



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

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

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой «СОМДиРП»  
В.В. Ельцов  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

Студент Житкова Александра Юрьевна

1. Тема Разработка технологического процесса и эскизного проекта штамповой оснастки для изготовления детали «Хомут ремонтный» в CAD/CAE-системах

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Базовый технологический процесс изготовления детали, годовая программа выпуска 3500000 штук год, материал изделия сталь 08кп

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Анализ технологических исходных данных, Разработка технологического процесса. Выбор оборудования и средств автоматизации, Разработка штампа для вытяжки, Безопасность и экологичность объекта, Экономическая часть

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала план верха, план низа, разрез А-А, разрез Б-Б, сравнение технологического процесса.

6. Консультанты по разделам В.И. Дерябин,  
И.В. Краснопевцева, В.Г. Виткалов

7. Дата выдачи задания «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

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

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «СОМДиРП»

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Студента: Житкова Александра Юрьевна

по теме: «Разработка технологического процесса и эскизного проекта штамповой оснастки для изготовления детали «Хомут ремонтный» в САД/САЕ–системах»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ технологических показателей исходных данных	10.02.2017	10.02.2017	выполнено	
Разработка технологического процесса изготовления детали	16.02.2017	16.02.2017	выполнено	
Инженерный анализ напряженно–	09.03.2017	09.03.2017	выполнено	

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
деформированного состояния детали при операции вытяжки				
Выбор оборудования, средств механизации или автоматизации	31.03.2017	31.03.2017	выполнено	
Разработка эскизного проекта конструкция штамповой оснастки	20.04.2017	20.04.2017	выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	01.05.2017	01.05.2017	выполнено	
Технико–экономическое обоснование проекта	14.05.2017	14.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_

(подпись)

П.А. Путеев

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

(подпись)

А.Ю. Житкова

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе разработан технологический процесс и штамп для изготовления детали «Хомут ремонтный» в CAD/CAE–системах.

В данной работе представлены таблицы, рисунки, источники, приложения и расчеты. Для начала было проведено сравнение раскроя материала, после чего выбран наиболее выгодный и экономичный. Предложены марка листового материала, оборудование. При разработке штампа были рассчитаны точные размеры всех деталей. Описаны действия и нормативы по технике безопасности, пожаробезопасности в прессовом производстве, воздействие производства на окружающую среду. Так же произведен расчет экономической целесообразности применения оборудования.

В представленной бакалаврской работе были соблюдены все расчеты. Представленный объем записки и чертежи соответствует условиям.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ТЕХПРОЦЕССА.....	9
1.1 Характеристика изделия .....	9
1.2 Базовый процесс изготовления .....	11
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса .....	13
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки .....	14
2.3 Проектирование рационального раскроя листового металла и КИМ.....	16
2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки.....	17
3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	25
3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики.....	25
3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики .....	27
3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка.....	28
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....	30
4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки .....	30
4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампа .....	34
4.3 Определение рабочих и несущих деталей штампа .....	36
4.4 Центр давления штампа.....	36
4.5 Характеристика исполнительных размеров инструмента .....	37
5 РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ОБЪЕКТА .....	38
5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций.....	38
5.2. Диагностика тяжелых и нежелательных производственных опасностей прессового производства.....	38
5.3 Процедура безопасного положения условий труда .....	39
5.4 Снабжение производства по пожарной безопасности .....	41

5.5	Направление по экологии пресового производства, неблагоприятное воздействие на окружающую среду, а так же процедура по ее безопасности. ..	44
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	48
6.1	Сопоставление оборудования.....	48
6.2	Коэффициенты производства .....	48
6.6	Определение эффективности капитальных вложений.....	50
6.7	Вычисление себестоимости по двум вариантам .....	51
6.9	Итог экономической эффективности проектируемого варианта .....	53
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	54
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	55

## ВВЕДЕНИЕ

Обработка давлением используется широко в машиностроительном, авиационном, автомобилестроительном производстве. Основным правилом получения деталей является деформация материала давлением каким-либо инструментом. Существуют на данный момент несколько процессов – это прокат, прессование, волочение, ковка, штамповка и листовая штамповка. Обработка давлением во много выигрывает у обработки резаньем. При обработке давлением существенно уменьшаются отходы материала, при этом производительность труда значительно выше. При данной обработке изменяются механические и физические свойства материала, что дает возможность изготовления деталей с высокой прочностью, износостойкостью и жесткостью. Быстрый и рациональный рост производства, изготовления деталей опирается на дальнейшее быстрое развитие обработки металлов давлением, представляющий научной основой разработки технологических процессов [10].



# 1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ТЕХПРОЦЕССА

## 1.1 Характеристика изделия

Характеристика электронной модели (рисунок 1.1) делается в программе NX. Выбор рационального способа устранения дефектов может определяться по технологическому процессу, технологической долговечности и экономической эффективности. Для устранения нежелательных дефектов в электронной модели следует проверить все геометрические показатели, а так же не допустить отклонений определенных положений, к которым предъявляются технологические требования. Пройдя через электронную проверку NX9.0 меню «Анализ – Проверка геометрии» не выявлено недостатков (рисунок 1.2)[4].

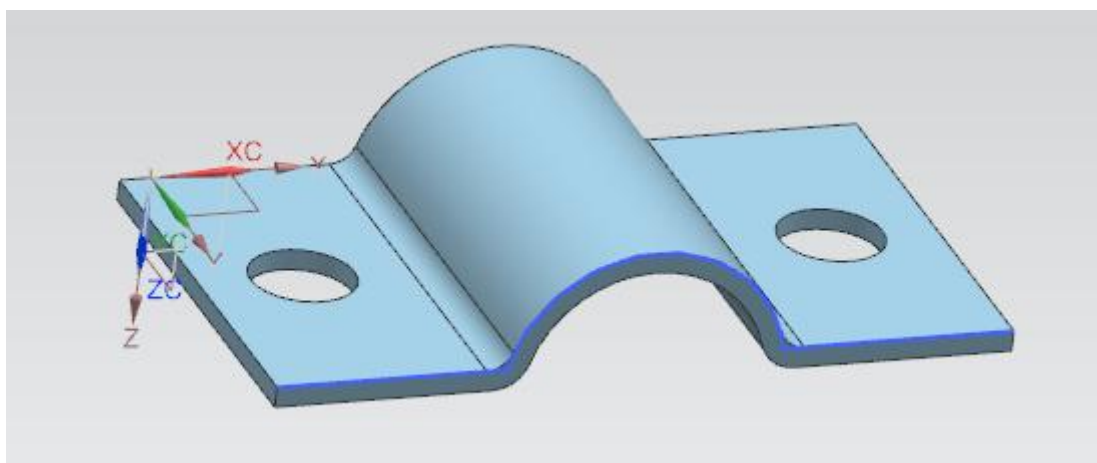


Рисунок 1.1 – Электронная модель детали

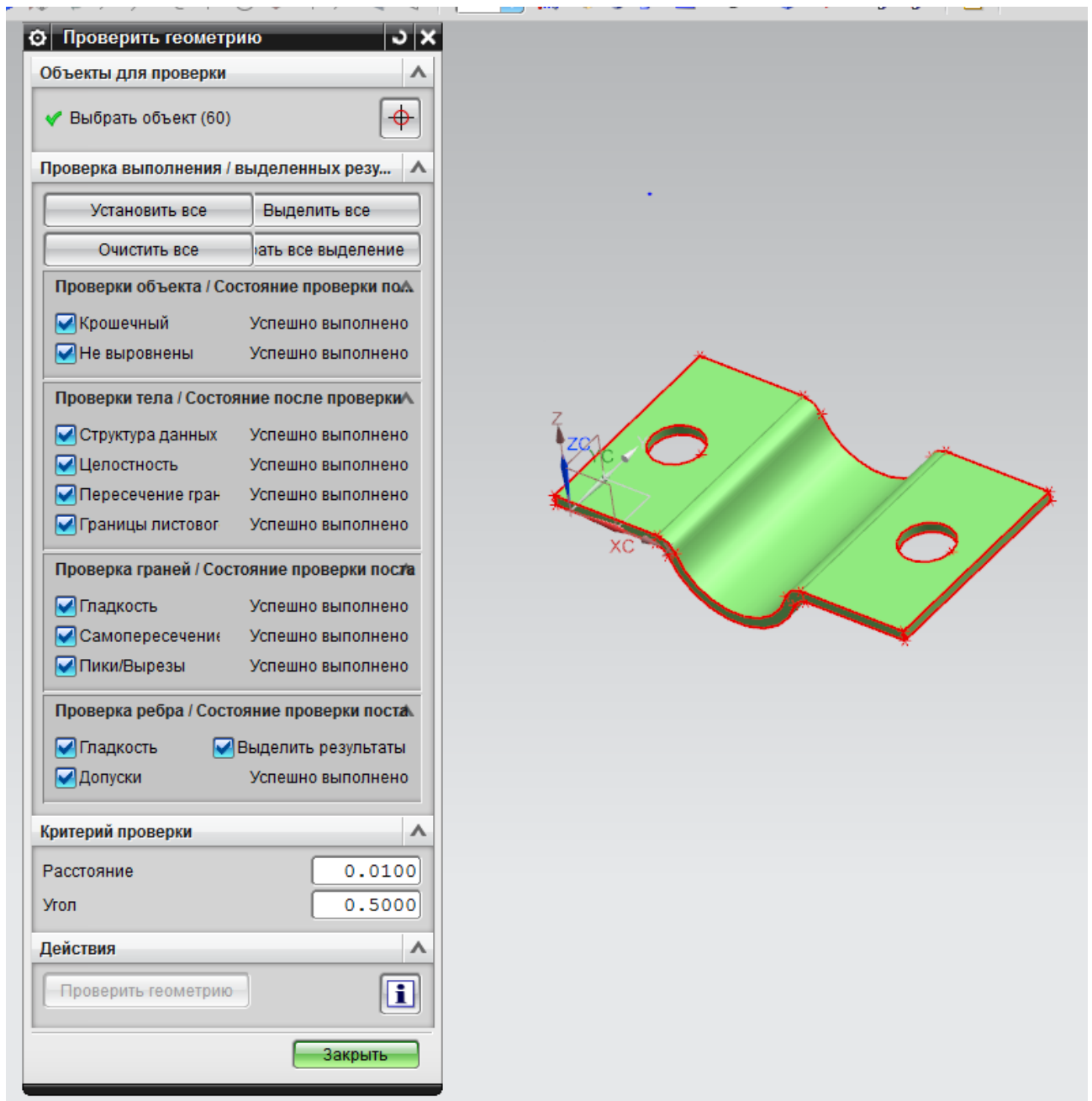


Рисунок 1.2 – Анализ геометрии модели детали

Рассмотрев все возможные размеры и проекции в программе, можно сделать вывод, что деталь по всем ее параметрам соответствует данным электронной базы NX9.0 [1].

По всем параметрам прохождения электронной детали, получаем заготовку листового тела без отклонений от разрывов, наложенных поверхностей, минимального размера граней поверхностей, гладкость, стыковки.

## 1.2 Базовый процесс изготовления

Процесс создания детали «Хомут ремонтный» заключается в очередности:

10. пробивка;
20. вырубка заготовки;
30. формовка;
40. пробивка;
50. разделение.

### Операция 10 – Пробивка

Применяемое оборудование пресс БВК-63. Пробивается отверстие под ловитель диаметром 6 мм и для контроля шага.

### Операция 20 – Вырубка

Применяемое оборудование пресс БВК-63. На этом прессе производится последовательная штамповка, она соединяет разнообразные операции. Операция происходит на специальной отведенной площади. Средство автоматизации двигает полосу в пресс и направляет её в штамп. Заготовки перемещают к прессу, операции выполняется из полосы материала сталь 08кп 1,8x200, шириной 200мм и шагом 45мм [9].

Сталь 08кп: С=0.05-0.11%, Si до 0,03%, Mn=0.25-0.5%, Ni до 0.25%, S до 0.04%, P до 0.035%, Cr до 0,1%, Cu до 0.25%, As до 0.08%, Fe до 98%.

### Операция 30 – Формовка

Операция производится на быстропереналаживаемом комплексе – БВК-63, усилием 0,63МН.

### Операция 40 – Пробивка

Пробивка четырех отверстий 10 мм выполняется на прессе БВК-63, усилием 0,63 МН. Операция выполняется после формовки.

### Операция 50 – Разделение

Производиться разделение деталей. Положение в штампе определяется фиксаторами.

Из процедуры производства детали «Хомут ремонтный» выявлены дефекты технологического процесса: небольшой коэффициент использования материала.

В ходе найденных недостатков в производстве технологического процесса детали «Хомут ремонтный» предлагается обновление процесса за счет снижения коэффициента использования материала и себестоимости изготовления детали с использованием программой NX 9.0 и средств автоматизации.

## 2 ИСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Моделирование технологических процессов холодной листовой штамповки представляется основой всей организации производства.

В исследованном технологическом процессе создания детали «Хомут ремонтный» была сделана более рациональная заготовка и её раскрой.

В этом техпроцессе рекомендуется штамповка на пресс-автомате БВК - 63. На первом шаге будет делаться вырубка отхода и пробивка отверстия под ловитель диаметром 6 мм. Материала листовая сталь холоднокатаная 08-кп 1,5x175, шириной 175 мм передается с шагом 42,5 мм. На второй операции выполняется формовка, фиксация положения заготовки гарантируется фиксаторами. На следующих операциях фиксация производится по контуру пробитых на операции 30 четырех отверстий. На третьей операции делают пробивку. На четвертом этапе получается разделение деталей [12].

Порядок проведения технологического процесса;

Операция 10 – Вырубка

Делается вырубка прямоугольного отверстия полосы сталь 08кп 1,5x175, шириной 175 мм и шагом 42,5 мм и отверстия диаметром 6 мм.

Операция 20 – Вытяжка

Главная формоизменяющая операция.

Операция 30 – Пробивка

Производится пробивка четырех отверстий диаметром 10мм.

Операция 40 – Разделение

Разделение готовой ленты на две части.

## 2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

Первоначальная величина формы заготовки равна 55x190 мм. Размеры форм можно вычислить:

1. Численный метод;
2. Аналитический метод.

В рамках данной бакалаврской работы будет использоваться аналитический способ расчета заготовки с применением программы NX (рисунок 2.1).

По итоговым расчетам и по технологическому процессу размер детали получаем длину листовой заготовки 175 мм.

Исходя из расчетов принимаем размеры заготовки 175x42,5 мм (рисунок 2.2).

Воспользовавшись программой NX, можно сделать замер наибольшего поперечного (рисунок 2.3) и продольного сечения:

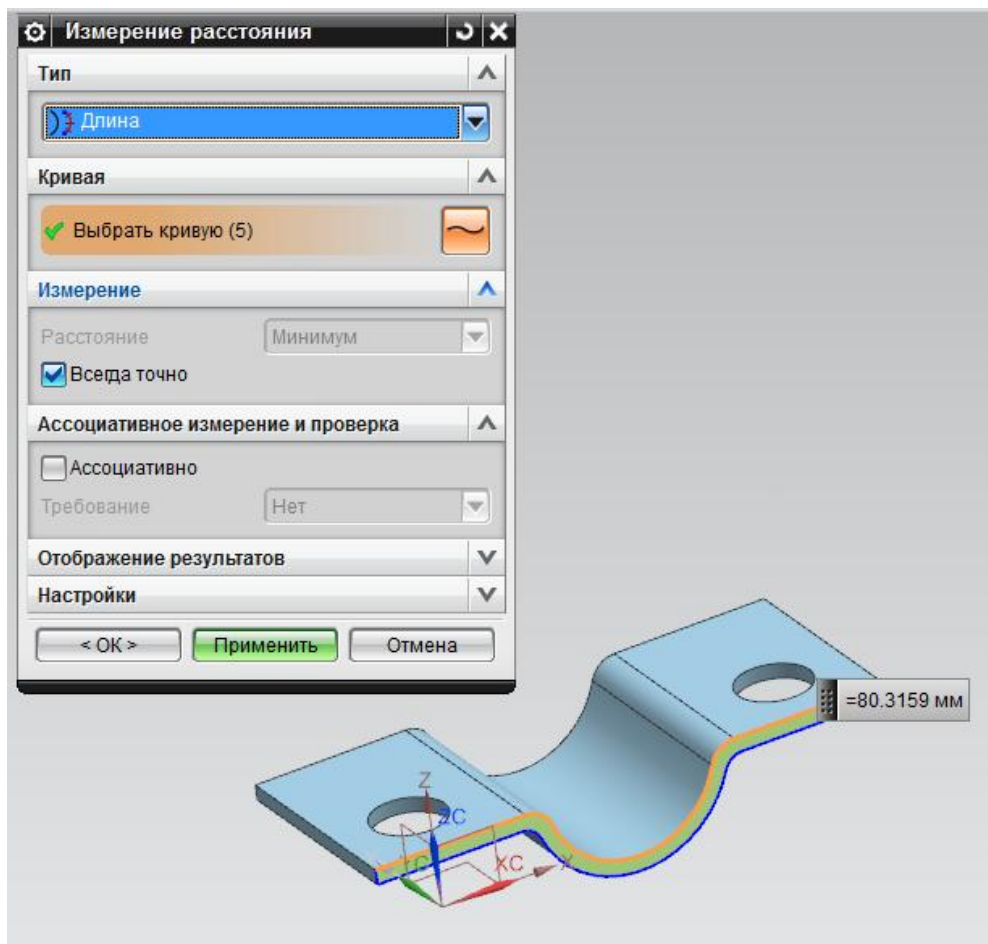


Рисунок 2.1 – Поперечное сечение детали

Программа NX 9.0 рассчитала поперечное сечение детали 80мм. В этом случае увеличиваем технологический припуск на 15%:

$$l_{\text{поперечное}} = 80 + (80 \cdot 0,15) = 90 \text{ мм}$$

Из этого следует, что длину листовой заготовки принимаем 175 мм.

Продольное сечение листовой заготовки равно ширине изделия. Принимаем ширину заготовки 42,5 мм.

Итог расчетов определяем размер данной заготовки 175x42,5 мм (рисунок 2.2).

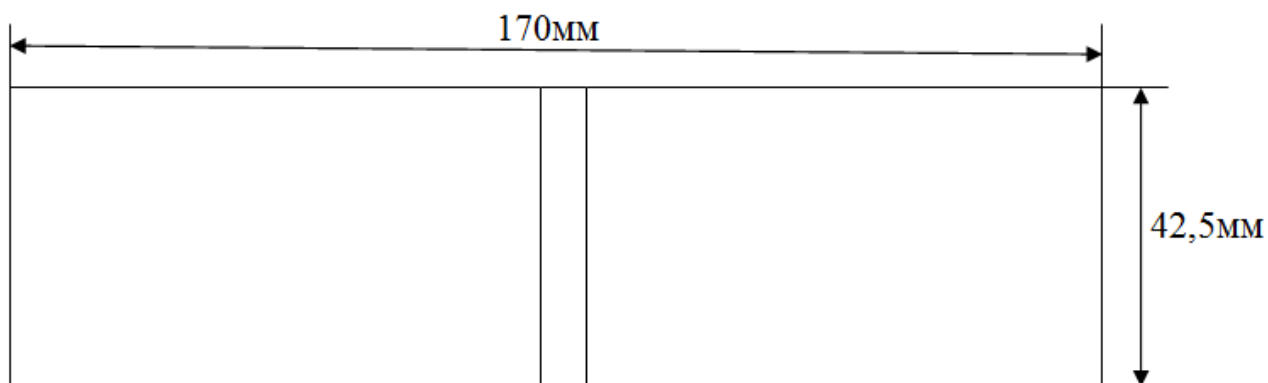


Рисунок 2.2 – Листовая заготовка для детали

### 2.3 Проектирование рационального раскрой листового металла и КИМ

В любом производстве, где применяется раскрой материала в технологических процессах, отводят особое внимание КИМ. В технологическом процессе раскрой материала является первым этапом в списке разработанных операций. При раскросе материала соблюдают некоторые порядки в технологических процессах.

Карты раскроя составляет специальная технологическая группа. На основе грубой прикидки определяют общее необходимое число листов металла и в программе NX рассчитывают удобный раскрой, чтобы добиться рационального использования листа [2].

Поэтому из формы заготовки выбирается прямой двухрядный раскрой с малым отходом (рисунок 2.4).

При использовании автоматизированного проектирования NX9.0 «Анализ – измерение тел» подсчитан размер площади данной заготовки [3].



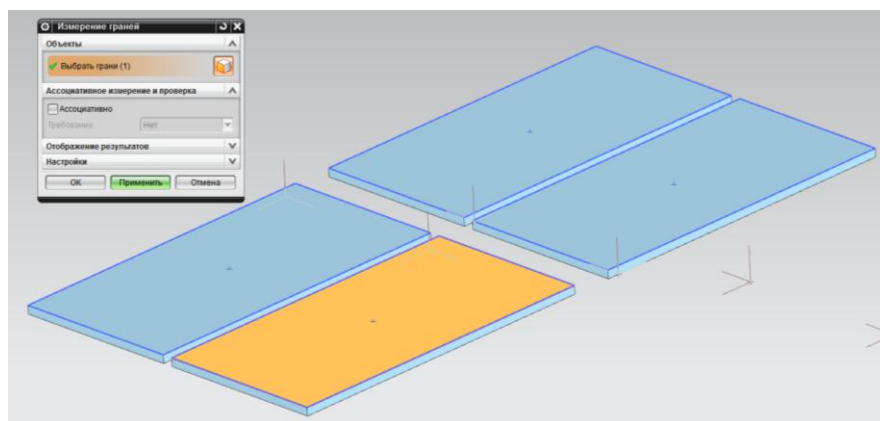


Рисунок 2.3 – Определение площади заготовки

$F=3212.65 \text{ мм}^2$  -площадь заготовки.

Находится коэффициент использования материала по формуле:

$$\eta = (F_{\text{заг}}/V \cdot t) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $V=175 \text{ мм}$ – ширина ленты,

$T=42,5 \text{ мм}$ – шаг подачи,

$\eta=84\%$ .

Коэффициент использования материала равен 84%, в базовом варианте коэффициент использования материала составлял 65%.

## 2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки

### 2.4.1 Определение усилий

#### Операция 20 – Вырубка

Операция осуществляется путём вырубки фасонной заготовки из полосы шириной 175 мм и шагом 42,5 мм (рисунок 2.4) и пробивки отверстия диаметром 6 мм.

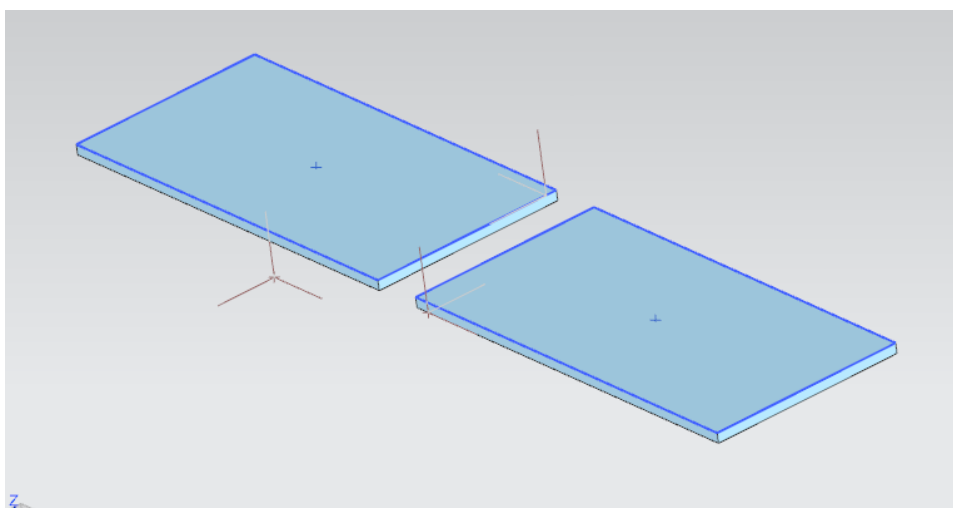


Рисунок 2.4 – Операция 20 вырубка заготовки

Усилие вырубki вычисляем по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot k \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где  $L=329$  мм длина линии реза (рисунок 2.6);

$S=1,5$  мм– толщина материала;

$\sigma_{\text{ср}}=25$  кгс/мм<sup>2</sup>–сопротивление реzu для стали 08кп

$k=1,3$  – коэффициент, описывающий неоднородность материала и затупленные режущие кромки инструмента.

$$P = 329 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 25 = 240 \text{ кН}$$

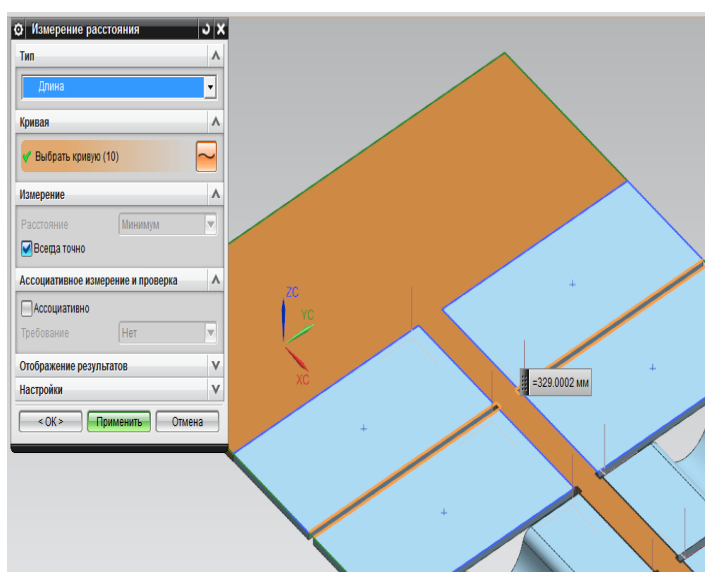


Рисунок 2.6 – Длина линии реза предлагаемой заготовки

## Операция 30 – Формовка

Формовка изменяет форму листовой заготовки путем деформации и изменяет форму самой детали (рисунок 2.5).

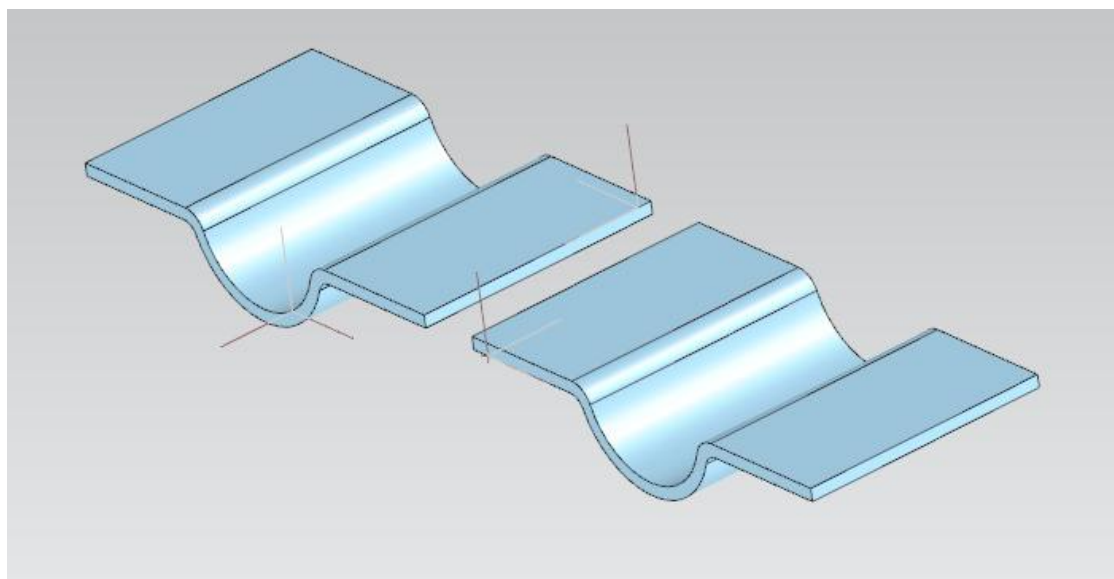


Рисунок 2.5 – Операция 30 формовка заготовки

Усилие формовки определяется по формуле:

$$P = \Pi \cdot S \cdot k_h \cdot \sigma_b, \quad (3)$$

где  $\Pi = 160$  мм – периметр вытяжного проёма (рисунок 2.6);

$S = 1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_b = 30$  кгс/мм<sup>2</sup> предел прочности для стали 08-кп;

$k_h = 1,5$  – коэффициент для вытяжки низких прямоугольных коробок из плоских заготовок за одну операцию.

$$P_b = 160 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 1,5 = 108 \text{ кН}$$

Усилие рассчитывается по формуле:

$$Q = F \cdot q, \quad (4)$$

где  $F = 1510,63$  мм<sup>2</sup> площадь заготовки под прижимом (рисунок 2.7);

$Q = 0,2$  кгс/мм<sup>2</sup> – удельное давление прижима для мягкой стали.

$$Q = 1510,63 \cdot 0,2 = 3,02$$

Рассчитываем общее усилие:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{в}} + Q \quad (5)$$

$$P_{\text{сум}} = 108 + 3,02 = 111,02 \text{ кН.}$$

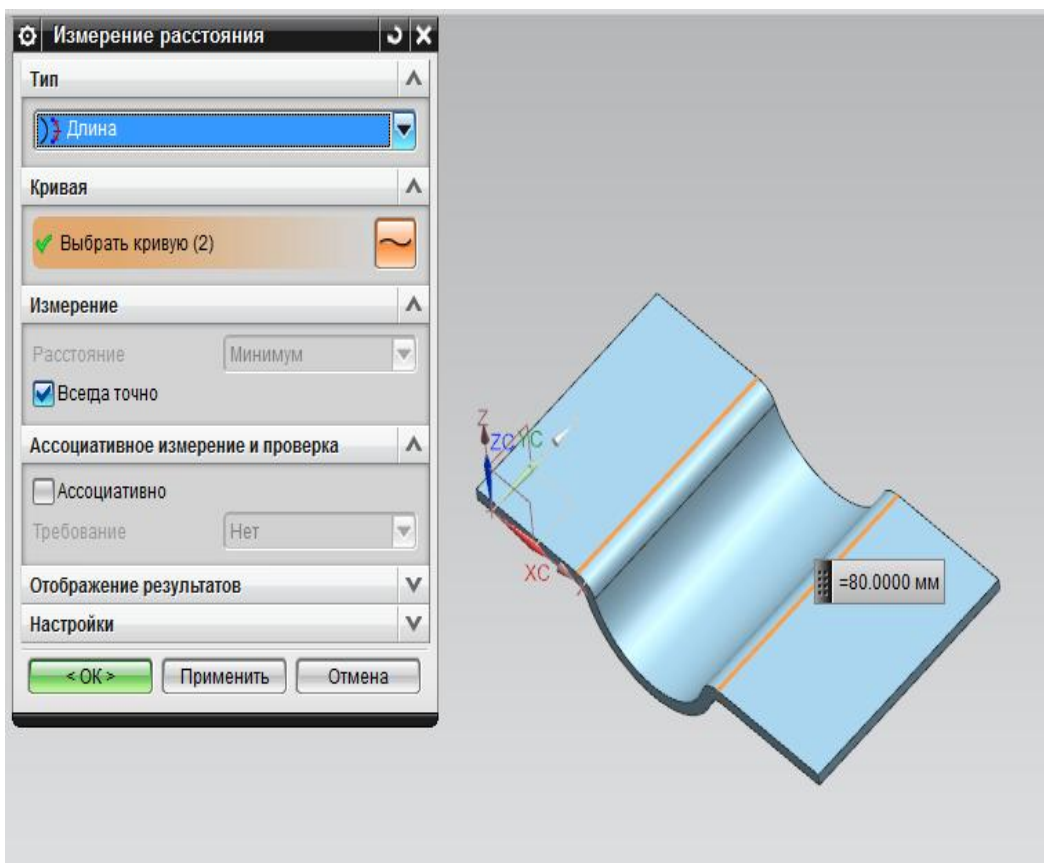


Рисунок 2.6– Периметр спроецированной геометрии детали

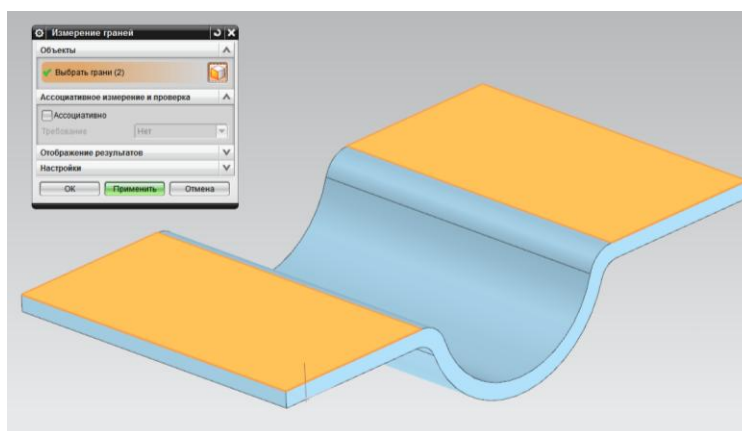


Рисунок 2.7– Определение площади заготовки под прижимом

## Операция 30 – Пробивка

Операция пробивки 4-х отверстий (рисунок 2.7) диаметром 10мм, усилие определяется по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot k \cdot \sigma_{ср}, \quad (6)$$

где  $L=125,66$  мм - общая длина контура отверстий;

$S=1,5$  мм – толщина материала;

$\sigma_{ср}=25$  кгс/мм<sup>2</sup> – сопротивление резу для стали 08кп;

$k=1,3$  коэффициент, на притупление режущих кромок инструмента.

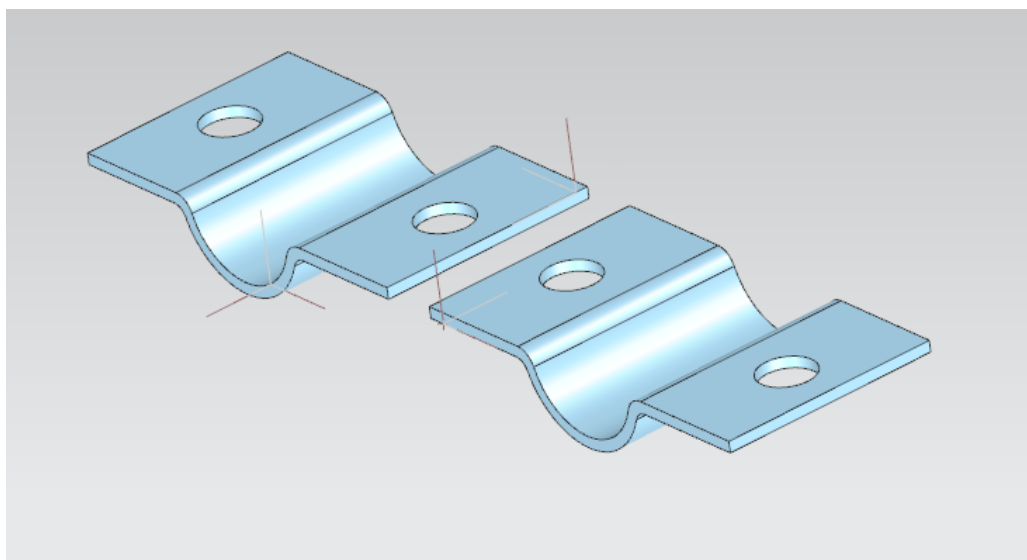


Рисунок 2.7 – Операция 40 пробивка четырех отверстий

$$P = 125,66 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 1,3 = 61 \text{ кН}$$

Усилия снятия пуансона:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,07 \cdot 61 = 4,3 \text{ кН},$$

где  $k=0,07$  коэффициент, определяемый в зависимости от конфигурации штампа и толщины.

Расчёт усилия проталкивания отхода через матрицу:

$$P_{пр} = k_{пр} \cdot P \cdot n, \quad (7)$$

где  $k_{пр} = 0,1$  коэффициент проталкивания;

$P$  – усилие на операции пробивки, кН;

$n$  – количество отхода в теле матрицы

$$P_{пр} = 0,1 \cdot 61 \cdot 4 = 1 \text{ кН}$$

Суммарное усилие пробивки 4-х отверстий:

$$P_{об} = P + P_{сн} + P_{пр} = 61 + 4,3 + 1 = 66,3 \text{ кН} \quad (8)$$

Операция 50 – Разделение

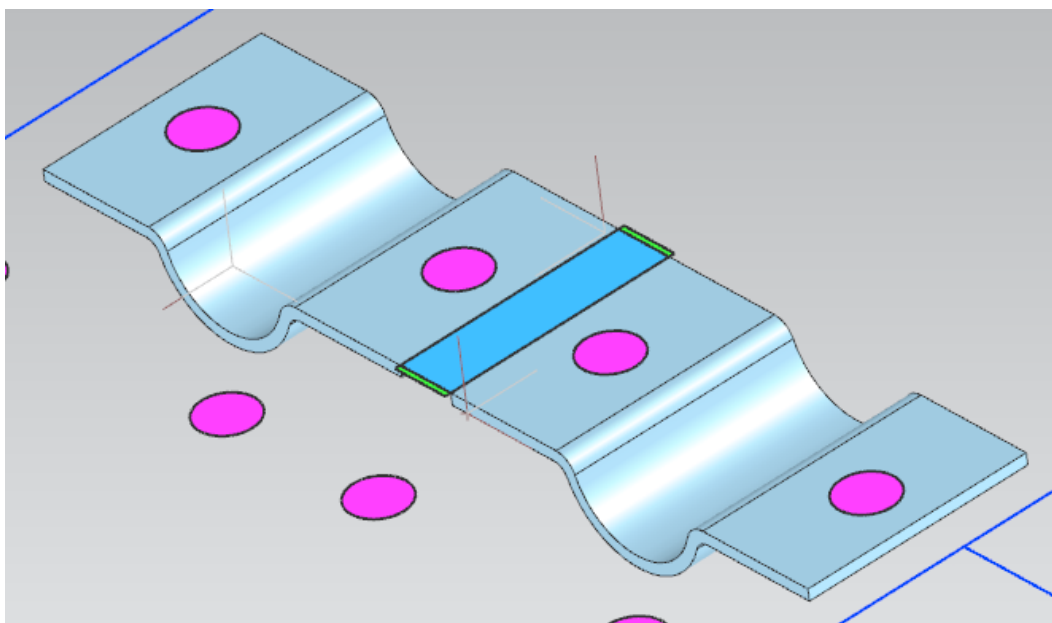


Рисунок 2.8. – Операция 50 Разделение

Операция разделения (рисунок 2.8):

$$P = L \cdot S \cdot k \cdot \sigma_{ср}, \quad (9)$$

где  $L=80$  мм - суммарная длина контура разделения;

$S=1,5$  мм толщина материала;

$\sigma_{ср}=25$  кгс/мм<sup>2</sup> – сопротивление резу для стали 08кп;

$k=1,3$  коэффициент, затупленные режущих кромок инструмента.

$$P = 80 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 1,3 = 39 \text{ кН}$$

Усилия снятия пуансона:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,07 \cdot 39 = 2,7 \text{ кН}, \quad (10)$$

где  $k_{сн} = 0,7$  – коэффициент, определенный от штампа и толщины материала.

#### 2.4.2 Определение работы

Операция 10 – Вырубка

Расчет работы на вырубку:

$$A = P \cdot H / 1000, \quad (11)$$

где  $P = 24,03$  кН- усилие вырубки;

$H = 1,5$  мм – толщина материала.

$$A = 24,03 \cdot 1,5 / 1000 = 36 \text{ Дж}$$

Операция 20 – Формовка

Расчет работы на формовку:

$$A = P \cdot h / 1000, \quad (12)$$

где  $P = 111,02$  кН – усилие вытяжки;

$h = 3$  мм-максимальная глубина вытяжки.

$$A = 111,02 \cdot 3 / 1000 = 333 \text{ Дж}$$

Операция 30 – Пробивка

Работа пробивки четырех отверстий, расчет:

$$A = P \cdot h / 1000, \quad (13)$$

где  $P = 66,3$  кН – усилие пробивки;

$P = 66,3$  кН – усилие пробивки;

$S = 1,5$  мм толщина материала.

$$A = 66,3 \cdot 1,5 / 1000 = 100 \text{ Дж}$$

Операция 40 – Разделение

Расчет для разделительной операции:

$$A = P \cdot S / 1000, \quad (14)$$

где  $P = 39$  кН – усилие пробивки:

$S = 1.5$  мм –толщина материала.

$$A = 391,5 / 1000 = 58,5 \text{ Дж}$$



### 3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

#### 3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики

Выбор прессов при проектировании технологического процесса осуществляют, ориентируясь на оборудование, имеющегося в цехах, с учетом фактической загрузки отдельных его групп. Пресса с высокой производительностью подпадают под условия крупносерийного и массового производства, такое оборудование имеет ограниченные технологические возможности [14].

Выбор пресса для технологических операций выполняют по таким критериям, как:

- 1) тип производства;
- 2) технологические возможности реализации включенных в операции методов обработки (состав технологических переходов);
- 3) габариты рабочей зоны;
- 4) количество размещаемых инструментов;
- 5) мощность двигателей;
- 6) цена станка.

Для выбора пресса с механическими параметрами учитываются: мощность, число ходов, размеры подштамповой плиты, габариты [15].

Необходимо понимать, что оборудование нужно выбирать с наибольшим усилием, чем требуется для данного процесса. Это важно для того чтобы обеспечить стойкость штампа, уменьшить напряжение станины. Наибольшее усилие предотвращает штамп от разрушения, особенно когда выбирают утолщенный по ширине материал [21].

В приведенном примере технологический процесс выполняется на одном станке, и для этого рассчитаем номинальное усилие для каждой операции:

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{вырубки}} \cdot 1,5 = 204 \cdot 1,5 = 360 \text{ кН}$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{формовки}} \cdot 1,5 = 111,02 \cdot 1,5 = 167 \text{ кН}$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{пробивки}} \cdot 1,5 = 66,3 \cdot 1,5 = 100 \text{ кН}$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{разделение}} \cdot 1,5 = 39 \cdot 1,5 = 59 \text{ кН}$$

Из приведенных расчетов и анализа делаем вывод что для данного техпроцесса подходит быстропереналаживаемый комплекс БВК-63 с усилием 0,63 МН (таблица 4.1).

Таблица 4.1 –Характеристики БВК-63 0,63МН

Характеристика	Значение
Усилие прессы, МН	0,63
Число ходов ползуна (бесступенчатая регулировка) ход/мин	30...200
Ход ползуна, мм	80
Регулировка закрытой высоты прессы, мм	80
Размеры подштамповой плиты стола, мм:	
– длина	770
– ширина	640
Крепление штампов к подштамповой плите:	
– стола	болтами
– ползуна	гидрозажимами
Подача ленты:	Двухвалковая с независимым приводом
Диаметр валков подачи, мм	160
Длина подачи на шаг, мм	0...999
Точность подачи, мм	±0,1
Высота подачи над подштамповой плитой, мм	130±40
Регулировка подачи:	
– по высоте	ручная
– по толщине ленты	автоматическая
Мощность главного привода, кВт	33
Габариты прессы, мм:	

Продолжение таблицы 4.1

Характеристика	Значение
– длина	3276
– ширина	1720
– высота	3067

### 3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики

Автомат БВК-63 состоит из автоматизированной рулонницы, правильно-смазывающего устройства, рольгангов, петлеобразователя, двух кривошипного типа с валковой подачей, двух транспортёров готовой продукции отходов, ножниц для резки отходов на мерные длины, автоматизированной тележки для штамповой оснастки.

Комплекс работает следующим образом:

Разматывающее устройство имеет регулируемую линейную спираль подачи ленты, имеет следящую систему, которая позволяет корректировать скорость подачи ленты. Правильно-смазывающее устройство пропускает материал через 9 валков, которые имеют собственный привод, связанный со скоростью разматывающего устройства. Петлеобразователь служит накопителем длины ленты для прерывистой подачи её в полость штампа. Выправленная лента деформируется в петлеобразователе в упругой зоне. При входе в пресс имеется валковая подача, обеспечивающая высокую точность подачи. Верхний валок имеет возможность отходить в верх по высоте ленты [7].

Пресс имеет автоматические зажимы верхних частей штампа, что обеспечивает быструю переналадку штампа.

Оборудование представляет собой пресс закрытого типа двухстоечный, главный вал с двумя эксцентриками имеет в приводе вариатор, это позволяет плавно менять число ходов от максимума до минимума. Эксцентрикковый вал имеет подшипники качения 2-х, 3-хрядные роликовые подшипники, обоймы подшипников отсутствуют. Ими служат непосредственно сам эксцентрикковый

вал и ступица станины. Использование подшипников качения позволяет уменьшить угол заклинивания, уменьшить коэффициент трения и увеличить долговечность работы трущихся механизмов [6].

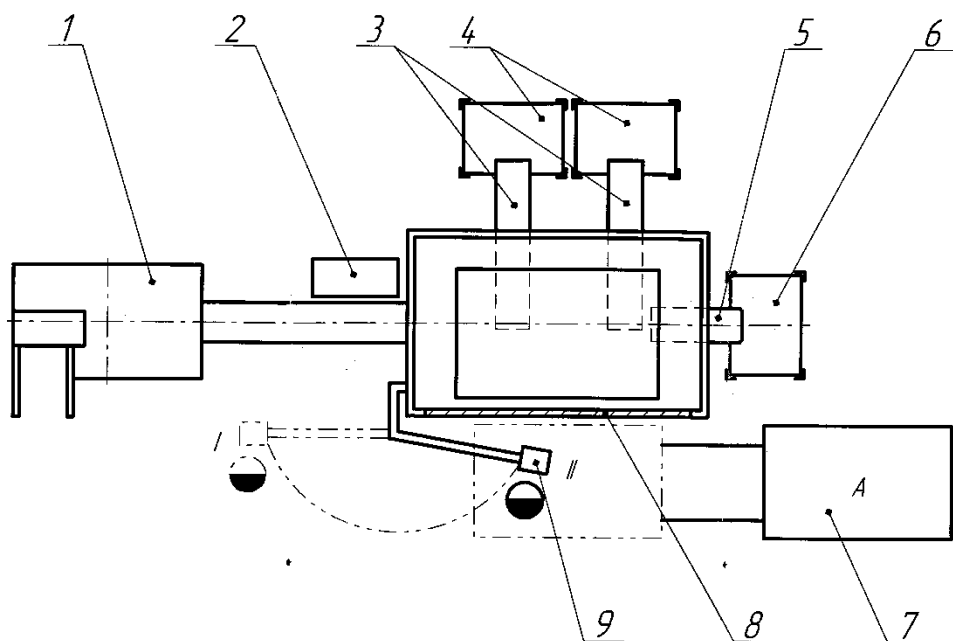
Предохранитель прессы (гидравлический) обеспечивает одновременное сбрасывание давления с левой и правой сторон эксцентриков. Это устраняет заклинивание колонок и втулок в штамповой оснастке. Пресс закрытого исполнения, оператор не может находиться в зоне работы прессы [23].

### 3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка

На проектируемом участке штамповки находится следующее оборудование: автоматическая линия, состоящая из 1-го комплекса БВК-63, работающего в автоматическом режиме с кнопочным управлением. Включение отмечается сигнальной лампочкой зеленого цвета, кнопка «стоп» выкрашена в ярко красный цвет.

Дополнительным оснащением представляется электрокары, мостовой кран.

Оборудование на площади цеха располагается согласно технологическому процессу (рисунок 3.1).



1. Рулонница; 2. Гидроагрегат; 3. Транспортер; 4. Тара для отходов;  
 5. Склиз для деталей; 6. Тара для деталей; 7. Механизм для смены штампов; 8.  
 Защитный кожух; 9. Пульт управления.

Рисунок 3.1 - Планировка рабочего места

## 4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

### 4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

Данный маршрут операций последовательной штамповкой возможен в штампах простого действия, либо объединением нескольких технологических операций в одном комбинированном штампе. Штамповка в комбинированном штампе позволяет использовать меньшее количество оборудования, достаточно одного пресса, сократить расходы на транспортировку (между операциями) и переналадку оборудования, использовать меньший штат рабочих. В процессе штамповки подача заготовок и удаление отходов начала и конца полосы производится вручную, отходы при пробивке удаляются на провал, готовая деталь выталкивается сбрасывателем и по желобу падает.

Как для любого технологического процесса штамп обязан отвечать всем условиям требуемой формы и сохранности данной заготовки, должен обеспечить необходимую производительность и надежность работы.

Для нормальных условий работы разработанного штампа необходимо, чтобы пуансон входил в матрицу с определенным зазором. Этот зазор должен быть равномерным по периметру рабочего контура матрицы. Чем меньше толщина листа, из которого рубят заготовку, тем меньше размер зазора. Таким образом, размеры профиля пуансона меньше соответствующих размеров профиля матрицы на величину зазора. Обычно рабочий контур одной из сопрягаемых деталей (матрицы или пуансона) изготавливают по размерам чертежа с требуемой точностью, а второй «подгоняют» по первому, выдерживая при этом требуемый зазор. При этом вначале обрабатывают тот из двух сопряженных профилей, который более технологичен. Операцию подгонки профиля (ее также называют операцией наладки штампа) производят обычно слесарным способом [18].

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

- конфигурация и размеры штампуемого (вырубаемого или деформируемого) контура;
- наименование и последовательность операций;
- наименование оснастки, на котором устанавливается штамп;
- экономическая рентабельность производства.

Применение блоков штампов существенно облегчает работу и снижает трудоемкость [20].

Штамп – это набор разработанных, связанных между собой плит и различных узлов, сделанный для конкретного типа оборудования. В соответствии с этим штамп имеет конкретные стандартные размеры, определенную высоту и ход. Разработанный штамп, для прессы БВК-63 для вырубки, формовки, пробивки и разделения состоит из нижней и верхней плит, соединенных между собой направляющими колонками и втулками, накладок верхних, крепящихся к верхней плите и пазов для крепления на оборудовании, и плиты съемника. Накладки крепятся к верхней плите винтами и дополнительно штифтуются для лучшей фиксации. Плиты связаны между собой узлом направления движения. Он состоит из четырех направляющих колонок, установленных в верхней плите,двигающихся в четырех направляющихся втулках, запрессованных в нижней плите. Главными направляющими деталями штампа являются верхняя и нижняя плиты, их прочностью обуславливается стойкость инструмента, качественная работа изготавливаемых деталей, амортизация оснастки.

При производстве плит выбирают сталь 35 и 40. Транспортные элементы, используемый в блоке штампа по умолчанию, представляют собой

грузовые винты, установленные в верхних и нижних плитах, они так же могут располагаться в съемнике с отверстиями под них. Остальные группы инструментов и узлы уже не относятся к готовому блоку.

Рабочий инструмент состоит из разделяющего и формоизменяющего. К разделяющим относятся пробивные пуансон, пуансоны для разделения. Режущий инструмент запрессован в держателе, он прикреплен винтами к монтажной плите, а плита соответственно к верхней. На пуансонах выполнены лыски [21]. В держателях под пуансоны спроектированы необходимые пазы для предотвращения разворотов. Так же закреплены и формующие пуансоны. Они имеют цилиндрическую форму, чья формоизменяющая часть выполнена по схемам данных переходов. Для данной малогабаритной детали монтажные плиты достигают определенную высоту, поэтому матрицы запрессовываются в матрицедержателе, который винтами прикреплён в нижней монтажной плите. Пробивные матрицы в работе стандартные цилиндрические, с круглыми отверстиями.

Для фиксации и направления в штампе разработаны ловители и направляющие ролики. Главное назначение ловителей – гарантировать точность шага подачи ленты. Ловители запрессованы в плиту держателей матриц. Ролики установлены попарно на всей длине ленты через определенные промежутки. Их предназначение – направить ленту для заготовки в штампе, и помочь расположить ленты на заданной высоте. Ролики оснащены специальными пружинами, смонтированными в монтажной плите.

Модулем удаления и прижима материала служат детали– выталкиватели и склиз. По последнему отход выводится за пределы штампа. Выталкиватель – это блок, состоящий из пружины, пробки и самого толкателя. В держателе и монтажной плите проектируются отверстия, куда вставляется толкатель, пружина, и все это закрывается пробкой, имеющей резьбу. Величина хода толкателя зависит от пружины и подбирается соответственно. Выталкиватели



устанавливаются на формоизменяющих позициях. Лента прижимается на всех позициях единым съемником, который так же совершает снятие ленты с пуансонов [11].

Принцип работы штампа:

Работа осуществляется следующим образом: валковая подача перемещает ленту на шаг 42,5 мм в штамповое пространство, где происходят технологические операции. К верхней плите винтами и штифтами крепится держатель на котором установлена матрица. Пуансон установленный в пуансонодержатель, через закаленную плитку закреплен на верхней плите. К нижней плите винтами и штифтами неподвижно крепятся матрица со съемником. Передвижение прижима ограничивается ограничительными скобами. Усилие затяжки пружин регулируется гайками. Ограничители, закрепленные на прижиме, необходимы для фиксации заготовки во время обрезки и последующего снятия ее с ловителя, закрепленного винтом на матрице.

Штамп устанавливается на подштамповую плиту пресса и крепится болтами через пазы в нижней плите штампа. Верхняя плита крепится на ползуне пресса. Штамп работает следующим образом. Полоса подается на позицию вырубки. При движении верхней части штампа вниз пуансон делает первую операцию, вырубает два отхода на одном шаге. Затем после удаления отхода идет операция формовки, заготовка подается на позицию данной операции, где выталкиватель устанавливает заготовку по вырубленной кромки на формовочном пуансоне. Матрица при движении вниз формирует середину заготовок. Далее при движении верхней части штампа вниз пробивной пуансон делает четыре отверстия в двух заготовках. На последней операции производится разделение заготовки по ширине полосы, при этом ловитель устанавливает заготовку по пробитому отверстию. Готовая деталь сбрасывается

на провал. Отходы от пробивки отверстия удаляются на провал, через отверстие в штампе в контейнер для отходов [14].

#### 4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампа

Пуансоны для пробивки отверстий рассчитываются на прочность. Если проектируется пуансон с маленьким отверстием, то подлежит проверке на прочность.

Для диаметра отверстия 10мм можем рассчитать опорную поверхность пуансона:

$$\sigma_{см} = P/F, \quad (15)$$

где  $\sigma_{см}$ — напряжение смятия опорной поверхности, МПа;

$P=66,3$ кН- усилие пробивки, кН:

$F = 1,13 \cdot 10^{-4}$  мм<sup>2</sup>- опорная поверхность головки пуансона, мм<sup>2</sup>;

Напряжение смятия составит:

$$\sigma_{см} = 0,0663/0,000113 = 58,6 \text{ МПа}$$

Требования выполняется, так как  $58,6 \leq 100$ МПа.

Наименьший разрез пуансона на сжатие рассчитывается:

$$\sigma_{сж} = P/f \leq [\sigma_{сж}], \quad (16)$$

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

$f$  - площадь наименьшего сечения пуансона, мм<sup>2</sup>;

$[\sigma_{сж}]$ - допускаемое напряжение на сжатие, МПа,  $[\sigma_{сж}] = 1600$  МПа.

Напряжение в пуансоне составит:

$$\sigma_{сж} = 0,0663/0,0000126 = 526,2 \text{ МПа}$$

Сжимающее напряжение  $\sigma_{сж} = 526,2$  МПа  $< [1600]$  МПа, условие выполняется.

Длина пуансона рассчитывается по формуле:

$$l = 4.43 \frac{\overline{E \cdot I}}{n \cdot P}, \quad (17)$$

где E – модуль упругости, МПа;  $E = 2,2 \cdot 10^5$  МПа

I- момент инерции сечения;

n- коэффициент безопасности (n=2).

Момент инерции сечения:

$$I = 0,05 \cdot d^4, \quad (18)$$

$$I = 0,05 \cdot 0,013^4 = 1,48 \cdot 10^{-4}$$

где d – диаметр пуансона в наименьшем сечении, м;

$$I = 4.43 \frac{\overline{2,2 \cdot 10^5 \cdot 1,48 \cdot 10^{-10}}}{2 \cdot 0,0663} = 0,095 \text{ м}$$

В проекте выбран был пуансон длиной 65мм, из этого следует что все положения выполняются  $65\text{мм} < 95 \text{ мм}$ .

Для подходящего выбора марок стали штампа и его оснастки, есть некоторые требования. Так как на рабочей поверхности собирается высокое напряжение, поэтому целесообразно выбрать подходящий материал с высокой стойкостью и твердостью. По методическим данным материал для режущих инструментов можно выбрать следующие:

- а) Рабочие инструменты штампа, это ножи, пуансоны рекомендуется выбрать марки стали У10, У10А, Х12Ф1, HRC59-60.
- б) Вытяжные группы штампа рекомендуется выбрать марки стали У10А, Х12, ВК8, HRC 61-63. [16]

Марки стали, выбранные для остальной оснастки штампа:

- колонка направляющая - сталь 45-50, рекомендуется зафиксировать на расстоянии 0,5-1,0 мм (твердость HRC 58–62);
- втулка направляющая - сталь 20, 45, 50. рекомендуется зафиксировать на

- расстоянии 0,5-1,0 мм (твердость HRC 58–62);
- втулки - ШХ15. рекомендуется зафиксировать на расстоянии 0,5-1,0мм (твердость HRC 58–62);
- плиты блока - сталь 40, 50;
- держатели матриц и пуансонов - сталь 35, 40;
- прижим-съемник - сталь 40, 45(твердость HRC 50–54);
- ловители - сталь 45 (твердость HRC 50–54).

#### 4.3 Определение рабочих и несущих деталей штампа

Рабочие детали штампов можно разделить на технологические, которые непосредственно соприкасаются и изделием, и несущие. Технологические деталям можно отнести пуансоны, матрицы, ножи, упоры ловители, прижимы, направляющие. К несущим деталям можно отнести крепеж, хвостовики, ограничители хода, колонки, втулки, пакеты пружин [23].

#### 4.4 Центр давления штампа

Центр давления штампа может быть смещен относительно оси прессы не более чем на 50 мм. В процессе выполнения работ по доводке штампа, если он установлен на прессе, ползун необходимо поднять в крайнее верхнее положение и включить фиксаторы, удерживающие ползун от опускания. Необходимо следить за тем, чтобы фиксаторы не нагружались усилием прессы. При одновременной вырубке и пробивке нескольких одинаковых или различных фигур центр давления проектируемого штампа определяется характером расположения и размерами этих фигур. Такие случаи имеют место при работе последовательно действующих штампов при одновременной вырубке нескольких деталей, разных по своим габаритным размерам, а также при одновременной пробивке различных отверстий в одной детали. Это же относится и к другим операциям - гибки, вытяжке, формовке [24].

#### 4.5 Характеристика исполнительных размеров инструмента

Чтобы определить исходные размеры пуансона и матриц следует для начала точно знать размеры штампуемой детали и установить износ штампа. При изготовлении изделия с точной степенью размеров, необходимо рассчитать зазоры и припуски на рабочие величины штампа, чтобы задать правильные допуски и гарантировали приемлемые зазоры. При определении исходных размеров штампа необходимо рассмотреть припуски на износ, который зависит от точности штампуемой детали [22].

При проектировании пуансонов и матриц допуски не должны быть больше допусков на зазор. Допуск берут по 2-му классу точности при вырубке контура из тонких материалов ( $s$  до 4 мм); при  $s > 4$  мм и для крупногабаритных деталей берут по 3-му классу точности. При вырубке фигурного контура уже при  $s > 3$  мм можно брать по 3-му классу точности. При пробивке отверстия в соответствии с толщиной материала принимают допуск по 2 и 3-му классам точности. По ГОСТам и методикам допуски выбирают в зависимости от класса точности и стандартных размеров пуансонов и матриц [20].

## 5 РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ОБЪЕКТА

### 5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций

Обязательным условием является оснащение цехов дополнительными складскими помещениями для сырья и отдельно для выпускаемой продукции. Так же неотъемлемым условием в цехах дополнительно размещают помещения для проектирования, ремонта, обслуживания штампов и оборудования, и размещения грузового транспорта и погрузочно-разгрузочного транспорта (погрузчики, мультикары и т.д.).

Таблица 5.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Вырубка заготовки	Штамповщик	Быстроходном вытяжном комплексе БВК-63.	ст. х/к 08кп
2	Штамповка	Формовка	Штамповщик	Быстроходном вытяжном комплексе БВК-63	ст. х/к 08кп
3	Штамповка	Пробивка	Штамповщик	Быстроходном вытяжном комплексе БВК-63	ст. х/к 08кп
3	Штамповка	Разделение	Штамповщик	Быстроходном вытяжном комплексе БВК-63	ст. х/к 08кп

### 5.2. Диагностика тяжелых и нежелательных производственных опасностей прессового производства

Основными причинами данных опасностей являются механический и электромеханический виды травматизма с разными уровнями тяжести. Механический травматизм можно получить при несоблюдении правил безопасности касанием режущих материалов, инструментов, и несоблюдение инструкции по безопасному движению. Электромеханический травматизм можно получить при неправильной эксплуатации электрооборудования и несоблюдения инструкции по электробезопасности, а также небрежное

обращение самих рабочих. Сведем тяжелые и нежелательные причины в таблицу 6.2.

Таблица 5.2 – Опасные и вредные факторы

№п/п	Производственно–технологическая и/или эксплуатационно–технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Загрузка материала, транспортировка готовой продукции в тару.	Грубая поверхность материала, заостренные ребра заготовок	Грубая поверхность, заостренные ребра
2	Работа на станке	Увеличенная вибрация, и низкая шумоизоляция	Пресса и кузница
3	Перемещение в цехах погрузчиков и мультикаров	Задымленность цеха	Перемещение автотранспорта
4	В рабочих помещениях(цех)	Недостаток света	Электроприборы малой мощности
5	Работа на оборудовании	Опасность при увеличенном напряжении эл.цепи и неисправности, повышенная вероятность получить травмы рабочему	Электронасосы, электродвигатели станка
6	В рабочее время безотрывное транспортировка в ручную заготовок	Раздражительность	Однообразие
7	Безотрывная транспортировка в ручную	Силовые нагрузки	Неизменное положение тела

### 5.3 Процедура безопасного положения условий труда

Естественной организацией рабочих является ознакомление с правилами производства и всех инструкций.

Вводный инструктаж проводится для всех без исключения рабочих вновь устроившихся на предприятие, не зависимо от ранее полученного образования,

профессии и разряда. Первичный инструктаж проводят непосредственно на рабочем месте, с закреплением рабочего старшим для ознакомления со спецификой работы. Повторный инструктаж осуществляется для всех работающих на производстве независимо от ранее полученного образования, профессии и разряда один раз в год. Внеплановый проводят, если на производстве рабочий получает травму. Все инструктажи в обязательном порядке регистрируются в типовых документах.

Таблица 5.3 – Организационные средства на сокращение нежелательных производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно–технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Динамические части станка Грубая поверхность материала, заостренные ребра заготовок	–специальные перекрытия станка для защиты рабочего; –предупреждающие сигналы перед каждым началом работы; –инструменты для безопасной транспортировки заготовок –при нештатной ситуации привод оснащенный для остановки	–костюм х/б; –рукавицы комбинированные; – головной –защитный фартук брезентовый; –нарукавники брезентовые; –очки защитные; –очищающие крема, пасты
2	Увеличенная вибрация, и низкая шумоизоляция рабочих прессов	–смазка подшипников, рабочих частей станка; –смена рабочих запчастей станка; –оснащение станка виброизоляционных приспособлений	Вкладыши беруши, против шумные наушники РОСОМЗ СОМЗ-3 ПУМА 60300
3	Задымленность цеха	Некорректное исполнение работ по вентиляционной системы подрядной организацией	Респираторы РУ-60, полумаски фильтрующие ЗМ-8122
4	Недостаток света	Замена электроприборов освещения цехов	–



### Продолжение таблицы 5.3

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно–технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
5	Работа на неисправном оборудовании	Срочное устранение неполадок в электрической сети, ремонт заземления.	Боты диэлектрические, рукавицы диэлектрические
6	Раздражительность	Промежуток времени отдыха между операциями и рабочего времени	–
7	Силовые нагрузки	Временная остановка направленная на заминку	–

#### 5.4 Снабжение производства по пожарной безопасности

Пожаробезопасность — это набор общих правил, руководствуясь которыми человек значительно снижает потенциальную вероятность возникновения несчастного случая связанного с появлением пожара. Зная и применяя на практике правила электробезопасности человек тем самым заблаговременно предупреждает и в итоге избегает пожар.

Для того чтобы обеспечить содержание цеха при полном выполнении техпроцесса, а также работоспособность средств его противопожарной защиты в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них, необходимо обеспечить выполнение правил пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке, по СНиП 21–01–97 и в том числе ППБ 01, а также не допускать изменений конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта, разработанного в соответствии с действующими нормами и утвержденного в установленном порядке.

Сырье для изготовления штампа (сталь 08кп) по воспламеняемости имеет степень трудно сгораемым. По этому признаку можем сослаться на СНиП 21–01–97, и определить к категории Д (пониженная пожароопасность).

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех штамповки	Быстроходном вытяжном комплексе БВК-63	В, Д, Е	<ul style="list-style-type: none"> <li>–открытый огонь;</li> <li>–повышенный температурный режим;</li> <li>–острая нехватка кислорода в воздухе;</li> <li>–резкое падение видимости</li> <li>-выделение токсичных газов.</li> </ul>	При появлении пожара, огонь распространяется на строительные материалы, кровлю, также электроустановки, малогабаритного оборудования.

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	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Углекислотные огнетушители; порошковые огнетушители ОП2, ОП4, ОП8	Автоцистерны и насосы	Спринклерные установки	Извещатели пожарные	Рукавные разветвления, пожарный кран, стволы	Самоспасатели для защиты органов дыхания и зрения	Конусные ведра	Телефоны специального и общего назначения, радиосвязь
Немеханизированные инструменты, который находится на пожарных щитках. (Лопаты, багры и проч.)	Автомобили аварийно-спасательного назначения	Водяные спринклерные установки, Воздушно-водяные системы	Приборы управления пожарные	Пожарный гидрант	Огнестойкая накидка	Лестницы	Светозвуковые устройства, таблички, сирены
Специальные противопожарные полотна	Мотопомпы, Пожарный трактор	Дренчерные установки	Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Модульная установка пожаротушения	Изолирующий портативный дыхательный аппарат	Стальные пожарные ломы	Температурный извещатель

Таблица 5.6 – Противопожарные мероприятия.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно–технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Цех штамповки	<ul style="list-style-type: none"> <li>–обязательное прохождение работников противопожарного инструктажа</li> <li>–исполнять технику безопасности на рабочем месте;</li> <li>–строго следовать технологическому процессу;</li> <li>–обязательное наличие первичных средств пожаротушения;</li> <li>–не допускать на рабочем месте загрязненной ветоши, производить вовремя уборку масляных отходов;</li> <li>–не допускать складирование горючих веществ на участках;</li> <li>–для хранения взрывоопасных веществ строго следовать инструкцией.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>–хорошо обученные и инструктируемые работники;</li> <li>–строгий контроль за рабочей системы пожаротушения;</li> <li>-наличие звуковой системы оповещения.</li> </ul>

5.5 Направление по экологии пресового производства, неблагоприятное воздействие на окружающую среду, а так же процедура по ее безопасности.

Данное производство, в котором проводится технологический процесс по холодной штамповке, не проявляет значимого воздействия на экологию. Важнейшими направлениями экологии пресового производства следует считать: совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования; выбросы примесей и образующихся отходов в окружающую среду; замена не утилизируемых отходов на утилизируемые; применение

дополнительных методов и средств защиты окружающей среды; получения вторсырья; замена токсичных отходов на нетоксичные.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно–технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно–технологического процесса энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Перемещение в цехах погрузчиков и мультикаров	Работа транспорта на диз.топливе	Задымленность цеха	–	–
Производственный мусор, смет с территории	Промасленный текстиль, моторные масла отработанные, металлическая стружка.	–	Изменение ландшафтов и целостности природных комплексов;	Отчуждение земель для промышленного производства.

Таблица 5.8 – Альтернативные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Прессовое производство (сооружения, цеха)
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Выхлопы работающего транспорта на дизтопливе, которые могут привести к повреждению озонового слоя атмосферы (озоносферы). Как альтернатива высокоэффективной очистки выбросов необходимо применять аппараты многоступенчатой очистки, так же замена топлива на электрические аккумуляторные батареи автотранспорта.
Мероприятия по снижению	Изменение качества вод, вызванное загрязнением

Продолжение таблицы 5.8

Наименование технического объекта	Прессовое производство (сооружения, цеха)
негативного антропогенного воздействия на гидросферу	промышленными стоками, нефтепродуктами, тяжелыми металлами и радиоактивными соединениями. Как альтернатива использование водосберегающих технологий переход на многократное использование воды, исключение питьевой воды из промышленного использования, отдельная подача воды для различных бытовых нужд, уменьшение потерь воды, устранение утечек, установление экономической обоснованной цены.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	К интенсивному загрязнению почв приводят отходы и отбросы производства, промышленные отходы, газодымовые выбросы предприятия. Как альтернатива это создание специально отведенных мест для утилизации отходов, не влияющих на жизнь окружающей среды и людей, совершенствование технологий производства, осуществление повышения уровня технической оснащенности промышленности.

Подведение итогов по «Безопасность и экологичность технического объекта».

В данной главе были описаны и приведены характеристики работы прессового производства, его технологические процессы, возможное оборудование, обязанности сотрудников предприятия. Рассмотрены тяжелые и нежелательные производственные опасности, и возможные предотвращения производственных травм. Представлены обязательные правила для организации рабочих, то есть изучение инструкций и ведение документации. Необходимость обеспечения работников индивидуальной, бесплатной выдачей

специальных средств защиты. Разработанные положения для содержания противопожарной защиты в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них, приведены примеры обеспечения всеми средствами пожаротушения, оповещения, защиты, присвоен класс точности пожаров. Показана экология прессового производства, рассмотрены неблагоприятные воздействия на окружающую среду, а так же процедура по безопасности.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 6.1 Сопоставление оборудования

Сравнительная характеристика двух вариантов: для базового варианта мною выбран прессе БВК-63. На нем производится автоматическая штамповка. Производство крупносерийное. Условия труда нормирование рабочего времени. Система оплаты труда повременная форма. Для проектируемого варианта выбран пресс БВК-63. На нем производится автоматическая штамповка. Производство крупносерийное. Условия труда нормальные. Сдельно-премиальная система оплаты труда.

### 6.2 Коэффициенты производства

Себестоимость предприятия содержит коэффициенты на понесенные расходы, в него входят:

1. Итоговый план продукции - 350 000 шт;
2. Продолжительность рабочего времени, единица измерения, час:
  - оборудование -1914
  - рабочего - 862;
3. Показатели выполнения норм  $K_{вн}=1,1$ ;
4. Процесс обслуживания, для большого количества станков  $K_{мн} - 1,0$ ;
5. Показатель отсутствия работника во время отпуска, в процентном соотношении  $K_o - 11,8\%$ ;
6. Величина монтажа, при себестоимости  $K_{мот} - 1,1$  и капитального вложения  $K_{мот} - 0,25$ ;
7. Стоимость материала, единица измерения в рубли на килограмм  $Ц_m - 8 - 12,5$ ;
8. Стоимость отхода, единица измерения в рубли на килограмм  $Ц_{отх} - 3,2\%$  от цены материала;
9. Готовая масса заготовки, единица измерения килограммы  $M_z - 0,2$ ;
10. Готовая масса отходов, единица измерения килограммы  $M_{отх}=0,06$ ;
11. Показатель расходов на транспорт,  $K_{тз}-1,035 - 1,05$ ;
12. Дополнительная надбавка заработной платы, по разрядам от третьего до пятого:



- Часовой фонд оплаты труда, Кдоп- 1,08;
- За профессионализм на рабочем месте, Кпф- 1,01;
- Условия оплаты труда, К у - 1,08;
- Ночные условия труда, Кн- 1,1;
- Премия на хорошую работу, Кпр - 1,1;
- Выплаты по социальным нуждам, К с - 1,262;

Итог дополнительных надбавок по зарплате К зпл – 2,51;

13. Показатель по мощности загружаемого оборудования, К м - 0,8;
14. Показатель по времени загружаемого оборудования, К в - 0,7;
15. Величина потери в сети, К п - 1,03;
16. Показатель рабочего времени электроустановок, Код - 0,8 - 1;
17. Доход от реализации продукции, в процентном соотношении:
  - На износ оборудования Вр - 5
  - На износ штампа Вр.и – 5;
18. Амортизация, На – 20;
19. Показатель общепроизводственных расходов К цех - 2,5;
20. Тарифная ставка (часовая, дневная, ночная, вечерняя), единица измерения рубль на час, для рабочего Ст – 70, для наладчика Ст-75, для инструментальщика Ст-70;
21. Стоимость электроэнергии Цэ - 3руб./кВт;
22. Стоимость помещения, единица измерения рубль на метр Цпл - 45;
23. Норма экономических показателей, Ен - 0,33.

### 6.3 Техническая характеристика оборудования

Для базового варианта пресс БВК-63: с усилием 0,63МН. Нормой времени на Т шт 0,01, на Т маш 0,013, с мощностью 33 кВт, занимаемой площадью в 5,63 м<sup>2</sup>, и стоимостью в 7 000 000 рублей. Для проектного варианта пресс БВК-63: с усилием 0,63МН. Нормой времени на Т шт 0,01, на Т

маш 0,013, с мощностью 33 кВт, занимаемой площадью в 5,63 м<sup>2</sup>, и стоимостью в 7 000 000 рублей.

#### 6.4 – Данные о штампе

Штамп БВК-63:

1. Стойкость штампа Т и.шт - 1 130 000 удара.
2. Стоимость штампа Ц шт - 850 000 рублей.

Штамп БВК-63:

1. Стойкость штампа Т и.шт - 1 130 000 удара.
2. Стоимость штампа Ц шт - - 750 000 рублей.

#### 6.5 Определение численности рабочих, штампа, коэффициента загрузки.

Для определения численности коэффициентов загрузки, количества штампов, численность рабочих мы рассчитываем по методическим данным. По этим сведениям, расчетам, и практике следует принять за количество оборудования и в базовом и проектируемом варианте одну единицу; коэффициент загрузки оборудования в базовом 0,2, проектируемом 0,03; количество рабочих так же одинаковое для вариантов, выбран один рабочий; расчетное количество штампов принимаем за одну единицу.

#### 6.6 Определение эффективности капитальных вложений

1. Инвестиции в оборудование:  $K_{об} = n_{сб} \cdot C_{об} \cdot K_z$  (19)

Б- 424800

П- 210000

2. Сопровождающие капитальные вложения:

$$\text{Затраты на снабжение и ремонт оборудования } K_m = K_{об} \cdot K_{монт} \quad (20)$$

Б- 424800

П- 210000

3. Вложение на штамп  $K_{и} = C_{шт} \cdot n_{шт}$  (21)

Б- 800000

П- 800000

$$4. \text{ Вложение на производственные участки } K_{пл} = n \text{ об} \cdot S \text{ у} \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 \quad (22)$$

Б- 1232000

П- 720

Итого:

$$K_{соп} = K_m + K_{и} + K_{пл} \quad (23)$$

Б- 1348000

П- 1010720

$$5. \text{ Единое капитальное вложение } K_{общ} = K_{об} + K_{соп} \quad (24)$$

Б- 1656800

П- 1220720

$$6. \text{ Соотношение капитальных вложений } K_{уд} = K_{общ} / N_T \quad (25)$$

Б- 4,8

П- 3,3

#### 6.7 Вычисление себестоимости по двум вариантам

Для определения затрат на проектный вариант расхода электроэнергии, содержания площадей, на инструмент и материал используются расчеты из методических указаний.

- Материальные затраты в базовом и проектируемом вариантах будут одинаковые и составит 1,7 руб.
- Заработанная плата рабочих 0,03 руб.
- Вложения в обслуживание оборудования и амортизацию будут составлять в базовом варианте 0,02 руб., а в проектируемом варианте 0,02 руб.
- Затраты на электроэнергию в базовом варианте составляет 0,1 руб., а в проектируемом 0,04 руб.
- На амортизацию и штамповую оснастку составляют базовом 0,6 руб., в проектном варианте 0,06 руб.

- Вложение средств на содержание производственных площадей в базовом варианте 0,2 руб., в проектируемом 0,01 руб.
- Заработанная плата наладчику в базовом варианте составляет 0,1 руб., в проектируемом 0,01 руб.;
- Вложения на технологическую себестоимость в базовом варианте 3,1 руб., в проектируемом 2,3 руб.
- Общие расходы производственные в базовом варианте 0,43 руб., в проектируемом 0,07 руб.
- Цеховая себестоимость в базовом 3,53 руб., в проектируемом 2,37 руб.

#### 6.8 Сравнение полученных вариантов по себестоимости

Таблица 6.1 - Сравнение полученных вариантов по себестоимости

База (руб.)	Проект (руб.)	База (Доля, %)	Проект (Доля, %)
<b>Материальные затраты</b>			
1,7	1,7	48,1	71,7
<b>Заработная плата основных и вспомогательных рабочих</b>			
0,17	0,03	4,8	1,3
<b>Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования</b>			
0,4	0,02	11,3	0,8
<b>Расходы на электроэнергию</b>			
0,1	0,04	2,8	1,7
<b>Расходы на электроэнергию</b>			
0,6	0,6	17	25,3
<b>Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей</b>			
0,2	0,01	5,7	0,4
<b>Общепроизводственные расходы</b>			
0,43	0,07	12,1	3
<b>Общепроизводственная (цеховая) себестоимость</b>			
3,53	2,37	100	100

## 6.9 Итог экономической эффективности проектируемого варианта

Выгода от уменьшения себестоимости:

$$\text{Эуг} = (\text{Сцех.б.} - \text{Сцех, пр}) \cdot N_r = (3,89 - 2,73) \cdot 350000 = 406000 \text{ руб.} \quad (26)$$

Затраты:

$$\text{Зпр} = \text{Сцех} + \text{Ен} \cdot \text{Куд} \quad (27)$$

$$\text{Зпр.б} = 3,53 + 0,33 \cdot 1,1 = 3,893 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпр.пр.} = 2,37 + 0,33 \cdot 1,1 = 2,73 \text{ руб.}$$

Годовая прибыль (экономический эффект):

$$\text{Эг} = (\text{Зпр.б} - \text{Зпр.пр}) \cdot N_r = 406000 \text{ руб.} \quad (28)$$

Прибыль от уменьшения себестоимости обработки детали:

$$\text{Прож} = (\text{Сцех.б.} - \text{Сцех, пр}) \cdot N_r = (3,89 - 2,73) \cdot 350000 = 406000 \text{ руб.} \quad (29)$$

Период экономической эффективности вложений:

$$\text{Трасч.баз} = \text{Кобщ} / \text{Прож} = 120720 / 406000 = 3 \text{ года.} \quad (30)$$

Заключение:

По результатам внедрения проектной технологии изготовления детали «Хомут ремонтный» по двум сравниваемым вариантам мы видим, что на базовом варианте себестоимость составила 3,53 рубля, а проектируемом варианте себестоимость составила 2,37 рублей, т.е. выгода составила 1,16 рублей, что в процентном соотношении составляет 32%.

Прибыль от введения разработанного проекта составил 406000 рублей, за период снижения себестоимости штамповой оснастки в течении 3 лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предложенном проекте был разработан технологический процесс и штамповая оснастка для изготовления детали «Хомут ремонтный».

1. Исследован первоначальный технологический процесс, дана характеристика детали, найдены недостатки в базовой технологии.
2. Проанализирован предлагаемый процесс, определена форма и размеры исходной заготовки, спроектирован рациональный раскрой материала позволяющий увеличить КИМ.
3. Применен способ автоматизированного проектирования в системе NX 9.0, с помощью которого разработаны технологические операции для изготовления детали «Хомут ремонтный».
4. Выбран пресс БВК-63 и средства автоматизации по техническим характеристикам.
5. Спроектирована конструкция штампа для последовательной штамповки, определены материалы и обработка для рабочих частей штампа.
6. В проекте были рассмотрены мероприятия по технике безопасности на производстве, изложены мероприятия по охране труда.
7. В экономическом разделе рассчитана себестоимость на выпуск детали «Хомут ремонтный», приведены сравнения по базовой и проектной технологии, определен экономический эффект внедрения нового проекта, по итогам себестоимости в процентном отношении на 32%.

Из всей проделанной работы, в которой были представлены расчеты, выбор, сравнения, можно подвести итог, что цель бакалаврской работы достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. An Alternate Method to spring back Compensation for Sheet Metal Forming
2. Finite Element Analysis of Spring back in L-Bending of Sheet Metal Fuh-Kuo Chen, Shen-Fu Ko Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.
3. Methods of Optimization of Sheet Metal Forming Processes Concerning The Reduction Of Spring back Chirita Bogdan Alexandru– The Annals Of “Dunărea De Jos” University Of Galați Fascicle V, Technologies In Machine Building, Issn 1221- 4566, 2009.
4. Spring back Analysis in Sheet Metal Forming Using Modified Ludwik Stress-Strain Relation Sanjay Kumar Patel, Radha Krishna Lal, J. P. Dwivedi, and V. P. Singh– ISRN Mechanical Engineering Volume 2013.  
Waluyo Adi Siswanto, Agus Dwi Anggono, 2Badrul Omar, and Kamaruzaman Jusoff - The Scientific World Journal Volume 2014.
5. Автоматизированное проектирование технологической оснастки для холодной штамповки: учеб.пособие для студентов вузов, обуч.по направлению "Конструкторско-технол.обеспечение машиностр.пр-в" / В. В. Морозов [и др.]; под ред. В. В.Морозова. - Гриф УМО. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. - 343 с.: ил. - Библиогр: с. 341-343. - ISBN 978-5-94178-255-0. - 414-55.
6. Автоматизированное проектирование штампов [Электронный ресурс]: учеб.пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 288 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1633-2.
7. Агарков А. П. Управление качеством [Электронный ресурс]: учебник / А. П. Агарков. - Москва: Дашков и К°, 2014. - 204 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02226-5.
8. Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск: Новое знание;

Москва: ИНФРА-М, 2016. - 488 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-484-0. - ISBN 978-5-16-009917-0.

9. Берлинер Э. М. САПР технолога машиностроителя [Электронный ресурс]: учебник / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: Форум: ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-043-6.
10. Берлинер Э. М. САПР технолога машиностроителя [Электронный ресурс]: учебник / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: Форум: ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-043-6.
11. 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.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011541-2.
12. 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.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1573-1.
13. Огаджанян О. И. Гидравлический привод штамповочного оборудования [Электронный ресурс]: метод. разработка к выполнению самостоятельных работ и проведению практ. и лаб. занятий по дисциплинам «Кузнечно-штамповочное оборудование» и «Гидропривод в машиностроении» / О. И. Огаджанян, Н. Н. Моллюкова. - Липецк: Липец. гос. техн. ун-т: ЭБС АСВ, 2015. - 33 с.
14. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: учебник / под ред. А. П. Карпенко. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 329 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010213-9.
15. Почекуев Е. Н. Проектирование в SIEMENS NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой [Электронный



ресурс]: электрон, учеб. -метод, пособие / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - Тольятти: ТГУ, 2014. - 230 с.: ил. - Библиогр. с. 228. - ISBN 978-5-8259-0766-6

16.Почекуев Е. Н. Проектирование штампов для последовательной листовой штамповки в системе NX / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер. - Москва: ДМК Пресс, 2012. - 331 с.: ил. - Библиогр. с. 328. - Предм.указ. с. 329-331. - Прил.: с. 305-327. - ISBN 978-5-94074-858-8: 665-00.

17.Почекуев Е. Н. Проектирование штампов для последовательной листовой штамповки в системе NX / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер. - Москва: ДМК Пресс, 2012. - 331 с. ил. - Библиогр. с. 328. - Предм.указ. с. 329-331. - Прил.: с. 305-327. - ISBN 978-5-94074-858-8: 665-00.

18.Почекуев Е. Н. Основы методов автоматизированного проектирования штампов листовой штамповки в САПР [Электронный ресурс]: электрон.учеб. -метод.пособие / Е. Н. Почекуев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - Тольятти: ТГУ, 2014. - 158 с. : ил. - Прил.: с. 157. - ISBN 978-5-8259-0767-3: 1-00.

19.Почекуев Е. Н. Проектирование в SIEMENS NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой [Электронный ресурс]: электрон.учеб. -метод.пособие / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - Тольятти: ТГУ, 2014. - 230 с.: ил. - Библиогр. с. 228. - ISBN 978-5-8259-0766-6: 1-00.

20.Почекуев Е. Н. Проектирование в SIEMENS NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой [Электронный ресурс]: электрон.учеб. -метод, пособие / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка

- материалов давлением и родственные процессы". - Тольятти: ТГУ, 2014. - 230 с.: ил. - Библиогр.: с. 228. - ISBN 978-5-8259-0766-6: 1-00.
21. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 568 с.
22. Скрипачев А. В. Вытяжка листового материала [Электронный ресурс]: электрон.учеб. -метод.пособие / А. В. Скрипачев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2016. - 51 с.: ил. - Библиогр.: с. 45. - Прил.: с. 46-51. - ISBN 978-5-8259-0966-0.
23. Сухов С. В. Основы проектирования технологий листовой штамповки [Электронный ресурс]: учеб.пособие / С. В. Сухов, А. В. Соколов, М. В. Жаров. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 124 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010615-1.
24. Управление качеством [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С. Д. Ильенкова [и др.]. - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. - 287 с. - ISBN 978-5-238-02344-1.
25. Фетисова Т. С. Проектирование литьевых форм для изготовления пластмассовых изделий: учеб.пособие / Т. С. Фетисова; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2013. - 101 с.: ил. - Библиогр. с. 100. - 31-00.