

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные  
процессы»  
(наименование кафедры)  
15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(профиль)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для  
изготовления листовой штамповкой детали «Надставка» кузова легкового  
автомобиля

Студент	<u>А.Р. Восканян</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>Е.Н. Почекуев</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>И. В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>В. Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Н. В. Андрюхина</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

**Допустить к защите**

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

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе, рассматривается создание нового технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления листовой штамповкой детали «Надставка» кузова легкового автомобиля.

В процессе проведения изучения технологического процесса, были выявлены недостатки данной технологии. На основании данного анализа, было принято решение уменьшить количество операций и автоматизировать процесс производства, что позволило нам уменьшить трудоемкость и повысить экономичность. Рассчитываем размеры исходной заготовки и коэффициент использования материала. Так же рассчитываем энергосиловые параметры по определенным операциям. Делаем выбор оборудования и средства автоматизации. Разрабатываем конструкцию штамповой оснастки. Так же разрабатываются мероприятия по технике безопасности и экологичности. В заключение проводит экономический расчет.

# ABSTRACT

The topic of the given graduation work is « Design and development of technological process of producing car body extension».

The aim of the work reduce the cost of the part with the help of reducing technological operations, changing the cutting of material and automating processes.

This work may be divided into several logically connected parts which are: 1) analysis of the basic technological process, identification of shortcomings, solution of tasks; 2) development of a new technological process, determination of work piece dimensions, calculation of energy-force parameters; 3) engineering analysis, with the help of programs Siemens NX9.0, LS-PrePost 3.2 and LS-DYNA Manager; 4) choice of equipment and automation tools; 5) development of die equipment; 6) safety and environmental friendliness of the technical object, activities to develop safe working conditions, environmental factors; 7) calculation of the cost of parts.

It can be concluded that after the works the following tasks were solved: 1) Increase productivity by reducing the number of operations; 2) economy material by changing the cutting; 3) cost reduction; 4) The technological process has become safer and more environmentally friendly\$ 5) payback period more than half a year.

We can assume that the tasks and purpose of this bachelor's thesis are fulfilled.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1 Анализ исходных данных .....	8
1.1 Технологический анализ конструкции детали .....	8
1.2 Анализ существующей технологии изготовления детали.....	9
1.3 Выявление недостатков .....	13
1.4 Задачи выпускной квалификационной работы .....	13
Глава 2 Разработка технологического процесса изготовления детали .....	15
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса .....	15
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки .....	18
2.3 Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла.....	23
2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки.....	26
Глава 3 Инженерный анализ напряженно – деформированного состояния детали .....	32
3.1 Конструирование математических моделей деталей штампа.....	32
3.2 Подготовка к компьютерному анализу .....	32
3.3 Создание сетки конечных элементов и ввод исходных параметров.....	34
3.4 Внесение всех данных и параметров операций.....	35
Глава 4 Выбор оборудования.....	37
4.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики.....	37
4.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики.....	39
4.3 Работа и планировка автоматической линии.....	41
Глава 5 Разработка конструкции штамповой оснастки .....	43
5.1 Работа и конструкция штамповой оснастки .....	43
5.2 Прочностные расчеты и выбор материалов детали штампа .....	47
5.3 Определение числа и нахождения упругих элементов.....	50
Глава 6 Безопасность и экологичность технического объекта .....	52
6.1 Описание рабочего места .....	52
6.2 Выявление производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков .....	52
6.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда.....	53
6.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке .....	54
6.5 Технические средства обеспечения пожарной безопасности .....	55
6.6 Организационные (организационно–технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	56
6.7 Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности .....	56
Глава 7 Экономическая часть .....	58

7.1 Сравнительный анализ технологических процессов .....	58
7.2 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки .....	58
7.3 Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки.....	61
7.4 Расчет капитальных вложений.....	63
7.5 Расчет себестоимости .....	65
7.6 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта .....	67
ВЫВОД .....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	71

## ВВЕДЕНИЕ

Задачей обработки металлов давлением является разработка и анализ общих основополагающих принципов рационального построения процессов обработки металлов давлением, которая обеспечивает получение заготовок, а часто и готовых деталей необходимой формы, а так же вызывает качественные изменения в металле.

Обработки металлов давлением рассматривает и изучает:

- Влияние на физические и механические свойства обработкой давлением;
- Механические и термические условия;
- Характер формоизменения заготовок при различных операциях;
- Сопротивление металла пластическим деформациям.

Обработка металлов давлением делится на несколько видов и одним из самых главных является листовая штамповка. Одна из отличительных способностей холодной листовой штамповки, то что толщина заготовки намного меньше двух других показателей – ширины и длины.

Холодная или горячая листовая штамповка зависят от толщины изделия и массы. При холодной штамповке толщина заготовки не более 10 – 15 мм, а при горячей штамповке заготовки нуждаются в нагревании.

Главные качества использования холодной штамповки для сравнительно тонких заготовок обусловлены рядом причин:

1. Получение детали с высоким качеством поверхности и высокой точности;

2. Повышение коэффициента использования материала, за счет исключения обработки резанием;
3. Не надо поддерживать постоянную температуру для заготовки;
4. Высокая производительность;
5. Получение деталей со сложной конфигурацией.

Целью данного проекта является снижение себестоимости изготовления изделия посредством сокращения расхода материала и снижения трудоемкости

## Глава 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Технологический анализ конструкции детали

Технологическое проектирование это одна из основных требований к деталям машин. Под технологическим проектированием конструкций считается степень ее соотношения условиям производства, что помогает использовать техпроцессы, обеспечивающие производство изделий с большей производительностью и меньшей себестоимостью. Технологическая конструкция принимается та, которая в большей степени отвечает требованиям, быстро развивающимся технологиям. Это связано с тем, что она не может быть решена.

Основные критерии в технологии листовых холодно-штампованных деталей являются:

1. Минимальный расход материала;
2. Малое число операций;
3. Низкая трудоемкость;
4. Отсутствие дополнительной обработки детали;
5. Увеличение производительности.

Требования к конструкции листовых штампованных деталей:

1. Во время расчета на прочность не надо увеличивать толщину листового металла, с точки зрения упрочнение его в процессе холодной деформации и достаточно большую жесткость штампованных изделий.



2. Формоизменение и пластические деформации так же относятся к механическим свойствам листового металла.
3. Надо стремиться к проектировке деталей с облегченной конструкцией.
4. Если отходы неизбежны, то необходимо придать им форму, соответствующую другим изделиям, или переработать и использовать повторно.
5. Количество отдельных деталей нужно уменьшить, это приведет к упрощения техпроцесса и большой экономией материала.

## 1.2 Анализ существующей технологии изготовления детали

Техпроцесс изготовления детали «Надставка» для легкового автомобиля, состоит из семи процессов:

Таблица 1.1 - Технологический процесс

№ Операции	Вид операции
Операция 10	Резка полос
Операция 20	Резка заготовок
Операция 30.1	Вытяжка
Операция 30.2	Обрезка, пробивка
Операция 30.3	Обрезка 2-ая
Операция 30.4	Гибка, правка
Операция 30.5	Гибка, отбортовка

### Операция 10 Резка полос

Данная операции производится на гильотинных ножницах НЗ218В. Данная операция производит 10526 штук в час.

## Операция 20 Резка заготовок

Во второй операции производится резка «карточек» из полос нагильотинных ножницах Н3218П, которые имеют ширину 236,6 мм на. В итоге получаем прямоугольные карточки 400х236,6 мм (рис. 1.1).

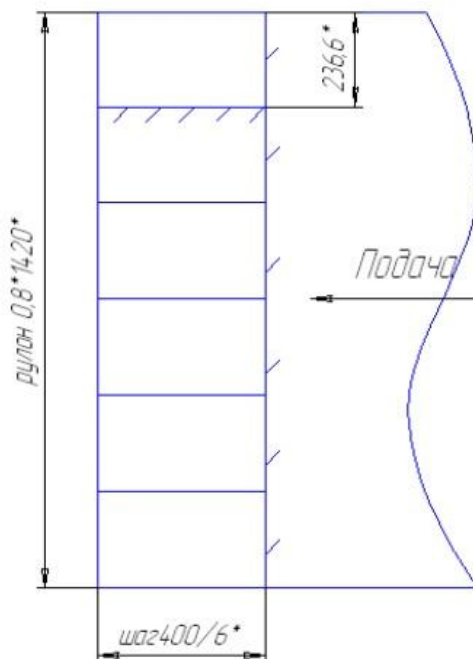


Рисунок 1.1 – Резка карточек

## Операция 30.1 Вытяжка

В третьей операции формообразующая – вытяжка на маленькую глубину в области фасонного отверстия (рис. 1.8), проводится на первой позиции, куда заготовка поступает помощью грейферных линеек.

## Операция 30.2 Обрезка, пробивка

Первая обрезка. Производится пробивка отверстия под отбортовку и вырезка трёх угловых участков. Транспортировка производится аналогично предыдущей операции. Операция представлена на рис. 1.2

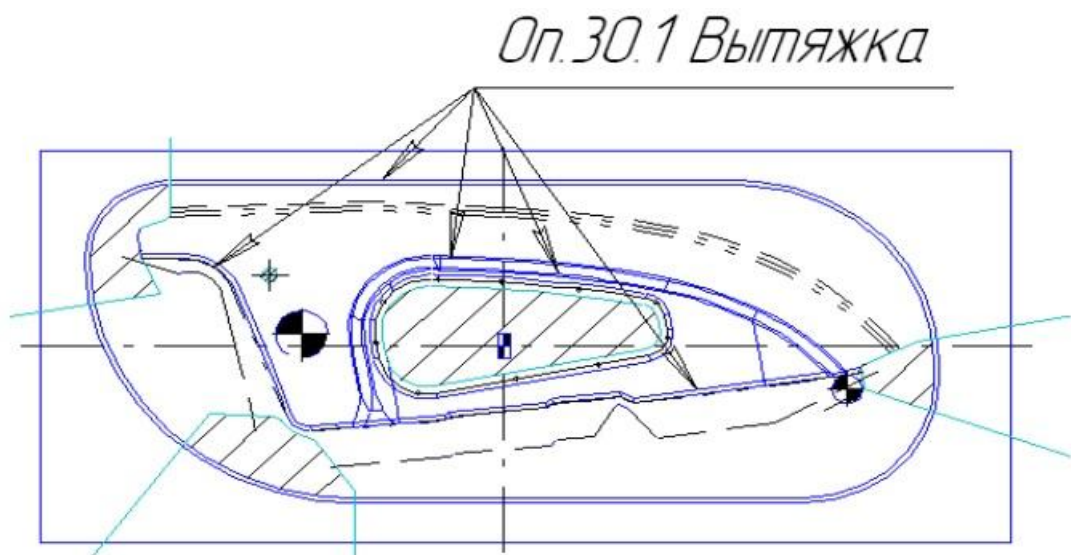


Рисунок 1.2 – вытяжка фасонного отверстия

#### Операция 30.3 2-ая Обрезка

Осуществляется обрезка по линии, так как после 1-ой обрезки были сделаны вырезы(рис. 1.3) .Движение на следующую позицию производится аналогичным способом.

#### Операция30.4 Гибка, правка

В этой операции производится гибка по контуру. Онаосуществляется для отгибки полок, с последующейправкой до получения нужных радиусов закругления (рис. 1.3).

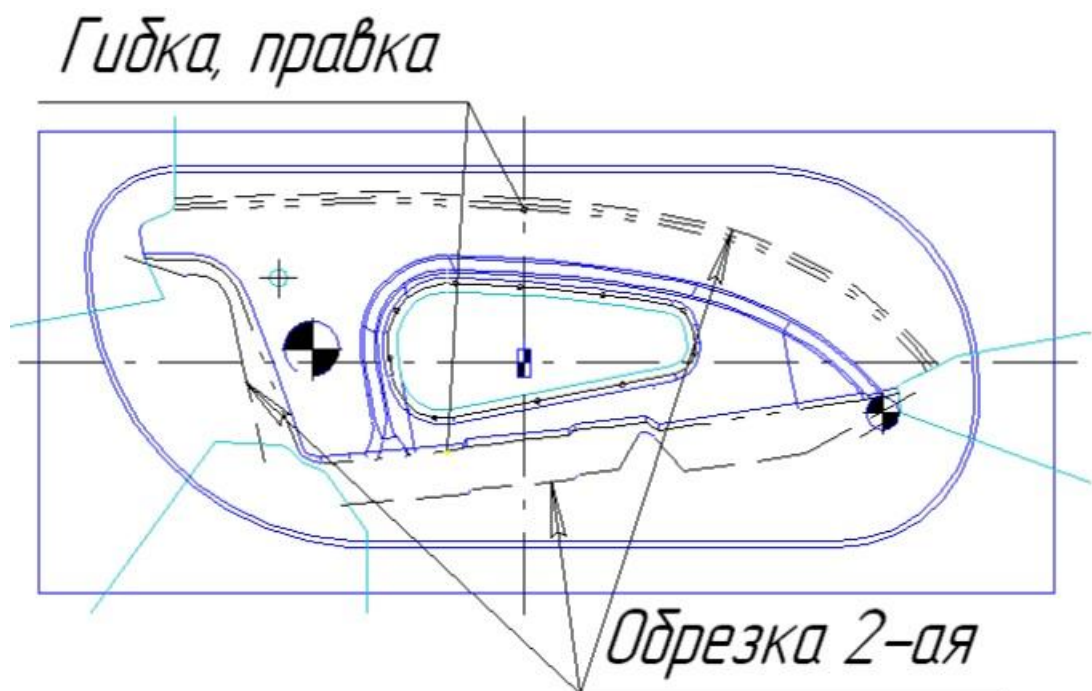


Рисунок 1.3 – гибка, правка и обрезка.

#### Операция 30.5 Гибка, отбортовка

Гибка – отбортовка является заключающей операцией (рис. 1.4).  
Готовая деталь перемещаясь попадает к рабочему, который складывает её в тару.



Рисунок 1.4 – гибка - отбортовка

### 1.3 Выявление недостатков

Сделав анализ данного техпроцесса, можно прийти к выводу, что имеются некоторые недочеты, которые при разработке нового технологического процесса можно избежать. Из-за того что глубина детали маленькая, и металл подвергается незначимой деформации, то представленную деталь можно полностью изготовить операцией гибки. Как следует, изготовление детали операцией вытяжки является неблагоприятным, и более правильно применить в качестве главной формирующей операции гибку - формовку, с формовкой в зоне отверстия после отбортовки на незначительную глубину.

Сделав анализ, мы видим, что данный технологический процесс имеет много операций, и которые можно уменьшить, заменив о вытяжку на гибку-формовку. При помощи данных изменений процесс производства деталей станет оптимальным и оправданным

### 1.4 Задачи выпускной квалификационной работы

Для того чтоб устранить недочеты базисного проекта следует решить последующие задачи:

- Выбор нужного оборудования и средств автоматизации;
- исследование более совершенной схемы техпроцесса, которая содержит в себя разработку и расчёт всех технологических характеристик;
- создание конструкции штамповой оснастки;

- разработка мероприятий по экологичности охране труда ;
- расчёт экономической части.

## Глава 2 Разработка технологического процесса изготовления

детали

### 2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Основываясь на изучении технологичности детали и имеющейся технологии её производства, с учётом выявленных недочетов этой технологии можно предложить последующую схему техпроцесса.

Данный процесс состоит из 3 операций:

Таблица 2.1 - Технологический процесс

№ Операции	Вид операции
Операция 10	вырубка – пробивка
Операция 20	гибка – формовка
Операция 30	отбортовка

#### Операция 10 Вырубка – пробивка

Вырубка производится из рулона. (рис 2.1) Одновременная пробивка фасонного и круглых отверстий. Для рулона требуется разматывающее устройство. Заготовки попадают в тару с помощью лоткового съемника, а отходы удаляются через склиз. За час работы эта операция может производить 1200 штук.

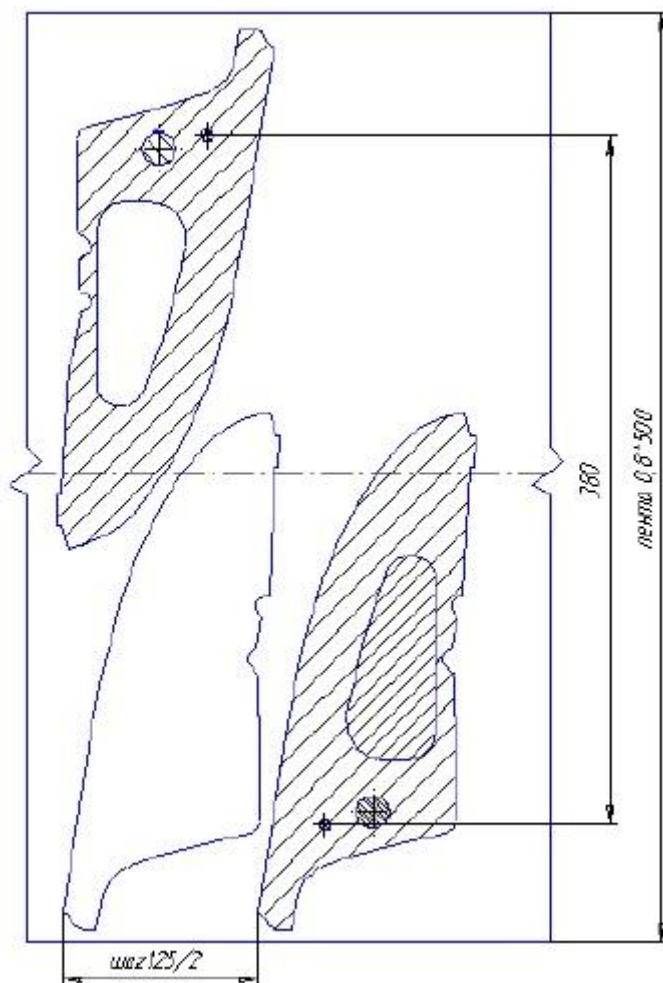


Рисунок 2.1 – вырубка заготовки из рулона

### Операция 20 Гибка – формовка

Главной операцией является гибка полки и формовка на незначительную глубину в зоне фасонного отверстия, созданная для получения поверхности требуемого рельефа (рис 2.2). Также производится гибка – формовка по незамкнутой контуру. Данная операция производит 750 штук в час.



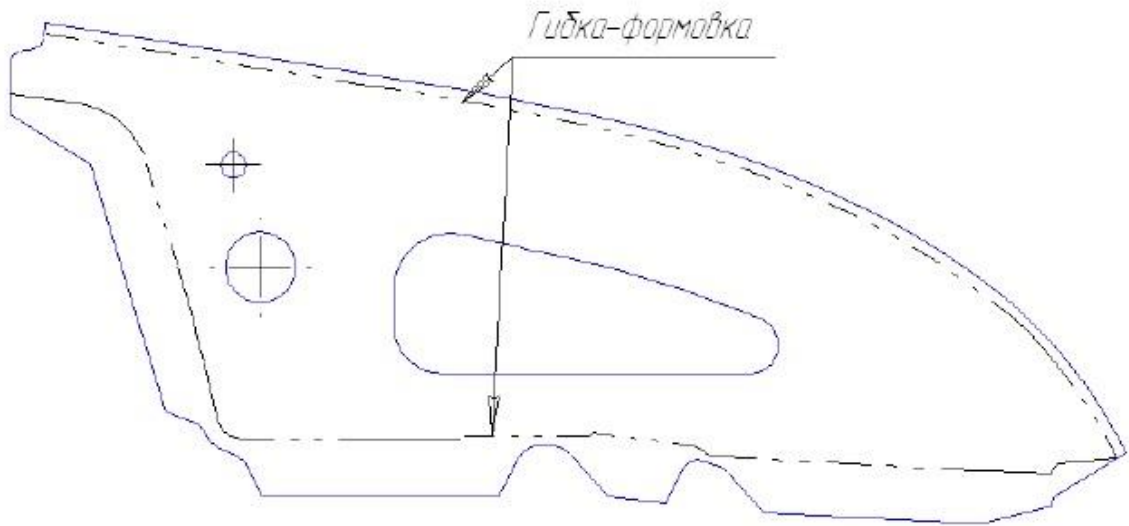


Рисунок 2.2 – гибка формовка

### Операция 30 Отбортовка

Заключительной операцией является отбортовка отверстий. В этой операции производится отбортовка фасонного отверстия, формовка которой была произведена на предыдущей операции (рис 2.3) . Количество произведенных деталей аналогична предыдущей.

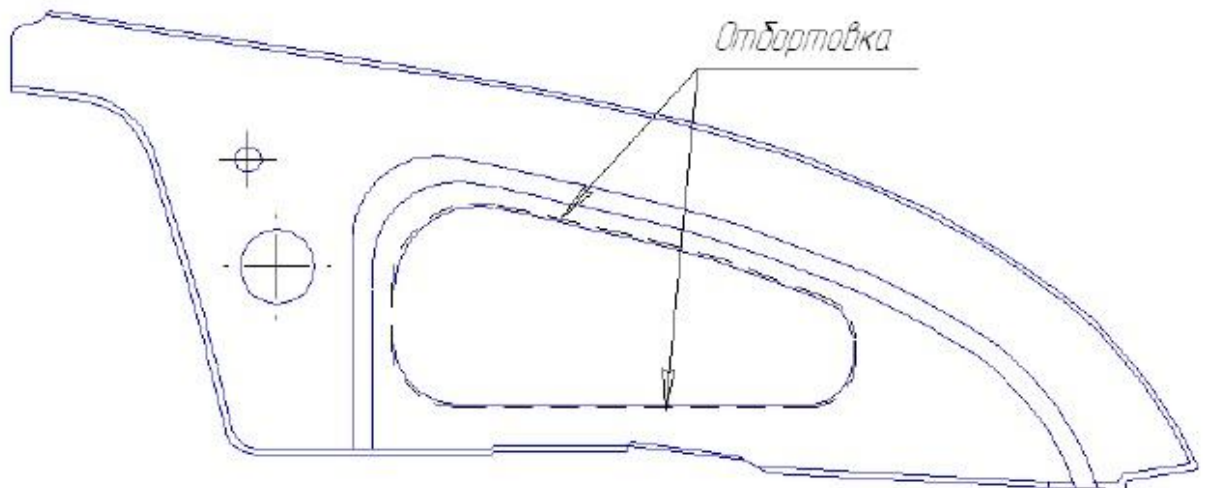


Рисунок 2.3 - отбортовка

## 2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

Из-за того что операция проходит по криволинейному контуру и основной операцией будет являться гибка, то исходные размеры заготовки можно определить путем подсчета развертки, как детали, которая подвергается гибке. Величину технологического припуска надо так же учитывать (для прижима заготовки). При производстве испытаний штампа, размеры заготовки корректируются, и эти исправления служат для создания вырубного штампа.

«Определение размеров плоских заготовок, подлежащих гибке, основано на равенстве длины заготовок длине нейтрального слоя изогнутого детали и сводится к определению положения и длины нейтрального слоя в зависимости от относительного радиуса изгиба  $r/S$ .

Различают два основных случая определения размеров заготовки:

При гибке с закруглением (по радиусу);

При гибке под углом без закругления (с калибровкой угла).

В первом случае длина заготовки равна сумме длин прямых участков и длины нейтрального слоя в изогнутом участке» [1].

Так же надо определить длину нейтрального слоя в кривом участке по формуле

$$l = \frac{\pi\varphi}{180} r + xS = 0.017\varphi(r + xS),$$

Где  $l$ -длина нейтрального слоя;

$\varphi$ - изогнутый угол;

$x$ - коэффициент,» [1].

Таблица 2.2 - Коэффициентх для гибки на 90°

$r/S$	$x$	$r/S$	$x$
0.1	0.30	1.2	0.43
0.15	0.32	1.5	0.44
0.2	0.333	1.8	0.45
0.25	0.35	2.0	0.455
0.3	0.36	2.5	0.46
0.4	0.37	3	0.47
0.5	0.38	4	0.476
0.6	0.386	5	0.48
0.7	0.40	7	0.49
0.8	0.408	10	0.50
1.0	0.42		

Возьмем разрез А-А и поделим его на прямолинейные и криволинейные участки.

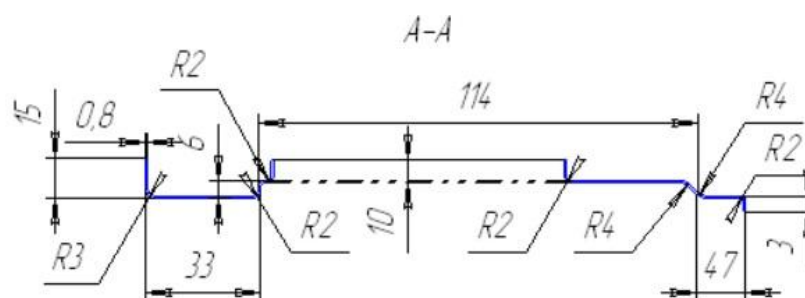


Рисунок 2.4 – Разрез А-А

$$L_{\text{заг}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12} + l_{13}$$

Для прямолинейных участков

$$l_1 = 15 + r_3 - 0,8 = 11,2 \text{ мм,}$$

$$l_3 = 33 - r_3 - r_2 - 2 * 0,8 = 26,4 \text{ мм}$$

$$l_5 = 6 - 2 - r_2 - 2 * 0,8 = 0,4 \text{ мм}$$

$$l_7 = 114 - r_2 - r_4 - 2 * 0,8 = 106,4 \text{ мм}$$

$$l_9 = 6 - 2 * r_4 - 2 * 0,8 < 0,8, \text{ т.е. не существует такого}$$

$$l_{11} = 47 - r_4 - r_2 - 2 * 0,8 = 39,4 \text{ мм}$$

$$l_{11} = 3 - r_2 - 0,8 = 0,2 \text{ мм}$$

Для криволинейных участков:

$$l_2 = 1,57 * r_3 + 0,47 * 0,8 = 5,3 \text{ мм}$$

$$l_4 = 1,57 * r_2 + 0,46 * 0,8 = 3,7 \text{ мм}$$

$$l_6 = 1,57 * r_2 + 0,46 * 0,8 = 3,7 \text{ мм}$$

$$l_8 = 1,57 * r_4 + 0,48 * 0,8 = 7 \text{ мм}$$

$$l_{10} = l_8 = 7 \text{ мм}$$

$$l_{12} = l_4 = 3,7 \text{ мм}$$

$$l_{\text{зар}} = 11,2 + 26,4 + 0,4 + 106,4 + 39,4 + 0,2 + 3,7 + 3,7 + 3,7 + 7 + 7 \\ = 209,1 \text{ мм}$$

Возьмем разрез Б-Б и поделим его на прямолинейные и криволинейные участки.

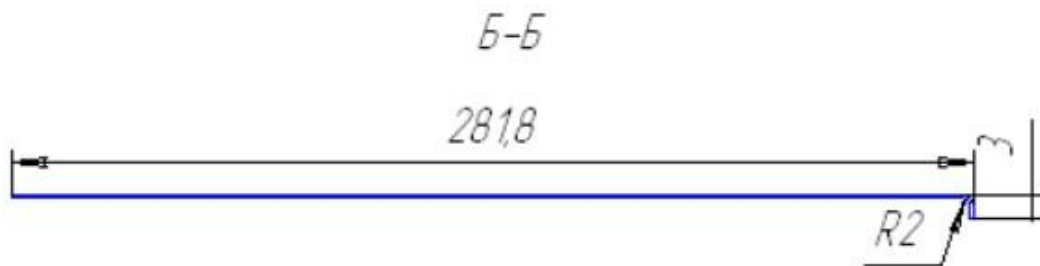


Рисунок 2.5 – Разрез Б-Б

$$L_{\text{зар}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 ;$$

Для прямолинейных участков:

$$l_1 = 3 - r_2 - 0,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$l_3 = 20 - r_2 - 0,8 - r_4 = 13,2 \text{ мм}$$

$$l_5 = 6 - 2 * r_4 - 2 * 0,8 \text{ мм} < 0, \text{ участка нет}$$

$$l_7 = 67 - r_4 - r_2 - 2 * 0,8 = 59,4 \text{ мм}$$

$$l_9 = 16 - r_4 - 0,8 = 13,2 \text{ мм}$$

Для криволинейных участков:

$$l_2 = 1,57 * r_2 + 0,46 * 0,8 = 3,7 \text{ мм}$$

$$l_4 = 1,57 * r_4 + 0,48 * 0,8 = 7 \text{ мм}$$

$$l_6 = l_4 = 7 \text{ мм}$$

$$l_8 = 1,57 * r_3 + 0,47 * 0,8 = 5,3 \text{ мм}$$

$$l_{\text{заг}} = 0,2 + 13,2 + 59,4 + 13,2 + 3,7 + 7 + 7 + 5,3 = 109 \text{ мм}$$

Возьмем разрез В-В и поделим его на прямолинейные и криволинейные участки.

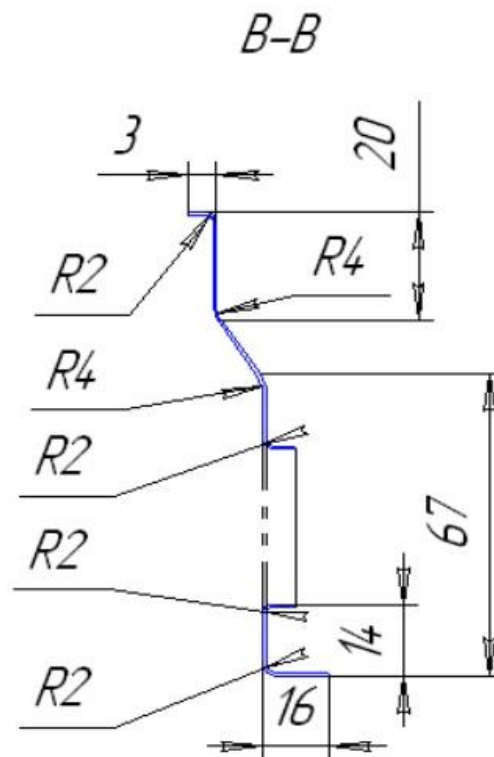


Рисунок 2.6 – Разрез В-В

$$L_{\text{заг}} = l_1 + l_2 + l_3$$

Для прямолинейных участков:

$$l_1 = 281,8 - r_2 - 0,8 = 279 \text{ мм}$$

$$l_3 = 3 - r_2 - 0,8 = 0,2 \text{ мм}$$

Для криволинейных участков:

$$l_2 = 1,57 * r_2 + 0,46 * 0,8 = 3,7 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг}} = 279 + 0,2 + 3,7 = 282,9 \text{ мм}$$

Возьмем разрез Г-Г и поделим его на прямолинейные и криволинейные участки.

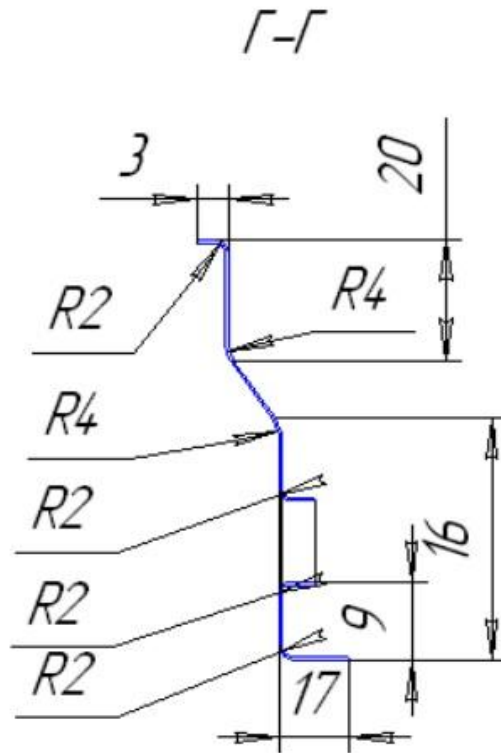


Рисунок 2.7 – Разрез Г-Г

$$L_{\text{заг}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9$$

Для прямолинейных участков:

$$l_1 = 3 - r_2 - 0,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$l_3 = 20 - r_2 - 0,8 - r_4 = 13,2 \text{ мм}$$

$$l_5 = 6 - 2 * r_4 - 2 * 0,8 \text{ мм} < 0, \text{ участка нет}$$

$$l_7 = 52 - r_4 - r_2 - 2 * 0,8 = 44,4 \text{ мм}$$

$$l_9 = 17 - r_4 - 0,8 = 12,2 \text{ мм}$$

Для криволинейных участков:

$$l_2 = 1,57 * r_2 + 0,46 * 0,8 = 3,7 \text{ мм}$$

$$l_4 = 1,57 * r_4 + 0,48 * 0,8 = 7 \text{ мм}$$

$$l_4 = l_6 = 7 \text{ мм}$$

$$l_8 = 1,57 * r_3 + 0,47 * 0,8 = 5,3 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг}} = 0,2 + 13,2 + 44,4 + 12,2 + 3,7 + 7 + 7 + 5,3 = 93 \text{ мм}$$

После произведения расчетов развёртки, мы получили окончательные размеры заготовки. Они получились: по ширине 139,9 мм, по длине 287,3 мм. После этого надо прибавить припуски на обрезку с каждой стороны 20 мм. Окончательные размеры заготовки получились 307,3 мм по длине и 159,9 мм по ширине. Выбираем ленту по ГОСТу 14771-76 шириной 500мм, так как заготовки будут располагаться на тенте в два ряда.

2.3 Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла.

Самые важные факторы в листовой штамповке это уменьшение отхода и экономия металла, особенно во время производства в больших масштабах.

Экономии металла можно достигнуть путем:

1. Использование малоотходного и безотходного раскроя;
2. Изготовление других деталей применяя отход;
3. Снижение потерь металла и перемычек;
4. Повышение точности расчетов.

Для экономии металла самое главное вид раскроя.

Раскрой полосового материала в процессе штамповки делятся на три вида:

- Раскрой с отходами;
- Малоотходный раскрой;
- Безотходный раскрой.

Из всех выше перечисленных способов, больше всего подходит первый способ раскрой с отходами.

Так как заготовка имеет несимметричный контур, и это позволяет сделать встречное расположение заготовок. Это позволяет нам заглубить между заготовками предыдущего ряда на 68 мм. Таким образом можно расположить заготовку под углом, это поможет уменьшить величину шага с 145/2 мм на 125/2 мм, это поможет уменьшить ширину рулона и увеличить КИМ (рис 2.8).



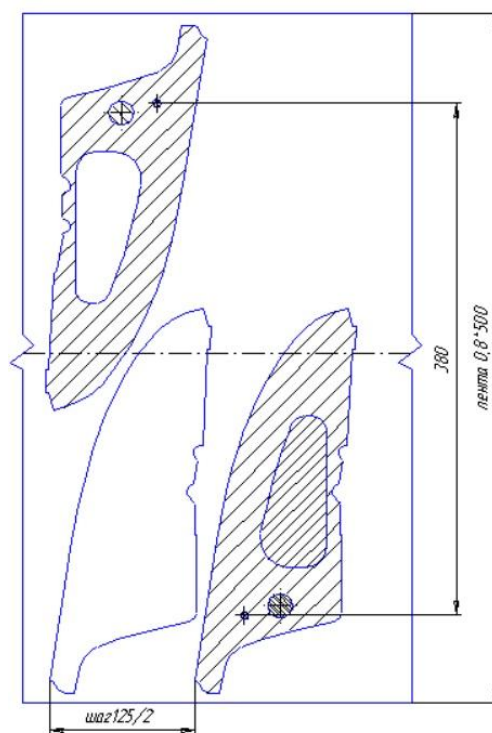


Рисунок 2.8 – Раскрой материала

Сделав вывод из выше перечисленного, для штамповки возьмем ленту шириной 500мм и с шагом 125/2мм.

Следует найти коэффициент раскроя материала, это поможет нам дать оценку экономичности раскроя:

$$K_p = \frac{M_{дет}}{M_з} * 100\% ,$$

где  $K_p$ - коэффициент раскроя;

$M_{дет}$  – масса детали;

$M_з$  – масса заготовки (включая неиспользуемые отверстия )

$$K_p = \frac{0,143}{0,195} * 100\% = 73\%$$

Но однако, чтобы иметь полное представление о величине полного использования металла, надо высчитать (КИМ).

$$K_M = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} * 100\% ,$$

где  $K_m$  – коэффициент использования материала (КИМ);

$M_{дет}$  – масса изделия;

$M_{заг}$  – масса заготовки.

$$K_m = \frac{0,1430}{0,1775} * 100\% = 80,6 \%$$

КИМ получился равным 80,6 %, следовательно 19,4 % идет в отход.

#### 2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки

Определение силы:

Вырубка – пробивка:

Во время данного процесса делается расчет усилия среза между параллельными режущимися кромками по формуле:

$$P_{ср} = L * S * \sigma_{ср} * k ,$$

где  $P_{ср}$  – усилие среза;

$L$  – длина реза;

$S$  – толщина материала;

$\sigma_{ср}$  – сопротивление среза;

$k$ –коэффициент, 1,3

Сила вырубки контура заготовки:

$$P_{ср1} = 0,680 * 0,8 * 10^{-3} * 260 * 1,3 = 0,184 \text{ МН}$$

Сила пробивки фасонного отверстия:

$$P_{cp2} = 0,238 * 0,8 * 10^{-3} * 260 * 1,3 = 0,064 \text{ МН}$$

Сила пробивки отверстия диаметром 20,2 мм:

$$L_1 = \pi R = \pi * 10,1 = 31,73 \text{ мм} = 31,73 * 10^{-3} \text{ м}$$

$$P_{cp3} = 10,37 * 10^{-3} * 0,8 * 10^{-3} * 260 * 1,3 = 0,0086 \text{ МН}$$

Сила снятия полосы с пуансона:

$$P_{сн} = K_{сн} * P ,$$

где  $P_{сн}$  – усилие снятия;

$K_{сн}$  - коэффициент снятия

$P$  – общее усилие.

Сила снятия полосы с фасонного пуансона:

$$P_{сн1} = 0,08 * 0,064 = 0,00512 \text{ МН}$$

Сила снятия полосы с пуансона диаметром 20,2 мм:

$$P_{сн2} = 0,08 * 0,0086 = 0,00069 \text{ МН}$$

Сила снятия полосы с пуансона диаметром 6,6 мм:

$$P_{сн3} = 0,08 * 0,0028 = 0,00022 \text{ МН}$$

Сила снятия отходов с пуансона:

$$P_{сн4} = 0,08 * 0,184 = 0,01288 \text{ МН}$$

Сила проталкивания отходов через матрицу:

$$P_{пр} = k_{пр} * P * n ,$$

где  $P_{пр}$  – сила проталкивания;

$k_{пр}$  – коэффициент, 0,07...0,08

$n$  – количество деталей, находящиеся в шейке матрицы.

$$P_{\text{пр1}} = 0,08 * 0,184 * 6 = 0,0269 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр2}} = 0,07 * 0,086 * 6 = 0,036 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр3}} = 0,07 * 0,0028 * 6 = 0,0012 \text{ МН}$$

Сила выталкивания деталей из матрицы:

$$P_{\text{пр4}} = 0,07 * 0,184 = 0,01288 \text{ МН}$$

Общее сила вырубки – пробивки:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{ср}} + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}}$$

$$P_{\text{общ}} = 0,26 + 0,02075 + 0,0641 = 0,345 \text{ МН}$$

Гибка – формовка:

Расчет силы гибки определяются по формуле:

$$P_{\Gamma} = B * S * \sigma_{\text{в}} * k_2 + P_{\text{пр}} = 1,25B * S * \sigma_{\text{в}} * k_2 ,$$

где  $P_{\Gamma}$  – усилие гибки;

$B$  – длина изгиба;

$\sigma_{\text{в}}$  – предел прочности (300 МПа);

$k_2$  – коэффициент, равный 0,1

$$P_{\Gamma} = 1,25 * 0,653 * 0,8 * 10^{-3} * 300 * 0,1 = 0,02 \text{ МН}$$

Сила формовки рассчитывается по формуле:

$$P_{\Phi} = \sigma_{\text{в}} * L * S * k ,$$

Где  $P_{\Phi}$  – усилие формовки

$\sigma_{\text{в}}$  – предел прочности, 300 МПа;

$L$  – толщина материала;

$k$  – коэффициент (0,8)

$$P_{\phi} = 300 * 0,434 * 0,8 * 10^{-3} * 0,8 = 0,083 \text{ МН}$$

Сила прижима рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{пр}} = F * q ,$$

где  $P_{\text{пр}}$  – сила прижима;

$F$  – площадь заготовки,

$q$  – давление, 300 МПа

$$P_{\text{пр}} = 0,00014 * 300 = 0,042 \text{ МН}$$

Общая сумма усилия гибки – формовки:

$$P = P_{\Gamma} + P_{\text{пр}} + P_{\phi}$$

$$P = 0,02 + 0,042 + 0,083 = 0,145 \text{ МН}$$

Отбортовка:

$$P_{\text{отб}} = 2,5 * B * S * \sigma_{\text{в}} * k_2 ,$$

где  $P_{\text{отб}}$  – усилие отбортовки;

$B$  – длина изгиба;

$\sigma_{\text{в}}$  – предел прочности

$k_2$  – коэф-т (0,1)

$$P_{\text{отб}} = 2,5 * 0,238 * 0,8 * 10^{-3} * 300 * 0,1 = 0,014 \text{ МН}$$

Расчёт работы:

Вырубка – пробивка:

Работу по вырубке можно посчитать по формуле:

$$A = x * P * S ,$$

где  $A$  – работа вырубки;

$x$  – коэффициент (0,75)

$P$  – усилие резки;

$S$  – толщина металла.

$$A = 0,75 * 0,345 * 0,8 * 10^{-3} = 0,000207 \text{ МДж}$$

Гибка – формовка

Работу гибки можно посчитать по формуле:

$$A = H * P * k ,$$

где  $A$  – работа процесса;

$H$  – ширина отгибаемого участка;

$P$  – усилие процесса;

$k$  – коэфф-нт (0,78)

$$A = 16,3 * 10^{-3} * 0,02 * 0,78 = 0,00025 \text{ МДж}$$

Работу формовки можно посчитать по формуле:

$$A = C * P * h ,$$

где  $A$  – работа процесса;

$C$  – коэффициент (0,7)

$P$  – сила вытяжки;

$h$  - глубина формовки.

$$A = 0,7 * 0,83 * 6,5 * 10^{-3} = 0,000378 \text{ МДж}$$

Отбортовка :

Работу отбортовки можно посчитать по формуле:

$$A = H * P * k ,$$

где  $A$  – работа процесса;

$H$  – глубина отбортовки;

$P$  – усилие процесса;

$k$  – коэфф-нт (0,78)

$$A = 4 * 10^{-3} * 0,014 * 0,78 = 0,000044 \text{ МДж}$$

## Глава 3 Инженерный анализ напряженно – деформированного состояния детали

### 3.1 Конструирование математических моделей деталей штампа

Существует ряд программных обеспечений, которые помогают совершить инженерный анализ. В данном проекте мы будем использовать программные обеспечения NX9.0 от компании Siemens, LS-PrePost 3.2 и LS-DYNA Manager.

Программа NX9.0 дает нам возможность создать:

1. Мат модель заготовки;
2. Мат модель матрицы и пуансона;
3. Мат модель прижима.

Все созданные инструменты создаются и располагаются по одной оси движения для проведения операции.

### 3.2 Подготовка к компьютерному анализу

При помощи программы NX9.0, экспортируем инструменты и заготовку в формат IGES.

Экспорт происходит по следующему алгоритму:

1. В меню выбираем раздел «экспорт»;
2. Выбираем формат, который нам требуется;
3. Выбираем объект, который надо экспортировать;
4. Выбираем папку и даем название экспортируемого инструмента;
5. Нажимаем на кнопку «ОК»



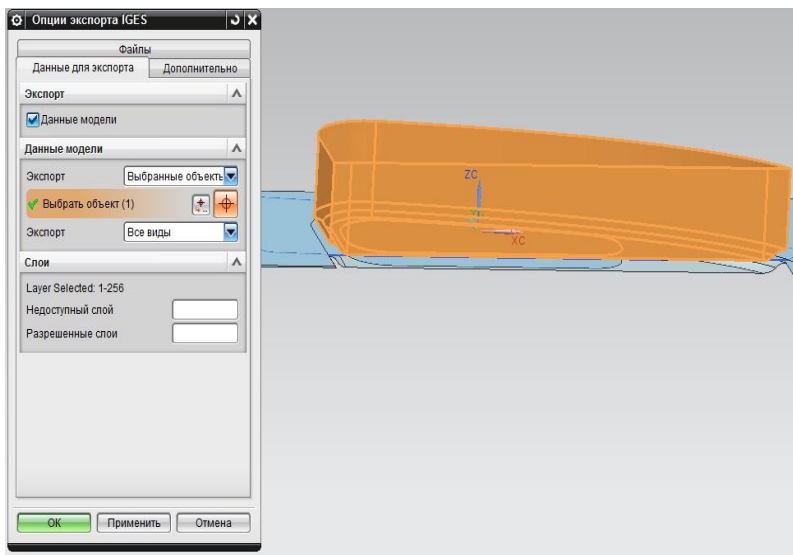


Рисунок 3.1 - Экспорт заготовки и инструментов

Далее открываем программное обеспечение LS-PrePost 3.2 и импортируем заготовку и инструменты.

Импорт происходит по следующему алгоритму:

1. В меню выбираем раздел «File» → «Import» → «IGES File»
2. В открытом окошке находим папку с экспортированными ранее заготовки и инструментов
3. Выделяем все файлы и нажимаем «ОК»

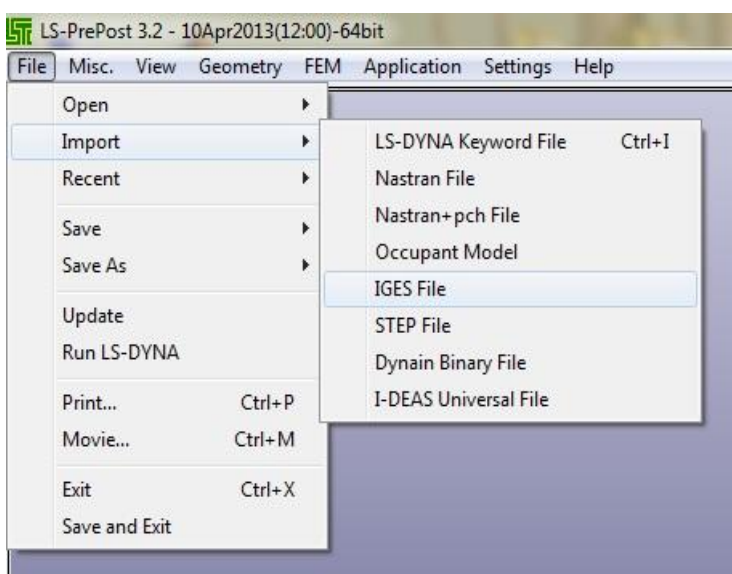


Рисунок 3.2 - Импорт заготовки и инструментов

### 3.3 Создание сетки конечных элементов и ввод исходных параметров

После импортирования всех геометрий начинается создание сетки конечных элементов.

Создание сетки конечных элементов в LS-PrePost 3.2:

1. В меню выбираем раздел «Application»→ «Metal Forming» → «General Setup»
2. Открываем раздел для создания сетки и нажимаем на «Auto Mesher»
3. Выбираем заготовку либо инструмент, задаем количество конечных элементов сетки и нажимаем на «Mesh»
4. После создания сетки нажимаем на «Accept»

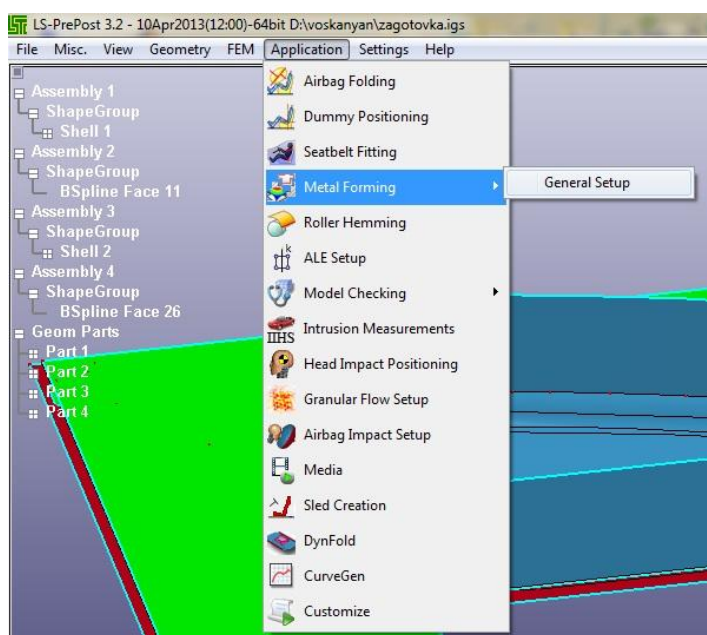


Рисунок 3.3 - Выбор раздела листовой штамповки

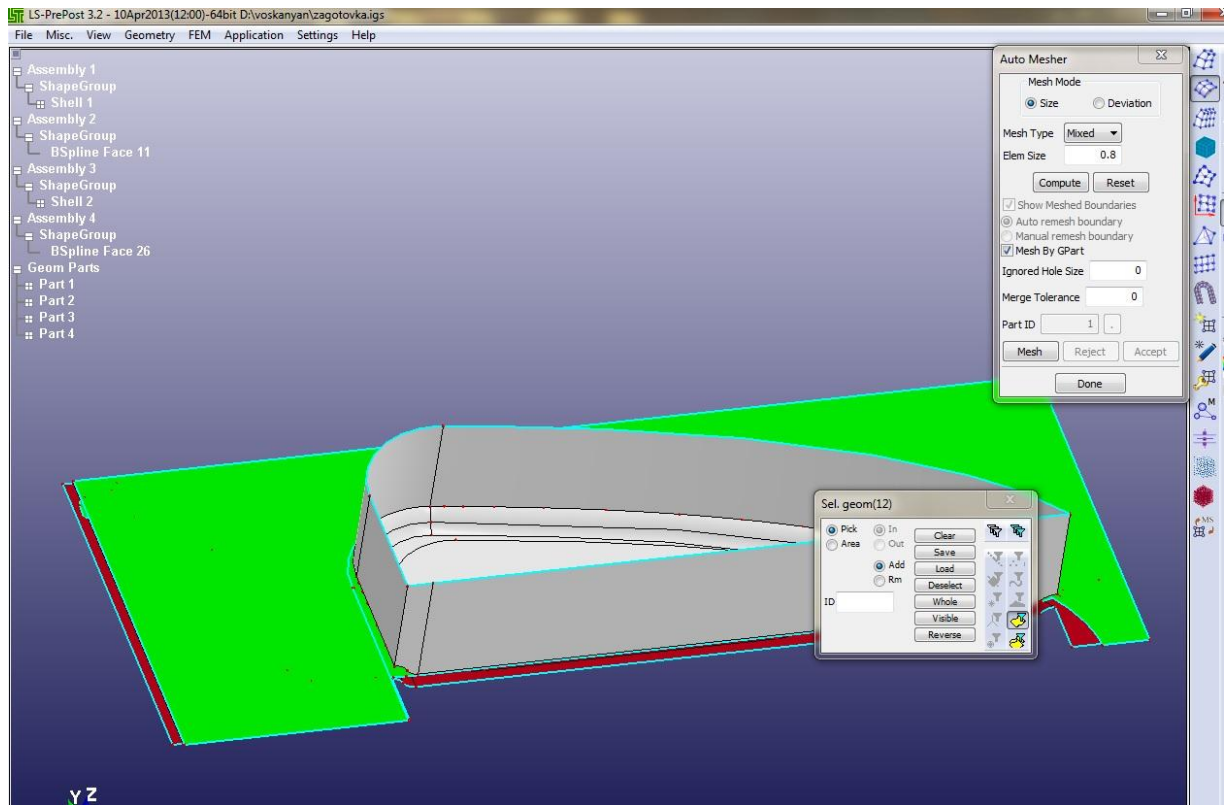


Рисунок 3.4. - Создание сетки

### 3.4 Внесение всех данных и параметров операций

С помощью раздела «Metal Forming Application» вносим параметры:

1. Выбираем тип операции – прямая или обратная.
2. В разделе «Blank» задаются параметры заготовки – толщину, материал.
3. В разделе «Tools» выбираются рабочие инструменты – матрица, пуансон и прижим. Инструменты двигаются по оси Z.
4. В разделе «Process» устанавливает процесс операции «Forming» и задаются параметры
5. Сохраняем данный процесс в «к» файл называемый «isform»

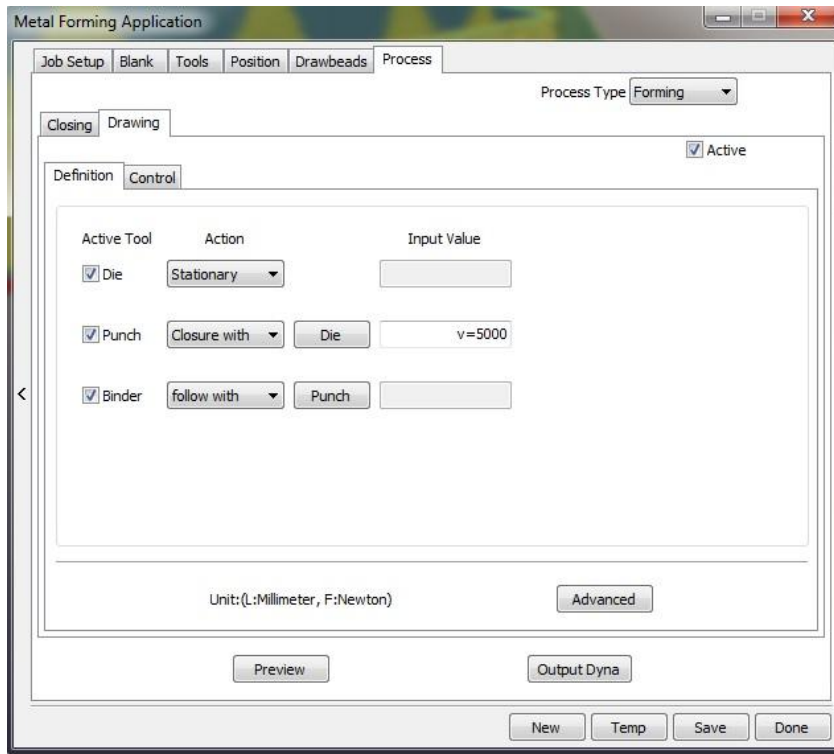


Рисунок 3.5. - Задача параметров операции

Далее открываем файл «isform» в программе LS – DYNA Manager для начала расчета. По окончании расчета создаться файл «d3plot» и открываем его через программу LS – PrePost для анализа полученных результатов.

## Глава 4 Выбор оборудования

### 4.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики

Пресс выбирают исходя из последующих соображений:

- Величина хода ползуна и тип прессы выбираются исходя из техпроцесса;
- Для совершения работы, пресс должен иметь достаточно мощности, для совершения данной операции;
- Закрытая высота штампа равна или меньше закрытой высоты прессы;
- Размеры стола и ползуна прессы должны позволить расположить и закрепить штамп и подачу заготовок, а отверстие в столе прессы – дать возможность свободно проваливаться штампуемую деталь;
- Хорошую производительность штамповки должно обеспечивать число ходов прессы;
- Могут быть внедрены специальные устройства и приспособления (выталкиватели, механизмы, буферы), в зависимости от вида работы;
- Должна быть соблюдена техника безопасности и удобства работы

Так как первая операция вырубка – пробивка, поэтому надо в первую очередь определиться выбором оборудования.

Три типа прессы:

- быстроходный;
- нормальный;
- тихоходный.
- Число ходов прессы:

Быстроходный -  $\frac{250}{4P}$

Нормальный -  $\frac{190}{4P}$

Тихоходный -  $\frac{140}{4P}$

Учитывая все вышестоящие данные выбираем пресс К3132А с усилием 1,6 кН.

Таблица 4.1 - Основные характеристики:

№	Наименование параметров	Величина
1	Номинальное усилие прессы	160
2	Ход ползуна, мм	250
3	Число ходов ползуна в минуту	40/25
4	Штамповое пространство прессы Max	410
5	Штамповое пространство прессы Min	250
6	Рекомендуемая закрытая высота штампа	400
7	Регулировка закрытой высоты	160
8	Толщина плиты верхней	100
9	Толщина плиты нижней	100
10	Размеры стола	2280*1020
11	Размеры подштамповой плиты	1800*1020
12	Размеры съёмной плиты ползуна	1550*850
13	Расстояние от оси ползуна до станины	535
14	Расстояние между стойками станины в свету	1810
15	Усилие пневмоподушек	20
16	Ход пневмоподушек	80
17	Ход верхнего выталкивателя	48
18	Недоход маркетной подушки до плоскости плиты	15

Полезная работа и число ходов пресс КЗ132А с усилием 1,6 кН

Таблиц 4.2 - Расчет числа ходов пресса

Тип пресса	Число ходов пресса		Полезная работа, кДж	
	Формула	Значение	Формула	Значение
Тихоходный	$140/\sqrt[4]{P}$	40	$0,315\sqrt{P^3}$	6,375

#### 4.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики

Автоматизация помогает увеличить в несколько раз производительность деталей и предоставляет безопасность всей работы на прессах.

Способы автоматизации:

1. Пресса с универсальными кривошипами с автоматизированной штамповкой;
2. Применения автоматических или автоматизированных линий с комплексной автоматизацией;
3. Изготовление особенного изделия штамповкой на специализированных штамповочных аппаратах;
4. Штамповка на специализированных штамповочных аппаратах, позволяющих переналадку для различных изделий.

Автоматическое удаление отштампованных заготовок позволяет увеличить число производительности и технику безопасности.

Формообразующие операции производятся на пресс – автомате, то лучшим решением будет обеспечить пресс – автомат питателем и подающим устройством.

В большинстве случаев при штамповке выбирают тип передающих устройств грейферные линейки.

Грейферные линейки делятся на виды в зависимости от траектории движения:

1. Однокоординатные – совершает одно движение (возвратно – поступательные)
2. Двухкоординатные – наличие двух видов перемещения (поперечный ход и продольные)
3. Трехкоординатные – выполняют три вида движения (поперечный, вертикальный и продольный)

Больше всего в нашем случае подходит грейферное передающее устройство с двухкоординатной подачей.

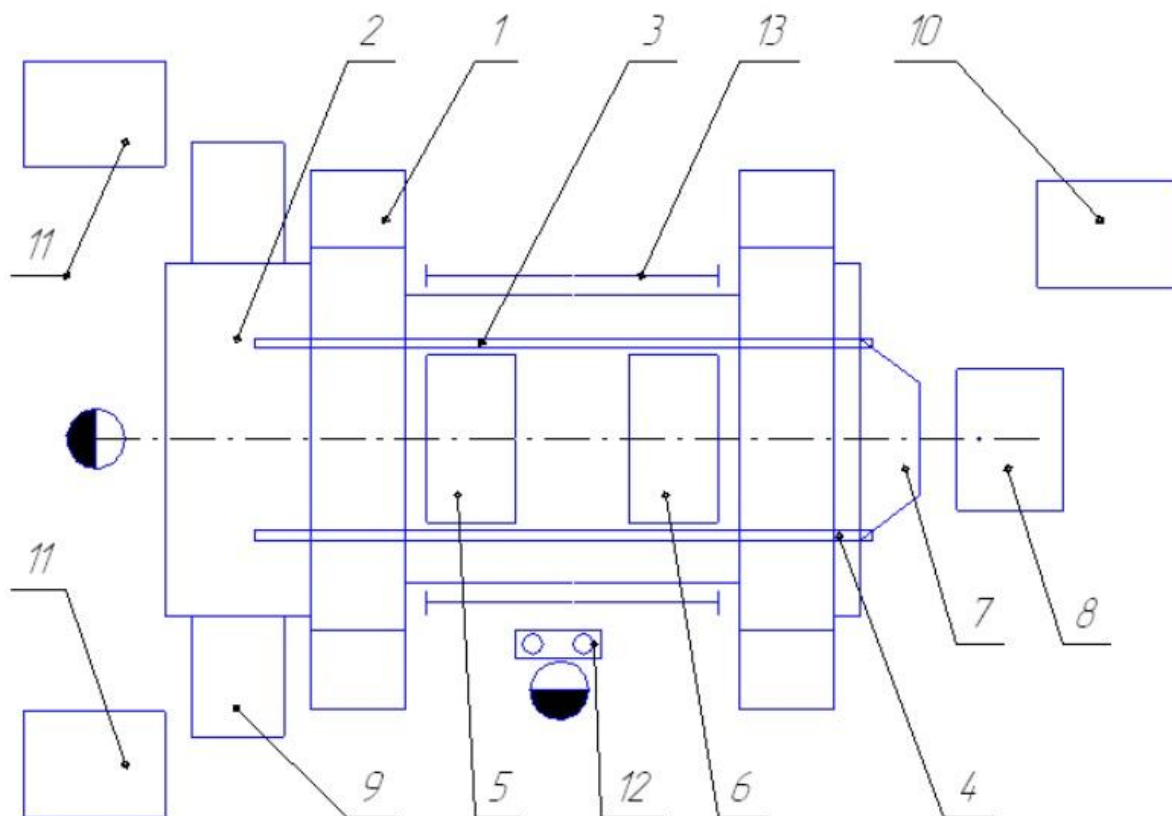
Таблица 4.3 - Характеристики двухкоординатной подачи

№	Наименование параметра	Величина
1	Направление подачи	Слева направо
2	Ход подачи, мм	200
3	Число позиций	7
4	Односторонний ход зажима, мм	110
5	Расстояние между сомкнутыми линейками, мм	350; 500
6	Высота верха линеек над болстером, мм	200
7	Высота верха направляющих планок над болстером, мм	210
8	Размеры заготовок, мм: слева направо спереди назад	50...150 100...300
9	Толщина заготовки, мм	0,7...2,3



### 4.3 Работа и планировка автоматической линии

#### Автоматическая линия пресс – автомата К3132А



1) пресс-автомат К3132А, 2) питатель, 3)грейферная линия левая, 4) грейферная линия правая, 5) штамп гибки – формовки, 6) штамп отбортовки, 7) склиз удаления готовой продукции, 8) тара для готовой продукции, 9) стол передвижной, 10) тара для брака, 11) тара для заготовки, 12) средство управления, 13) решетка для безопасности.

Рисунок 4.4 - Автоматическая линия

Пресс – автомат К3132 (1), на котором присутствует питатель (2), оборудован передвижным столом (9). Сначала с одной стороны стола набивается кассета с заготовками, которая попадает на стол и передвигается автоматически на противоположную сторону. После того как заготовки

попадают в питатель, они попадают в присоски. Присоски перемещают заготовку на грейферные линейки (3) (4). Выгрузка детали производится по склизу (7) и попадает прямым в тару для готовой продукции (8) и так же рядом расположена тара брака (10). Так же в целях техники безопасности процесса, по сторонам пресс огражден решетками (13).

## Глава5 Разработка конструкции штамповой оснастки

### 5.1 Работа и конструкция штамповой оснастки

В данном проекте мы будем использовать два вида штампа: 1) гибки – формовки; 2) отбортовки.

Штамп гибки – формовки состоит из двух частей: верхняя и нижняя.

В состав верхнюю часть входит:

- верхняя плита;
- пуансон;
- направляющие колонки;
- верхний прижим;
- ограничитель хода;
- направляющих втулок.

Нижняя часть состоит из:

- нижней плиты;
- ограничителя хода;
- противоотжима;
- фиксаторов по контуру;
- фиксаторов по отверстию;
- матрицы.



Штамп отбортовки:

Верхняя часть состоит из:

- верхней плиты;
- выталкивателя;
- матрицы;
- направляющих колонок;
- направляющих втулок.

Нижняя часть состоит из:

- нижней плиты;
- пуансона;
- ограничителя хода;
- пуансонадержателя;
- подкладок;
- направляющих втулок;
- держатель.

Описание работы штампа:

Полуфабрикат уже в ориентированном положении попадает в штамп. Неподвижность по оси верхней и нижней плиты обеспечивается благодаря направляющей колонки и направляющих втулок. Изделие лежит на одной плоскости с пуансоном и прижимом. Далее идет подача усилия через пневмоподушку и прижим зажимает изделие. Матрица начинает свое движение навстречу к пуансону и совершается отбортовка отверстия. После размыкания штампа деталь подается на грейферные линейки, и далее перемещается на склиз, а по склизу попадает в тару готовой продукции.

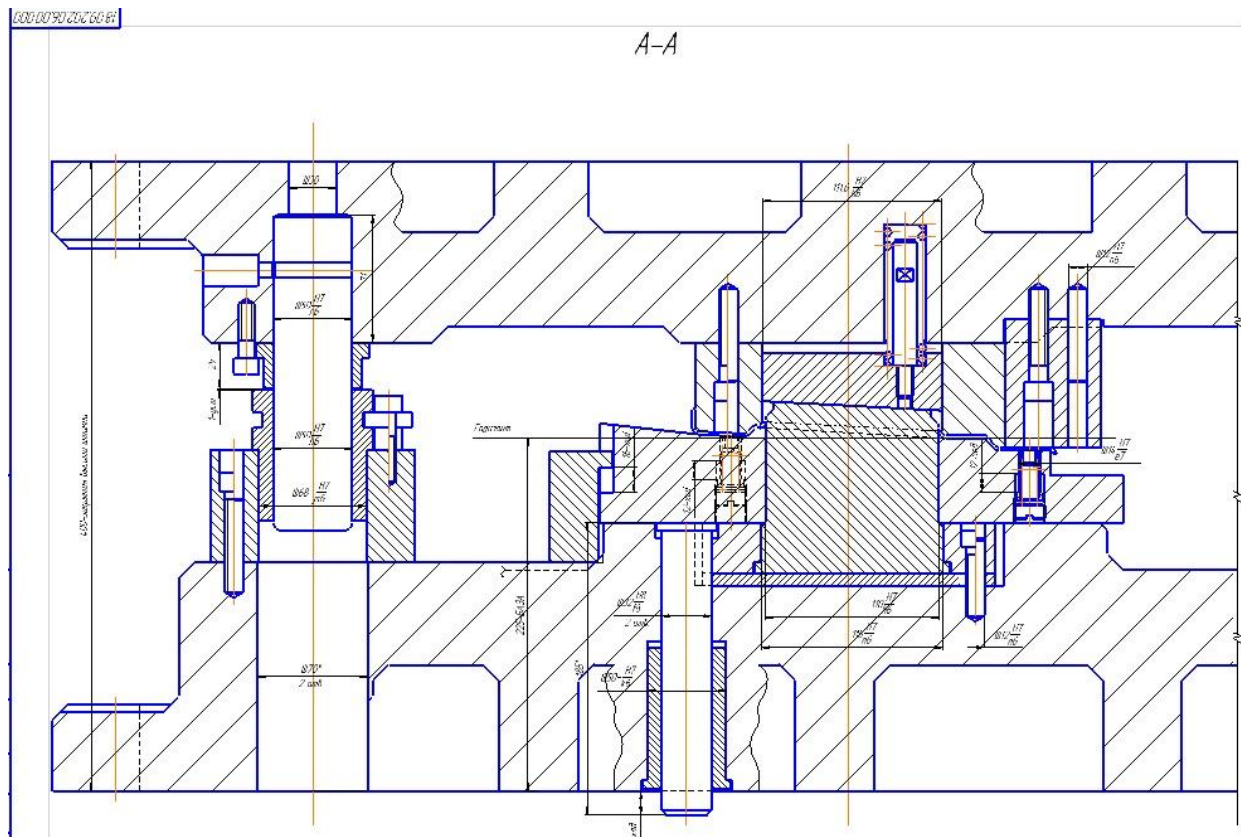


Рисунок 5.2 - Штамп отбортовки

## 5.2 Прочностные расчеты и выбор материалов детали штампа

Во время проектирования штампов используют нормали деталей. Чтобы лишний раз не производить расчеты прочности различных деталей, все расчеты напряжений уже выполнены при разработке нормалей. Когда разрабатывают специальные конструкции штампов, используют прочность плит и основных элементов. Расчет на прочность производят чаще всего на пробивные пуансоны малого объема. Мы рассмотрим пуансон с диаметром 6.5 мм.

Формула для расчета на смятие головки пуансона:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{\text{см}}] ,$$

где  $\sigma_{\text{см}}$  – напряжение смятия, МПа;

$P$  – сила операции, МН;

$F$  – поверхность головной части пуансона, м<sup>2</sup>;

$[\sigma_{\text{сж}}]$  - допуски на смятие,  $\sigma_{\text{сж}} = 100$  МПа

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{0,0028}{132,732 * 10^{-6}} = 21,1 \text{ МПа}$$

$\sigma_{\text{см}} = 21,1 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{см}}] = 100 \text{ МПа}$  , следовательно условие прочности на смятие выполняется

Формула расчета на сжатие пуансона в наименьшем сечении:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P}{f} \leq \sigma_{\text{сж}} ,$$

где  $\sigma_{\text{сж}}$  - напряжение сжатия, МПа ;

$P$  – сила на операцию, МН ;

$f$  – площадь наименьшей сечений пуансона, м<sup>2</sup> ;

$\sigma_{\text{сж}}$  – допустимое напряжение на сжатие, МПа  $\sigma_{\text{сж}} = 1600$  МПа ;

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{0,0028}{33,183 * 10^{-6}} = 84,38 \text{ МПа}$$

$\sigma_{\text{сж}} = 84,28 \text{ МПа} < \sigma_{\text{сж}} = 1600 \text{ МПа}$ , следовательно условия  
выполняется

Формула расчета режущих частей пуансона:

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{P}{F_{\text{усл}}} ,$$

где  $\sigma_{\text{р}}$  - напряжение, МПа;

$P$  - сила операции, МН;

$F_{\text{усл}}$  - условная площадь при  $\frac{S}{l}$

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{0,0028}{25,52 * 10^{-6}} = 109,73 \text{ МПа}$$



$\sigma_p = 109,73 \text{ МПа} < \sigma_{сж} = 1600 \text{ МПа}$ , следовательно условие прочности выполняется.

Марки сталей и материалы, которые применяются при изготовлении остальных частей штампа:

- Плиты штампов: марка материала - Стали 40, 52; можно заменить на Ст5;
- Хвостовики: основная марка материала - Стали 35, 40; можно заменить на Ст4, Ст5;
- Направляющие колонки: марка материала - Ст40Х;
- Направляющие втулки: марка материала - Сталь 20, 45, 50; можно заменить на Ст40Х;
- Пуансондержатели: основная марка материала - Стали 35, 45; можно заменить на Ст3;
- Съёмники: основная марка материала - Ст3; можно заменить на Сталь 25;
- Толкатели, направляющие планки, верхний и нижний прижимы: марка стали - Стали 40, 45, Стали 20, 20Х; можно заменить на Ст5;
- Упор: марка стали - Сталь 45; заменителей нет;
- Штифт: марка стали - Сталь У8 можно заменить на Ст6;
- Винт: марка стали - Сталь 45; заменителей нет;
- Пружина: марка стали - Стали 65Г, 60С2; можно заменить на стальную проволоку 11-го класса.

### 5.3 Определение числа и нахождения упругих элементов

Одним из самых распространенных элементов штампа являются пружины. Они нужны для освобождения пуансона от материала, для прижима во время штамповки и для выталкивания из матрицы готовых изделий. Пружины выбираются согласно ГОСТу.

Пружины обеспечивают:

- Долговременную работу штампа;
- Надежность штампа;
- Необходимое усилие;
- Требуемый ход.

Выбор пружин осуществляется по усилию согласно ГОСТу. Усилие должно составлять от 10% до 30%  $P_{сн}$ .

Пружины выбирается определенным качествам:

- По усилию;
- По размеру диаметра;
- По высоты в зажатом состоянии;
- По рабочей деформации.

Расчет усилия снятия во время операции гибки – формовки:

$$P_{сн} = 0,3 * 0,0093 \text{ МН}$$

Ход толкателей 15мм, поэтому выбираются пружины (3шт):

- Усилие – 0,00315 МН;
- Деформация - 19 мм;
- $\varnothing$  20 мм;

- Сжатая высота - 39,7 мм.

Расчет усилия прижима во время операции гибки-формовки:

$$P_{\text{пр}} = 0,3 * 0,103 = 0,031 \text{ МН}$$

Выбираются целый пакет пружин (7 штук) для обеспечения верхнего хода прижима на 14мм.:

- Усилие - 0,018 МН;
- Диаметр 34мм;
- Ход 15мм;
- Усилие натяга- 0,006 МН

Во время операции отбортовки, пружины усилие выталкивателя.

Расчет усилия выталкивателя определяется по формуле:

$$P_{\text{в}} = 0,3 * 0,014 = 0,0042 \text{ МН}$$

Пружины выталкивателя должны обеспечить ему ход на 15мм. Данные пружины устанавливаются на верхней плите в кол-ве 2 штук:

- Высота в сжатом виде 96,7 мм;
- Рабочая деформации 30,72 мм;
- Диаметр 25 мм;
- Усилие 0,015 МН.

## Глава 6 Безопасность и экологичность технического объекта

### 6.1 Описание рабочего места

Таблица 6.1 - Технологический паспорт объекта

№	Техпроцесс	Выполняемые операции	Наименование должности рабочего	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы
1	Производство изделия «Надставка»	1. Вырубка – пробивка 2. гибка-фомовка 3. отбортовка	Оператор – штамповщик	Пресс – автомат, штамповая оснастка автоматизированная система.	Сталь 08-01ЮТГЦ

### 6.2 Выявление производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Выявление профессиональных рисков.

№	Производственные или технологические операции, выполняемых работ	Небезопасные и вредные промышленные факторы	Источник небезопасных либо вредных промышленных факторов
1	Работа электродвигателя, зубчатых механизмов и пневматической системы пресс-автомата. Работа штампа. Удаление заготовки, деталей и отходов.	Физический-повышенный уровень шума	Электродвигатель, зубчатых механизмов и пневматической системы пресс-автомата. Работа штампа. Склизы для удаления заготовки.
2	Работа пресса	Большой уровень вибрации	Работающий штамп

## Продолжение таблицы 6.2

3	Транспортно, разгрузочное, погрузочные работы.	Производственная травма	Прессовое оборудование, механизмы и устройства автоматизации
---	--	-------------------------	--

## 6.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда

Таблица 6.3 - Организационно-технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№	Небезопасные и вредные промышленные факторы	Методы и средства защиты, устранения небезопасного и вредного промышленного фактора	СИЗ работника.
1	Большой уровень вибрации	Виброизоляция, правильный режим работы, изменения в фундаменте	-
2	Высокий уровень шума	Смазка контактирующих частей пресса и штампа, средства индивидуальной защиты, герметизация источника шума	Беруши
3	Маленький уровень света	Замена освещения	-
4	Большой уровень пыли	Проветривание помещения и вытяжка	Полумаски, респираторы
5	Воздействие токсических веществ	Контроль токсических веществ. Смена рабочей одежды, мытье рук с мылом.	Респираторы, полумаски

## 6.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

Таблица 6.4 - Классификация опасных факторов пожара

№	Подразделение	Оборудование	Класс пожара	Факторы пожара, представляющие опасность	Параллельное проявление пожарных факторов
1	Листовая штамповка	Пресс-автомат	В, Е	Повышенная температура, возможность появления искры, пламени. Возможность воспламенения токсических и термических разложений. Повышенная концентрация кислорода.	Замыкание электрического напряжения, на технологических участках

## 6.5 Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первостепенные предметы пожаротушения	Передвижные средства пожаротушения	Стационарные системы пожаротушения	Автоматические средства	Противопожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарные инструменты	Пожарная сигнализация, связь и оповещение
Ручные огнетушители	Автомобили предназначенные для пожаротушения	Пожаротушение водяными системами	Датчик задымления	Инвентарь пожарной безопасности	Фильтрующий противогаз	Пожарные багры	Звуковое оповещение о пожаре
Песок	Пожарные помпы	Пожаротушение газовыми системами	Приемно-контрольный прибор	Рукава противопожарные	Средства передвижения	Ручной топор	Световые указатели с табличкой «ВЫХОД»
Кошма	Приспособленные технические средства	Пожаротушение порошковыми системами	Тепловой датчик	Пожарные колонки	Защитный костюм	Лопата штыковая	Ручной пожарный вещатель

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

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

Название техпроцесса	Реализуемый организационно–технический процесс	Требования пожарной безопасности
Листовая штамповка	Консультирование персонала требованиям ПБ; соблюдение ТБ; соблюдение алгоритма работы техпроцесса; содержание чистоты на рабочем месте; противопожарные средства тушения пожара	Сотрудники с квалификацией, наличие систем нахождения пожара, оповещения и эвакуации; система тушения пожара.

## 6.7 Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

Таблица 6.8 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Технический объект, технологически–производственный процесс	Структурная составляющая объектов, производственно–технологического происходящих процессов	Отрицательное влияние технических объектов на окружающую среду (атмосферу)	Отрицательное влияние технических объектов на окружающую среду (гидросферу)	Отрицательное влияние технических объектов на окружающую среду (литосферу)
Транспортные средства передвижения	Дизельного горючие	Повышенный уровень газов в воздухе	–	–
Объекты отхода	Масленные остатки	–	Попадание токсинов и тяжелых металлов в воду	Попадание в землю



В конце данного раздела можно сделать вывод:

1. Были рассмотрены характеристики технологического процесса, технологические операции, оборудование, должности рабочих и материалы (таблица 5.1)
2. Были выявлены все опасные и вредные факторы во время производства (таблица 5.2).
3. Организация мероприятий по технике безопасности, определены СИЗ для сотрудников (таблица 5.3).
4. Организация мероприятий по пожарной безопасности, идентификация классов пожара и разработка мер обеспечения безопасности (таблица 5.4 и 5.5).
5. Организация мероприятий по пожарной безопасности (таблица 5.6)
6. Идентификация технологических факторов(таблица 5.7)

## Глава 7 Экономическая часть

### 7.1 Сравнительный анализ технологических процессов.

В заключительной части ВКР следует сделать сравнительный экономический анализ базового техпроцесса и нового техпроцесса детали «Надставка» легкового автомобиля. Экономия металла становится гораздо больше из-за изменения раскроя.

Базовый техпроцесс включал в себе 7 операций и оборудование: гильотинные ножницы Н3218 в количестве двух штук, пресс – автомат FT-60 с усилием 6 МН.

Новый техпроцесс состоит всего из 3 операций и двух единиц оборудования: пресс К3132А с усилием 1,6 МН и пресс – автомат К 3132А с усилием 1,6 МН.

### 7.2 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Таблица 7.1 - Общие исходные данные

№	Показатели	Обозначение	Значение
1.	Выпуск деталей в год, шт.	$N_z$	120000
2.	Затраченное время, час: - оборудование - рабочий	$\Phi_z$ $\Phi_{з.р.}$	3809 1142
3.	Кэфф. на выполнение нормы	$K_{вн}$	1,1
4.	Кэфф. на многостаночное обслуживание	$K_{мн}$	1,0
5.	Кэфф. на потерю времени из за отпуска рабочих, %	$K_o$	11,8
6.	Кэфф. монтажа: - себестоимость - капитальные вложения	$K_{монт}$	1,1 0,1
7.	Стоимость материала, руб./кг.	$\Phi_{ц}$	35,74
8.	Стоимость отходов (материал), руб./кг	$\Phi_{отх}$	1,143

Продолжение таблицы 7.1

9.	Вес заготовки, кг.	$M_z$	0,689	0,1775
10.	Вес отходов (материал), кг.	$M_{отх}$	0,540	0,0345
11.	Коэфф. на затраты транспортно – заготовительные	$K_{мз}$	1,014	
12.	Коэффициент доплаты (от 3 до 5 разряда):			
а)	Часовой фонд зарплаты	$K_{дон}$	1,08	
б)	Профессионализм	$K_{нф}$	1,16	
в)	Рабочие условия	$K_y$	1,1	
г)	Ночные и вечерние часы работы	$K_n$	1,1	
д)	Премия	$K_{мз}$	1,1	
е)	Социальные нужды	$K_c$	1,31	
	Итого:	$K_{зпл}$	6,94	
	$K_{зпл} = K_{дон} + K_{нф} + K_y + K_n + K_{мз} + K_c$			
13.	Коэфф. по мощности (загрузка оборудования)	$K_m$	0,8	
14.	Коэфф. по времени (загрузка оборудования)	$K_e$	0,7	
15.	Коэфф. на потерю в сети	$K_n$	1,03	
16.	Коэфф. на работу электродвигателей одновременно	$K_{од}$	0,8	
17.	Реализация, %: от Ц: - оборудования - штампа	$B_p$ $B_{р.ш.}$	5 15	
18.	Норма амортизация, %	$H_a$	10	
19.	Показатель суммарных расходов (цеховых)	$K_{цех}$	1,72	
20.	Почасовой тариф - рабочего, имеющего третий разряд - наладчика, имеющего пятый разряд	$C_m$	66,71 79,89	
21.	Стоимость электроэнергии, руб./кВт.	$Ц_э$	3,8	
22.	Стоимость площади, руб./м <sup>2</sup>	$Ц_{пл}$	4500	
23.	Норматив экономической эффективности	$E_n$	0,33	

Таблица 7.2 - Эксплуатационные данные оборудования

№	Наименование оборудования	Усилие МН	Норма времен, мин		Мощность Му, кВт	Площадь Су, м <sup>2</sup>	Цена, руб.
			$t_{шт}$	$t_{маш}$			
Базовый вариант							
1.	Гильотинные ножницы НЗ218 для резки полос		0,026	0,0087	36	25	320000
2.	Гильотинные ножницы НЗ218 для резки карточек		0,026	0,0087	36	25	320000
3.	Пресс – автомат FT2-60	6	0,109	0,083	90	121	3450000
Проектный вариант							
1.	Пресс К3132А	1,6	0,04	0,013	25	11	450000
2.	Пресс – автомат К3132А	1,6	0,08	0,026	25	15	590000

Таблица 7.3 - Исходные данные о штамповой оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа $T_u^{шт}$ , ударов	Цена штампа $C_{шт}$ , руб.
Базовый вариант			
1.	Штамп вытяжки	700000	689835
2.	Штамп обрезки – пробивки	350000	490846
3.	Штамп обрезки	350000	415654
4.	Штамп гибки – правки	700000	620966
5.	Штамп гибки – отбортовки	700000	684315
Проектный вариант			
1.	Штамп вырубки - пробивки	600000	380000
2.	Штамп гибки – формовки	1200000	415405
3.	Штамп отбортовки	1200000	400000

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

1. Эффективный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{\text{э}} = D_{\text{р}} * T_{\text{см}} - D_{\text{пр}} * T_{\text{сок}} * C - B,$$

где  $D_{\text{р}}$  - рабочие дни;

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

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

$T_{\text{сок}}$  - сокращение в предпраздничные дни;

$C$  - кол-во смен;

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

$$\Phi_{\text{э}} = 247 * 8 - 5 * 1 * 2 - 0,05 = 3809$$

2. Эффективный фонд времени работы рабочего:

$$\Phi_{\text{эр}} = 30\% \Phi_{\text{э}} = 1142$$

Таблица 7.4 - Необходимое количество оборудования

№	Показатели	Расчетные формулы и расчеты	Значение показателя	
			Баз.	Пр.
1	Необходимое количество оборудования	$n_{об} = \frac{t_{шт} * N_{г}}{\Phi_{э} * K_{вн} * 60}$ $n_{об}^б = \frac{0,026 * 120000}{3809 * 1,1 * 60} = 0,0054 \approx 1 * 2оп.$ $= 2$ $n_{об}^б = \frac{0,109 * 120000}{3809 * 1,1 * 60} = 0,035 \approx 1$ $n_{об}^{пр} = \frac{0,04 * 120000}{3809 * 1,1 * 60} = 0,013 \approx 1$ $n_{об}^{пр} = \frac{0,08 * 120000}{3809 * 1,1 * 60} = 0,026 \approx 1$	2  1	1  1
2	Коэффициент загрузки выполнения операций оборудования	$K_з = \frac{n_{об}^{рас}}{n_{об}^{прин}}$ $K_з^б = \frac{0,0084}{1} = 0,0084$ $K_з^б = \frac{0,0084}{1} = 0,0084$ $K_з^б = \frac{0,035}{1} = 0,035$ $K_з^{пр} = \frac{0,013}{1} = 0,013$ $K_з^{пр} = \frac{0,026}{1} = 0,026$	0,0084  0,0084  0,035	0,013  0,026
3	Необходимое количество рабочих – операторов	$P_{оп} = \frac{t_{шт} * N_{г} * (1 + \frac{K_о}{100})}{\Phi_{э} * K_{мн} * 60}$ $P_{оп}^б = \frac{0,026 * 120000 * (1 + \frac{11,8}{100})}{1142 * 1 * 60} = 0,0265 \approx 1 * 2см = 2$ $P_{оп}^б = \frac{0,026 * 120000 * (1 + \frac{11,8}{100})}{1142 * 1 * 60} = 0,0265 \approx 1 * 2см = 2$ $P_{оп}^б = \frac{0,109 * 120000 * (1 + \frac{11,8}{100})}{1142 * 1 * 60} \approx 1 * 2 = 2 * 2см = 4 = 0,107$ $P_{оп}^{пр} = \frac{0,016 * 120000 * (1 + \frac{11,8}{100})}{1142 * 1 * 60} \approx 1 * 2см = 2 = 0,012$ $P_{оп}^{пр} = \frac{0,08 * 120000 * (1 + \frac{11,8}{100})}{1142 * 1 * 60} \approx 1 * 2 = 2 * 2см = 4 = 0,06$	2  2  4	2  4

Продолжение таблицы 7.4

4	Необходимое количество штамповой оснастки	$n_{шт} = \frac{N_{г}}{T_{и}}$		
		$n_{шт}^б = \frac{120000}{700000} = 0,17 \approx 1$	1	
		$n_{шт}^б = \frac{120000}{350000} = 0,34 \approx 1$	1	
		$n_{шт}^б = \frac{350000}{120000} = 0,34 \approx 1$	1	
		$n_{шт}^б = \frac{350000}{120000} = 0,34 \approx 1$	1	
		$n_{шт}^б = \frac{700000}{120000} = 0,17 \approx 1$	1	
		$n_{шт}^б = \frac{700000}{120000} = 0,17 \approx 1$	1	
		$n_{шт}^{пр} = \frac{600000}{120000} = 0,2 \approx 1$		1
		$n_{шт}^{пр} = \frac{1200000}{120000} = 0,1 \approx 1$		1
		$n_{шт}^{пр} = \frac{1200000}{1200000} = 0,1 \approx 1$		1

7.4 Расчет капитальных вложений

Таблица 7.5 - Капитальные вложения

№	Показатели	Расчетные формулы и расчеты	Значение показателя	
			Баз.	Пр.
1.	Капитальное вложение в оборудование, руб.	$K_{об} = n_{об} * C_{об} * K_з$ $K_{об.б1} = 2 * 320000 * 0,0084 = 5376$ $K_{об.б2} = 2 * 3450000 * 0,035 = 120750$ $K_{об.пр1} = 1 * 450000 * 0,013 = 11700$ $K_{об.пр1} = 1 * 590000 * 0,026 = 15080$ Итого:	5376 120750 126136	11700 15080 26780
2.	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
2.1	Монтаж и доставка оборудования, руб.	$K_{м} = K_{об} * K_{монт}$ $K_{м.б.} = 126136 * 0,1 = 12613,6$ $K_{м.пр.} = 26780 * 0,1 = 2678$	12613,6	2678

Продолжение таблицы 7.5

2.2	Затраты на оснастку, руб.	$K_{и} = K_{об} * n_{шт}$ $K_{и.б1} = 689835 * 1 = 689835$ $K_{и.б2} = 490846 * 1 = 490846$		
		$K_{и.б3} = 415654 * 1 = 415654$ $K_{и.б4} = 620966 * 1 = 620966$ $K_{и.б5} = 684315 * 1 = 684315$ $K_{и.пр1} = 380000 * \frac{1}{2} = 190000$ $K_{и.пр2} = 415405 * 1 = 415405$ $K_{и.пр3} = 400000 * 1 = 400000$ <p>Итого:</p>	2901616	1195405
2.3	Затраты на производственную площадь, руб.	$K_{пл} = n_{об} * Ц_{пл} * K_з * S_y$ $K_{пл.б1} = 2 * 25 * 4500 * 0,0084 = 1890$ $K_{пл.б2} = 1 * 121 * 4500 * 0,035 = 19057$ $K_{пл.пр1} = 1 * 11,8 * 4500 * 0,13 = 685$ $K_{пл.пр2} = 1 * 15 * 4500 * 0,026 = 1755$ <p>Итого:</p>	1890 19057  20947	685 1755 2440
2.4	Общая сумма	$K_{соп} = K_{м} + K_{и} + K_{пл}$ $K_{соп.б} = 126136 + 2901616 + 20947$ $K_{соп.пр} = 2678 + 1195405 + 2440$	3048689	1200523
3.	Сумма общего вложения	$K_{общ} = K_{об} + K_{пл}$ $K_{общ.б} = 126136 + 3048689$ $K_{общ.пр} = 26780 + 1200523$	3168825	1227303
4	Удельное вложение	$K_{уд} = \frac{K_{общ}}{N_r}$ $K_{уд.б} = \frac{3168825}{120000}$ $K_{уд.пр} = \frac{1227303}{120000}$	26,4	10,23



## 7.5 Расчет себестоимости

Таблица 7.6 - Расчет себестоимости

№	Показатели	Расчетные формулы и расчеты	Результаты	
			Баз.	Пр.
1.	Затраты материальные	$M = M_3 * C_M * K_{T3} - (M_{отх} * C_{отх})$ $M_{баз} = 0,689 * 35,74 * 1,014 - 0,540 * 1,143$ $M_{пр} = 0,1775 * 35,74 * 1014 - (0,0345 * 1,143)$	24,64	6,39
2.	Зарплата рабочих	$Z_{пл} = \frac{C_T * P * \Phi_{эр} * K_{зпл} * K_3}{N_r}$ $Z_{пл}^{бзр.} = \frac{66,71 * 4 * 1141 * 2,22 * 0,0084}{120000}$ $Z_{пл}^{б5р.} = \frac{79,89 * 4 * 1142 * 2,22 * 0,035}{120000}$ $Z_{пл}^{прзр.} = \frac{66,71 * 2 * 1142 * 2,22 * 0,013}{2 * 120000}$ $Z_{пл}^{пр5р.} = \frac{79,89 * 4 * 1142 * 2,22 * 0,026}{120000}$ <p>Итого:</p>	1,016 0,634 1,65	0,078 0,47 0,549
3.	Затраты на использование оборудования	$P_a = \frac{C_{об} * V_p * N_a * t_{шт} * 1,3}{\Phi_э * K_{вн} * 60 * 100}$ $P_a^б = \frac{320000 * 0,95 * 10 * 0,026 * 1,3}{3809 * 1,1 * 60 * 100}$ $P_a^б = \frac{3450000 * 0,95 * 10 * 0,109 * 1,3}{3809 * 1,1 * 60 * 100}$ $P_a^{пр} = \frac{450000 * 0,95 * 10 * 0,04 * 1,3}{3809 * 1,1 * 60 * 100}$	0,03	0,125
4.	Расходы на электричество	$P_э = \frac{M_y + t_{маш} + K_{од} + K_M + K_B + K_{п} + C_э}{КПД * 60}$ $P_э^б = \frac{36 * 0,0087 * 0,8 * 0,7 * 0,8 * 1,03 * 3,8}{0,8 * 60}$ $P_э^б = \frac{90 * 0,0083 * 0,8 * 0,7 * 0,8 * 1,03 * 3,8}{0,8 * 60}$ $P_э^{пр} = \frac{25 * 0,013 * 0,8 * 0,7 * 0,8 * 1,03 * 3,8}{0,8 * 60}$ $P_э^{пр} = \frac{25 * 0,026 * 0,8 * 0,7 * 0,8 * 1,03 * 3,8}{0,8 * 60}$ <p>Итого:</p>	0,0089 0,17 0,1789	0,0074 0,0148 0,0022

Продолжение таблицы 7.6

5.	Затраты на штамповое устройство	$P_{и} = \frac{Ц_{шт} * (1 - B_{рп})}{T_{и}}$ $P_{и}^б = \frac{689835 * 1 - 0,15}{700000}$ $P_{и}^б = \frac{490846 * 1 - 0,15}{350000}$ $P_{и}^б = \frac{415654 * 1 - 0,15}{350000}$ $P_{и}^б = \frac{620966 * 1 - 0,15}{700000}$ $P_{и}^б = \frac{684315 * 1 - 0,15}{700000}$ $P_{и}^{пр} = \frac{407974 * 1 - 0,15}{1200000}$ $P_{и}^{пр} = \frac{400000 * 1 - 0,15}{1200000}$ <p>Итого:</p>	4,635	1,71
6.	Затраты на эксплуатацию площадей	$P_{пл} = \frac{S_y * n_{об} * Ц_{пл} * K_3}{N_r}$ $P_{пл}^{б1} = \frac{25 * 2 * 4500 * 0,0084}{120000}$ $P_{пл}^{б2} = \frac{121 * 2 * 4500 * 0,035}{120000}$ $P_{пл}^{пр1} = \frac{11,08 * 2 * 4500 * 0,013}{120000}$ $P_{пл}^{пр2} = \frac{15 * 2 * 4500 * 0,026}{120000}$ <p>Итого:</p>	0,0275  0,284   0,311	   0,0127 0,0341 0,0468
7.	Зарплата наладчика	$З_{нал} = \frac{C_T * \Phi_{эр} * n_{об} * K_{зпл} * K_3}{n_{обс} * N_r}$ $З_{пл}^{б 5р.} = \frac{2 * 79,89 * 1142 * 22,2 * 0,0084}{8 * 120000}$ $З_{пл}^{пр 5р.} = \frac{79389 * 1141 * 2,22 * 0,013}{8 * 120000}$	0,063	0,027

Продолжение таблицы 7.6

8.	Технологическая себестоимость	$C_{\text{тех}} = M + Z_{\text{пл}} + P_a + P_{\text{э}} + P_{\text{и}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{нал}}$ $C_{\text{тех.б}} = 24,64 + 1,65 + 0,1553 + 0,1789 + 4,635 + 0,311 + 0,063 = 27,63$ $C_{\text{тех.пр}} = 6,39 + 0,549 + 0,02 + 0,0222 + 1,171 + 0,0468 = 8,2$	27,63	8,2
9.	Расходы общепроизводственные	$P_{\text{цех}} = Z_{\text{п}} * K_{\text{цех}}$ $P_{\text{цех.б}} = 1,65 * 1,72 = 1,003$ $P_{\text{цех.пр}} = 0,549 * 1,72 = 0,32$	2,84	0,94
10.	Общепроизводственная себестоимость	$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}}$ $C_{\text{цех.б}} = 27,63 + 2,84 = 30,47$ $C_{\text{цех.пр}} = 8,2 + 0,94 = 9,14$	30,47	9,14

7.6 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта

Таблица 7.7 - Экономическая эффективность

№	Показатели	Расчетные формулы	Заключение	
			Баз.	Пр.
1.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{пл}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} * K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{б}} = 30,47 + 0,33 * 26,4$ $Z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 9,14 + 0,33 * 10,23$	39,17	12,52
2.	Годовая экономия от уменьшения себестоимости	$\text{Э}_{\text{уг}} = (C_{\text{цез}}^{\text{баз}} - C_{\text{цез}}^{\text{пр}}) N_{\text{г}}$ $\text{Э}_{\text{уг}} = 30,47 - 9,14 * 120000$	2559600	
3.	Срок окупаемости	$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{и.пр}}}{\text{Э}_{\text{уг}}}$ $T_{\text{ок}} = \frac{1195405}{2559600} = 0,46$	≈ 1	

Продолжение таблицы 7.7

4.	Эффект годовой экономии	$\mathcal{E}_r = (z_{\text{цех}}^{\text{баз}} - z_{\text{цех}}^{\text{пр}})N_r$ $\mathcal{E}_r = 39,17 - 12,52 * 120000$	3198000
----	-------------------------	--	---------

## ВЫВОД

В результате в разработке нового технологического процесса изделия «Надставка» было установлено, что себестоимость изделия уменьшилось с 27,63 руб. до 8,2 руб., то есть на 19,43руб., что составляет 70% из-за:

1. Уменьшении трудоемкости с 0,109 мин до 0,08 мин.;
2. Экономичность материала на 0,51 кг;
3. Уменьшение затрат на эксплуатацию оборудования;
4. Уменьшение количество рабочих, собственно уменьшение затрат на зарплату;
5. Снижение затрат на штамповую оснастку за счет уменьшения числа штампов.

Годовая экономия составляет порядка 2559600 рублей. При сроке окупаемости в течении полугода, годовой эффект экономии составляет порядка 3198000

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе по изготовлению детали «Надставка» для легкового автомобиля был создан новый технологический процесс и новая штамповая оснастка. Для этого понадобилось произвести анализ данного технологического процесса и выявление недостатков. На основании данного анализа были установлены и решены следующие вопросы:

1. Увеличение производительности за счет уменьшения количества операций и уменьшения количества оборудования;
2. Экономия материала за счет изменения раскроя и увеличения КИМ;
3. Снижение себестоимости детали;
4. Технологический процесс стал безопаснее и более экологически чистым;
5. Срок окупаемости более полугода.

Можно считать, что задачи и цель данной бакалаврской работы выполнены.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке [Текст] / В. П. Романовский– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
2. Губкин, С. И. Основы теории обработки металлов давлением [Текст] : С. И. Губкин, Б. П. Звороно, В. Ф. Катков и др. – М.: Машгиз, 1959. - 539 с.
3. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства [Текст ]– М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
4. Дорфман В. С. Современные материалы в автомобилестроении: Справочник.  
/ В. С. Дорфман, Н. И. Летчфорд, Э. Н. Либерман и др.- Москва, Машиностроение, 1977 – 271с.
5. Иванов, И. И. Основы теории обработки металлов давлением [Текст]: учебник / И. И. Иванов, А. В. Соколов, В. С. Соколов и др. – М.: Форум – Инфра-М, 2007. – 144 с. : ил. – (Высшее образование).
6. Малов, А. Н. Технология холодной штамповки[Текст]: А. Н. Малов – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
7. Норицын, И. А. Проектирование кузнечных и холодноштамповых цехов и заводов[Текст]: учеб. пособие для вузов / И. А. Норицын, В. Я. Шехтер, А. М. Мансуров. – М. : Высш. шк., 1977. – 423 с.
8. Матвеев, А. Д. Ковка и штамповка [Текст]: Справочник: В 4 т. Т. 4 Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева; Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – 1987. – 544 с.: ил.
9. Скрипачев, А. В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с

10. Шапорева, И. Л. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 299 с.
11. Смолин, Е. Л. Основы конструирования штамповой оснастки [Текст]: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения / Е. Л. Смолин. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.
12. Краснопевцева, И. В. Экономика машиностроительного производства [Текст]: учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 148 с.
13. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»[Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина. - Тольятти: ТГУ, 2016. – 51 с.
14. Егоров, А. Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста [Текст]: учеб.- метод пособие / В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А Живлглядова. – Тольятти: ТГУ, 2012.- 135 с.
15. Канторович, Л. В. Рациональный раскрой промышленных материалов[Текст]: Л. В. Канторович, В. А. Залгаллер. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Наука, 1971. – 300 с.: ил
16. Huile. Zhang. Multiobjective reliability-based optimization for crashworthy structures coupled with metal forming process / Guangyong Sun, Ruoyu Wang, Qing Li ; Hunan University, 2017. [https://www.researchgate.net/publication/320149271\\_Multiobjective\\_reliability-based\\_optimization\\_for\\_crashworthy\\_structures\\_coupled\\_with\\_metal\\_forming\\_process?ev=publicSearchHeader&\\_sg=xUxcB2faM5p5RWQpXB](https://www.researchgate.net/publication/320149271_Multiobjective_reliability-based_optimization_for_crashworthy_structures_coupled_with_metal_forming_process?ev=publicSearchHeader&_sg=xUxcB2faM5p5RWQpXB)



[SMw6HmwPgXAgSFNwWW47udvsz5bvj33Kn216SdMIIT3uUrmN6sB  
VqpP4hryaY](#)

17. Carleer. B.D. Friction and lubrication modelling in sheet metal forming: Influence of lubrication amount, tool roughness and sheet coating on product quality / Hol J., Wiebenga J.H.; University of Twente, 2017.  
[https://www.researchgate.net/publication/320073629 Friction and lubrication modelling in sheet metal forming Influence of lubrication amount tool roughness and sheet coating on product quality](https://www.researchgate.net/publication/320073629)
18. Hazra. S., Revealing the mechanical and microstructural performance of multiphase steels during tensile, forming and flanging operations / Panos Eftghmiadis, Clough A., Shollock B. ; The University of Warwick, 2017  
[https://www.researchgate.net/publication/317826259 Revealing the mechanical and microstructural performance of multiphase steels during tensile forming and flanging operations](https://www.researchgate.net/publication/317826259)
19. Usama. Umer. Computer Aided Design of the Die-Set for Sheet Metal Punching and Blanking Dies / Ragab Kamal F. Abdel-Magied, Hussein Mahamed, Jaber E. Abu Qudeiri; King Saud University, 2014  
[https://www.researchgate.net/publication/265379393 Computer Aided Design of the DieSet for Sheet Metal Punching and Blanking Dies?\\_sg=Or1wiKm8QoAtbfAFyBYJChKxOASoS1xLUNJw5i4Z0aUtIEsbU  
pdlgdrkrFvQZviKgNY2JXoPF94RZo](https://www.researchgate.net/publication/265379393)
20. Shailendra. Kumar. Computer aided system for parametric design of combination die / Vishal Naranje, Hussein Mohaned; Sardar Vallhbhai National institute of Technology, 2017  
[https://www.researchgate.net/publication/320439951 Computer aided system for parametric design of combination die?ev=publicSearchHeader&\\_sg=FwjwCPae39NQb4fT9DLm3zOOerGtLCC FpT fbLW1dtIOO  
EBoQSFHYIe7TdMthbemYs4smDi1Vk7Y0](https://www.researchgate.net/publication/320439951)