перемещения полуфабрикатов с позиции на позицию грейферным механизмом.

Основным узлом грейферных подач являются линейки (планки) с захватами, совершающие возвратно-поступательное движение в трех направлениях:

1) движение поперекнаправлению подачи (для захвата и освобождения заготовок);

2) движение в направлении подачи (для перемещения заготовок и возврата в исходное положение);

3) движение в вертикальном направлении (для съема заготовок с фиксаторов штампа и холостых позиций) – требуется при сложной пространственной форме заготовки.

Трехкоординатные рейферные подачи выполняют ход сближения линеек, подъем линеек с деталями и горизонтальный ход подачи. Привод 3-х координатной подачи выполняют от вала пресса.

#### 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 [5]»

Профессия штамповщика является одной из опасных в машиностроении, поэтому к конструкции штампа предъявляют особые требования по обеспечению техники безопасности.

Необходимо, чтобы опасные зоны штампов не были доступны для рук рабочего. В одних случаях это достигается введением защитных устройств, а в других: за счёт средств автоматизации. Одновременно решаются вопросы удобства работы конструкции.

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 возникающих отрывных усилий.

«Состав и конструкция штампа зависят от многих факторов, но определяющими являются:

- конструкция, форма и размеры детали;
- тип и наименование операции;
- оборудование, на котором устанавливается штамп;
- вопросы серийности и экономической эффективности производства [5]»

Тип производства в основном определяет стойкость штампа, зависящая 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 «Усилитель внутренней панели задней двери под петли».

#### 4.1.2. Описание конструкции и работы штамповой оснастки

Конструкция штамповой оснастки для пресс-автомата должна обладать некоторыми особенностями:

- 1) Направляющие элементы расположены они на верхней части штампа, чтобы не препятствовать перемещению рейферных линеек ;
- 2) Высота нижних половин штампов должна быть приблизительно одинаковой;

- 3) Наличие подпружиненных подъемников, которые необходимы для поднятия изделия на требуемую высоту для захвата ее рейферными линейками;
- 4) Ширина всех штампов должна быть одинаковой;
- 5) Расстояние должно быть между штампами строго одинаковое;
- 6) Наличие ловителей для точного позиционирования заготовок и полуфабрикатов и их надежная фиксация.

Спроектируем конструкцию штампов с учетом этих особенностей.

Вытяжной штамп состоит из двух частей (рис. 4.1). Верхняя половина штампа состоит из: адаптера (3), к которому крепится матрица (2), двух пружинных отлипателей (6), четырёх подпружиненных толкателей (208). На матрице закреплены две направляющие призмы (15), которые обеспечивают направление верхней половины штампа относительно нижней.

Нижняя половина состоит из: нижней плиты (1), прижима (4), пуансона (5), который крепится к нижней плите винтами и штифтами. На прижиме установлены подставки (12) с ловителями (11), которые обеспечивают фиксацию заготовки в штампе. В теле прижима расположены четыре подъемника (17) с подпружиненными толкателями (10). Движение подъемников, обеспечивающих подъем детали на уровень подхвата рейферными линейками, осуществляется с помощью подпружиненных толкателей (18). Прижим лежит на шести маркетных толкателях (24). Они проходят сквозь нижнюю плиту к маркетным шпилькам, - а те в свою очередь упираются в поршень пневматической подушки, посредством которой и осуществляется перемещение прижима. Для ограничения хода прижима используются два ограничителя (203), а для направления его движения относительно нижней плиты – направляющие плитки (205). В теле прижима выполнены четыре резьбовых отверстия, необходимые для его транспортировки. Для транспортировки нижней плиты штампа используются

грузовые приливы. Ограничители (13) служат для ограничения закрытой высоты штампа.

Принцип действия:

«Заготовка подается в штамп с помощью грейферных леек. Прижим (4) находится в верхнем положении, заготовка падает на подъемники (17), поднятые подпружиненными толкателями (18) выше плоскости прижима. Ловители (11) фиксируют положение детали в штампе. Верхняя половина штампа начинает свое движение вниз. Подпружиненные толкатели (208) окончательно ориентируют заготовку в штампе. Толкатели верхней половины штампа (208) утапливают подъемники в полости прижима. Усилие ползуна преодолевает усилие прижима и он перемещается вниз. Одновременно с этим заготовка обтягивает пуансон (5), происходит вытяжка. Верхняя половина штампа поднимается. Подпружиненные отлипатели (6) и жесткие толкатели (7 и 9) обеспечивают отлипание детали от рабочей поверхности матрицы и удаление изделия из матрицы. Усилие выталкивания от пневмопривода воздействует на толкатели (24) и они поднимают прижим (4) вверх. Срабатывают подпружиненные подъемники (17), осуществляя подъем детали до уровня подхвата её грейферными линейками. Далее деталь перемещается на следующую операцию.[8]»

## 5. Безопасность и экологичность технического объекта

### 5.1 «Технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс <sup>1</sup>	Технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>2</sup>	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
1	2	3	4	5
Изготовление детали	Многопозиционная штамповка	Штамповщик	пресс-автомат «Мюллер	Сталь 08Ю [1]»

«Усилитель внутренней панели задней двери»			Вайнгартен»	
---	--	--	-------------	--

## 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 <sup>(1)</sup>	Опасный и /или вредный производственный фактор <sup>2</sup>	Источник опасного и / или вредного производственного фактора <sup>3</sup>
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

### Продолжение таблицы 5.2

Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы, осуществление штамповочных операций	Психофизиологические воздействия	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочих зон, повышенный уровень шума и вибраций, качество освещения.
Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химический-токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования, штамповой оснастки и заготовок.

## 5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

Опасный и / или вредный производственный фактор <sup>1</sup>	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного	Средства индивидуальной защиты работника <sup>3</sup>
--	--	---

	производственного фактора <sup>2</sup>	
1	2	3
Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники

Продолжение таблицы 5.3

Психофизиологическое воздействие	Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, изоляция токоведущих частей, и расположение их на недоступной высоте, Ограждение штамповочного пространства пресса - фотоэлементами, останавливающими пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случае заклинивании грейферной подачи. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха: отопление, вентиляция», кондиционирования. Контроль параметров микроклимата. Светильник, источник света. Расчет освещения.	Спецкостюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы. Применение средств защиты органов дыхания и органов зрения.
----------------------------------	---	---

Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски

#### 5.4 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 пресса	Пресс-автомат «Мюллер Вайнгартен»	В,Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества



## 5.5 Технические средства обеспечения пожарной безопасности

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	Пожарные машины	Водяные установки систем пожаротушения	Дымовой датчик	Пожарные рукава	Противогаз	Пожарные багры	Оповещатель о пожаре (звуковой, речевой)
Песок	Пожарные мотопомпы	Газовая установка системы пожаротушения	Тепловой датчик	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарный топор	Световой указатель "ВЫХОД"
Кошма	Приспособленные спец. средства (тягач, прицеп)	Порошковые установки систем пожаротушения	Приемно контрольные приборы	Колонка пожарная	Защитный костюм	Лопата штыковая	Ручные пожарные извещатели

## 5.6 Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

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	Обученный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения [14]».

## 5.7 Идентификация экологических факторов технического объекта

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, технологического процесса»	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного)	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в	Воздействие технического объекта на гидросферу.	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра)

	здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	окружающую среду)		(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»	использованных смазочных материалов, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев	Утилизация промасленной ветоши [14]».

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

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	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 «Усилитель внутренней панели задней двери», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материалы (таблица 5.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки детали «Усилитель внутренней панели задней двери» 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 выпускной работы необходимо провести сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери» легкового автомобиля.

Существующий вариант – традиционная штамповка на шести единицах оборудования с промежуточной транспортировкой. Первая операция – резка заготовок – производится гильотинными ножницами НЗ218В. Последующие 5 операций: вытяжка, обрезка, правка, пробивки 1-я и 2-я производятся на прессах К3034 усилием 2,5 МН. Тип производства – крупносерийный. Условия труда – тяжелые (ручной труд работника).

Проектный вариант – штамповка на двух единицах оборудования. Первая операция – резка заготовок – выполняется на том же оборудовании, что и в базовом варианте. Следующие 5 операций: вытяжка, обрезка 1ая, обрезка 2ая, правка, пробивка – выполняются на многопозиционном пресс-автомате последовательного действия MW-1000 усилием 10 МН.

Тип производства – крупносерийный. Условия труда – нормальные.

### 6.2. Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки

Таблица 6.1 – «Калькуляция изготовления вытяжного штампа»

№	Наименование	Обозначение	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3	4	5
1.	Материальные затраты	М	275000	.
2	Транспортно-заготовительные расходы	ТЗР	5500	0,02% от М
3.	Основная заработная плата	$Z_{пл}^{осн.}$	102080	Ст=145 Тн/ч=704

3.	Налог на социальные нужды	$C_c$	31645	31% от $Z_{пл}^{осн.}$
4.	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$PCO$	24350	76,87% от $Z_{пл}^{осн.}$
5.	Цеховые расходы	$P_{цех}$	85737	83,99% от $Z_{пл}^{осн.}$
6.	Итого цеховая себестоимость	$C_{цех}$	527800	

- калькуляции остальных штампов рассчитываются аналогично [14]»

### 6.3. Расчет себестоимости изготовления и производства продукции

#### 6.3.1. Исходные данные для расчета себестоимости продукции

Таблица 6.2– «а) Общие исходные данные

№	Показатель	Обозначение	Значение
1	2	3	4
1.	Годовая программа выпуска, шт.	$N_{г}$	200000
2.	Эффективный фонд времени работы: -оборудования -рабочего	$\Phi_{э}$	3809,1ч. 11420ч.
3.	Коэффициент выполнения норм	$K_{вн}$	1,1
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{мн}$	1,0
5.	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	$K_o$	11,8
6.	Коэффициент монтажа: - в себестоимости - в капитальных вложениях	$K_{монт}$	1,1 0,1
7.	Цена материала, руб./кг	$Ц_m$	25
8.	Цена отходов, руб./кг	$Ц_{отх}$	1,44
9.	Коэффициент	$K_{гз}$	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)	Премияльные	$K_{пр}$	1,1
е)	На социальные нужды	$K_c$	1,31
	Итого общий коэффициент доплат	$K_{зпл}$	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	$K_n$	1,03
14.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{од}$	0,8
15.	Выручка от реализации, % от Ц: -изношенного оборудования -изношенного штампа	$V_p$ $V_{p.и.}$	5 15
16.	Норма амортизации, %	$На$	8
17.	Коэффициент цеховой	$K_{цех}$	1,72
18.	Часовая тарифная ставка, руб./час.: - рабочего, - наладчика, - инструментальщика	$C_T$	66,71 79,87 145
19.	Цена электроэнергии, руб./кВт	$Ц_э$	3,8
20.	Цена площади, руб./м <sup>2</sup>	$Ц_{пл}$	4500
21.	Норматив экономической эффективности	$E_n$	0,33 [14]»

Таблица 6.3 – « б) Эксплуатационные данные оборудования

№	Наименование оборудования	Усилие, МН	T <sub>шт.</sub> , мин.	T <sub>маш.</sub> , мин.	M <sub>y</sub> , кВт	Площадь, м <sup>2</sup>	Цена, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Пресс К3034	0,3	0,1363	0,035	30	16	450 000
2.	MW-1000	10	0,1000	0,075	110	90	6 850 000

Таблица 6.4 - в) Исходные данные об оснастке[14]»

№	Наименование штампа	Стойкость штампа T <sub>и</sub> <sup>шт.</sup> , ударов.	Цена штампа Ц <sub>шт.</sub> , руб.
1	2	3	4
	Существующий		
1.	Вытяжной	230 000	680000
2.	Обрезной	200 000	650000
3.	Правочный	220000	660000
4.	Пробивной 1-й	210 000	620000
5	Пробивной 2-й	170 000	580 000
	Проектный		
1.	Вытяжной	250 000	527800
2.	Обрезной (пробивной)	220 000	700000
3.	Обрезной (пробивной)	240 000	688 400
4.	Правочный	230 000	710000
5.	Пробивной	210 000	690000

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

Таблица 6.5.

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проект
1	2	3	4	5
1.	Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} \cdot N_r / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60)$ $n_{об}^{баз} = \frac{0,1363 \cdot 200000}{3809 \cdot 1,1 \cdot 60} = 0,10 \approx 1 \cdot 5оп = 5$ $n_{об}^{пр} = \frac{0,1 \cdot 200000}{3809 \cdot 1,1 \cdot 60} = 0,09 \approx 1$	5	1
2.	Коэффициент загрузки оборудования выполнения данной операции	$K_з = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$ $K_{об}^{баз} = \frac{0,10}{1} = 0,10$ $K_{об}^{пр} = \frac{0,09}{1} = 0,09$	0,10	0,09
3.	Численность рабочих-операторов, необходимых для производства годовой программы деталей, чел.	$P_{оп} = [t_{шт} \cdot N_r \cdot (1 + K_o / 100)] / (\Phi_{эр} \cdot K_{мн} \cdot 60)$ $P_{оп}^{баз} = \frac{0,1363 \cdot 200000 \cdot (1 + 0,118)}{1142 \cdot 1 \cdot 60} = 0,33 \approx 1 \cdot 5оп \cdot 2см = 10 + 2чел. - укладка$ $P_{оп}^{пр} = \frac{0,1 \cdot 200000 \cdot (1 + 0,118)}{1142} = 0,28 \approx 1 \cdot 3ч \cdot 2см = 6$	12	6
* по производственной необходимости требуется трое рабочих: 2 – 5-го разряда, 1 – 3-го разряда.				

4.	Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_r / T_{и.шт.}$	Существующ.	Проектн.
	Штамп для вытяжки	200000/230000=0,8692≈1 200000/250000=0,8≈1	1	1
	Штамп для 1ой обрезки	200000/200000=1,0 200000/220000=0,9≈1	1	1
	Штамп для 2ой обрезки	200000/240000=0,83		1
	Штамп для правки	200000/220000=0,9≈1 200000/230000=0,86≈1	1	1
	Штамп для пробивки	200000/210000=0,95≈1 200000/210000=0,95≈1	1	1
	Штамп для Пробивки 2-й	200000/170000=1,176≈2	2	

Таблица 6.6 - 6.3.4. Расчет себестоимости сравниваемых вариантов[14]»

№	«Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Базовый	Проект
1	2	3	4	5
1.	Основные материалы за вычетом отходов, руб.	$M = (M_3 \cdot Ц_M \cdot K_{ТЗ}) - (M_{отх} \cdot Ц_{отх})$ $M^{баз} = (2,246 \cdot 1,014 \cdot 25) - (1,16 \cdot 1,143)$ $M^{np} = (1,965 \cdot 1,014 \cdot 25) - (0,865 \cdot 1,143)$	54,0	45
2.	Зарплата рабочих-операторов, руб.	$З_{пл} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{Э.р.} \cdot K_{Зпл} \cdot K_3 / N_T$ $З_{пл}^{баз} = \frac{12 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,1}{200000}$ $З_{пл}^{np} = \frac{2 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,09}{200000}$ $З_{пл}^{np} = \frac{2 \cdot 77,98 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,09}{200000}$	1,41	0,235  0,193 Σ = 0,429
3.	Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования, руб.	$P_A = [(Ц_{об} \cdot (1 - B_p)) \cdot N_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3] / (\Phi_3 \cdot K_{ВН} \cdot 60 \cdot 100)$ $P_A^{баз} = \frac{450000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 8 \cdot 0,1363 \cdot 1,3}{3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100} = 0,03 \cdot 50n = 0,15$ $P_A^{np} = \frac{6850000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 8 \cdot 0,09 \cdot 1,3}{3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100}$	0,15	0,26
4.	Расходы на	$P_э = (M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{п} \cdot Ц_э) / (КПД \cdot 60)$	0,35	



6.	Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_{уу} \cdot n_{об} \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 / N_{г}$ $P_{пл}^{баз} = \frac{16 \cdot 5 \cdot 4500 \cdot 0,1}{200000}$ $P_{пл}^{пр} = \frac{90 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,09}{200000}$	0,221	0,222
		$З_{нал} = (n_{об} \cdot C_{т} \cdot \Phi_{э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_{г})$ $З_{нал} = (5 \times 79,89 \times 1142 \times 2,36 \times 0,1) / (8 \times 200000) = 0,18$	0,18	-

Продолжение таблицы 6.6.

1	2	3	4	5
	Итого: Технологическая себестоимость, руб.	$C_{тех} = M + З_{пл} + P_A + P_э + P_{И} + P_{пл} + З_{нал}$ $C_{тех}^{баз} = 54 + 1,41 + 0,15 + 0,35 + 13,229 + 0,221 + 0,18$ $C_{тех}^{пр} = 45 + 0,429 + 0,26 + 0,29 + 12,07 + 0,222$	69,44	59
8.	Цеховые расходы, руб.	$P_{цех} = З_{пл} \cdot K_{цех}$ $P_{цех}^{баз} = 1,41 \cdot 1,72$ $P_{цех}^{пр} = 0,429 \cdot 1,72$	2,43	0,74
	Всего: Цеховая себестоимость, руб.	$C_{цех} = P_{цех} + C_{тех}$ $C_{цех}^{баз} = 2,43 + 69,44$ $C_{цех}^{пр} = 0,74 + 59$	71,43	59,74 [1]»

Таблица 6.7 – «6.3.5. Структура себестоимости продукции сравниваемых вариантов

№	Наименование	Сумма, руб.	Доля, %
---	--------------	-------------	---------

	затрат	Базовый	Проектный	Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1.	Материалы	54,0	45	75,6	75,3
2.	Основная зарплата	1,41	0,429	1,93	0,72
3.	Расходы на содержание оборудования	0,15	0,26	0,2	0,43
4.	Расходы на электроэнергию	0,253	0,29	0,4	0,4

Продолжение таблицы 6.7.

1	2	3	4	5	6
5.	Расходы на производственную площадь	0,221	0,222	0,31	0,37
6.	Расходы на штамповую оснастку	13,229	12,07	18,2	20,1
7.	Расходы на зарплату наладчика	0,18		0,26	
8.	Цеховые расходы	2,43	0,74	3,4	1,24
	Цеховая себестоимость	71,43	59,74	100	100[14]»

## 6.4. Расчет параметров экономической эффективности сравниваемых вариантов

Таблица 6.8 - «6.4.1. Расчет капитальных вложений»

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проектный
1	2	3	4	5
1.	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_3$ $K_{об.}^{баз} = 5 \cdot 450\,000 \cdot 0,1$ $K_{об.}^{np} = 1 \cdot 6\,850\,000 \cdot 0,09$	225000	616500
2.	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_M = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_M^{баз} = 225000 \cdot 0,1$ $K_M^{np} = 616500 \cdot 0,1$	22500	61650»

Продолжение таблицы 6.8.

1	2	3	4	5
	«Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_{и} = Ц_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и1}^{баз} = 680000 \cdot 1$ $K_{и2}^{баз} = 650000 \cdot 1$ $K_{и3}^{баз} = 660000 \cdot 1$ $K_{и4}^{баз} = 620000 \cdot 1$ $\hat{E}_{E5}^{áàç} = 580000 \cdot 2$ $K_{и1}^{np} = 527800 \cdot 1$ $K_{и2}^{np} = 700000 \cdot 1$ $K_{и3}^{np} = 688400 \cdot 1$	680000 650000 660000 620000 1160000 $\Sigma = 3\,770\,000$	527800 700000 688400

		$K_{И4}^{np} = 710000 \cdot 1$ $K_{И5}^{np} = 690000 \cdot 1$		710000 690000 $\Sigma = 3$ 352910.»
	Затраты на производственную площадь	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot \Pi_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл}^{баз} = 5 \cdot 16 \cdot 4500 \cdot 0,1$ $K_{пл}^{np} = 1 \cdot 90 \cdot 4500 \cdot 0,09$	36000	36450
	Итого:	$K_{соп} = K_m + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз} =$ 22500+3770000+36000 $K_{соп}^{np} = 61650+3352910+$ 36450	3 828500	3450000
3.	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{общ} = K_{об.} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз} = 225000+3828500$ $K_{общ}^{np} = 616500+3450000$	4053500	4066500

Продолжение таблицы 6.8.

4.	Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_r$ $K_{уд}^{баз} = \frac{4053500}{200000}$ $K_{уд}^{np} = \frac{4066500}{200000}$	20,26	20,33
----	-------------------------------------	---	-------	-------

Таблица 6.9 – «6.4.2. Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя
1	2	3	4
1.	Условно годовая экономия от снижения	$\mathcal{E}_{уг} = (C_{цех}^{баз} - C_{цех}^{np}) \cdot N_{г[1]}$ $\mathcal{E}_{уг} = (71,43 - 59,74) \cdot 200000$	2340000

	себестоимости, руб			
2.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{пр} = C_{цех} + E_n \cdot K_{уд}$ $Z_{пр}^{баз} = 71,43 + 0,33 \cdot 20,26$ $Z_{пр}^{пр} = 59,74 + 0,33 \cdot 20,33$	Существующ.	Проектный
			78,12	66,44
3.	Срок окупаемости капвложений, год	$T_{ок} = K_{и}^{пр} / \Delta_{уг}$ $T_{ок} = \frac{3352910}{2340000} = 1,43 \approx 2 \text{ года}$	$\approx 2$ года	
4.	Годовой экономический эффект, руб.	$\Delta_{г} = (Z_{пр}^{баз} - Z_{пр}^{пр}) \cdot N_{г}$ $\Delta_{г} = (78,12 - 66,44) \cdot 200000$	2336000	

## Выводы

При внедрении в производство данного проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Усилитель внутренней панели задней двери» себестоимость изготовления данной детали снизилась с 71,43 руб. до 59,74 - на 11,69 руб., т.е. на 16,46 %.

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

уменьшения размера заготовки, т. е. уменьшения ее массы, и соответственно, снижения затрат на материалы;

уменьшения трудоемкости с 0,1363 мин до 0,1 мин за счет автоматизации

производственного процесса;  
снижение затрат на штамповую оснастку, т.к. стойкость штампов повышается, за счет более точного позиционирования заготовки.

Годовой экономический эффект составил 2336000 руб. при сроке окупаемости капитальных вложений на штамповую оснастку менее 2-х лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе был представлен усовершенствованный технологический процесс «Усилитель внутренней панели задней двери» автомобиля, для чего был сделан обоснованный перевод изготовления детали на автоматическую линию.

Для предлагаемого техпроцесса были проделаны расчеты основных технологических параметров штамповки, рассчитан КИМ.

Было выбрано технологическое оборудование – пресс-автомат MW-1000 и средства автоматизации. Организована автоматическая линия для штамповки из штучных заготовок. Спроектирован участок штамповки. Проведен анализ совместной работы всех модулей автоматической линии путем построения цикловой диаграммы.

Была разработана конструкция новой штамповой оснастки для вытяжной операции с учетом совместной работы со средствами автоматизации. Проведены требуемые прочностные и конструкторские расчеты, подобраны материалы для изготовления деталей штампа.

Был проведен анализ опасных и вредных факторов на участке штамповки; предложены мероприятия по их снижению и устранению.

Экономические расчеты показали, что автоматизация технологического процесса приведет к снижению производственных затрат. Использование прессы-автомата в 1,5...2 раза повышает стойкость штамповой оснастки. Поэтому, на 52% снижаются капитальные затраты на изготовление штампов.

Из-за этого себестоимость изготовления детали по предлагаемой технологии снизится на 16,46%. Годовой экономический эффект от снижения себестоимости составит более 2 млн. руб. Капитальные вложения на новую штамповую оснастку окупятся в течение 2 лет.

## Список используемой литературы

1. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с., ил.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке.– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Воронцов А.Л.  
Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением : учеб.пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 150700 "Машиностроение". В 2 т. Т. 1 / А. Л. Воронцов. - Гриф УМО. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 396 с
4. Сухов С.В.  
Основы проектирования технологий листовой штамповки [Электронный ресурс] : учеб.пособие / С. В. Сухов, А. В. Соколов, М. В. Жаров. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 124 с
5. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
6. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
7. Тавер Е.И Введение в управление качеством / Е.И Тавер. – Москва: Машиностроение, 2013 – 287 с.
8. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.- 408 с.
9. Муромцев Д. Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 464 с. :

10. Володин И.М  
Теория и практика проектирования ресурсосберегающих процессов горячей объемной штамповки [Электронный ресурс] : учеб.пособие / И. М. Володин, А. И. Володин, П. И. Золотухин ; Липецкий государственный технический университет. - Липецк : ЛГТУ, 2014. - 100 с.
11. Технология листовой штамповки [Электронный ресурс] : учеб.пособие / В. И. Бер [и др.]. - Красноярск :Сиб. федер. ун-т, 2012. - 168 с.
12. Попов Е.А. Теория листовой штамповки. – Л.: Машиностроение, 1973. – 430 с.
13. Огаджанян О.И.  
Молоты [Электронный ресурс] : метод.указания к выполнению лаб. работ по дисциплине «Кузнечно-штамповочное оборудование» / О. И. Огаджанян ; Липецкий государственный технический университет. - Липецк : ЛГТУ, 2012. - 20 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. Константинов И.Л.  
Основы технологических процессов обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебник / И. Л. Константинов, С. Б. Сидельников. - 2-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 488 с.
16. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В.Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007.-19 с.
17. Lovell, M. Increasing formability in sheet metal stamping operations using environmentally friendly lubricants / M. Lovell, C.F Higgs, P. Deshmukh, A. Mobley// Journal of Materials Processing Technology. -2006. -№ 177. С. 87-90.
18. Improvement of part quality in stamping by controlling blank-holder force and pressure / M.A. Ahmetoglu, T. Altan, G.L. Kinzel // Journal of Materials Processing Technology. – 1992. - № 33. С. 195-214.

19. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
20. Redston C.  
Face2Face : Elementary Workbook / C. Redston, G. Cunningham. - Cambridge : University Press, [2012]. - 88, [1] p. :il. - ISBN 978-0-521-60792-6. - 226-80.
21. Takuda, H, Forming Limit Prediction of Sheet Metals by Means of Some Criteria for Ductile Fracture, ESAFORM 2003, pp. 171–174, Salerno, Italy, April 28–30, 2003.

## Приложение

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
	А0				17.БР.СОМДyРП.590.61.11.000.СБ	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                     Документация                      Сборочный чертёж                      Детали                 </div>		
Склад №			1	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.001	Плита нижняя	1		
			2	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.002	Матрица	1		
			3	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.003	Адаптер	1		
			4	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.004	Прижим	1		
			5	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.005	Пуансон	1		
			6	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.006	Отлипатель	2		
			7	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.007	Выталкиватель	2		
			8	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.008	Траверса	1		
			9	17.17.БР.СОМДyРП.590.61.11.011.009	Выталкиватель	1		
			10	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.010	Подъемник	4		
			11	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.011	Ловитель	5		
			12	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.012	Основание	5		
			13	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.013	Ограничитель закр. высоты	2		
			14	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.014	Упор	4		
			15	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.015	Призма направляющая	2		
			16	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.016	Втулка ограничительная	4		
			17	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.017	Подъемник	4		
			18	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.018	Винт специальный	4		
			19	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.019	Стакан	4		
			20	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.020	Втулка	4		
			21	17.БР.СОМДyРП.590.61.11.021	Шайба	4		
				<b>17.БР.СОМДyРП.590.61.11.000</b>				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Давыдов Р.З.			Лит	Лист	Листов
	Проб.		Смолин Е.Л.			Д1	1	3
	Т.контр.					<b>Штамп для вытяжки</b> ТГЦИМ зр.МСдз-1231		
	Н.контр.		Виткалов В.Г.					
Утв.		Ельцов В.В.						



Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
А0				<u>Документация</u>		
			17.БР.СОМДурП.590.61.00.000.СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
Старый №		1	17.БР.СОМДурП.590.61.01.000	Питатель штучных заготовок	1	
		2	17.БР.СОМДурП.590.61.02.000	Тележка подачи столы	1	
		3	17.БР.СОМДурП.590.61.03.000	Подъемный стол	1	
		4	17.БР.СОМДурП.590.61.04.000	Вакуумные присоски	6	
		5	17.БР.СОМДурП.590.61.05.000	Магнитные распушители	2	
		6	17.БР.СОМДурП.590.61.06.000	Магнитный транспортер	1	
Полн и дата		7	17.БР.СОМДурП.590.61.07.000	Устройство контроля двойных заготовок	1	
		8	17.БР.СОМДурП.590.61.08.000	Устройство опускания заготовок	1	
		9	17.БР.СОМДурП.590.61.09.000	Устройство смазки	1	
И-№ № одбл		10	17.БР.СОМДурП.590.61.10.000	Стол для двойных заготовок	1	
		11	17.БР.СОМДурП.590.61.11.000	Штамп для вытяжки	1	
Взам инв №		12	17.БР.СОМДурП.590.61.12.000	Штамп для 1-й обрезки прошивки	1	
		13	17.БР.СОМДурП.590.61.13.000	Штамп для 2-й обрезки	1	
Полн и дата		14	17.БР.СОМДурП.590.61.14.000	Штамп для правки	1	
		15	17.БР.СОМДурП.590.61.15.000	Штамп для прошивки	1	
		16	17.БР.СОМДурП.590.61.16.000	Привод грейф. линеек	1	
<b>17.БР.СОМДурП.590.61.00.000</b>						
И-№ № подл	Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	
	Разраб	Дабыдов Р.З.Г				Лит
	Проб.	Смолин Е.Л				Лист
	Исполн	Виткалов В.Г				Листов
Утв.	Ельцова В.В					1
Комплекс оборудования (вид общий)						2
						ТГУИМ
						гр.МСдз-1231

Копировал

Формат А4

