

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

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

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(направленность)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для
изготовления детали «Корпус разъема RS-232» в CAD/CAE-системах

Студент

Н.С. Разуков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

П.А. Путеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.И. Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., доцент В.В. Ельцов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2017

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

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент _____ Разуков Николай Сергеевич _____

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Корпус разъема RS-232» 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 1000000 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 эскизного проекта штампа, Безопасность и экологичность объекта, Экономическая часть

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала: Штамп для последовательной штамповки план верха, план низа, разрез А–А разрез Б–Б, технологический процесс.

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
«Гольянтинский 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: _____ *Разукова Николая Сергеевича*

по теме: «Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Корпус разъема RS-232» в CAD/CAE–системах»

<i>Наименование раздела работы</i>	<i>Плановый срок выполнения раздела</i>	<i>Фактический срок выполнения раздела</i>	<i>Отметка о выполнении</i>	<i>Подпись руководителя</i>
Анализ технологических показателей исходных данных	16.02.17	16.02.17	выполнено	
Разработка технологического процесса изготовления детали	04.03.17	04.03.17	выполнено	
Выбор оборудования, средств механизации или авто-	20.03.17	20.03.17	выполнено	

матизации				
Разработка эскизного проекта конструкции штамповой оснастки	10.04.17	10.04.17	выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	25.04.17	25.04.17	выполнено	
Технико–экономическое обоснование проекта	10.05.17	10.05.17	выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

(подпись)

П.А. Путеев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Н.С. Разуков

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В бакалаврской работе разработан процесс и графическая часть штамповой оснастки для производства детали «Корпус разъема RS-232» при помощи систем САПР классов CAD/CAE.

В технологической части работы проведена проверка изделия на технологичность, произведён сравнительный анализ базовой и проектируемой технологии изготовления детали, определены наиболее подходящие размеры исходной заготовки, посчитан КИМ, по каждой операции проектируемого варианта были рассчитаны энергосиловые параметры. Разработана графическая часть проектируемой штамповой оснастки. Исходя из расчета энергосиловых параметров было подобрано подходящее для данного производства оборудование и средства автоматизации, приведены их технические характеристики. Определены исполнительные размеры рабочих частей штампа, выбраны материалы для их производства и способы термообработки. Предложены мероприятия обеспечивающие нужное условие охраны труда. Рассчитаны себестоимость и срок окупаемости детали «Корпус разъема RS-232». Проведено сравнение базового и проектного вариантов, определен расход капитальных вложений необходимых для реализации проекта.

Расчеты проведены в соответствии с методическими указаниями к бакалаврской работе. Объём пояснительной записки и объём графического материала удовлетворяет требованиям.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	9
1.1 Анализ технологичности детали.....	9
1.2 Анализ базовой технологии изготовления детали	11
1.3 Выявление недостатков базовой технологии изготовления детали	14
1.4 Задачи бакалаврской работы	14
2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	15
2.1 Схема предлагаемого техпроцесса.....	15
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки.....	17
2.3 Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла (КИМ).....	19
2.4 Расчёт энергосиловых параметров штамповки	21
3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	36
3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики	36
3.2 Выбор средств автоматизации	38
3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка	39
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....	41
4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки.....	41
4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов.....	44
4.3 Определение числа и расположение упругих элементов.....	49
4.4 Определение центра давления штампа	50
4.5 Определение исполнительных размеров инструмента.....	50
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА.....	51

5.1	Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций	51
5.2	Идентификация опасных и вредных факторов прессового производства	52
5.3	Мероприятия по разработке безопасных условий труда.....	53
5.4	Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке.	55
5.5	Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности.....	58
6	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	61
6.1	Сравнительный анализ технологических вариантов.....	61
6.2	Исходные данные необходимые для экономического сравнения	61
6.3	Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки.....	64
6.4	Вычисление количества оборудования, коэффициента загрузки, численности операторов и количество штамповой оснастки:	65
6.5	Расчет необходимых капитальных вложений:	66
6.6	Расчет себестоимости единицы продукции по базовому и проектному вариантам:.....	67
6.7	Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта: ...	69
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	76

ВВЕДЕНИЕ

Обработка материалов давлением занимает важную роль в жизни каждого человека. ОМД обладает высокими экономическими характеристиками, более удобна в техническом плане, нежели другие виды обработки металлов.

Технологические особенности ОМД:

- 1) ОМД позволяет изготавливать детали сложной геометрической формы;
- 2) при незначительном весе детали она обладает высокими прочностными характеристиками;
- 3) получение высококачественных поверхностей детали, без дальнейшей механической обработки.

ОМД обладает также и положительными качествами в плане экономической эффективности:

- 1) рациональное использование материала;
- 2) высокая производительность;
- 3) низкая себестоимость изделия при массовом производстве.

Производство ОМД совершенствуют при помощи внедрения робототехники, что позволяет достичь еще более выгодный экономический эффект.

В технологическом плане листовая штамповка делится на две основные операции:

- 1) разделительные операции - это такие операции, при совершении которых, от заготовки отделяется отход (пробивка, резка, вырубка);
- 2) формоизменяющие операции - это операции придающие заготовки изменение геометрии исходного тела.

Целью бакалаврской работы является достижение экономического эффекта за счет разработки оптимального размера заготовки и изменения раскроя.

1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ технологичности детали

Технолог, отвечающий за разработку технологического процесса, принимает решения, связанные с технологичностью изготовления изделия, согласовывает с конструктором внесенные изменения в геометрию детали, проверяет качество геометрии электронной модели (ЭМ), проверяет параметры листового тела, производит проверку штампуемости.

Качество продукции (рис.1.1), получаемой при помощи листовой штамповки, напрямую зависит от качества организации технической подготовки производства и рабочего персонала на предприятии. Для того чтобы избежать дефектов электронной модели изделия рекомендуется производить проверку качества детали на стадии электронной модели. На первом шаге выявляются дефекты и недочёты геометрии готового изделия, а на втором шаге электронную модель приводят к необходимым стандартам, предъявляемым к листовым телам Siemens PLM NX9.0.

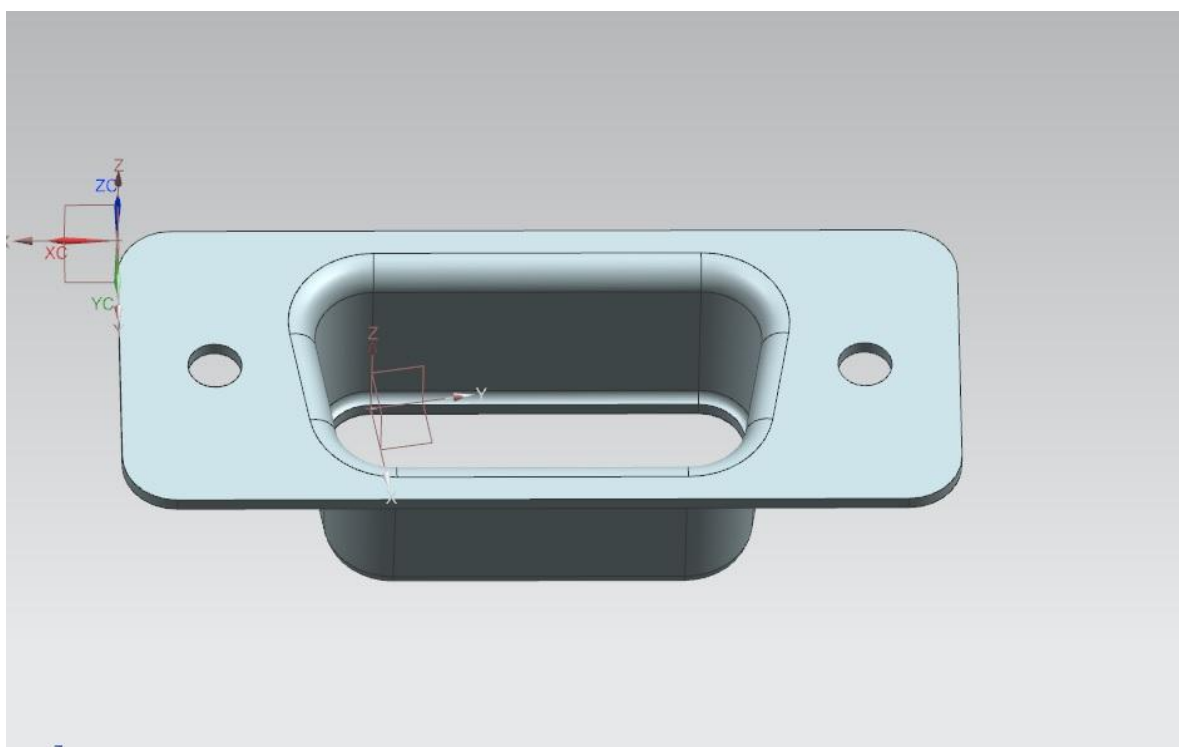


Рисунок 1.1 – Электронная модель изделия

Анализ технологичности будет представлен при помощи инструмента «HD3D» и стандартов VDA4955 (рис.1.2) [1].

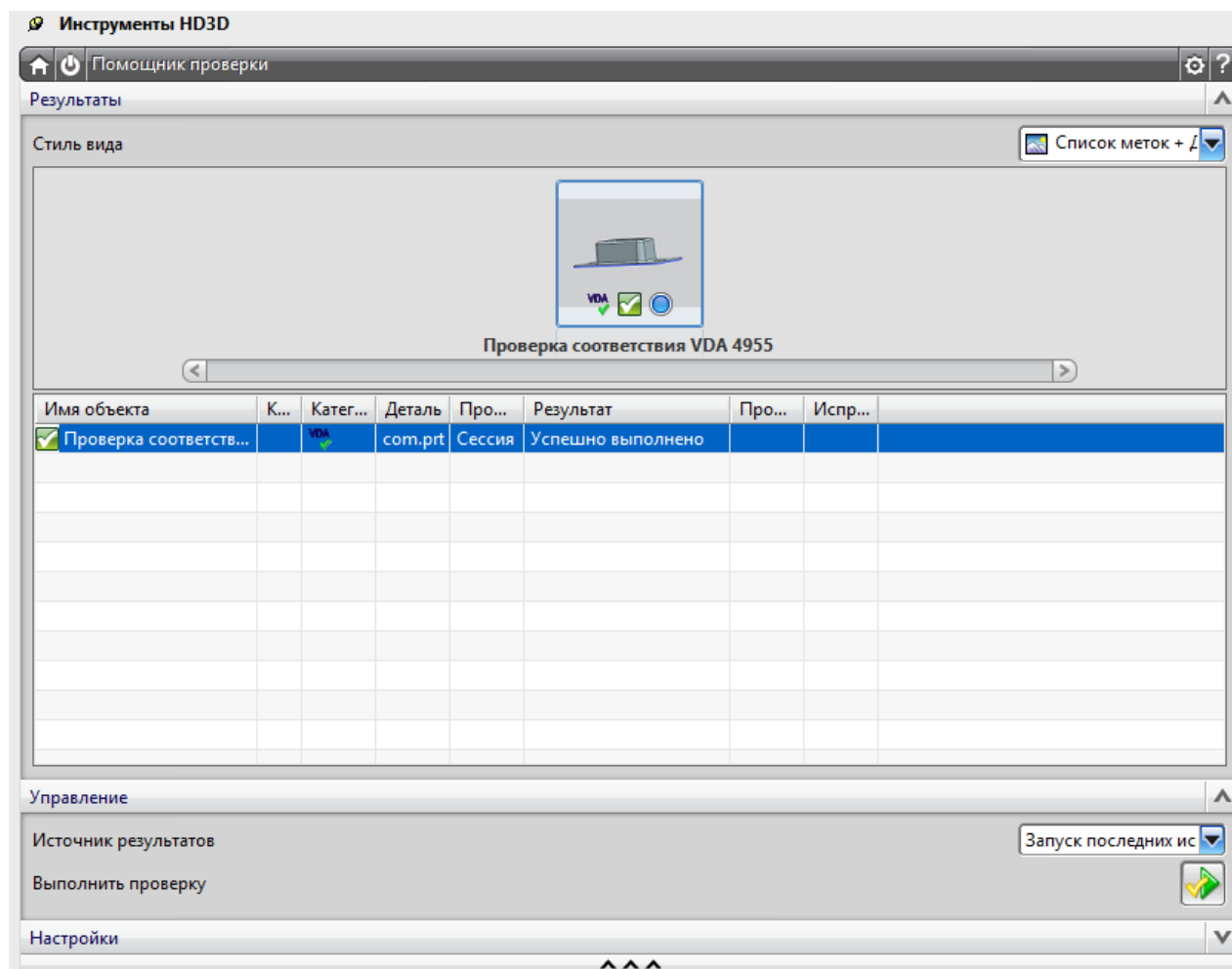
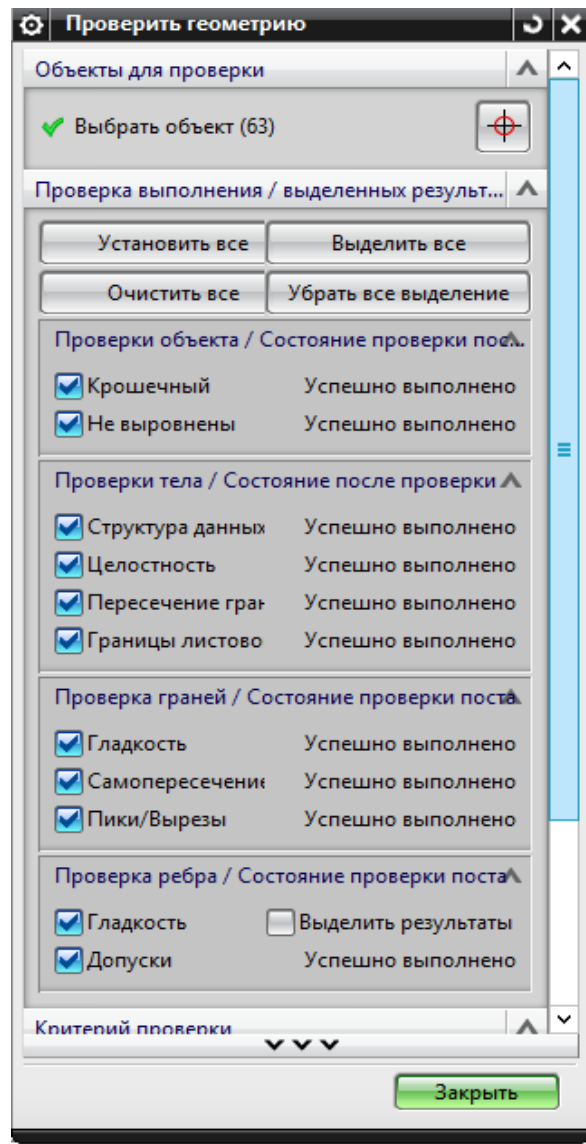


Рисунок 1.2 – Проверка HD3D

Более тщательная проверка ЭМ может быть осуществлена для выявления дефектов линий и поверхностей при помощи программного продукта Siemens PLM NX9.0 (рис.1.3.)



Рисисунок.1.3– Анализ геометрии электронной модели

В результате анализа выяснилось, что данная модель соответствует форме и размерам с выбранными настроечными данными [13].

В результате контроля качества электронной модели листовое тело будет без дефектов геометрии: нарушения топологий, пересечения поверхностей граней, разрывов, гладкости поверхности и др.

1.2 Анализ базовой технологии изготовления детали

В базовом технологическом процессе производства детали «Корпус разъема RS232» предлагаются следующие операции:

10. пробивка;

- 20. пробивка;
- 30. надрезка;
- 40. вытяжка;
- 50. пробивка;
- 60. пробивка;
- 70. отбортовка;
- 80. вырубка.

Операция 10 – Пробивка

При помощи прессы «Инноченти - 4» усилием 4МН. За один ход вырубается отверстие с краю ленты, в дальнейшем по пробитому отверстию будет контролироваться шаг ленты. Операция производится на прессе-автомате. Лента перемещается на один шаг для следующей операции. Пробивка выполняется из холоднокатаного рулона, сталь 08КП шириной толщиной 0.5мм, (рис. 1.4).

Операция 20 – Пробивка

В центре ленты пробивается отверстие под ловители диаметром 3мм.

Лента подается через направляющие ролики, шаг ленты контролируется устройством для контроля шага.

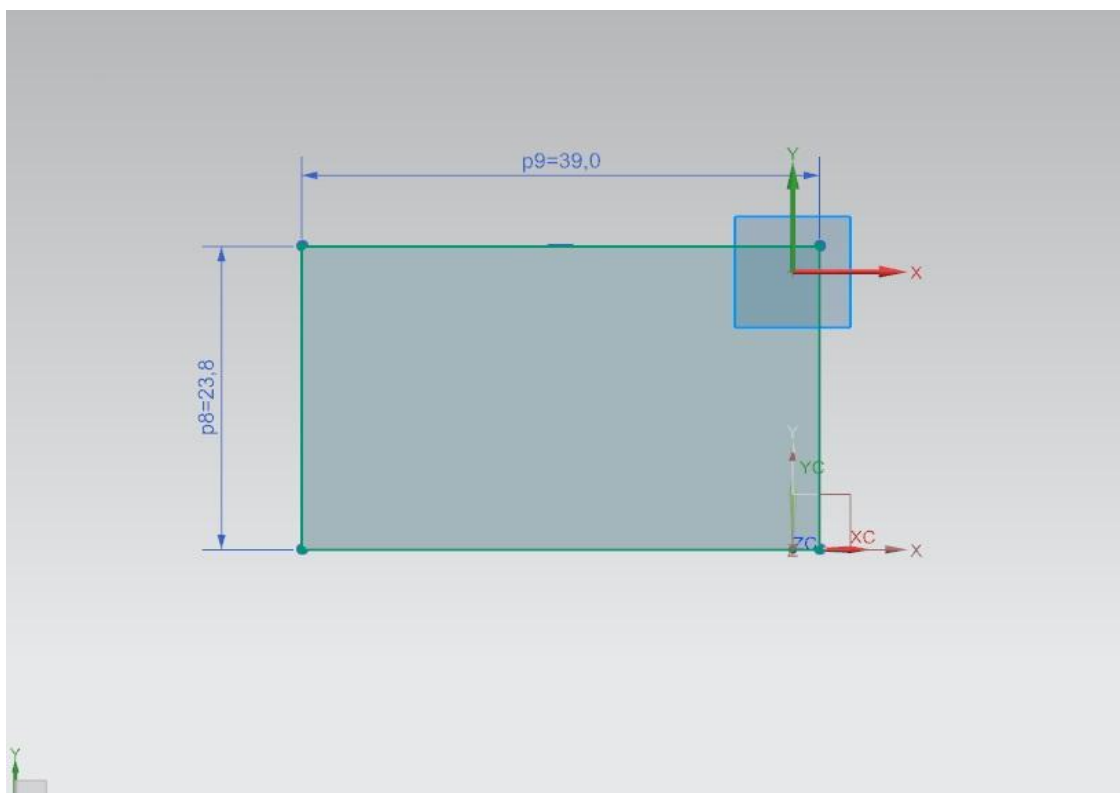


Рисунок 1.4 – Базовая заготовка

Операция 30 – Надрезка

Операция выполняется после пробивки, два пуансона прорезают в ленте 8 надрезов для последующей вытяжки.

Операция 40 – Вытяжка

При смыкании штампа пуансон вытягивает заготовку на глубину 6мм. Положение в штампе определяется ловителями. При размыкании штампа вытянутая заготовка выталкивается отлипателем из матрицы.

Операция 50 – Пробивка

Пробивается отверстие в получившемся дне вытянутой заготовке. Операция выполняется на прессе «Иноченти - 4» максимальным усилием 4МН.

Операция 60 – Пробивка

Пробиваются четыре отверстия круглой формы диаметром 2мм.

Операция 70 – Отбортовка

Производится отбортовка отверстия в дне вытяжки, до высоты заготовки равной 7мм. Операция выполняется на прессе «Инноченти - 4».

Операция 80 – Вырубка

Из ленты вырубается готовая заготовка.

1.3 Выявление недостатков базовой технологии изготовления детали

Произведя исследование базовой технологии производства детали «Корпус разъема RS232» был выявлен ряд, следующий недостатков:

- 1) низкий КИМ;
- 2) размер заготовки больше необходимого;
- 3) более дорогое оборудование.

1.4 Задачи бакалаврской работы

При обследовании базовой технологии изготовления детали «Корпус разъема RS232», предлагается внести следующий ряд задач по улучшению базовой технологии:

- 1) построить 3D модель детали «Корпус разъема RS232»;
- 2) произвести анализ базовой технологии производства;
- 3) определить наиболее подходящий раскрой;
- 4) произвести расчёт энергосиловых параметров;
- 5) выбрать наиболее подходящее оборудование для штамповки и средства автоматизации;
- 6) разработать штамповую оснастку для последовательной штамповки;
- 7) проанализировать безопасность проекта и его рентабельность.

2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Схема предлагаемого техпроцесса

10. пробивка

20. пробивка

30. надрезка

40. вытяжка

50. пробивка

60. пробивка

70. отбортовка

80. вырубка

Разработка технологического процесса холодной листовой штамповки является основной задачей при подготовке производства [2].

В разработанном технологическом процессе изготовления детали «Корпус разъема RS-232» была рассчитана заготовка с меньшими размерами и наибольшим коэффициентом использования металла, выбран более рациональный раскрой.

В данном технологическом процессе предлагается последовательная штамповка на прессе-автомате «БВК-63».

На первом шаге будет производиться пробивка отверстия в крае ленты для устройства контроля шага. Лента из материала сталь 08КП, шириной 79мм подаётся на штамп последовательной штамповки, лента заводится в направляющие ролики, операции производятся с шагом 23мм.

На втором этапе происходит пробивка отверстия в середине ленты диаметром 3мм, в дальнейшем эти отверстия будут использоваться под ловителями для наиболее точного положения ленты в штампе.

На третьем этапе производится надрезка, для предотвращения образования гофр и наилучшего течения металла при последующей вытяжки.

На четвертом этапе производится вытяжка на глубину 6 мм за один ход ползуна, при смыкании штампа лета прижимается плитой прижима.

На пятом этапе производится пробивка дна в вытянутой заготовке.

На шестом этапе производится пробивка четырех отверстий диаметром 2мм.

На седьмом этапе производится отбортовка отверстия в дне заготовки на глубину 7мм.

На восьмом этапе происходит вырубка готовой детали, деталь проваливается на провал через матрицу и падает в контейнер для готовой продукции. Далее рента режется на отход ножами, отход падает по склизу в контейнер для отхода, и направляется на дальнейшую реализацию.

Предполагаемый техпроцесс имеет следующий вид:

Операция 10 – Пробивка

Осуществляется пробивка прямоугольного отверстия на краю ленты размерами 2х3мм, лента из стали 08КП, шириной 79мм и шагом подачи 23мм.

Операция 20 – Пробивка

Пробивается отверстие в центре ленты для ловителей диаметром 3мм.

Операция 30 – Надрезка

Надрезается заготовка для последующей вытяжки.

Операция 40 – Вытяжка

Производится вытягивание листовой заготовки на глубину 6 мм, за совершение одного хода ползуна.

Операция 50 – Пробивка.

Пробивается отверстие в дне вытянутой заготовки.

Операция 60 – Пробивка

Пробиваются четыре отверстия круглой формы диаметром 2мм.

Операция 70 – Отбортовка.

Производится отбортовка отверстия в дне заготовки, до общей высоты детали равной 7мм.

Операция 80 – Вырубка.

Из ленты вырубается готовое изделие.

2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

В экономических целях предлагается изменить размер исходной заготовки. В базовом варианте производства детали «Корпус разъема RS-232» размер заготовки составляет 24x39 мм. Для достижения наибольшей точности размеры заготовок будут рассчитаны двумя методами:

- 1) численный метод;
- 2) аналитический метод.

При помощи средств автоматизированного проектирования продукта Siemens PLM смоделируем развертку детали (рис. 2.1)

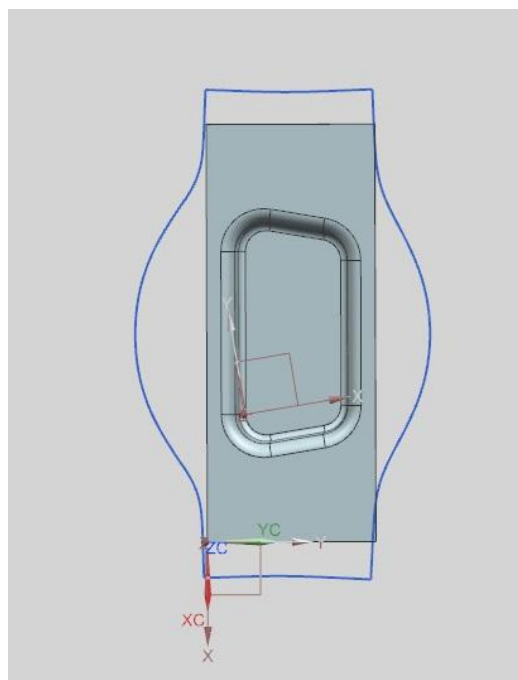


Рисунок 2.1 – Развёртка в одношаговом анализе формуемости

При помощи инструментов были замерены основные размеры заготовки.

$L_{\text{длины}}=30,9\text{мм};$

$L_{\text{ширины}}=19,2\text{ мм}.$

Увеличиваем ширину заготовки на 15% для технологических припусков:

$$L = 19,2 + 15\% = 22\text{мм}, \quad (1)$$

Принимаем ширину заготовки равную 21мм.

Увеличиваем на 20% длину заготовки на технологические припуски:

$$L = 30,9 + 20\% = 37\text{мм},$$

Принимаем длину заготовки равную 37мм.

Следовательно, исходя из вышеперечисленных расчетов, заготовка будет иметь следующие размеры 21x37мм (рис. 2.2).

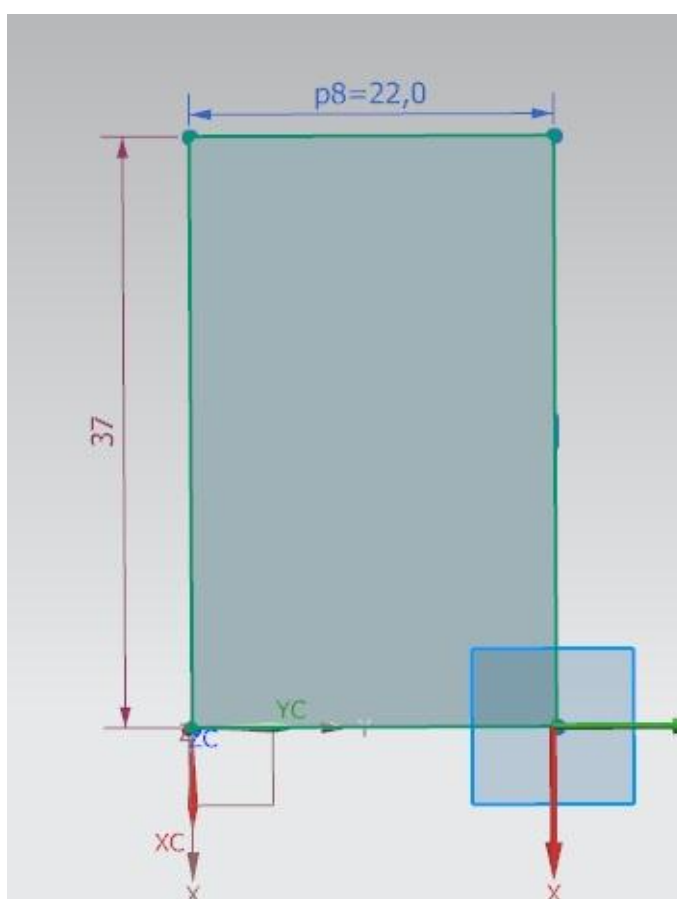


Рисунок 2.2 – Принятая заготовка

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

Для массового производства незначительная экономия материала на изготовление одной детали, в итоге приносит большую экономию. Данная экономия достигается за счет рационального использования материала, уменьшения отхода и увеличения коэффициента использования.

Первым шагом является разделение листового металла на штучные заготовки или полосы. При раскрое листового металла нужно придерживаться следующих правил:

1) разделение металла на заготовки производить по разработанным шаблонам;

2) при резке крупных заготовок в массовом производстве использовать комбинированный тип раскроя;

3) резку узких полос металла проделывать вдоль направления листа, при этом из каждой полосы увеличивается количество деталей, уменьшается отход в начале и конце полосы;

4) целесообразнее производить резку широких, а не узких полос листового металла, так как при этом уменьшается количество резов, а также шаг подачи ленты при штамповке становится меньше;

5) в массовом производстве крупных деталей использовать специальные измерительные листы;

6) при крупносерийном производстве малогабаритных деталей, штамповку производить из холоднокатаной ленты;

7) при нарезке заготовок для дальнейшей гибки необходимо учитывать направление волокон прокатанного металла;

По экономичности раскрой материала можно разделить на три группы:

1) раскрой с отходами;

2) малоотходный раскрой;

3) безотходный раскрой.

После вышеперечисленных правил и типов раскроя, предлагается выбрать прямой двухрядный раскрой с отходом для производства детали «Корпус разъёма RS-232». (рис. 2.3)

С использованием средства автоматизированного проектирования Siemens PLM произведены замеры размеров заготовки.

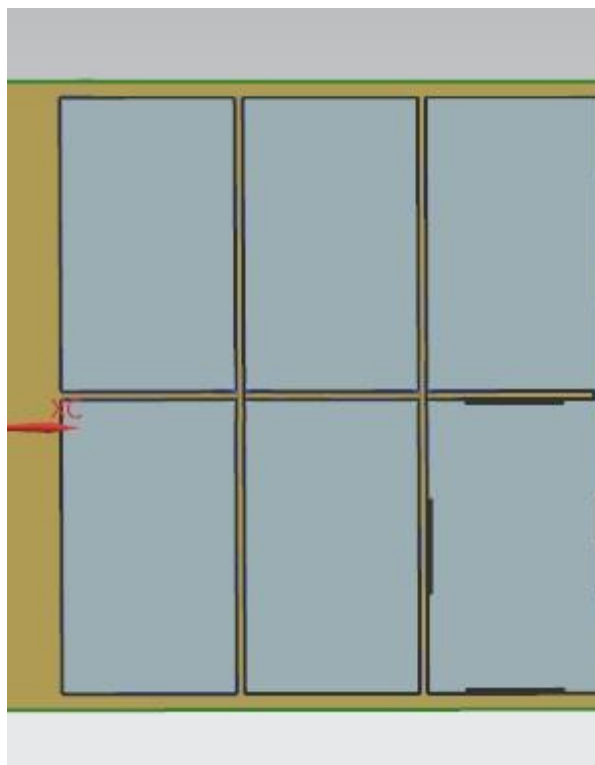


Рисунок 2.3 – Схема раскроя

$$f_{\text{заг}}=1670,8\text{мм}^2$$

Для вычисления коэффициента использования материала (КИМ) используем следующую формулу [11]:

$$\eta = \frac{f_{\text{заг}}}{b \cdot t} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где b – ширина ленты, 79 мм;

$f_{\text{заг}}$ – площадь заготовки, 1670,8мм²;

T – шаг подачи, 23 мм.

$$\eta = \frac{1670,8}{79 \cdot 23} \cdot 100\% = 91\%$$

В проектируемом варианте КИМ составил 91%, в базовом варианте составлял 71%.

2.4 Расчёт энергосиловых параметров штамповки

2.4.1 Расчет усилий

Операция 10 – Пробивка

Расчет усилия необходимое для выполнения операции пробивки считается по формуле [14]:

$$P = l \cdot S \cdot \sigma_{ср}, \quad (3)$$

где l – длина пробиваемого контура (рис. 2.4);

S – толщина металла, 0,5 мм;

$\sigma_{ср}$ – сопротивление срезу стали (08КП).

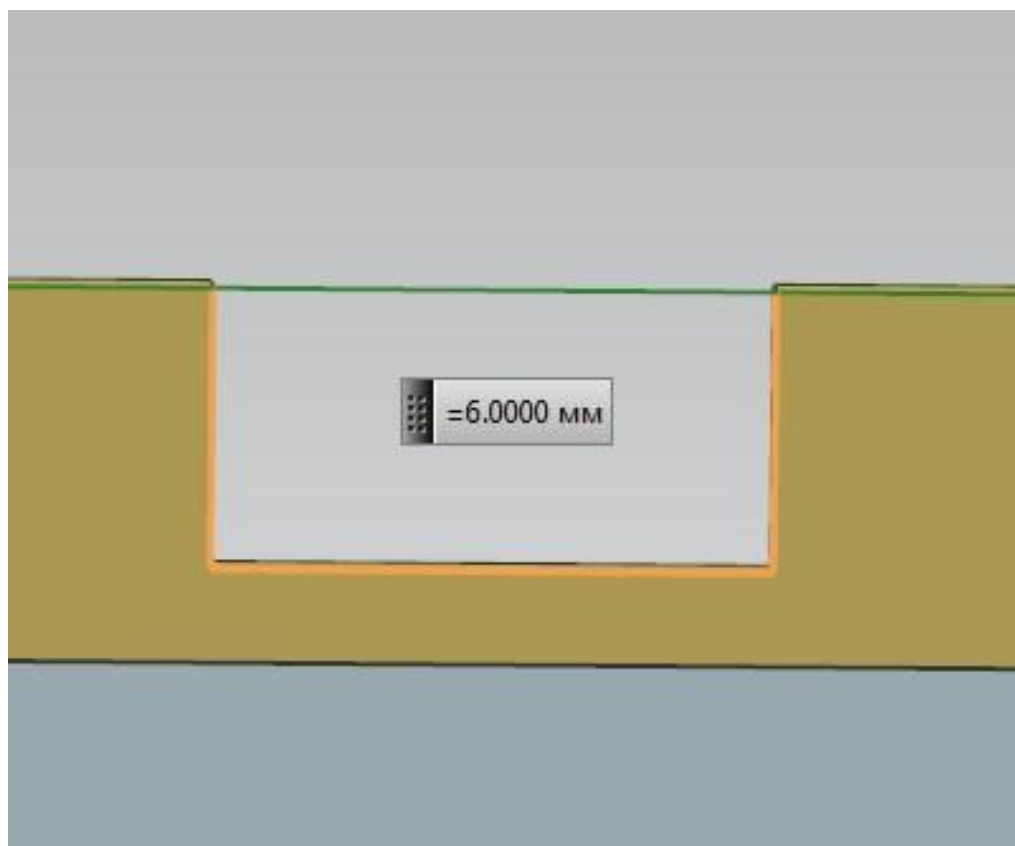


Рисунок 2.4 – Длина пробиваемого контура на операции 10

$$P = 6 \cdot 0,5 \cdot 25 = 0,75\text{кН}$$

Усилие, которое необходимо приложить для снятия пуансона:

$$P_{\text{сн}} = \kappa_{\text{сн}} \cdot P, \quad (4)$$

где $\kappa_{\text{сн}}$ – коэффициент, зависящий от типа штамповой оснастки и толщины металла.

$$P_{\text{сн}} = 0,07 \cdot 0,75 = 0,052 \text{кН}$$

Усилие необходимое для проталкивания отхода сквозь матрицу:

$$P_{\text{прот}} = \kappa_{\text{прот}} \cdot P \cdot n, \quad (5)$$

где $\kappa_{\text{прот}}$ – коэффициент проталкивания 10% от P ;

n – количество отходов в матрице, шт.

$$P_{\text{прот}} = 0,1 \cdot 0,75 \cdot 6 = 0,45 \text{кН}$$

Общее усилие необходимое для осуществления операции пробивки:

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{прот}}, \quad (6)$$

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = 0,75 + 0,05 + 0,45 = 1,25 \text{кН}$$

Операция 20 – Пробивка

Расчет усилия необходимого для выполнения операции пробивки считается по формуле:

$$P = l \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (7)$$

где l – длина пробиваемого контура (рис. 2,5);

S – толщина металла;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу стали (08КП).



Рисунок 2.5 – Длина пробиваемого контура на операции 20

$$P = 9,4 \cdot 0,5 \cdot 25 = 1,17 \text{кН}$$

Усилие, которое необходимо приложить для снятия пуансона:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P, \quad (8)$$

где $k_{\text{сн}}$ – коэффициент, зависящий от типа штамповой оснастки и толщины металла.

$$P_{\text{сн}} = 0,07 \cdot 1,17 = 0,08 \text{кН}$$

Усилие необходимое для проталкивания отхода сквозь матрицу:

$$P_{\text{прот}} = k_{\text{прот}} \cdot P \cdot n, \quad (9)$$

где $k_{\text{прот}}$ – коэффициент зависящий усилия затраченного на пробивку отверстия;
 n – количество отходов в матрице, шт.

$$P_{\text{прот}} = 0,1 \cdot 1,17 \cdot 6 = 0,7 \text{кН}$$

Общее усилие необходимое для осуществления операции пробивки:

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{прот}}, \quad (10)$$

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = 1,17 + 0,08 + 0,7 = 1,95 \text{кН}$$

Операция 30 – Надрезка

На данном этапе производится нарезка заготовки для последующей вытяжки.

Усилие необходимо для осуществление данной операции рассчитывается по формуле [18]:

$$P = l \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k, \quad (11)$$

где l – общая длина линии нарезки(рис. 2.6);

S – толщина металла, 0,5 мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу стали (08КП);

k – коэффициент, описывающий не однородную структуру материала и затупленные режущих частей инструмента.

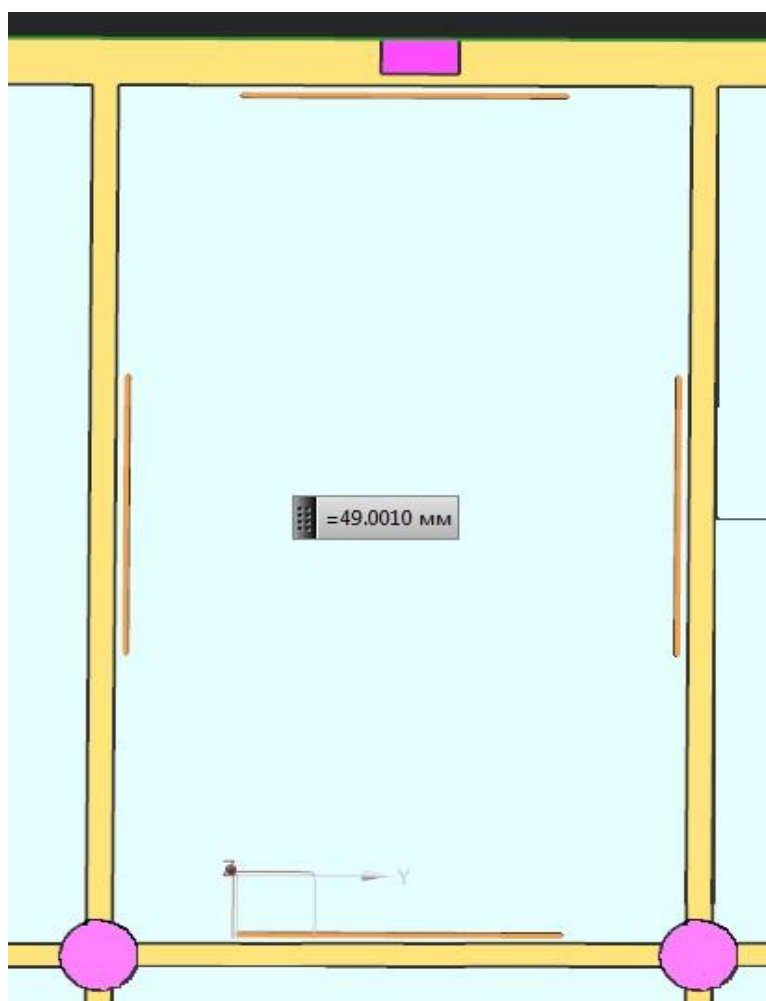


Рисунок 2.6 – Длина нарезаемого контура на операции 30

$$P = 49 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 1,3 * 2 = 15,9\text{кН}$$

Операция 40 – Вытяжка

Усилие, которое необходимо приложить для осуществления операции вытяжки на глубину b мм вычисляется по следующей формуле [17]:

$$P_B = \Pi \cdot S \cdot \sigma_B \cdot k_h, \quad (12)$$

где Π – периметр вытягиваемой заготовки (рис. 2.7);

S – толщина металла, 0,5 мм;

σ_B – предел прочности стали (08КП);

k_h – коэффициент описывающий вытяжку за один ход ползуна.



Рисунок 2.7 – Периметр вытягиваемой заготовки на операции 40

$$P_B = 415,6 \cdot 0,5 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 2 = 180 \text{ кН}$$

Усилие прижима необходимое для осуществления вытяжки рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = F \cdot q, \quad (13)$$

где F – площадь на которую давит прижим (рис. 2.8);

q = – давление прижима для мягких сталей.

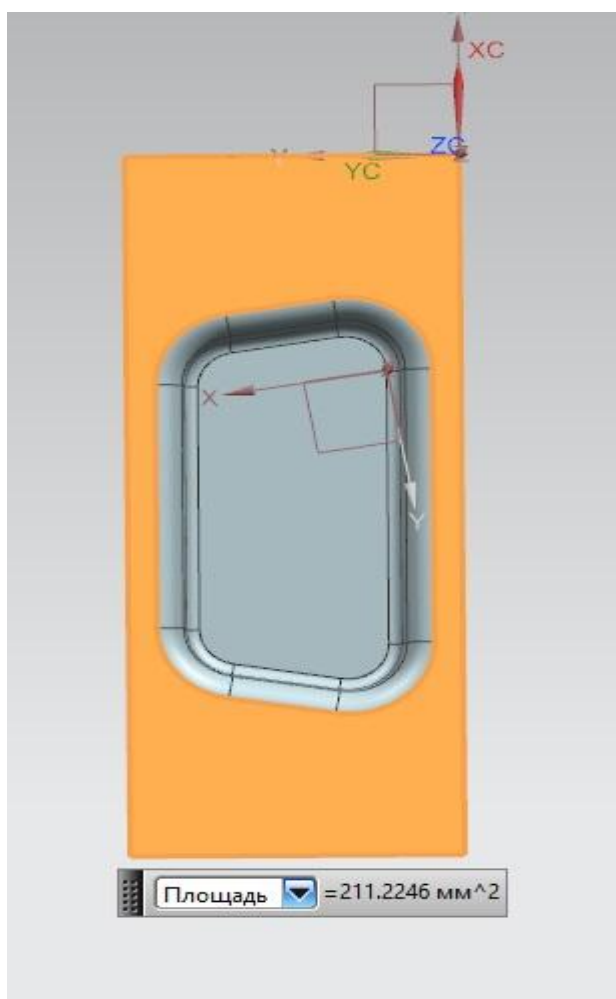


Рисунок 2.8 – Площадь прижимаемой заготовки на операции 40

$$Q = 211,2 \cdot 0,2 \cdot 2 = 0,84 \text{кН}$$

Общее усилие необходимое для совершения операции вытяжки рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{В}} + Q, \quad (14)$$

$$P_{\text{сум}} = 180 + 0,84 = 180,84 \text{кН}$$

Операция 50-Пробивка

Расчет усилия необходимого для выполнения операции пробивки считается по формуле:

$$P = l \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (15)$$

где l – общая длина линии пробивки (рис. 2.9);

$S = 0,5$ – толщина металла;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу стали (08КП).

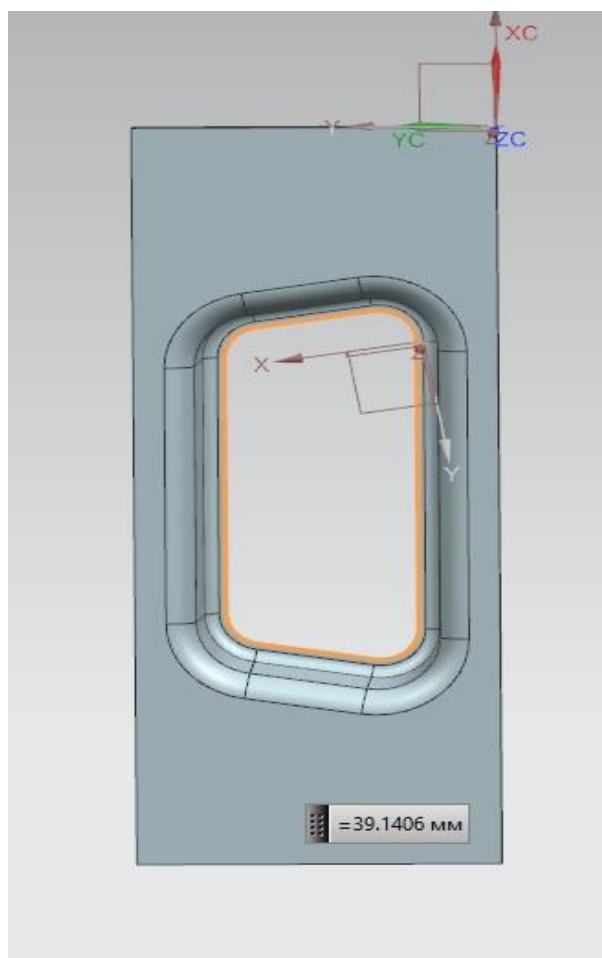


Рисунок 2.9 – Длина линии пробивки на операции 50

$$P = 39,1 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 2 = 9,8 \text{ кН}$$

Усилие, которое необходимо приложить для снятия пуансона:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P, \quad (6)$$

где $k_{\text{сн}}$ – коэффициент, зависящий от типа штамповой оснастки и толщины металла.

$$P_{\text{сн}} = 0,07 \cdot 9,8 = 0,68 \text{кН}$$

Усилие необходимое для проталкивания отхода сквозь матрицу:

$$P_{\text{прот}} = k_{\text{прот}} \cdot P \cdot n, \quad (17)$$

где $k_{\text{прот}}$ – коэффициент зависящий от усилия затраченного на пробивку отверстий;

n – количество отходов в матрице, шт.

$$P_{\text{прот}} = 0,1 \cdot 9,8 \cdot 6 = 5,8 \text{кН}$$

Общее усилие необходимое для осуществления данной операции:

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{прот}}, \quad (18)$$

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = 9,8 + 0,68 + 5,8 = 16,3 \text{кН}$$

Операция 60-Пробивка

Расчет усилия необходимого для выполнения пробивки четырех отверстий диаметром 2мм считается по формуле:

$$P = 4 \cdot l \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (19)$$

где l – общая длина линии пробивки (рис. 2.10);

S – толщина материала, 0,5 мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу стали (08КП).

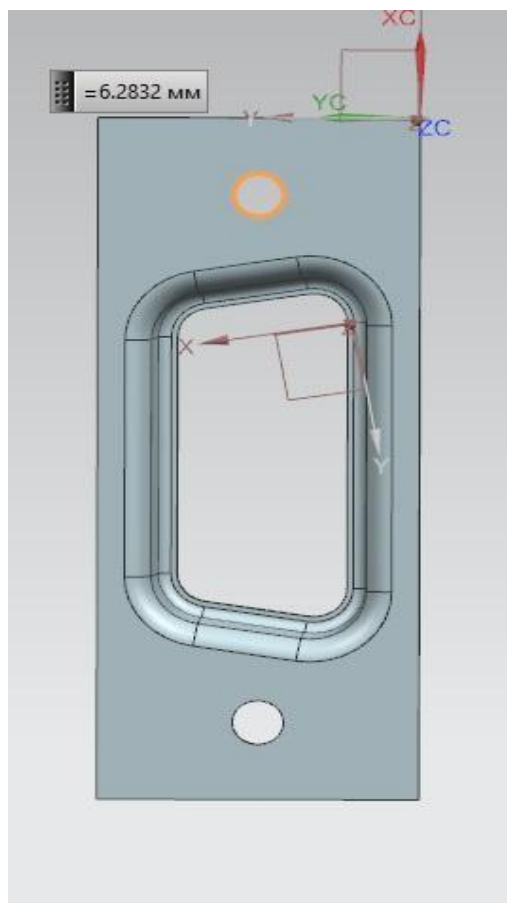


Рисунок 2.10 – Длина линии пробивки на операции 60

$$P = 6,2 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 4 = 3,1 \text{ кН}$$

Усилие, которое необходимо приложить для снятия четырех пуансонов:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P, \quad (20)$$

где $k_{\text{сн}}$ – коэффициент, зависящий от типа штамповой оснастки и толщины металла.

$$P_{\text{сн}} = 0,07 \cdot 3,1 = 0,2 \text{ кН}$$

Усилие необходимое для проталкивания отхода сквозь матрицу:

$$P_{\text{прот}} = k_{\text{прот}} \cdot P \cdot n, \quad (21)$$

где $k_{\text{прот}}$ – коэффициент зависящий от усилия затраченного на пробивку отверстий;

n – количество отходов в матрице, шт.

$$P_{\text{прот}} = 0,1 \cdot 3,1 \cdot 6 = 1,9 \text{ кН}$$

Общее усилие, затраченное на данную операцию, рассчитывается по формуле:

$$P_{об}^{пр} = P + P_{сн} + P_{прот}, \quad (22)$$

$$P_{об}^{пр} = 3,1 + 0,2 + 1,9 = 5,2 \text{ кН}$$

Операция 70-Отбортовка

Усилие, необходимое для совершения операции отбортовки:

$$P_{от} = 1.25 \cdot l \cdot S \cdot \sigma_B \cdot k, \quad (23)$$

где l – периметр отбортуемого отверстия (рис. 2.11);

S – толщина металла, 0,5 мм;

σ_B – предел прочности стали (08КП);

k – коэффициент отбортовки.

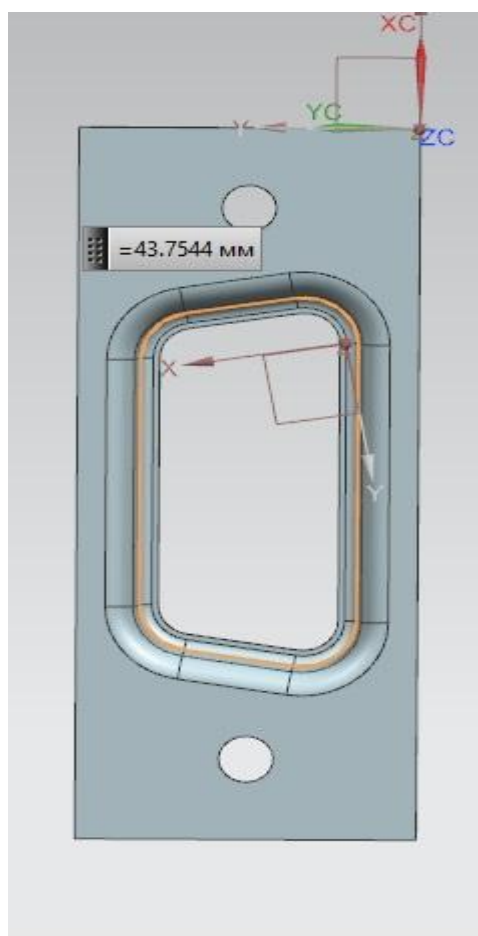


Рисунок 2.11 – Периметр отбортуемого отверстия на операции 70

$$P_{от} = 1,25 \cdot 43,75 \cdot 0,5 \cdot 30 \cdot 0,25 \cdot 2 = 2 \text{ кН}$$

Усилие, которое необходимо приложить для снятия пуансона [12]:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P, \quad (24)$$

где $k_{сн}$ – коэффициент, зависящий от типа штамповой оснастки и толщины металла.

$$P_{сн} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ кН}$$

Общее усилие, затраченное для совершения операции отбортовки определяется по формуле:

$$P_{об}^{пр} = P + P_{сн}, \quad (25)$$

$$P_{об}^{от} = 2 + 0,2 = 2,2 \text{ кН}$$

Операция 80-Вырубка

Усилие необходимое для осуществления операции вырубki вычисляется по формуле:

$$P = l \cdot S \cdot \sigma_{ср} \cdot k, \quad (26)$$

где l – общая длина вырубаемого периметра (рис. 2.12);

S – толщина металла, 0,5 мм;

$\sigma_{ср}$ – сопротивление срезу стали (08КП);

k – коэффициент, описывающий не однородную структуру материала и затупленные режущих частей инструмента.

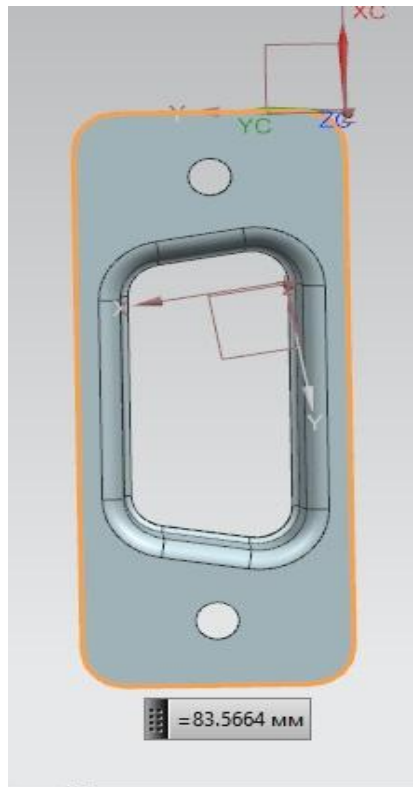


Рисунок 2.12 – Длина вырубаемого периметра на операции 80

$$P = 83,6 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 1,3 * 2 = 22,7\text{кН}$$

2.4.2 Определение работы

Операция 10 – Пробивка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции пробивки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (27)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия пробивки;

P – общее усилие, затраченное на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = 0.6 \cdot \frac{1,25 \cdot 0,5}{1000} = 0.0004\text{кДж}$$

Операция 20 – Пробивка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции пробивки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (28)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия пробивки;

P – общее усилие, затраченное на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = 0.6 \cdot \frac{1,95 \cdot 0,5}{1000} = 0.0006 \text{кДж}$$

Операция 30 – Надрезка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции надрезки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (29)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия надрезки;

P – общее усилие, затраченное на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = 0.6 \cdot \frac{15,9 \cdot 0,5}{1000} = 0.005 \text{кДж}$$

Операция 40 – Вытяжка

Работа необходимая для осуществления операции вытяжки вычисляется по следующей формуле:

$$A = C \cdot \frac{P \cdot h}{1000}, \quad (30)$$

где C – коэффициент взятый из опытных данных;

P – на данную операцию;

h – глубина на которую производится вытяжка.

$$A = 0.8 \cdot \frac{180,84 \cdot 6}{1000} = 0,87 \text{кДж}$$

Операция 50 – Пробивка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции пробивки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000} \quad (31)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия пробивки;

P – усилие на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = 0.6 \cdot \frac{16,3 \cdot 0,5}{1000} = 0.005 \text{кДж}$$

Операция 60 – Пробивка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции пробивки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (32)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия пробивки;

P – усилие, затраченное на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = 0.6 \cdot \frac{5,2 \cdot 0,5}{1000} = 0.002 \text{кДж}$$

Операция 70 – Отбортовка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции отбортовки вычисляется по следующей формуле:

$$A = \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (33)$$

где P – усилие, затраченное на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = \frac{2,2 \cdot 0,5}{1000} = 0,0011 \text{кДж}$$

Операция 80 – Вырубка

Работа, которую необходимо провести для осуществления операции вырубки вычисляется по следующей формуле:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (34)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения усредненного усилия пробивки;

P – усилие, затраченное на данную операцию;

S – толщина металла.

$$A = 0,6 \cdot \frac{22,7 \cdot 0,5}{1000} = 0,007 \text{кДж}$$

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики

Оборудование выбирается по следующим критериям [10]:

1) величина хода ползуна должна соответствовать технологическим требованиям для производства детали;

2) максимальное усилие, выдаваемое прессом должно быть больше, нежели общее усилие, требуемое для штамповки;

3) оборудование должно обладать жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций требуется высокая точностью направляющих пресса[5];

4) закрытая высота пресса должна удовлетворять требованиям штамповой оснастки;

5) габаритные размеры рабочих поверхностей пресса должны обеспечивать возможность установки и закрепления штамповой оснастки, подачу заготовок, позволять беспрепятственному удалению отхода и готовой продукции;

6) число ходов ползуна должно обеспечивать необходимый объем производимой продукции;

7) в зависимости от нужд производства, помимо оборудования должно быть предусмотрено и наличие специальных устройств (отлипатели, выталкиватели, направляющие, ограничители и т. п.);

8) работа на оборудовании должна удовлетворять условия техники безопасности.

Оборудование подбирается исходя из максимального усилия, затраченного на совершение всех операций. Заведомо берется пресс наибольшим усилием, чем необходимо для осуществления операций. Наибольшее номинальное усилие пресса обеспечит большую жесткость и уменьшение пружинение станины, а соответственно больший срок службы штамповой оснастки. Избыток усилия также предостерегает штамповую оснастку от выхода из строя при попадании заготов-

ки больших размеров, что является существенным плюсом для таких операций как гибка и объемная штамповка.

В данном случае все операции выполняется на одном прессе, поэтому рассчитываем номинальное усилие каждой операции [19]:

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{проб}} \cdot 1.5 = 1,25 \cdot 1,5 = 1,9 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{проб}} \cdot 1.5 = 1,95 \cdot 1,5 = 2,9 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{надр}} \cdot 1.5 = 15,9 \cdot 1,5 = 23,8 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{обр}} \cdot 1.5 = 180,84 \cdot 1,5 = 271,3 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{проб}} \cdot 1.5 = 16,3 \cdot 1,5 = 24,5 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{проб}} \cdot 1.5 = 5,2 \cdot 1,5 = 7,8 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{отборт}} \cdot 1.5 = 2,2 \cdot 1,5 = 3,3 \text{кН};$$

$$P_{\text{номинальное}} = P_{\text{выр}} \cdot 1.5 = 22,7 \cdot 1,5 = 34,1 \text{кН};$$

$$P_{\text{общ}} = 1,9 + 2,9 + 23,8 + 271,3 + 24,5 + 7,8 + 3,3 + 34,1 = 369,6 \text{кН}.$$

Для осуществления данного технологического процесса целесообразно применить быстропереналаживаемый комплекс – БВК-63.

Таблица 3.1- Характеристика оборудования

Характеристика	Значение
Усилие пресса, МН	0,63
Число ходов ползуна (бесступенчатая регулировка) ход/мин	30...200
Ход ползуна, мм	80
Регулировка закрытой высоты пресса, мм	80
Размеры подштамповой плиты стола, мм:	
– длина	770
– ширина	640

Продолжение таблицы 3.1

Характеристика	Значение
Крепление штампов к подштамповой плите: – стола – ползуна	болтами гидрозажимами
Подача ленты:	Двухвалковая с независимым приводом
Диаметр валков подачи, мм	160
Длина подачи на шаг, мм	0...999
Точность подачи, мм	$\pm 0,1$
Высота подачи над подштамповой плитой, мм	130 \pm 40
Регулировка подачи: – по высоте – по толщине ленты	ручная автоматическая
Мощность главного привода, кВт	33
Габариты прессы, мм: – длина – ширина – высота	3276 1720 3067

3.2 Выбор средств автоматизации

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

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, сблокированный 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 вверх при выстое ленты.

Пресс имеет автоматические зажимы верхних частей штампа, что обеспечивает быструю переналадку штампа [16].

Пресс закрытого типа двух стоечный главный вал с двумя эксцентриками имеет в приводе вариатор, это позволяет плавно менять число ходов от максимума до минимума. Эксцентриковый вал имеет подшипники качения 2-х, 3-х рядные роликовые подшипники, обоймы подшипников отсутствуют. Ими служат непосредственно сам эксцентриковый вал и ступица станины. Использование подшипников качения позволяет уменьшить угол заклинивания, уменьшить коэффициент трения и увеличить долговечность работы трущихся механизмов.

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.

3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка

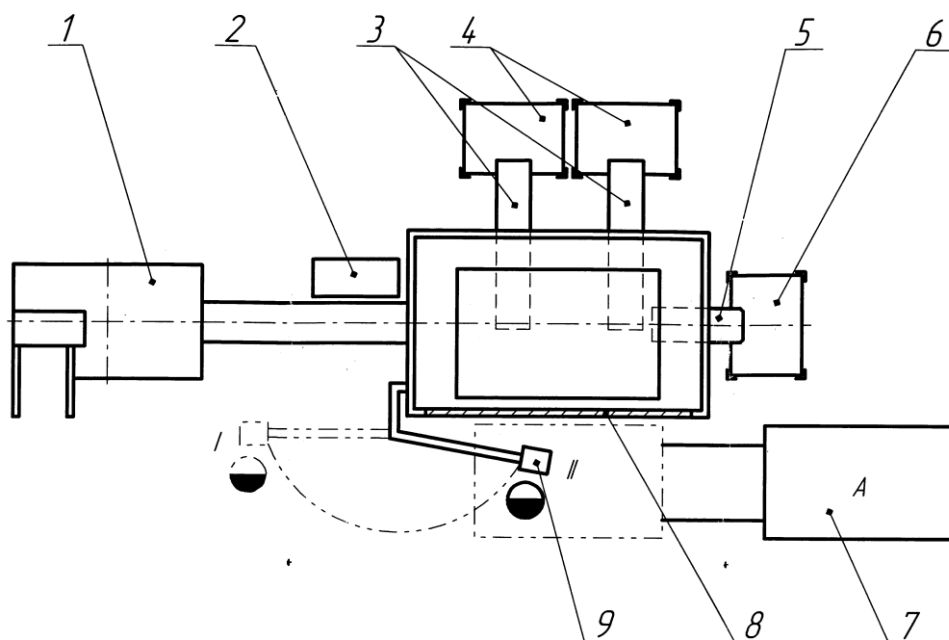
На проектируемом участке последовательной штамповки находится следующее оборудование: автоматическая линия, состоящая из одного комплекса прессы-автомата БВК-63, работающего в автоматическом режиме с кнопочным управлением. Включение прессы-автомата отмечается сигнальной лампой зеленого цвета, кнопка остановки окрашена в ярко-красный цвет.

Поверхность прессы-автомата окрашивается в светло-зеленые тона, а подвижные части имеют светло-желтые цвета.

Вспомогательным транспортом являются электрокары, мостовой кран.

Оборудование на площади цеха располагается согласно технологическому процессу (рис. 3.1) [15].

Планировка рабочего места



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.

Рис. 3.1- Планировка рабочего места

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

Штамповую оснастку для изготовления детали «Разъем корпуса RS232» можно разбить на верхнюю и нижнюю части штампа (рис.5.1 - 5.3.).

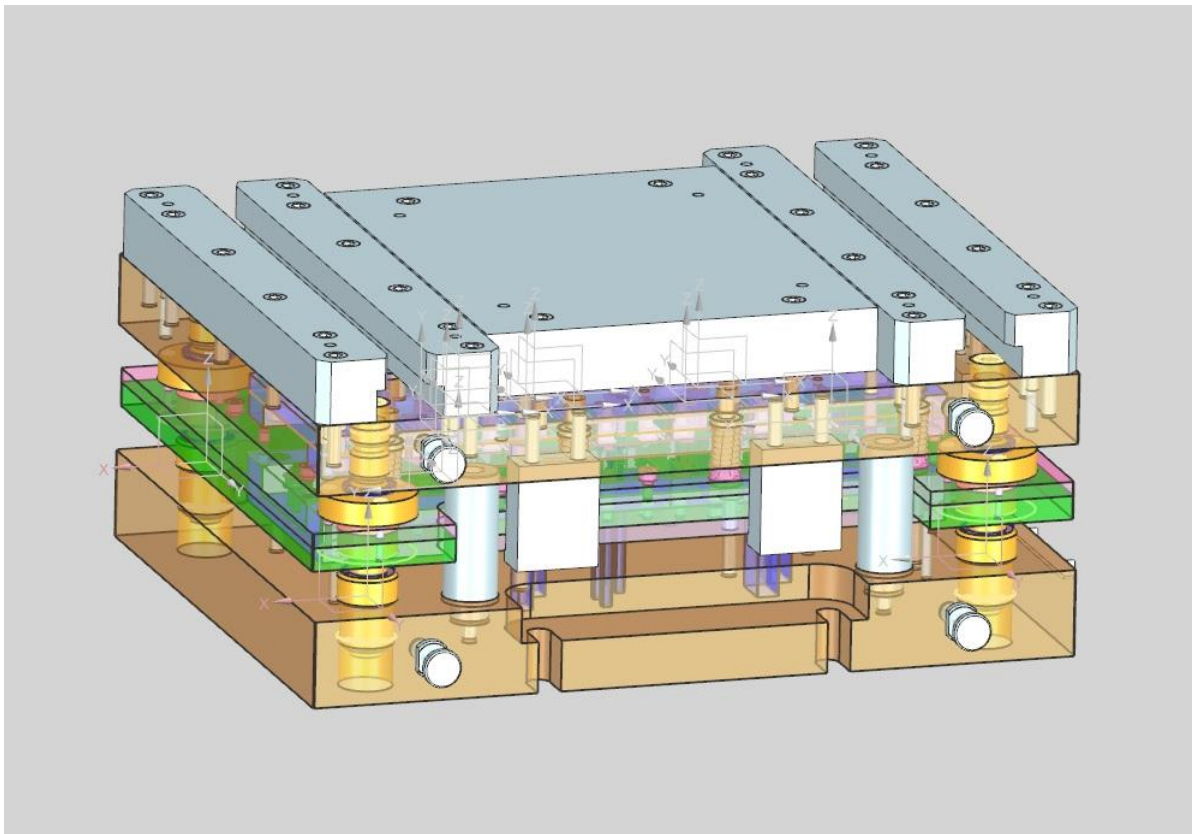


Рисунок 4.1 – Изометрия эскизного проекта штамповой оснастки

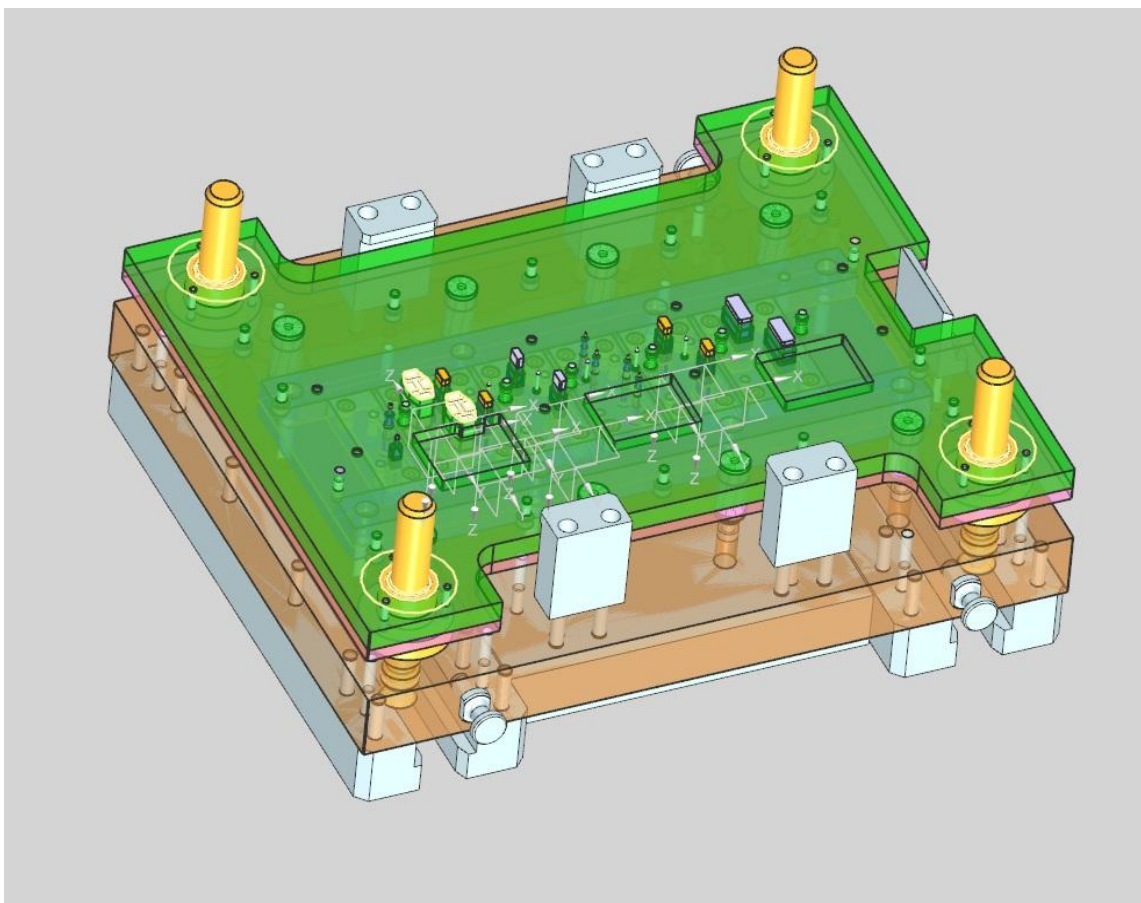


Рисунок 4.2 – Изометрия верхней части эскизного проекта штамповой оснастки

Верхняя часть включает в себя пуансон, прижим и плиты, комплект пружин, отлипали, грузовые винты верхней плиты, ловители, ограничительные скобы, колонки, втулки. Плиты скрепляются винтами и штифтами. В свою очередь пуансоны запрессовываются в плиту держателя. Верхняя плита имеет грузовые винты для транспортировки, ограничительные скобы крепятся винтами к верхней плите. Планки для фиксации штампа крепятся к верхней плите винтами. Плита прижима перемещается вдоль направляющих колонн. Между верхней плитой и плитой прижима расположены пакеты пружин, обеспечивающие необходимое усилие для прижима. Отлипатели расположены в плите прижима, и предотвращают прилипание ленты к прижимной плите, за счет усилия пружин. Направляющие втулки крепятся к плите прижима при помощи винтов. Подкладная плита держателей пуансонов крепится к верхней плите винтами. Плиты дер-

жателей пуансонов крепятся к подкладной плите держателей пуансонов винтами.

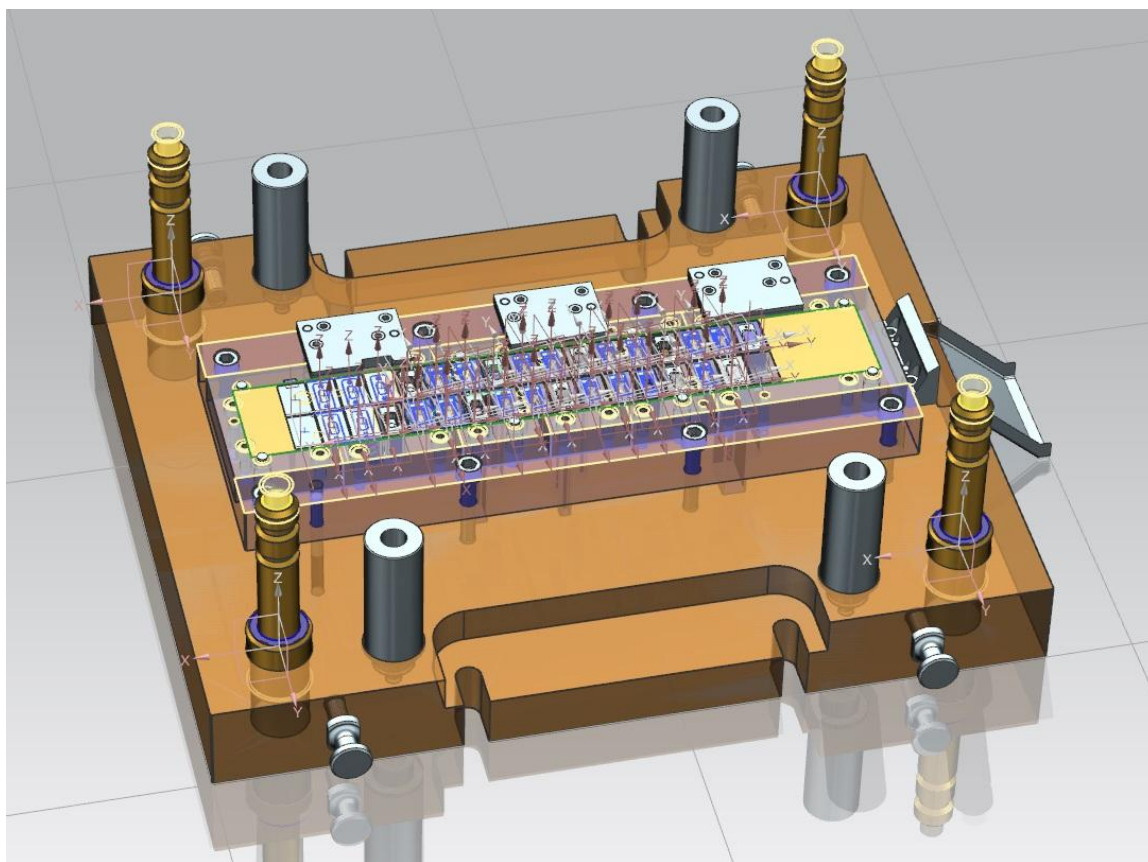


Рисунок 4.3 – Изометрия нижней части эскизного проекта штамповой оснастки

Нижняя часть включает в себя матрицы, нижнюю плиту, выталкиватели, подкладную плиту матриц, плиты держателей матриц, ограничители, грузовые винты, направляющие ролики и планки, склиз отхода, направляющие втулки. Матрицы запрессованы в плиту держателей матриц, держатели матриц закреплены винтами и штифтами к подкладной плите, которая в свою очередь крепится винтами и штифтами к нижней плите. Направляющие втулки запрессованы в нижнюю плиту. Цилиндрические ограничители и склиз для отхода крепятся винтами к нижней плите. Для транспортировки к нижней плите крепятся грузовые винты. Направляющие ролики крепятся в плите матриц. Направляющие планки крепятся винтами и штифтами к подкладной плите.

В момент фиксации ползуна в верхней точке, лента вставляется в направляющие ролики и подводится для первой операции. При смыкании штампа колонки, запрессованные в верхнюю плиту перемещаются вдоль направляющих втулок. Пуансон пробивает край ленты, отход проваливается в отверстие в матрице, штамп размыкается, лента перемещается на один шаг для последующей операции. Шаг ленты контролируется устройством для контроля шага. При смыкании штампа пробивается отверстие в середине ленты под ловители. Лента перемещается на один шаг. На дальнейшем этапе производится надрезка для последующей вытяжки. Лента перемещается на один шаг. При смыкании штампа пружины прижимают плиту прижима к заготовке, пуансон вытягивает заготовку на 6мм, при размыкании штампа ловители выталкивают заготовку из матрицы под усилием пружин. Лента перемещается на один шаг. При смыкании штампа производится пробивка отверстия в дне вытянутой заготовки, пуансон пробивает отверстие, отход проваливается через отверстие в матрице. Размыкается штамп, лента перемещается на один шаг. При смыкании штампа производится пробивка отверстий диаметром 2мм. Штамп размыкается, заготовка перемещается на один шаг. При смыкании штампа производится отбортовка кромки дна в вытянутой детали, пуансон производит отбортовку на до высоты 7мм. При размыкании штампа лента перемещается на один шаг. При смыкании штампа производится пробивка готовой заготовки, пуансон пробивает контур готовой детали, деталь проваливается на провал через матрицу. Штамп размыкается, и лента перемещается на один шаг. При смыкании штампа отход подается на режущую часть ножей, отход режется на мелкие части, которые в дальнейшем по склизу в контейнер для отхода, отход в дальнейшем отправляется на дальнейшую переработку.

4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов

Подбор материалов для деталей штампа осуществляется следующим образом. Для рабочих деталей, подверженных ударной нагрузке – матрицы, пуансоны, нож – на рабочих кромках и поверхности которых концентрируются напряжения, необходимы материалы с повышенной твердостью и износоустойчиво-

стью, в то же время сердцевина которых должна иметь достаточный параметр вязкости. По таблицам рекомендованных материалов подбираются следующие[3]:

- для пуансонов и матриц вырубных и пробивных несложной формы используется сталь марок У10, У10А (диаметр отверстий до Ф25), Х12Ф1, НРС 59-60;
- для рабочих элементов вытяжных групп используется сталь марок У10А, Х12, ВК8, НРС 61-63.

Поскольку для данного техпроцесса применяется быстроходное оборудование, то недостаток углеродистых сталей – не прокаленная середина – становится положительным достоинством.

Материалы, подобранные для остальных элементов штампа внесены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1- Марки материалов и сталей для изготовления деталей штампа

Элемент штампа	Материал	Термообработка
Колонки направляющие	Сталь 20	Цементировать на глубину 1 мм; НРС 58
Втулки направляющие	Сталь 20	Цементировать на глубину 1 мм; НРС 58
Элемент штампа	Материал	Термообработка
Втулки для шариковых направляющих	ШХ15	НРС 58

Продолжение таблицы 4.1

Плиты блока	Чугун СЧ 21, стали 40, 50	
Держатели матриц и пуансонов	Сталь 35	
Прижим-съемник	Сталь 40	HRC 50
Ловители	Сталь 45	HRC 50

Проверочному расчету на условие выполнения прочности подвергают пуансоны небольших размеров, и испытывающие при этом большую нагрузку.

Поэтому произведем расчет на прочность пуансона, пробивающего отверстие диаметром 2мм.

4.2.1 Прочностной расчет на смятие.

Прочность головки пуансона на смятие вычисляется по формуле [7]:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{F}, \quad (35)$$

где P – усилие, затраченное на пробивку одного отверстия;

F – площадь опорной поверхности, мм².

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{0,000785}{63,63 \cdot 10^{-6}} = 12,3 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{см}} = 12,3 \text{ МПа} < [100 \text{ МПа}]$$

Исходя из выше произведенных расчетов, условие контакта прочности выполняется.

4.2.2 Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении.

Сжатие пуансона в наименьшем сечении определяется по формуле (36) [6]:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P}{f} \leq \sigma_{\text{сж}} , \quad (36)$$

где f – площадь пуансона в наименьшем сечении;

$\sigma_{\text{сж}}$ – допускаемое напряжение на сжатие.

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{0,000785}{0,00000346} = 226,8 \text{ МПа}$$

Сжатие пуансона в наименьшем сечении составляет $226,8 \text{ МПа} < 1600 \text{ МПа}$, расчет показал, что напряжение сжатия меньше допустимого, следовательно, прочностное условие удовлетворяется.

4.2.3 Расчет свободной длины пуансона на изгиб.

Определим безопасную длину пуансона по следующей формуле:

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{E I}{n P}} , \quad (37)$$

где E – модуль упругости;

I – момент инерции;

n – коэффициент описывающий безопасность.

$$\sqrt[3]{I} = 0,05 \cdot d^{-4} , \quad (38)$$

$$I = 0,05 \cdot 0,002^4 = 8 \cdot 10^{-13} ,$$

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{2,2 \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^{-13}}{15,7 \cdot 10^{-4}}} = 0,047 \text{ м},$$

В данном варианте длина пуансона составляет 9 мм что является меньше чем допустимые 47 мм, следовательно, условие на продольный изгиб удовлетворяется.

Расчёты показали, что пуансон для пробивки отверстия диаметром 2 мм удовлетворяет всем прочностным.

4.3 Определение числа и расположение упругих элементов

Для прижима-съема используются стандартные пакеты пружин, состоящие из пружины, втулки, гайки и ступенчатого винта [9]. Они подбираются по усилию. Величину усилия прижима-съема определяют следующим образом. Пружины работают на сжатие при прижиге и на растяжение при съеме изделий, следовательно, общее усилие, которое должно совершаться съемником, является либо суммой усилия снятия при вырубных операциях, либо суммой усилия прижима на вытяжных. Из них выбирается максимальное. По данному максимальному усилию выбирается пакет пружин, определяется число упругих элементов. Располагать пакеты пружин следует в местах, где усилие максимально, но при этом так, чтобы усилие создавалось равномерное. Пара пружин всегда должна стоять на диагонали. Так же пакет является ограничителем хода съемника, поскольку верхней частью он закреплен в верхней плите, а винтом – в съемнике.

На этапе расчет технологии определялись усилия прижима и снятия.

Принимаем усилие прижима-снятия равным 2,5 кН.

Из стандартных пакетов пружин выбирается пакет с оптимальными типоразмерами:

- по развиваемому усилию;
- по высоте в сжатом состоянии;
- по рабочей деформации;

Основные параметры пакета:

- а) усилие – 0,5 кН;
- б) высота сжатой пружины – 44 мм;
- в) рабочая деформация – 14,6 мм;
- г) диаметр – 25 мм;
- д) диаметр проволоки – 4 мм.

Минимальное количество пружин, необходимое для создания требуемого усилия прижима 5 шт., принимаем количество пружин равное 8.

4.4 Определение центра давления штампа

Большое значение для последовательных штампов имеет нахождение центра давления штампов.

Аналитический способ определения центра давления штамповой оснастки основан на равенстве момента равнодействующей сил к сумме моментов этих сил относительно этой же оси. Направление осей берем по краям ленты.

В виду несимметричности расположения пуансонов составляем уравнение равенства моментов относительно оси Y[4].

$$x = \frac{P_n \cdot x_n}{P_n}, \quad (39)$$

где x - расстояние от оси Y до центра тяжести пробиваемого элемента; $P_1, P_2, P_3 \dots$ - усилие вырубки на соответствующей позиции.

$$X = (1,25 \cdot 11,5 + 1,95 \cdot 23 + 15,9 \cdot 46 + 180,84 \cdot 69 + 16,3 \cdot 138 + 5,2 \cdot 207 + 2,2 \cdot 276 + 22,7 \cdot 345) / 246,34 = 201 \text{ мм}$$

Такое незначительное смещение центра давления по оси Y не даст ощутимых силовых факторов, действующих на штамп и пресс.

4.5 Определение исполнительных размеров инструмента

Вычисления рабочих размеров изделия, необходимой для достижения точности и наименьшего износа инструмента. Чтобы изготовить изделия с высокой степенью точности нужно правильно выбрать зазоры и допуски на рабочие размеры инструментов. Допуски на исполнительные размеры пуансонов и матриц должны обеспечивать оптимальные зазоры.

Рассчитаем рабочие размеры пуансона диаметром 2 мм:

Для размера $\varnothing 2^{+0,1}$

$$D_n = (A + \Delta)_{-\delta_n} = (2 + 0,1)_{-0,006} = 2,1_{-0,006} \text{ мм}, \quad (40)$$

Тогда размер рабочего отверстия (матрицы) будет:

$$D_m = (D_n + \Delta)^{+\delta_m} = (2 + 0,2)^{+0,010} = 2,2^{+0,010} \text{ мм}, \quad (41)$$

Пуансон $2,1_{-0,006}$

Матрица $2,2^{+0,010}$

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций

Производство размещается в отдельном корпусе, где также размещаются цехи крупной, средней и мелкой штамповки с заготовительными отделениями и складскими помещениями для штамповой оснастки и различных приспособлений, а также склады где хранится металл и производимая продукция. В данном корпусе помимо прессового производства размещены и вспомогательные цехи: цех изготовления и ремонта штамповой оснастки, цех по наладке оборудования, приспособлений и штампов, складские цеха. Составим технологический паспорт объекта в виде таблицы 5.1.

В помещениях цехов поддерживают условия, обеспечивающие допустимые температуру и влажность воздуха: температура воздуха вне рабочих мест в зимние периоды должна быть не ниже 12 °С, а в летний период — не выше 28 °С. Для удаления задымления, и вредных отработавших газов производство оснащают установками местной вентиляции.

Таблица 5.1 – Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Вид операции	Должность рабочего, совершающего операцию	Пресс для выполнения операции	Используемый материал
Штамповка	Пробивка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Пробивка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Надрезка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Вытяжка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Пробивка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП

Продолжение таблицы 5.1

Технологический процесс	Вид операции	Должность рабочего, совершающего операцию	Пресс для выполнения операции	Используемый материал
Штамповка	Штамповка	Штамповка	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Отбортовка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Вырубка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП

5.2 Идентификация опасных и вредных факторов прессового производства

На прессовом производстве основными факторами, представляющими опасность, являются травмы наносимые механическим или электрическим факторами разной степени тяжести. В основном фактором механических травм является касание рабочим заготовки и рабочей зоной штампа без соблюдения необходимой техники безопасности. Основной причиной травм в результате поражения рабочего электрическим током является не надёжное заземление, плохая изоляция проводов, скачки напряжения или халатность и невнимательность рабочего персонала.

Составим таблицу 5.2 опасных факторов на производстве.

Таблица 5.2 – Опасные и вредные факторы

Операция, вид выполняемых работ	Фактор опасности	Источник фактора, представляющего опасность или вред рабочему
При загрузке ленты в штамповую оснастку и сортировки готовой продукции после обработки	Заостренные края, заусенцы и шероховатость на торцевых поверхностях заготовок	Острые края, заусенцы

Продолжение таблицы 5.2

Операция, вид выполняемых работ	Фактор опасности	Источник фактора, представляющего опасность или вред рабочему
При работе на прессе-автомате	Высокий уровень шума непосредственно на рабочем месте и высокий уровень вибрации оборудования	Оборудование
Перемещение транспорта	Пыльность и загазованность воздуха отработавшими продуктами горения в рабочей зоне	Перемещение транспорта на предприятии, вибрация пола, работа металлорежущих устройств
В крупных цехах	Недостаточная освещенность участка	Осветительные приборы недостаточной мощности, недостаточная естественная освещенность
При работе с оборудованием	Повышенное электронапряжение в электрической цепи, при замыкании которой человеческое тело может быть проводником	Электродвигатели прессов, электрический привод, пульт дистанционного управления прессом
При длительной загрузке и укладке заготовок	Нервно-психические перегрузки	Однообразие труда
При длительной загрузке и укладке заготовок	Физические перегрузки	Напряженное положение тела

5.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда

Весьма важной задачей подготовки рабочего персонала для прессового производства является изучение техники безопасности, условий санитарии, личной гигиены, обучение безопасным методам производственных работ. Обучение безопасности труда персонала производится при приеме работника на предприятие.

Вводную лекцию по технике безопасности проводят со всеми новыми сотрудниками независимо от уровня их образования, профессиональной подготовки, опыта и стажа работы в данной сфере. Также, для вновь принятых на работу обязательно должен проводиться первичный инструктаж непосредственно на рабочем месте с применением практической демонстрации безопасной технологии труда. Для каждой имеющейся специальности на предприятии в обязательном порядке составляется инструкция по технике безопасности на производстве. Ежегодный инструктаж по технике безопасности обязан проходить весь персонал, имеющийся на предприятии. При производственной травме, возникшей на производстве в следствии нарушения техники безопасности, проводится внеплановый инструктаж. Все инструктажи четко фиксируются в соответствующем журнале.

Методы и средства снижения негативного воздействия приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 –Методы и средства снижения негативного воздействия

Опасный или вредный фактор на производстве	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного фактора	Предметы индивидуальной защиты рабочего персонала
Подвижные части оборудования, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок	<ul style="list-style-type: none"> –звуковое предупреждение перед каждым запуском; – устройства предохранения, выключающие привод; –пульт с двуруким управление прессы; –автоматизация работы на прессы. 	<ul style="list-style-type: none"> –комбинезон хлопчатобумажный; –защитные рукавицы прорезиненные; –головной убор хлопчатобумажный; –фартук; –нарукавники хлопчатобумажные; –очки защитные; –паста для защиты рук «Элен»

Продолжение таблицы 5.3

Опасный или вредный фактор на производстве	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного фактора	Предметы индивидуальной защиты рабочего персонала
Высокий уровень шума непосредственно на рабочем месте и высокий уровень вибрации оборудования	–своевременная смазка трущихся и подвижных частей пресса; –переход с зубчатых передач на ременные; –применение вибропоглощающих фундаментов пресса.	Шум подавляющие наушники, беруши
Пыльность и загазованность воздуха отработавшими продуктами горения в рабочей зоне	Вентиляция, совмещенная с системой воздушного отопления	Респираторы
Недостаточная освещенность участка	Вычисление необходимого количества осветительных приборов и проектирование достаточного освещения	–
Высокое электронапряжение в электрической цепи, при замыкании которой человеческое тело может быть проводником	Заземление оборудование на общий контур, предохранительные автоматы, УЗО.	Прорезиненная или резиновая обувь, прорезиненные перчатки, предохранительные устройства
Нервно–психические перегрузки	Плановые перерывы в течение рабочей смены	–
Физические перегрузки	Плановые перерывы, разминка зарядка.	–

5.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке.

Пожарная безопасность – это отдельная и весьма важная составляющая техники безопасности, так как пожары наносят серьезный материальный ущерб как персоналу, так и оборудованию. К наиболее худшим последствиям пожара

можно отнести: значительные экономические потери, летальный исход или ожоги тяжелой степени, а также отравление угарным газом.

По СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» введена классификация разделения степени опасности при пожаре на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д.

Материал, применяемый для изготовления детали «Корпус разъема RS-232» сталь 08КП. Данный материал можно отнести к классу плохо сгораемым материалам, что позволяет отнести ПМШ в соответствии СНиП 21–01–97 по взрывопожарной опасности к категории Д (несгораемые материалы и вещества в холодном состоянии). Идентифицируем классы факторов пожара в таблице 5.4, и составим таблицу 5.5, в которой укажем средства, обеспечивающие защиту от пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок/ подразделе- ние	Оборудование	Класс пожа- роопасности	Факторы пожаро- опасности	Сопутствующие факторы пожара
участок по- следова- тельной штамповки	Пресс-автомат «БВК 63»	В, D, E	–пламя и искры; –тепловой поток; –повышенная тем- пература окружа- ющей среды; –низкое содержа- ние кислорода; –плохая видимости из-за дыма. -отравление про- дуктами горения.	Появляющиеся в ре- зультате пожара осколки, элементы разрушившихся со- оружений, энергетиче- ского оборудова- ния, технологиче- ских установок, про- изводственного и инженерно– технологического оборудования.

Таблица 5.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первые средства при возникновении пожара	Мобильные средства тушения пожара	Стационарные установки тушения пожара	Автоматические средства пожаротушения	Противопожарный инвентарь	Индивидуальные средства защиты при возникновении пожара	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители	Пожарные автомобили	Водяные установки	Датчики пожарной сигнализации дымовые	Рукава, пожарные багры, багры, лопаты штыковые	Противогазы	Звуковые сигнализации
Песок	Пожарные помпы	Газовые установки	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Респираторы	Указатели аварийного выхода
Кошма	Приспособленные технические средства	Порошковые установки	Контрольные приборы	Колонка пожарная	Костюмы защитные	Ручные громкоговорители, рупор

Составим в виде таблицы 5.6 мероприятия обеспечивающие пожарную безопасность.

Таблица 5.6 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса	Наименование мероприятия	Необходимые требования для обеспечения пожарной безопасности
Листовая штамповка	<ul style="list-style-type: none"> – инструктаж и обучение персонала; – соблюдение техники безопасности; – соблюдение последовательности и алгоритма действий; – наличие средств первичного пожаротушения; – уборка использованной ветоши; – ограничение взрывоопасных материалов на рабочем месте; – хранение взрывоопасных материалов в соответствии с требованиями пожарной безопасности. 	<ul style="list-style-type: none"> – обученный персонал; – оборудование помещений системами обнаружения, оповещения, эвакуации и тушения пожара;

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

Процесс штамповки на прессе-автомате имеет наименьшее воздействие на окружающую среду. Для обеспечения экологической безопасности основное внимание должно быть сосредоточено на процессе утилизации использованных технологических материалов.

Факторы на прессовом производстве их причины и воздействие на окружающую среду перечислим в таблице 5.7.

Мероприятия для обеспечения защиты окружающей среды собраны в таблице 5.8.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта, транспортного средства и т.п.	Отрицательное влияние на атмосферу	Отрицательное влияние на гидросферу	Отрицательное влияние на литосферу
Движение транспортных средств	Транспортное средство с двигателями внутреннего сгорания	Загазованность воздуха	–	–
Отходы возникающие в процессе производства и потребления	Использованная ветошь, отработанное масло	–	Загрязнение водных источников тяжёлыми металлами и таксинами	Загрязнение почвы, грунтовых вод

Таблица 5.8 – Принятые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду[8].

Наименование технического объекта	Движение транспорта	Отходы производства и потребления	
		Промасленная ветошь	Отработанное масло
Мероприятия для уменьшения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, на транспорт с электрическими двигателями	–	–
Мероприятия для уменьшения негативного антропогенного воздействия на гидросферу и литосферу	–	Утилизация (сжигание в печах)	Максимальное восстановление качества отработанных масел для повторного использования

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

1) В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» были рассмотрены: последовательность процесса последовательной штамповки на прессе-автомате, должности и обязанности рабочего персонала, оборудование, материалы для производства (таблица 5.1).

2) Были определены возможные риски при осуществлении технологического процесса. Определены возможные опасные факторы, возникающие на производстве. (таблица 5.2).

3) Разработаны мероприятия, включающие устройства, обеспечивающие снижение профессиональных рисков на предприятии. Подобраны необходимые средства для обеспечения индивидуальной защиты (таблица 5.3).

4) Подобраны действия для обеспечения необходимой пожарной безопасности. Определен класс и фактор пожарной опасности. Приняты меры для обеспечения безопасности при возникновении пожара (таблица 5.4). Разработаны мероприятия, средства, методы и меры пожарной безопасности (таблица 5.5-5.2).

5) Определены факторы, влияющие на экологичность окружающей среды (таблица 5.7) и разработаны мероприятия для достижения необходимой экологической безопасности на техническом объекте (таблица 5.8).

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

6.1 Сравнительный анализ технологических вариантов

Базовый вариант: на прессе «Инноченти 4» производится автоматическая штамповка детали «Корпус разъема RS-232».

Тип производства - крупносерийный. Условия труда нормальные. Оплата труда – часовая.

Предлагаемый вариант: На прессе-автомате «БВК 63» усилием 0,63Мн производится автоматическая штамповка детали «Корпус разъема RS-232». Тип производства - крупносерийный. Условия труда нормальные. Оплаты труда – часовая.

6.2 Исходные данные необходимые для экономического сравнения базового и проектного вариантов:

Исходные данные необходимые для расчёта экономической эффективности проекта приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1- Исходные данные

Наименование	Значение показателя
Программа выпуска детали, N_r	1000000
Рабочий фонд времени:	
- пресса, Φ_3	2762
- рабочих, $\Phi_{3,р}$	1243
Коэффициент выполнения норм, $K_{вн}$	1,1
Коэффициент многостаночного обслуживания, $K_{мн}$	1,0
Коэффициент описывающий потерю времени рабочих на отпуск, K_o	11,8
Коэффициент монтажа, $K_{монт}$:	
- в расчете себестоимости	1,1
- в расчете капитальных вложениях	0,1
Цена стали 08КП, C_m руб./кг.	8

Продолжение таблицы 6.1

Наименование	Значение показателя		
Цена отходов материала, $C_{отх}$ руб./кг	3,2% от C_m		
Масса заготовки, M_3 кг.	Базовый 0,004 Проектируемый 0,0031		
Масса отходов, $M_{отх}$ кг.	Базовый 0,012 Проектируемый 0,011		
Коэффициент транспортно – заготовительных расходов, $K_{тз}$	1,035		
Коэффициенты доплат заработной плате в зависимости от разряда (от 3 до 5 разряда):			
До часового фонда зарплаты, $K_{доп}$	1,08	1,12	1,12
За профессиональное мастерство работника, $K_{пф}$	1,08	1,12	1,16
За условия труда, K_u	1,08	1,12	1,16
За вечерние и ночные часы, K_n	1,1		
Премияльный, $K_{пр}$	1,1		
На социальные нужды, K_c	1,262		
Общий коэффициент доплаты: $K_{зпл} = K_d \cdot K_{пф} \cdot K_u \cdot K_n \cdot K_{пр} \cdot K_c$	1,92	2,14	2,51
Коэффициент описывающий загрузку оборудования по мощности, K_m	0,8		
Коэффициент загрузки оборудования по времени, K_v	0,7		
Коэффициент потерь в сети, K_n	1,03		
Коэффициент одновременной работы электродвигателей, $K_{од}$	0,8 - 1		
Выручка от повторной реализации, %: от C :			
-использованного оборудования, V_p	5		
-использованного штампа, V_p .и.	15		
Норматив амортизации, N_a %	20%		
Коэффициент общепроизводственных расходов, $K_{цех}$	1,2		
Часовая тарифная ставка, руб./час:			
Оператора, C_t	80		
Наладчика, $C_{т1}$	85		
Инструментальщика, $C_{т2}$	80		
Цена электроэнергии, $C_э$ руб./кВт	2,5		
Цена площади, $C_{пл}$ руб./м ²	100		
Норматив экономической эффективности, E_n	0,33		

Основные данные базового и проектного оборудований составим в виде таблицы 6.2.

Таблица 6.2 - основные эксплуатационные данные базового и проектируемого оборудования

Модель оборудования	Максимальное усилие оборудования	Норма времени, мин.		Потребляемая мощность электродвигателя M_y , кВт	Занимаемая оборудованием площадь S_y , m^2	Стоимость одной единицы оборудования, руб.
		$t_{шт}$	$t_{маш}$			
Базовый						
Инноченти 4	4МН	0,112	0,075	36	16	6000000
Проектный						
БВК 63	0,63МН	0,008	0,007	33	5,63	3500000

Основные данные касающиеся штамповой оснастки предоставлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - данные штамповой оснастки

Наименование штамповой оснастки	Стойкость штамповой оснастки ТИ.ШТ	Стоимость штамповой оснастки ЦШТ, руб.
Базовый вариант		
Штамп для последовательной штамповки	1000000	400000
Проектный вариант		
Штамп для последовательной штамповки	1000000	310000

Для определения рабочего фонда оборудования рассчитываем следующую формулу [20]:

$$\Phi_{\text{э}} = D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{смены}} - D_{\text{пред}} \cdot T_{\text{сокр}} \cdot C \cdot 1 - B, \quad (42)$$

где $D_{\text{раб}}$ – рабочие дни в году;

$T_{\text{смены}}$ – продолжительность рабочей смены;

$D_{\text{пред}}$ – предпраздничные дни в году;

$T_{\text{сокр}}$ – сокращение в предпраздничные дни;

C – количество смен на предприятии;

B – коэффициент учитывающий время на ремонт оборудования, принимаем 0,065.

$$\Phi_{\text{э}} = 254 \cdot 8 - 111 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1 - 0,065 = 2762$$

Фонд рабочего времени персонала определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{э.р}} = \Phi_{\text{э}} \cdot 0,45, \quad (43)$$

$$\Phi_{\text{э.р}} = 2762 \cdot 0,45 = 1243,$$

Для определения нормы штучного времени рассчитаем следующую формулу:

$$t_{\text{шт}} = 1,26 \cdot \frac{1}{N}, \quad (44)$$

где N -количество ходов, совершаемое ползуном в минуту.

$$t_{\text{шт}} = 1,26 \cdot (1/150) = 0,008,$$

Количество ходов ползуна в минуту – описывается в основных характеристиках выбранного оборудования.

Количество ударов, выдерживаемое штамповой оснасткой ($T_{\text{и.шт}}$) определяется в зависимости от вида операции производимой на данном штампе, толщины металла и его прочностных характеристик.

6.3 Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки

Расчет материальных затрат необходимых для изготовления единицы штамповой оснастки:

Материальные затраты рассчитываются по формуле (45):

$$M = M_{\text{н/ч}} \cdot T_{\text{н/ч}}, \quad (45)$$

$$M = 100 \cdot 374 = 37400 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы рассчитываются по формуле (46):

$$ТЗР = M/100 \cdot 3,5\%, \quad (46)$$

$$ТЗР = 37400/100 \cdot 3,5\% = 1309 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата рабочих рассчитывается по формуле (47):

$$З = C_C \cdot T_{н/ч}, \quad (47)$$

$$З = 245 \cdot 374 = 91630 \text{ руб.}$$

Налог на социальные нужды рассчитывают по формуле (48):

$$C_c = З/100 \cdot 26\%, \quad (48)$$

$$C_c = 91630/100 \cdot 26\% = 23832,8 \text{ руб.}$$

Расход необходимый для содержания и эксплуатации оборудования РСО рассчитываются по формуле (49):

$$PCO = З/100 \cdot 210\%, \quad (49)$$

$$PCO = 91630/100 \cdot 210\% = 192423 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные (цеховые) расходы рассчитываются по формуле (50):

$$P_{цех} = З/100 \cdot 220\%, \quad (50)$$

$$P_{цех} = 91630/100 \cdot 220\% = 201586 \text{ руб.}$$

Итого: Общепроизводственная(цеховая) себестоимость $C_{цех}=548180,8$ руб.

6.4 Вычисление количества оборудования, коэффициента загрузки, численности операторов и количество штамповой оснастки:

Для выполнения годовой программы производства детали «Корпус разьема RS-232» необходимо рассчитать количество оборудования по формуле:

$$n_{обр} = t_{шт} \cdot N_{г}/(\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60), \quad (51)$$

$$n_{\text{обр}} = 0,008 \cdot 1000000 / (2762 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,035,$$

В дальнейшем расчете количество необходимого оборудования принимаем равное 1.

Коэффициент описывающий загрузку оборудования для выполнения данной операции рассчитываются по формуле (52):

$$K_3 = n_{\text{расч.об}} / n_{\text{прин.об}}, \quad (52)$$

$$K_3 = 0,035 / 1 = 0,035,$$

Количество рабочих-операторов вычисляется по формуле:

$$P_{\text{оп}} = (t_{\text{шт}} \cdot N_{\text{г}} \cdot (1 + K_0/100)) / (\Phi_{\text{эр}} \cdot K_{\text{мон}} \cdot 60), \quad (53)$$

$$P_{\text{оп}} = (0,008 \cdot 1000000(1 + 11,8/100)) / (1243 \cdot 1 \cdot 60) = 0,11,$$

Принимаем численность рабочих-операторов равную 2, т.к. на предприятии две рабочие смены.

Количество штамповой оснастки для обеспечения годового выпуска программы, шт. рассчитываются по формуле (54):

$$n_{\text{штамп}} = \frac{N_{\text{г}}}{T_{\text{и}}}, \quad (54)$$

$$n_{\text{штамп}} = 1000000 / 1000000 = 1,$$

6.5 Расчет необходимых капитальных вложений:

Определим прямые капитальные расходы, вкладываемые в оборудование по формуле:

$$K_{\text{обр}} = n_{\text{обр}} \cdot C_{\text{обр}} \cdot K_3, \quad (55)$$

$$K_{\text{обр}} = 1 \cdot 3500000 \cdot 0,035 = 12250 \text{ руб.}$$

Определение сопутствующих капитальных вложений:

Для определения затрат на транспортировку и монтаж оборудования рассчитываем следующую формулу (51):

$$K_{\text{т.м}} = K_{\text{обр}} \cdot K_{\text{монт}}, \quad (56)$$

$$K_{т.м} = 12500 \cdot 0,1 = 12250 \text{ руб ;}$$

Затраты на приобретение штамповой оснастки для прессы-автомата «БВК-63» рассчитываются по формуле (57):

$$K_{шт} = C_{шт} \cdot n_{штамп}, \quad (57)$$

$$K_{шт} = 310000 \cdot 1 = 310000 \text{ руб ;}$$

Определим затраты необходимые для содержания производственных площадей по формуле:

$$K_{пл} = n_{об} \cdot S_y \cdot C_{пл} \cdot K_з, \quad (58)$$

$$K_{пл} = 1 \cdot 5,63 \cdot 100 \cdot 0,035 = 19,7 \text{руб.}$$

Затраты на все сопутствующие капитальные вложения определяются по формуле:

$$K_{соп} = K_{т.м} + K_{шт} + K_{пл}, \quad (59)$$

$$K_{соп} = 12250 + 310000 + 19,7 = 322269,7 \text{ руб ;}$$

Рассчитаем все необходимые капитальные вложения по формуле:

$$K_{общее} = K_{обр} + K_{соп}; \quad (60)$$

$$K_{общее} = 122500 + 322269,7 = 444769,7 \text{ руб ;}$$

Удельные капитальные вложения рассчитываются по формуле (61):

$$K_{уд} = K_{общее} / N_{г}, \quad (61)$$

$$K_{уд} = 444769,7 / 1000000 = 0,44,$$

6.6 Расчет себестоимости единицы продукции по базовому и проектному вариантам:

Материальные затраты на производство одной единицы продукции рассчитываются по формуле (62):

$$M = (M_з \cdot C_M \cdot K_{тз}), \quad (62)$$

$$M = 0,0031 \cdot 8 \cdot 1,035 = 0,025 \text{руб.}$$

Зарботная плата рабочих операторов рассчитывается по формуле (63):

$$Z_{\text{пл}} = P \cdot C_{\text{T}} \cdot \Phi_{\text{эр}} \cdot K_{\text{зпл}} \cdot K_{\text{з}} / N_{\text{Г}}, \quad (63)$$

$$Z_{\text{пл}} = 1 \cdot 80 \cdot 1243 \cdot 1,9 \cdot 0,035 / 1000000 = 0,0013 \text{ руб.}$$

Затраты необходимы для амортизации и эксплуатации оборудования считаются по формуле:

$$P_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot (1 - B_{\text{р}}) \cdot H_{\text{а}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot 1,3}{\Phi_{\text{э}} \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot 100}, \quad (65)$$

$$P_{\text{ам}} = \left(\frac{3500000 \cdot (1 - 5\%) \cdot 20\% \cdot 0,008 \cdot 1,3}{2762 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100} \right) = 0,0003 \text{ руб.}$$

Определим расходы, затраченные на электроэнергию по формуле:

$$P_{\text{э}} = \frac{M_{\text{у}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}{\text{КПД} \cdot 60}, \quad (66)$$

$$P_{\text{э}} = \frac{33 \cdot 0,007 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,5}{0,85 \cdot 60} = 0,005 \text{ руб ;}$$

Рассчитаем затраты необходимые на амортизацию штамповой оснастки по формуле (67):

$$P_{\text{и}} = \frac{C_{\text{шт}} \cdot (1 - B_{\text{р,и}})}{T_{\text{и,шт}}}, \quad (67)$$

$$P_{\text{и}} = (310000 \cdot \frac{1 - 15\%}{1000000}) = 0,26 \text{ руб.}$$

Рассчитаем расход необходимый на содержание и эксплуатацию производственных площадей по формуле (68):

$$P_{\text{пл}} = (S_{\text{у}} \cdot C_{\text{пл}} \cdot K_{\text{з}}) / N_{\text{Г}}, \quad (68)$$

$$P_{\text{пл}} = \frac{5,63 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 0,035}{1000000} = 0,001 \text{ руб.}$$

Зарботная плата наладчика рассчитывается по формуле (69):

$$Z_{\text{нал}} = (C_{\text{T}} \cdot \Phi_{\text{эр}} \cdot K_{\text{зпл}} \cdot K_{\text{з}}) / (1 \cdot N_{\text{Г}}), \quad (69)$$

$$Z_{\text{нал}} = (1 \cdot 85 \cdot 1243 \cdot 2,14 \cdot 0,035) / (1 \cdot 1000000) = 0,007 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле (70):

$$C_{\text{тех}} = M + Z_{\text{пл}} + P_a + P_{\text{э}} + P_{\text{и}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{нал}}, \quad (71)$$

$$C_{\text{тех}} = 0,025 + 0,013 + 0,0003 + 0,005 + 0,26 + 0,001 + 0,007 = \\ = 0,3113 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные расходы рассчитываются по формуле (72):

$$P_{\text{цех}} = Z_{\text{пл}} \cdot K_{\text{цех}}, \quad (72)$$

$$P_{\text{цех}} = 0,013 \cdot 1,2 = 0,0156,$$

Общая себестоимость производства вычисляется по формуле (73):

$$C_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}, \quad (73)$$

$$C_{\text{цех}} = 0,0156 + 0,3113 = 0,3269 \text{ руб.}$$

Результаты сравнения расчетов базового и проектного вариантов занесём в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 сравнение базового и проектного вариантов

Затраты	Базовый		Проектный	
	стоимость	%	стоимость	%
Материальные	0.033	6,5	0.025	7,6
Заработная плата общая	0.038	7,4	0.02	6,1
На эксплуатацию и амортизацию оборудования для штамповки	0.009	1,8	0.0003	0,1
Расходы затраченные на электроэнергию	0,06	11,7	0,005	1,5
На амортизацию штамповой оснастки	0,34	66,6	0,26	79,5
На содержание производственных площадей	0,001	0,2	0,001	0,3
Общие производственные расходы	0,0294	5,8	0,0156	4,9
Общая себестоимость производства	0,5104	100	0,3269	100

6.7 Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта:

Общие затраты необходимые для производства единицы готовой продукции определяются по формуле (74):

$$Z_{\text{ОБЩ.ПР}} = C_{\text{цех}} + E_H \cdot K_{\text{уд}} \text{ [7]} = 0,3269 + 0,33 \cdot 0,44 = 0,47 \text{ руб.} \quad (74)$$

$$Z_{\text{ОБЩ.БАЗ}} = C_{\text{цех}} + E_H \cdot K_{\text{уд}} \text{ [7]} = 0,5104 + 0,33 \cdot 0,74 = 0,75 \text{ руб.}$$

где E_H – коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений.

Годовой экономический эффект достигнутый после изменения общих затрат относительно базового варианта определяется по формуле (75):

$$\mathcal{E}_Г = (Z_{\text{ОБЩ}}^{\text{Баз}} - Z_{\text{ОБЩ}}^{\text{Пр}}) \cdot N_{Г} \text{ [7]} = (0,7546 - 0,4721) \cdot 1000000 = 282500 \text{ руб.} \quad (75)$$

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от внедрения проектируемой технологии изготовления детали «Корпус разъема RS-232» определяется по формуле (76):

$$\text{Пр}_{\text{ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{цех}_{\text{баз}}} - C_{\text{цех}_{\text{пр}}}) \cdot N_{Г} \text{ [7]} = 0,5104 - 0,3269 \cdot 1000000 = \quad (76) \\ = 183500 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{цех}_{\text{Баз}}}$, $C_{\text{цех}_{\text{Пр}}}$ – общепроизводственная себестоимость изготовления единицы детали, базового и проектного вариантов.

После расчета ожидаемой прибыли рассчитываем срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для реализации проектируемого варианта, по формуле (77):

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ОБЩ}}}{\text{Пр}_{\text{ОЖ}} \text{ [7]}} = \frac{444769,7}{183500} = 2,4 \text{ года,} \quad (77)$$

где $K_{\text{ОБЩ}}$ – общие капитальные вложения, затраченные на покупку оборудования, оснастки и инструмента.

Заключение:

После изменения технологии производства детали «Корпус разъема RS232 » стоимость одного изделия снизилась с 0,75 руб. до 0,47 руб, т.е. на 0.28 руб, что составляет 37% от базовой стоимости изделия.

В результате внедрения проектируемого варианта экономический эффект составил 282500 рублей, а срок окупаемости проекта 2.4 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была спроектирована деталь «Корпус разъема RS-232», проведена проверка детали на технологичность.

1) Проанализирована базовая технология производства детали, определены основные недостатки технологии изготовления.

2) Определены оптимальные размеры проектной заготовки, найден коэффициент использования металла, также определены энергосиловые параметры на каждую операцию проектной технологии.

3) Разработан технологический процесс и проект штамповой оснастки для последовательной штамповки детали «Корпус разъема RS-232» с использованием средств программного продукта Siemens PLM NX 9.0.

4) Произведен выбор наиболее подходящего оборудования и средств автоматизации, предоставлены основные технические характеристики пресса-автомата «БВК-63». Также были определены исполнительные размеры штамповой оснастки, подобраны материалы и способы термообработки деталей штамповой оснастки.

5) В записке предложены мероприятия требуемы для соблюдения охраны труда.

6) Также был рассчитан экономический эффект от внедрения производства детали «Корпус разъема RS-232». В результате, которого себестоимость снизилась с 0,75 рублей до 0,47 рублей, т.е. на 0,28 рублей, что составляет 37% от базовой стоимости изделия

На основании проделанных расчетов и обоснований можно сделать вывод, что цели, поставленные в бакалаврской работе, были достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. An Alternate Method to spring back Compensation for Sheet Metal Forming Waluyo Adi Siswanto, Agus Dwi Anggono, 2Badrul Omar, and Kamaruzaman Jusoff– The Scientific World Journal Volume 2014

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. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ / П. С. Гончаров [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 503 с. : ил. - Библиогр.: с. 497-498. - ISBN 978-5-94074-841-0 : 857-00.

5. 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

6. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.

7. 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.

8. 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.

9. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно–штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.

10. Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1099-6.

11. Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс–форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.

12. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти изд–во ТГУ, 2016

13. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.– 408 с.

14. Оборудование и оснастка промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 235 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011746-1.

15. 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.

16. 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.

17. 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..

18. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. - 5-е изд., доп. и перераб. - Ленинград : Машиностроение, 1971. - 782 с. : ил. - Библиогр.: с. 762-773. - Предм. указ.: с. 774-777.

19. 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.

20. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.

21. 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.

22. Смолин Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки: учебное пособие. Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.

23. Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 150700 "Машиностроение". В 2 т. Т. 2 / А. Л. Воронцов. - Гриф УМО. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 441 с. : ил. - Библиогр.: с. 425-430. - Прил.: с. 431-441. - ISBN 978-5-7038-3916-4. - ISBN 978-5-7038-3918-8 (т. 2) : 370-00

24. Экономика машиностроительного производства: Учебно–методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В.Александрова – Тольятти: ТГУ, 2007.–19 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
		<u>Документация</u>		
А0	17.БР.СОМДyРП.60161.00.000		4	
		<u>Детали</u>		
1	17.БР.СОМДyРП.60161.00.001	Склиз	1	
2	17.БР.СОМДyРП.60161.00.002	Нож	2	
3	17.БР.СОМДyРП.60161.00.003	Ловитель	5	
4	17.БР.СОМДyРП.60161.00.004	Направляющая планка	3	
5	17.БР.СОМДyРП.60161.00.005	Плита верхняя	1	
6	17.БР.СОМДyРП.60161.00.006	Плита нижняя	1	
7	17.БР.СОМДyРП.60161.00.007	Плита подкладная пуансонов	1	
8	17.БР.СОМДyРП.60161.00.008	Плита держателей пуансонов	1	
9	17.БР.СОМДyРП.60161.00.009	Плита держателей матриц	1	
10	17.БР.СОМДyРП.60161.00.010	Плита подкладная матриц	1	
11	17.БР.СОМДyРП.60161.00.011	Плита прижима	1	
12	17.БР.СОМДyРП.60161.00.012	Выталкиватель	2	
13	17.БР.СОМДyРП.60161.00.013	Отлипатель	6	
14	17.БР.СОМДyРП.60161.00.014	Пуансон	1	
15	17.БР.СОМДyРП.60161.00.015	Пуансон	2	
16	17.БР.СОМДyРП.60161.00.016	Пуансон	2	
17	17.БР.СОМДyРП.60161.00.017	Пуансон	2	
18	17.БР.СОМДyРП.60161.00.018	Пуансон	2	
19	17.БР.СОМДyРП.60161.00.019	Пуансон	2	
20	17.БР.СОМДyРП.60161.00.020	Пуансон	2	
21	17.БР.СОМДyРП.60161.00.021	Пуансон	1	
22	17.БР.СОМДyРП.60161.00.022	матрица	1	
17.БР.СОМДyРП.60161.00.000				
Изм. Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	
Разраб.	Разиков Н.С.			
Проб.	Путеев П.А.			
Н.контр.	Виткалов В.Г.			
Утв.	Ельцов В.В.			
Штамп последовательной штамповки			Лит	Лист
			1	3
			ТГУ ИМ гр.МСБ3-1231	
			Формат	А4

Копировал

