

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 _____ Гончаренко Дмитрий Юрьевич _____

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Уголок оконный» 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 800000 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
«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: _____ Гончаренко Дмитрия Юрьевича _____

по теме: «Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Уголок оконный» в САД/САЕ.»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ технологических показателей исходных данных	10 февраля 2017	10 февраля 2017	Выполнено	
Разработка технологического процесса изготовления детали	20 февраля 2017	20 февраля 2017	Выполнено	

Инженерный анализ напряженно–деформированного состояния детали при операции вытяжки	5 марта 2017	5 марта 2017	Выполнено	
Разработка эскизного проекта конструкция штамповой оснастки	4 апреля 2017	4 апреля 2017	Выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	25 апреля 2017	25 апреля 2017	Выполнено	
Технико–экономическое обоснование проекта	8 мая 2017	8 мая 2017	Выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

П.А. Путеев

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

Д.Ю. Гончаренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В представленной бакалаврской работе был разработан штамп для изготовления изделия «Уголок оконный» с использованием САПР классов CAD/CAE и его технологический процесс.

В технологической части произведена проверка детали на технологичность, сделан анализ базовой технологии производства изделия «Уголок оконный», рассчитана форма и размеры исходной заготовки, коэффициент использования металла. Выполнен эскиз проектной штамповой оснастки. Так же было выбрано технологическое оборудование и приведены технологические характеристики. Были найдены размеры штампа и его рабочих частей. Взяты материалы, выбрано несколько способов термообработки деталей в штампах. Рассмотрены процедуры по охране труда и а так же их организация. Рассчитана себестоимость изготовления изделия «Уголок оконный». Определены капиталовложения для базовой и проектной технологий.

Расчеты выполнены в соответствии с методическими указаниями к бакалаврской работе. Размер пояснительной записки и графического материала соответствует требованиям.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	9
1.1 Анализ технологичности детали	9
1.2 Анализ базовой технологии изготовления детали	14
1.3 Выявление недостатков базовой технологии изготовления детали	15
1.4 Задачи выпускной квалификационной работы.....	15
2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	16
2.1 Технологический процесс и его схема	16
2.2 Определение размеров и формы исходной заготовки	17
2.3 Разработка раскроя металла и определение коэффициента использования металла	18
2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки	20
3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	26
3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики	26
3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики	28
3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка	29
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....	31
4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки	31
4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов	36
4.4 Определение центра давления штампа.....	40
4.5 Определение исполнительных размеров инструмента.....	41
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА.....	42
5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций.....	42

5.2	Идентификация опасных и вредных факторов прессового производства	43
5.3	Мероприятия по разработке безопасных условий труда.....	44
5.4	Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке	46
5.5	Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности	49
6.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	52
6.1	Сравнительный анализ технологических вариантов	52
6.2	Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов	52
6.3	Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки.....	55
6.4	Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих–операторов и штамповой оснастки	56
6.5	Расчет капитальных вложений.....	57
6.6	Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам	59
6.7	Расчет необходимый для выявления показателей экономической эффективности проектируемого и базового вариантов:	61
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64
	ПРИЛОЖЕНИЯ	67

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время самым эффективным процессом является обработка материалов давлением. Она выделилась в отдельную область промышленности в технологическом производстве. Более выгодна в экономическом плане и техническом исполнении в сравнении с другими видами обработки.

В технологическом исполнении:

- 1) получение деталей сложной конфигурации;
- 2) позволяет достичь прочностных характеристик, при облегченной конструкции;
- 3) позволяет создавать детали с высоким качеством поверхности и точных размеров, без дополнительной механической обработки.

В экономическом плане заключены следующие положительные преимущества:

- 1) экономичное использование материала;
- 2) высокая производительность оборудования;
- 3) низкой стоимостью получаемой детали при массовом выпуске [13].

Автоматизация операции ОМД с использованием роботов позволяет уменьшить стоимость производимых деталей.

Технологически холодная штамповка классифицируется на:

- 1) разделительные операции, к ним относятся: резка, пробивка, вырубка, отвечающие за отделение части заготовки от изделия.
- 2) формообразующие операции: правка, гибка, формовка, целью которых является получение деталей сложной объемной формы.

Целью бакалаврской работы является снижениестоимости изготовления деталей «Уголок оконный» за счет оптимального размера заготовки и изменения раскроя.

1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ технологичности детали

Обрабатываемостью детали называют ряд операций, которые результативно способствуют обеспечению более простых способов обработки, а также экономически выгодны для получения нужной детали, при которой соблюдаются все ориентированные к ней требования.

Основные параметры применяемые к изготовлению детали из листа, при воздействии на него давлением, можно разбить на несколько пунктов:

1) В соответствии с нормами механических характеристик материала, способностью видоизменяться, при этом способность упрочнения жесткой конструктивной части не теряется, способность выдерживать термическую нагрузку при воздействии на нее, и упрочнения верхнего слоя металла при оказании на него давления;

2) Возможное применение материала меньшей толщины и наиболее высокими показателями пластичности, связано это с тем, что когда оказывается давление на материал он становится более упругим и повышается прочность всей конструкции;

3) Жесткость может создаваться и с помощью иных способов воздействия на материал различными операциями штамповки, таких как формовка, создание ребра жесткости и другие;

4) Обеспечение высокого уровня использования материала при изготовлении продукции при минимальных производственных отходах;

5) Внедрение механизации в процесс штампуемой детали, для совмещения нескольких операций необходимых для получения данной детали;

6) Возможность сокращения ассортимента материала необходимого для производства данной продукции;

7) Возможность замены деталей, изготавливаемых литьем, на приспособления для изготовления штампа изготавливаемых с помощью сварки, и в других кузнечных производствах;

8) Возможность уменьшить число изготавливаемых деталей штампов, с помощью применения в процессе изготовления цельных штампуемых продуктов предназначенных для сборки отдельных узлов;

9) Также возможность использовать штампуемость изделия для сборки ее в единую деталь;

10) Разрешение определенных допусков на детали выполняющие прямое воздействие на заготовку, их точность составляет одиннадцатый-двенадцатый квалитеты по таблице допусков.

Для того, чтобы достичь необходимую частоту и соответствие размера, могут быть применены такие операции, как подчеканка, подчистка, доводка и множество других операций [16].

Назначенный ответственным технолог за разрабатываемый технологический процесс штамповки, обязан принимать решения, связанные с технологичностью изготовления детали листовой штамповки, согласовывая все следующие изменения геометрии изделия с конструктором, должен проверить качество геометрических параметров электронной модели, выявляя элементы изделия, которые соответствуют параметрам листового тела, проводит проверку на штампуемость.

Качество электронной модели (рисунок 1.1.), получаемой при помощи листовой штамповки, непосредственно связан с методом организации технической разработки производства на предприятии. Для того чтобы не допустить дефектов электронной модели детали, нужно сделать проверку качества. На первом этапе нужно провести проверку и выявить все дефекты геометрии начальной модели изделия. На втором этапе установить соответствие электронной модели детали определенным условиям, предъявляемым к листовым телам NX, которые возможно изготовить штамповкой [11].

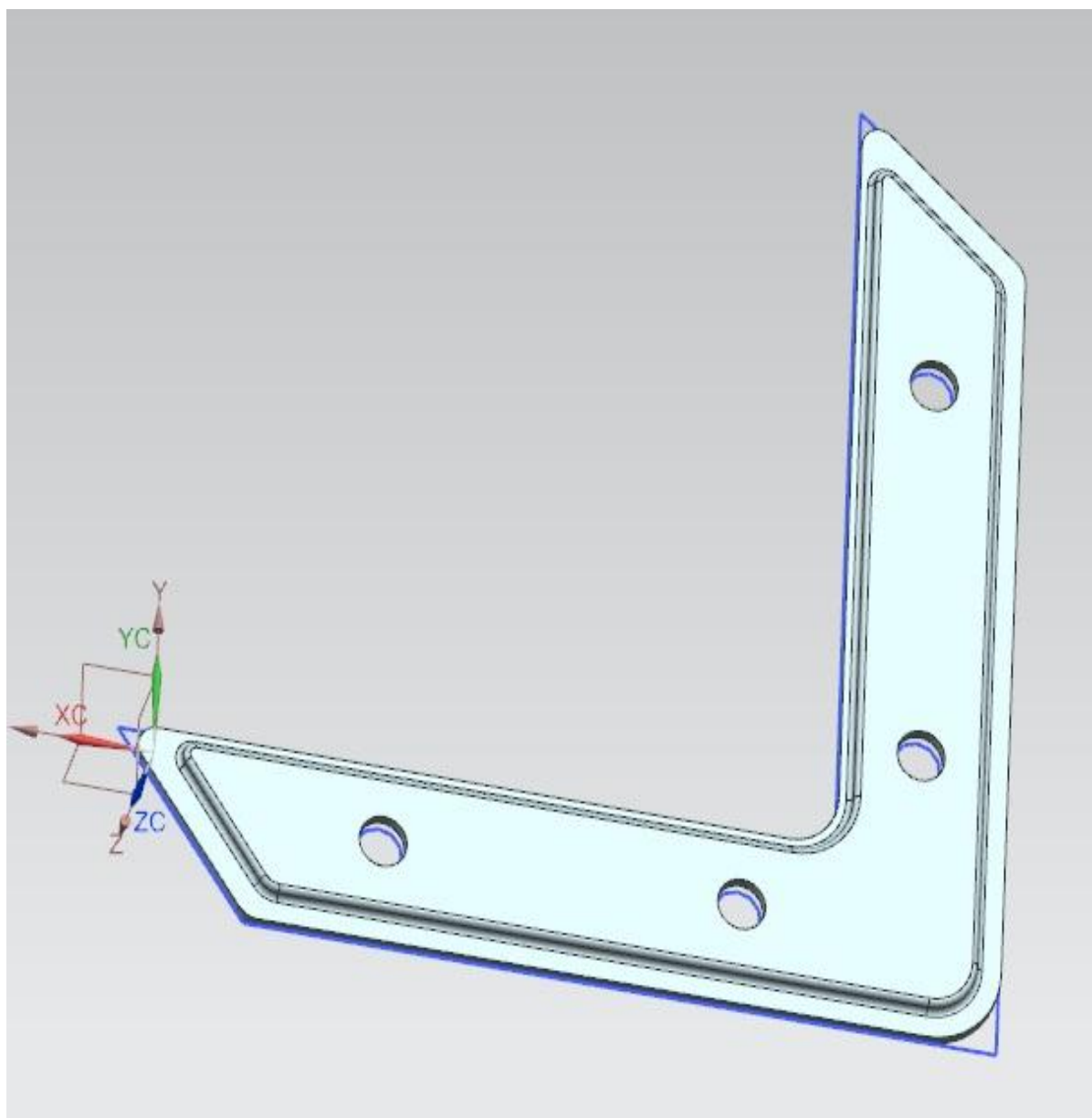


Рисунок.1.1 – Электронная модель детали «Уголок оконный»

Анализ технологичности показан с помощью инструмента «HD3D» (рис.1.2).

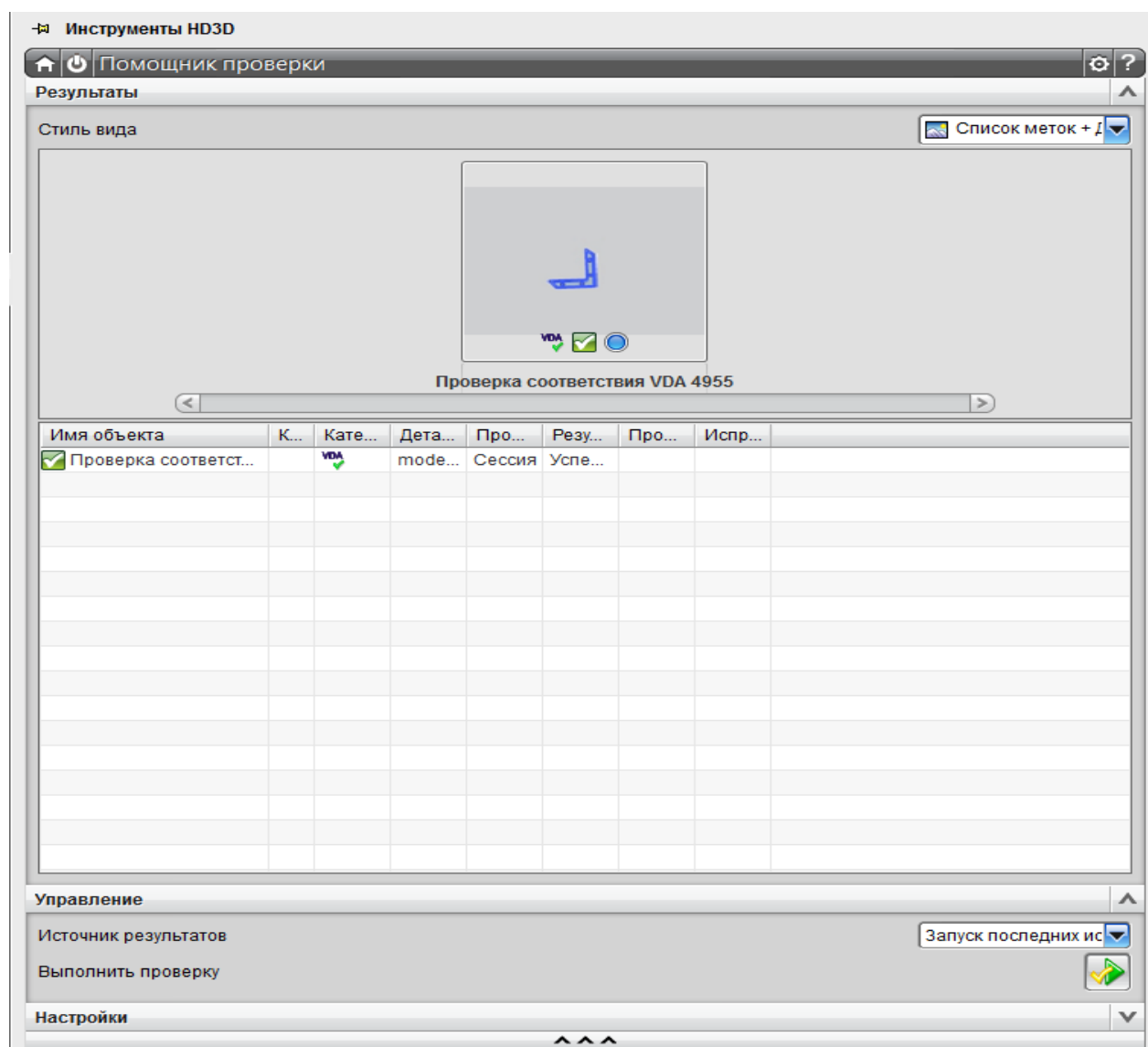


Рисунок 1.2 – Анализ HD3D

Более тщательная проверка электронной модели может быть сделана для выявления дефектов линий и поверхностей при помощи программного продукта NX 9.0 меню «Анализ – Проверка геометрии» (рис.1.3.)

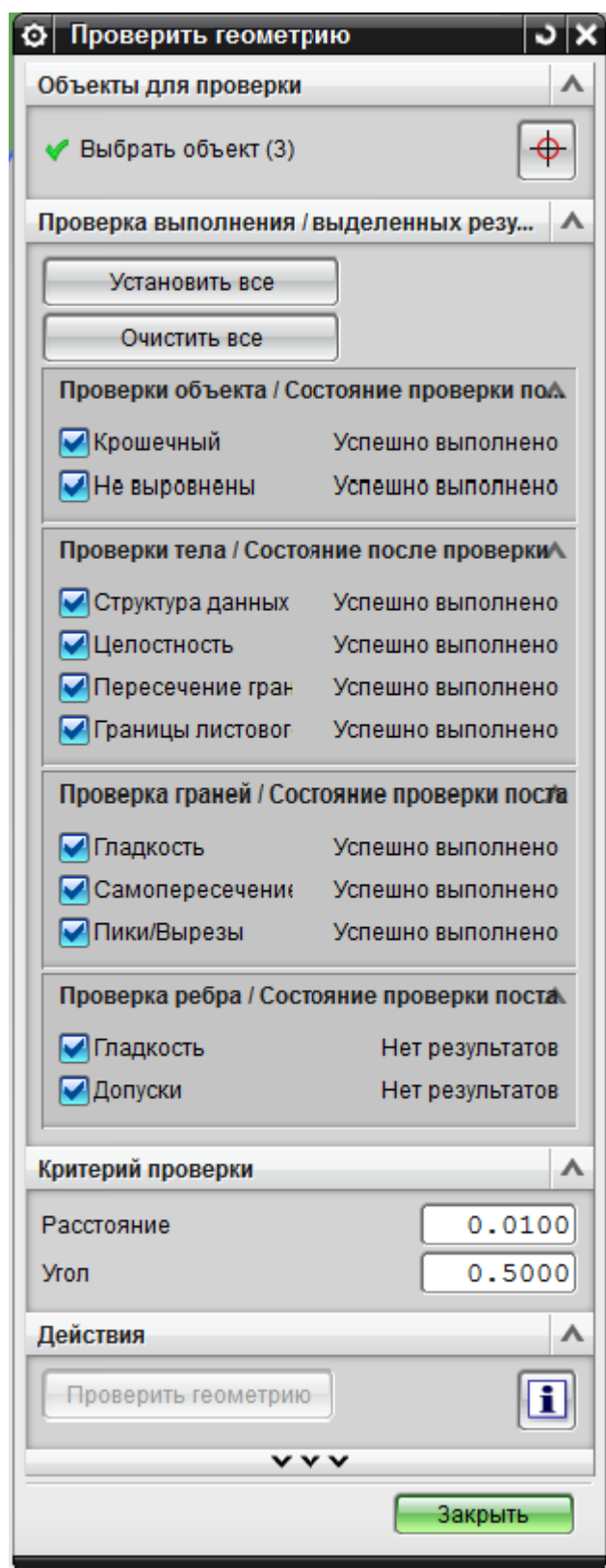


Рисунок 1.3– Геометрический анализ электронной модели

Анализ подтвердил, что в модели не содержится каких-либо отклонений по форме и размеру в соответствии с настроенными данными окна анализа.

Итогом контроля качества электронной модели будет модель листового тела без дефектов в геометрии: нарушения топологий, пересечения поверхностей граней, разрывов и другого брака.

1.2 Анализ базовой технологии изготовления детали

Технологический процесс типового изготовления изделия «Уголок оконный» состоит из ряда нескольких операций:

- 10) пробивка;
- 20) вытяжка;
- 30) пробивка;
- 40) вырубка.

Операция 10 – Пробивка

Операция выполняется на прессе «Инноченти», усилием 4 МН. На первом шаге будет производится пробивка отверстия для контроля шага.

Операция 20 – Вытяжка

Операция выполняется на прессе «Инноченти», усилием 4 МН.

Основная формоизменяющая операция. При смыкании штампа пружины прижимают плиту прижима к заготовке, вытяжной пуансон вытягивает заготовку на 1,3 мм, при размыкании штампа ловители выталкивают заготовку из матрицы по усилию пружин. Шаг ленты контролируется устройством контроля шага, лента перемещается на один шаг для следующей операции [18].

Операция 30 – Пробивка

Выполняется пробивка 4 отверстий диаметром 4 мм., выполняется на прессе «Инноченти», усилием 4 МН. Операция производится непосредственно после вытяжки.

Операция 40 – Вырубка

Применяемое оборудование пресс «Инноченти». На данном прессе проходит последовательная штамповка, в нем объединены несколько различных операций, лента движется в рабочую зону прессы. Операции выполняется из

ленты Сталь 08КП, шириной 92 мм и шагом 30 мм. Осуществляется вырубка заготовки, сталь 08КП - углеродистая качественная конструкционная ГОСТ 9045 – 93 [17].

При смыкании штампа производится вырубка готовой заготовки, пуансон пробивает контур готового изделия, деталь выпадает на провал через матрицу. Штамп размыкается, полоса перемещается на один шаг. Отход падает в контейнер для отхода, для дальнейшей переработки.

1.3 Выявление недостатков базовой технологии изготовления детали

Анализируя базовый технологический процесс изготовления изделия «Уголок оконный» в базовой технологии были найдены следующие недостатки:

- 1) низкий коэффициент использования материала;
- 2) недостаточно точное направление хода ползуна;
- 3) меньшая производительность;
- 4) меньшее количество ходов ползуна.

1.4 Задачи выпускной квалификационной работы

Анализируя недостатки в базовой технологии изготовления детали «уголок оконный», можно определить ряд задач по улучшению базовой технологии:

- 1) моделирование 3D модели изделия «Уголок оконный»;
- 2) сделать анализ базовой технологии;
- 3) установить параметры раскроя;
- 4) установить энергосиловые параметры;
- 5) подобрать оборудование и средства автоматизации;
- 6) спроектировать эскизный проект штампа;
- 7) сделать анализ безопасности и надежности проекта, определить его срок окупаемости.

2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Технологический процесс и его схема

Фундаментальностью организации производства является разработка технологических процессов холодной листовой штамповки.

Пресс-автоматы листоштамповочные предназначены для последовательной многооперационной листовой штамповки. Оснащены средствами механизации для штамповки ленты. Могут быть оснащены механизмом подачи штучных заготовок. Вырубка заготовок может производиться в два ряда. Положения автоматов оснащены пневмоподушками. Штамподержатели главного ползуна пресс-автоматов оснащены гидropредохранителями по усилию [3].

В разработанном технологическом процессе изделия «Уголок оконный» была приведена наиболее рациональная заготовка и её раскрой.

В данном техпроцессе применяется последовательная, четырех операционная система с помощью автоматических переходов, штамповка будет производиться на прессе «БВК 63» по замкнутому контуру. На первом шаге будет производиться пробивка отверстия по краю ленты, для контроля шага радиусом 2,5 мм. На втором шаге будет производиться вытяжка заготовки глубиной 1,3 мм, лента материала 08КП - углеродистая качественная конструкционная ГОСТ 9045 – 93, толщиной 0,9 мм, шириной 92 мм направляется на линию вытяжки [2]. Третьим шагом происходит пробивка 4 отверстий, фиксация положения заготовки обеспечивается фиксаторами. Четвертым шагом производится вырубка детали.

Последовательность операций в предполагаемом техническом процессе будет иметь следующий вид:

Операция 10: Пробивка

На первом шаге будет производиться пробивка отверстия в крае ленты для устройства контроля шага. Лента из материала сталь 08КП, шириной 92

мм подаётся на штамп последовательной штамповки, лента заводится в направляющие ролики, операции производятся с шагом 25 мм.

Операция 20: Вытяжка

Основная формоизменяющая операция. При смыкании штампа пружины прижимают плиту прижима к заготовке, вытяжной пуансон вытягивает заготовку на 1,3 мм, при размыкании штампа ловители выталкивают заготовку из матрицы по усилию пружин. Шаг ленты контролируется устройством контроля шага, лента перемещается на один шаг для следующей операции.

Операция 30: Пробивка

Выполняется пробивка 4 отверстий диаметром 4 мм.

Контроль шага полосы определяется устройством контроля шага, заготовка перемещается на один шаг для следующей операции пробивки отверстий в заготовке. При следующем смыкании штампа пуансонами пробиваются четыре отверстия диаметром 4 мм, в вытянутой части заготовки. Штамп размыкается, перемещая заготовку на один шаг к завершающей операции вырубки.

Операция 40: Вырубка

Осуществляется вырубка по контуру заготовки, сталь 08КП [17].

При смыкании штампа производится вырубка готовой заготовки, пуансон пробивает контур готового изделия, деталь выпадает на провал через матрицу. Штамп размыкается, полоса перемещается на один шаг. При смыкании штампа отход подается на режущую поверхность ножей, режась на мелкие части. Отход падает по склизу в контейнер для отхода, для дальнейшей переработки.

2.2 Определение размеров и формы исходной заготовки

С выполнением выбранной схемы штамповки определяются формы и размеры исходной заготовки. Необходимо помнить, что для отдельных операций листовой штамповки, таких как вытяжка, назначается технологический

припуск. Этот припуск учитывается при определении размеров исходной заготовки.

Поскольку используется вытяжка с небольшой глубиной 1,3 мм, рассматриваемый случай будет относиться к вытяжке без утонения материала, из этого следует, что определение размеров заготовки будут составлять габаритным размерам изделия.

2.3 Разработка раскроя металла и определение коэффициента использования металла

Рациональное использование металла в холодной листовой штамповке имеет весьма значимое место. Даже на одном изделии небольшая экономия металла, особенно в массовом производстве, дает существенную экономию [20].

Исследовав форму изделиявыбираем однорядный раскрой с отходом. (рисунок 2.1)

При использовании средства автоматизированного конструирования NX «Анализ – измерение тел» была измерена площадь данной заготовки [12].

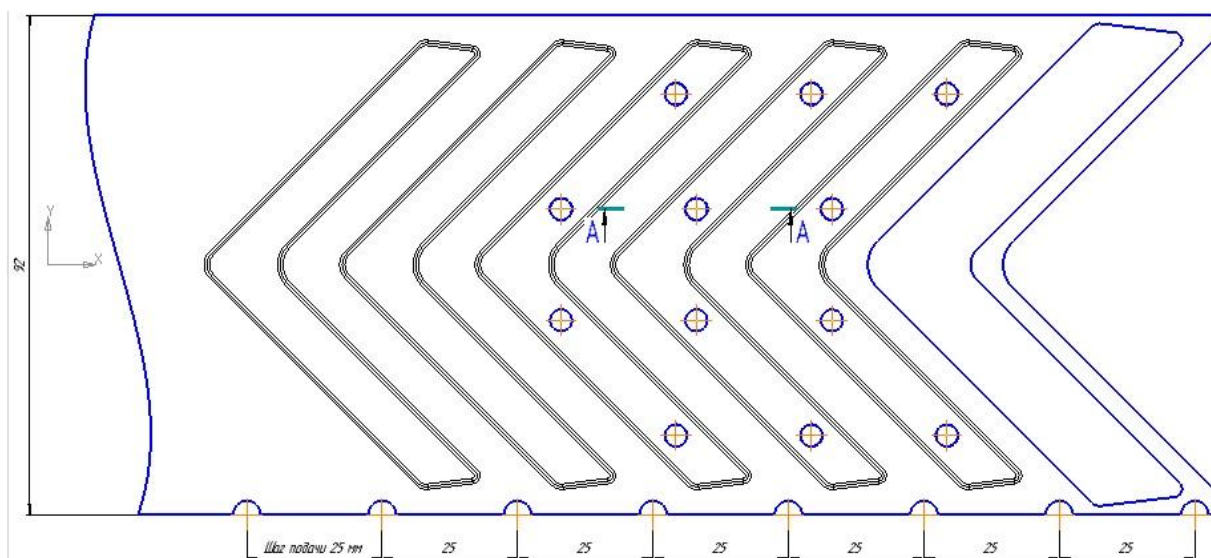


Рисунок 2.1 – Схема раскроя

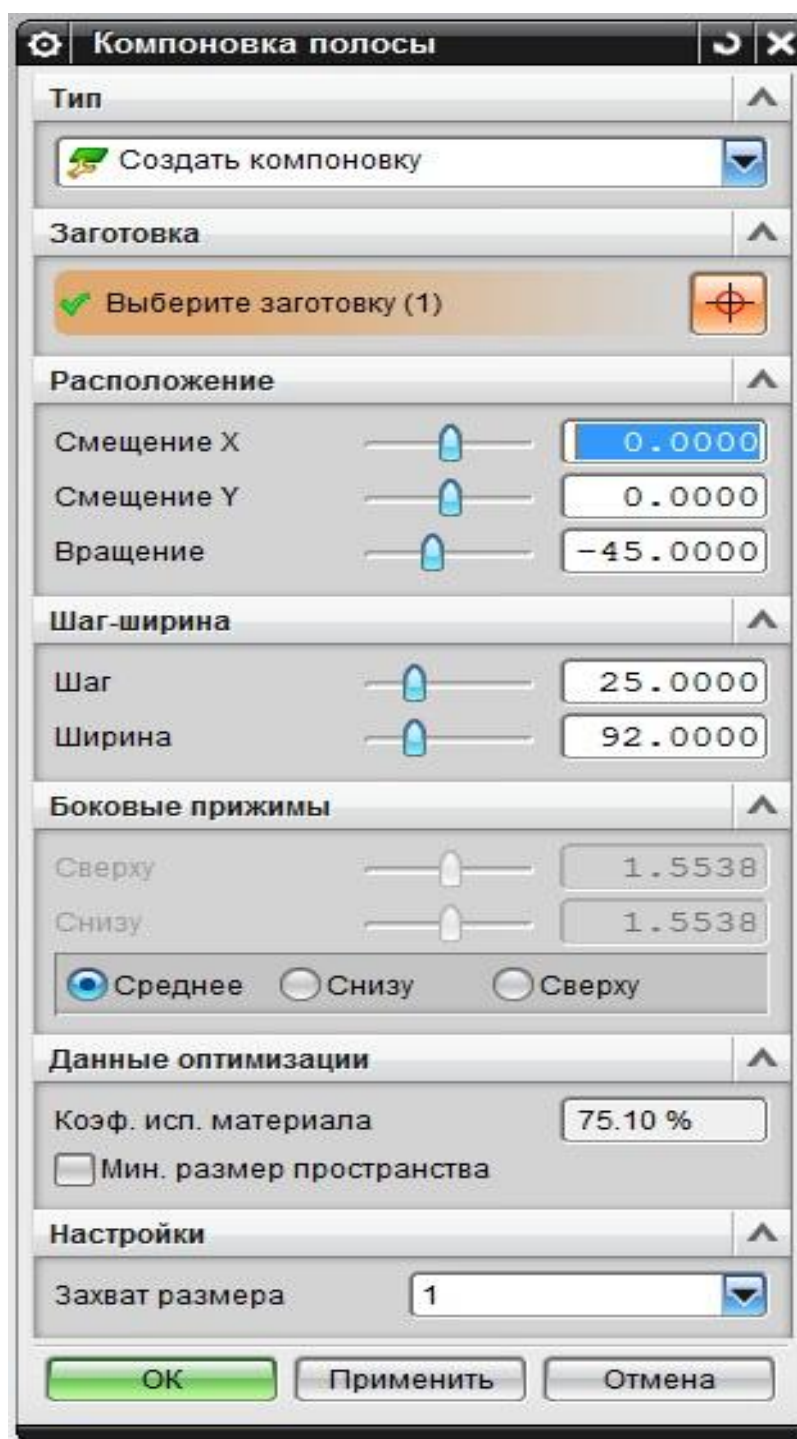


Рисунок 2.2 – Коэффициент использования материала

На рисунке 2.2 представлен коэффициент использования материала, равный 75%, ширина полосы равная 92 мм, шаг подачи равный 25 мм:

В базовом варианте данный коэффициент использования материала был равен 69%.

2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки

Определение усилий:

Операция 10 – Пробивка

На этой операции производится пробивка для 4 отверстий диаметром 4 мм.

В данной формуле определяется усилие пробивки одного отверстия:

$$P = \pi \cdot r \cdot S \cdot \sigma_{cp} , \quad (1)$$

где r – радиус отверстия равный 2,5 мм;

S – толщина заготовки равная 0,9 мм;

σ_{cp} – сопротивление резу применяемое для стали 08кп; равная $25 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$.

$$P = 3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,9 \cdot 25 = 1,76 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется усилия снятия для пуансона:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P , \quad (2)$$

где $k_{сн}$ – определяемый коэффициент в зависимости от штампа и толщины заготовки, равный 0,1.

$$P_{сн} = 0,1 \cdot 1,76 = 0,17 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется усилие проталкивания отхода через матрицу:

$$P_{прот} = k_{прот} \cdot P \cdot n, \quad (3)$$

где $k_{прот}$ – от усилия пробивки одного отверстия, равное 10%;

n – количество отхода, шт.;

$$P_{прот} = 0,1 \cdot 0,17 \cdot 4 = 0,06 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется общее усилие пробивки одного отверстия:

$$P_{об}^{пр} = P + P_{сн} + P_{прот}, \quad (4)$$

$$P_{об}^{пп} = 1,76 + 0,17 + 0,06 = 1,9 \text{ кН}$$

Операция 20 – Вытяжка

Операция вытяжка производит основную формоизменяющую операцию и придавая плоской заготовке геометрию изделия. Вытяжка производится на глубину 1,3 мм.

В данной формуле определяется усилие вытяжки:

$$P_B = \Pi \cdot S \cdot \sigma_B \cdot k_h, \quad (5)$$

где Π – Периметр вытяжного проёма равный 250.8 мм; (рис. 2.3);

S – толщина заготовки равная, 0.9 мм;

σ_B – для стали 08КП предел прочности, равен $30 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$;

k_h – данный коэффициент для расчета вытяжки при низких прямоугольных коробок из плоских заготовок за одну операцию, равный 1,5;

$$P_B = 250.8 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 1,5 = 98.1 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется расчетное усилие прижима в общем виде по формуле:

$$Q = F \cdot q, \quad (6)$$

где F – площадь проектируемой заготовки под прижимом, равная 564.6 мм^2 ;

q – для стали 08КП удельное давление прижима, равняется $0,2 \text{ кгс/мм}^2$.

$$Q = 564.6 \cdot 0,2 = 1.12 \text{ кН}$$

В данной формуле определяем общее усилие вытяжки:

$$P_{\text{сум}} = P_B + Q, \quad (7)$$

$$P_{\text{сум}} = 98,1 + 1,12 = 99.2 \text{ кН}$$

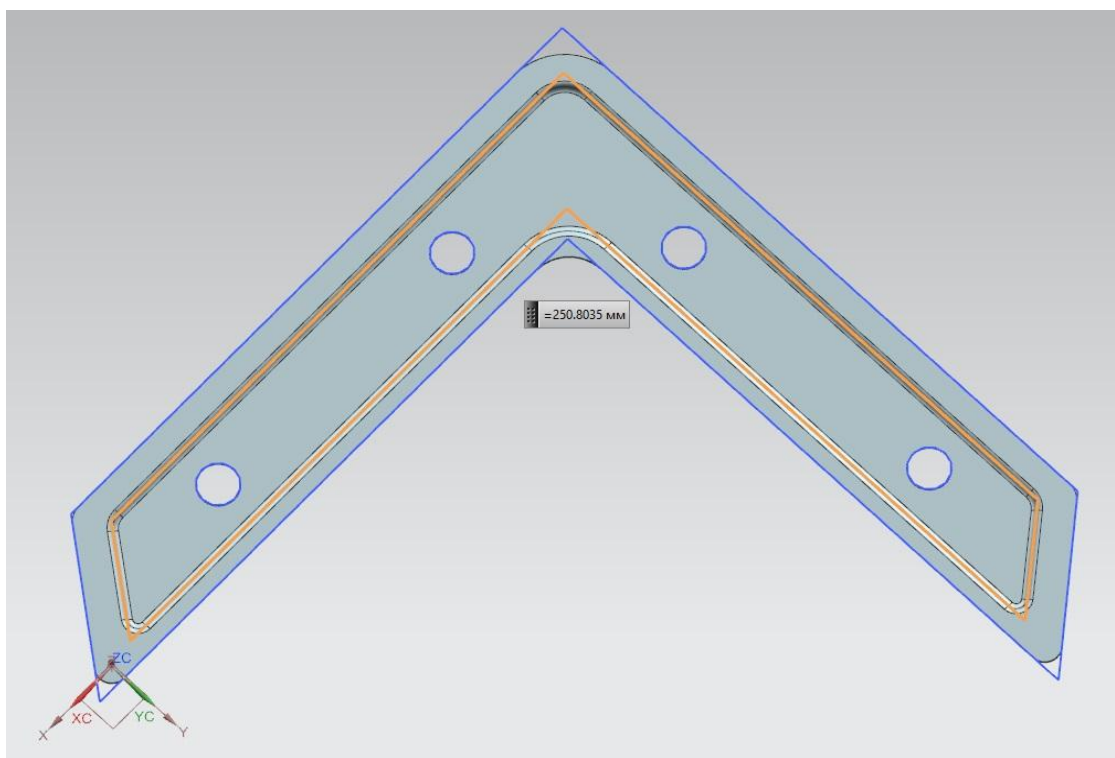


Рисунок 2.3 – Периметр спроецированной геометрии детали

Операция 30 – Пробивка

На этой операции производится пробивка для 4 отверстий диаметром 4 мм.

В данной формуле определяется усилие пробивки одного отверстия:

$$P = \pi \cdot d \cdot S \cdot \sigma_{cp} , \quad (8)$$

где d – диаметр отверстия равный 4 мм;

S – толщина заготовки равная 0,9 мм;

σ_{cp} – сопротивление резу применяемое для стали 08кп; равная $25 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$.

$$P = 3,14 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 25 = 2,82 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется усилие пробивки для 4-х отверстий;

$$P = 2,82 \cdot 4 = 11,28 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется усилия снятия для пуансона:

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

где $k_{сн}$ – определяемый коэффициент в зависимости от штампа и толщины заготовки, равный 0,1.

$$P_{сн} = 0,1 \cdot 11,28 = 1,12 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется усилие проталкивания отхода через матрицу:

$$P_{прот} = k_{прот} \cdot P \cdot n, \quad (10)$$

где $k_{прот}$ – от усилия пробивки одного отверстия, равное 10%;

n – количество отхода, шт.;

$$P_{прот} = 0,1 \cdot 11,28 \cdot 4 = 4,51 \text{ кН}$$

В данной формуле определяется общее усилие пробивки 4-х отверстий:

$$P_{об}^{пр} = P + P_{сн} + P_{прот}, \quad (11)$$

$$P_{об}^{пр} = 11,28 + 1,12 + 4,51 = 16,91 \text{ кН}$$

Операция 40 – Вырубка

Операция осуществляется путём вырубки фасонной заготовки из ленты шириной 92 мм и шагом 25 мм.

В данной формуле определяется усилие вырубки:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{ср} \cdot k; \quad (12)$$

где L – длина линии реза, равная 271,4 мм (рис. 2.4.);

S – толщина материала, равная 0,9 мм;

$\sigma_{ср}$ – сопротивление резу для стали 08КП, равное $25 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$;

k – коэффициент, не однородности материала и затупленные режущие кромки, равный 1,3;

$$P = 271,4 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 1,3 = 79,3 \text{ кН};$$

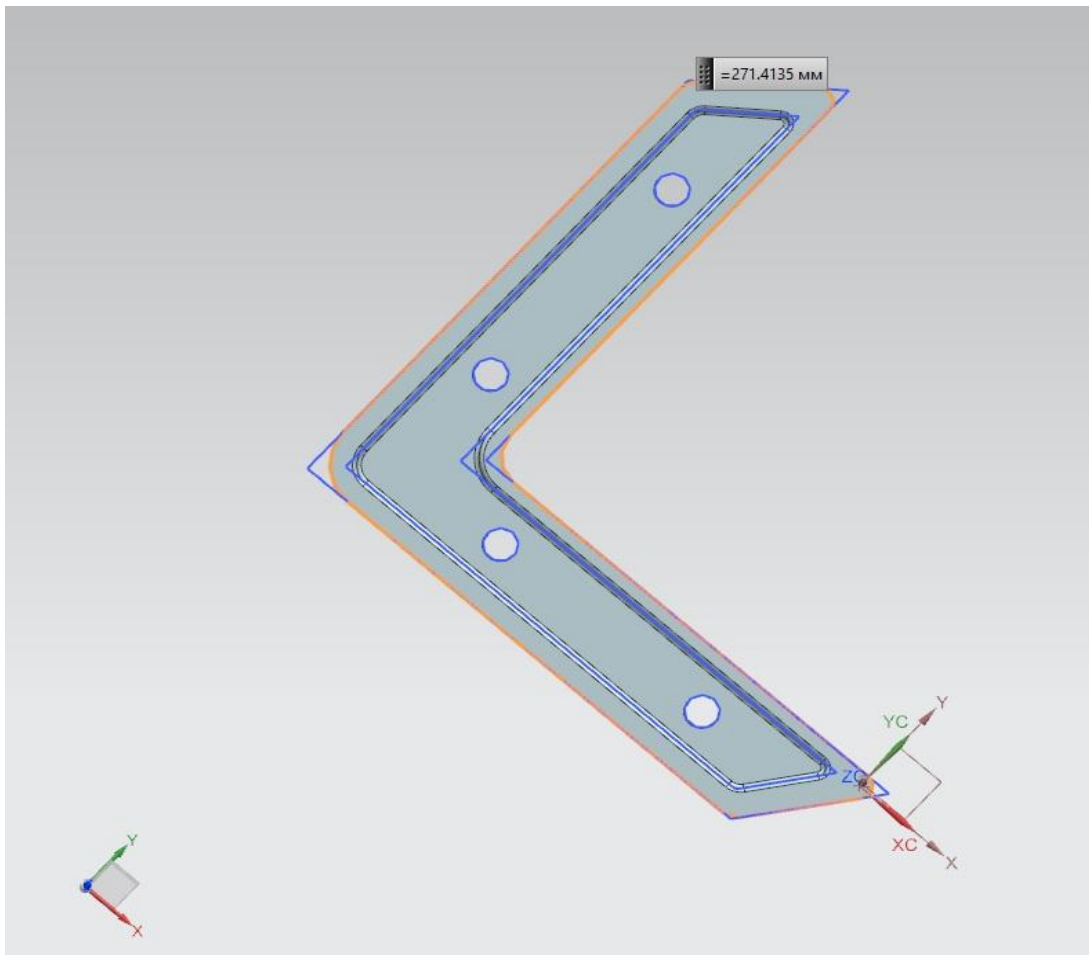


Рисунок 2.4 – Длина линии реза предлагаемой заготовки

2.4.1 Определение работы

Операция 10 – Пробивка

Расчет работы, совершаемый при пробивке для одного отверстия

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (13)$$

где x – определяемый коэффициент из соотношения, равный 0,5,

P – усилие пробивки, равный 1,76 кН;

S – толщина материала, равная 0,9 мм;

$$A = 0.5 \cdot \frac{1,76 \cdot 0,9}{1000} = 0,001 \text{ кДж}$$

Операция 20 – Вытяжка

Расчет работы, совершаемый при операции вытяжки:

$$A = C \cdot \frac{P \cdot h}{1000}, \quad (14)$$

где C – значение коэффициента по опытным данным, равный 0,8.

P – усилие вытяжки, равное 98,1 кН;

h – максимальная глубина вытяжки, равная 1,3 мм;

$$A = 0,8 \cdot \frac{98,1 \cdot 1,3}{1000} = 0,102 \text{ кДж}$$

Операция 30 – Пробивка

Расчет работы, совершаемый при пробивке для 4 отверстий

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (15)$$

где x – определяемый коэффициент из соотношения, равный 0,5,

P – усилие пробивки, равный 11,28 кН;

S – толщина материала, равная 0,9мм;

$$A = 0,5 \cdot \frac{11,28 \cdot 0,9}{1000} = 0,005 \text{ кДж}$$

Операция 40 – Вырубка заготовки

В данной формуле представлен расчет работы, совершаемый при вырубке:

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (16)$$

где x – определяемый из соотношений коэффициент, равный 0,5,

P – усилие вырубки, равная 79,3 кН;

S – толщина материала, равная 0,9 мм;

$$A = 0,5 \cdot \frac{79,3 \cdot 0,9}{1000} = 0,035 \text{ кДж}$$

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики

Пресс выбирается по следующим параметрам:

- 1) «параметры должны соответствовать производимым операциям;
- 2) рабочее усилие оборудования, выбирать больше расчетного;
- 3) конструктивные особенности оборудования обязаны обладать необходимой точностью, стабильной устойчивостью;
- 4) габариты оборудования, соответствовать габаритам исполнительных деталей;
- 5) рабочий ход оборудования и его количество соответствовать производственным нормам;
- б) эксплуатация прессы обязана соответствовать мероприятиям, проводимым по охране труда» [17].

По максимальному усилию на операциях выбирается оборудование. Заранее берется пресс с наибольшим усилием, чем требуется на операции. Необходимо это для обеспечения повышенной жесткости и меньшего пружинения станины, следовательно, обеспечить большую стойкость штампов.

Для этого рассчитываем номинальное усилие для каждой по операции.

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{пробивки}} \cdot 1.5 = 1,76 \cdot 1,5 = 2,6 \text{ кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{вытяжки}} \cdot 1.5 = 98,1 \cdot 1,5 = 147,1 \text{ кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{пробивки}} \cdot 1.5 = 11,28 \cdot 1,5 = 16,9 \text{ кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{вырубки}} \cdot 1.5 = 79,3 \cdot 1,5 = 118,9 \text{ кН},$$

Следовательно, руководствуясь следующими данными, выбранный пресс – автомат «БВК 63» усилием 0,63 МН, вполне соответствует для изготовления данной детали.

Таблица 3.1 –Основные характеристики «БВК 63» 0,63МН

Характеристика	Значение
Усилие прессы, МН	0,63
ход ползуна, ход / мин	30 до 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 валковой подачи, мм	160
Шаг подачи	0...999
Точность подачи, мм	±0,1
Высота подачи над штамповой плитой, мм	130±40
Регулировка подачи	Ручная Автоматическая
Мощность главного привода, кВт	33
Габариты прессы, мм	
-Длина	3276
-Ширина	1720
-Высота	3067

3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики

Последовательная штамповка в ленте при автоматической подаче представляет собой максимально сконцентрированную автоматическую линию прямолинейно-прямоточного типа с жесткой связью. То, что эта автоматическая линия осуществлена в одном штампе последовательного действия и требует только одного пресса, является большим преимуществом данной линии.

Пресс-автомат БВК-63 оборудован средствами автоматизации.

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, заблокированный 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 высоте ленты.

Одновременный сброс давления обеспечивает прессовый предохранитель, тем самым это устраняет заклинивание направляющих, таких как колонки и втулки в штампе. Оператор не должен находиться в зоне, когда работает пресс. Также пресс-автомат оборудован автоматическими зажимами расположенных в верхней части штампа, это дает возможность быстро произвести переналадку штампа [8].

Пресс закрытого типа, главный вал с двумя эксцентриками имеет в приводе вариатор, что позволяет менять число ходов от максимума до минимума. Эксцентриковый вал оснащен подшипниками качения, отсутствуют подшипниковые обоймы. Ими послужили ступицы станины и эксцентриковый вал. Значительно уменьшить коэффициент трения и уменьшить угол заклинивания, а также увеличить долговечность работы трущихся механизмов позволит использование подшипников качения. Гидравлический зажим пресса со-

здает одновременное включение давления с левой и правой сторон эксцентриков. Это препятствует заклиниванию направляющих колонок и втулок в штампе. Находиться в рабочей зоне прессы запрещено техникой безопасности.

В данном случае каждая операция выполняется на одном пресс-автомате «БВК-63».

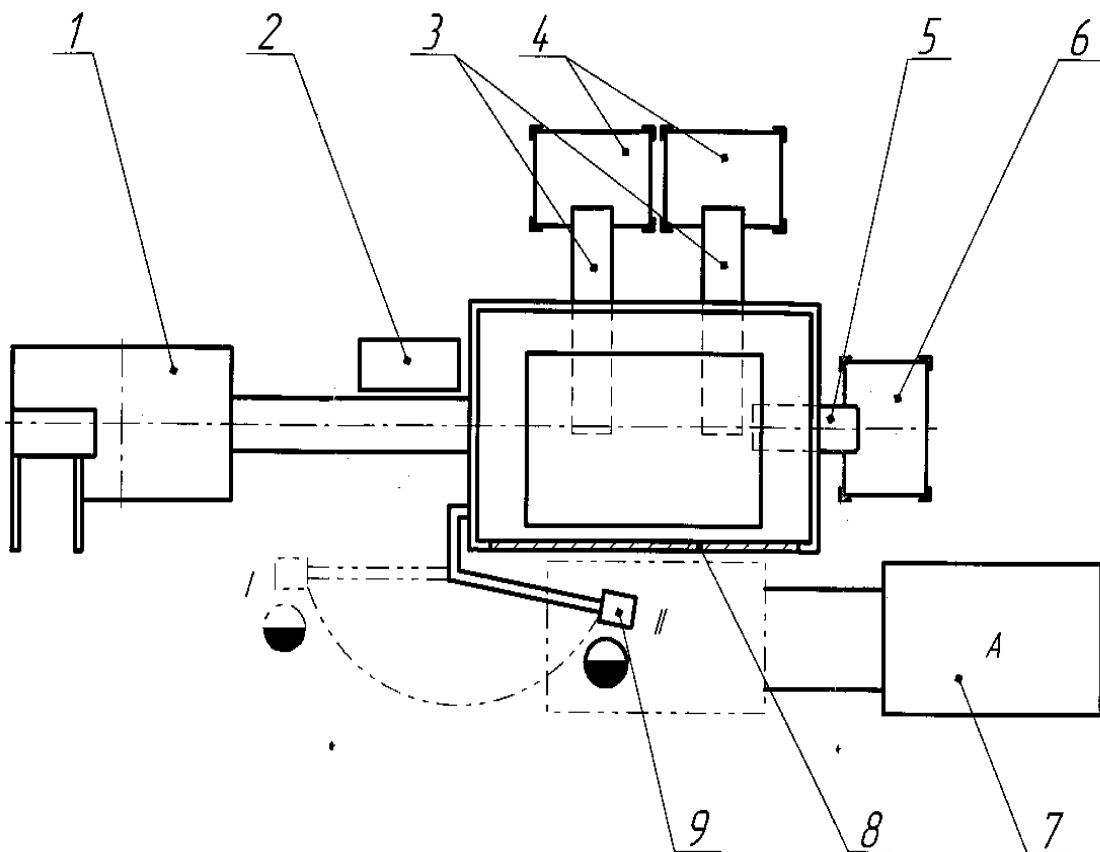
3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка

На проектируемом участке штамповки находится следующее оборудование: автоматическая линия, состоящая из одного комплекса, работающего в автоматическом режиме с кнопочным управлением. Включение данного оборудования сигнализируется зелёным цветом специальной лампочки, остановка оборудования представляет собой кнопку «стоп», окрашенную в красный цвет [1].

Поверхности данного прессы окрашены в светло-зеленые цвета, а остальные подвижные части окрашены в светло-желтые.

Электрокары являются вспомогательным средством перемещения, так же ими является 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

Штамповка в комбинированном штампе использует меньшее количество оборудования, достаточно одного пресса, сократить расходы на транспортировку и переналадку оборудования, использовать меньший рабочий штат.

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 направляется в короб.

Конструкция штамповой оснастки должна полностью соответствовать стандартам технологического процесса для получения необходимой формы и сохранности штампуемого изделия. Конструкция должна обеспечивать необходимую производительность и надежность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и рентабельной для разработанного масштаба производства.

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 и составляет от нескольких десятых до нескольких сотых долей миллиметра. 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, которые более технологичен. Операцию подгонки профиля (ее также называют операцией наладки штампа) производят обычно слесарным способом.

Технологический процесс изготовления матриц и пуансонов вырубных штампов включает в себя: предварительную обработку базовых поверхностей; предварительное шлифование базовых поверхностей; разметку рабочего контура; предварительную обработку рабочего профиля; предварительную сборку штампа; термическую обработку; окончательное шлифование базовых поверхностей; окончательную обработку рабочего контура; сборку штампа; наладку штампа.

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 последовательной штамповки, для пресс-автомата БВК-63, предназначен для вырубки, формообразующих операций, пробивки и разделения состоит из плит низа и верха, соединяемые между собой колонками и втулками, направляющего действия, накладок верхних, крепящихся к верхней плите и пазы для крепления на оборудовании, и плиты съемника. Накладки крепятся к верхней плите винтами и дополнительно шлифуются 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. Несущими деталями штамповой оснастки являются верхняя плита и плита низа, от прочностных характеристик которых зависят стойкость деформирующих инструментов, точность размеров штампуемых деталей и их качество, износ направляющих колонок и втулок. В изготовлении плит штампов, как правило применяют стали с низким содержанием углерода так же применяют чугуны.

Транспортные элементы, используемый в блоке штампа по умолчанию, они 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 [11].

Остальные группы инструментов и узлы уже не относятся к готовому блоку.

В наличие 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 сделаны лыски. В держателях под них спроектированы необходимые пазы для предотвращения разворотов.

Так же закреплен и формующий пуансон. Нестандартной формы, чья формоизменяющая часть выполнена по схемам данных переходов.

Для данной малогабаритной детали монтажные плиты достигают определенную высоту, поэтому матрицы запрессовываются в держатель матриц, который винтами прикреплён в нижней монтажной плите. Пробивные матрицы представлены в данной разработке не стандартные цилиндрические, с круглыми отверстиями.

Фиксирующими и направляющими материалами в штампе разработаны ловители и направляющие ролики. Главное назначение ловителей – гарантировать точность шага подачи ленты. Ловители запрессованы в плиту держателей матриц.

Кроме ловителей в качестве обозначенных элементов выступают матрица и пуансон для вытяжки.

Ролики устроить попарно на всей длине ленты через определенные промежутки. Их предназначение – направить ленту для заготовки в штампе, и дает помощь в определенной высоте. Ролики оснащены специальными пружинами, вмонтированы в монтажной плите.

Модулем удаления и прижима материала служат детали – выталкиватели и склиз. По последнему отход, разрезаемый задним ножом, выводится за пределы штампа. Выталкиватель – это блок, состоящий из пружины, пробки и

самого толкателя. В плитедержателей проектируются отверстия, куда вставляется толкатель, пружина, и все это закрывается пробкой, имеющей резьбу. Величина хода толкателя зависит от пружины и подбирается соответственно по ней. Выталкиватели устанавливаются на формоизменяющих позициях.

Лента прижимается на всех позициях единым съемником, который также совершает снятие ленты с пуансонов.

Принцип работы штампа:

Работа осуществляется следующим образом: валковая подача перемещает ленту на шаг 25 мм в штамповое пространство, где происходят технологические операции.

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. При смыкании штампа пружины прижимают плиту прижима к заготовке, вытяжной пуансон вытягивает заготовку на 1,3мм, при размыкании штампа ловители выталкивают заготовку из матрицы по усилию пружин. Устройством контроля шага контролируется шаг ленты. Лента перемещается на один шаг для следующей операции пробивки отверстий в заготовке. При следующем смыкании штампа пуансонами пробиваются четыре отверстия диаметром 4 мм, в вытянутой части заготовки. Штамп размыкается, перемещая заготовку на один шаг к завершающей операции вырубки. При смыкании штампа производится вырубка готовой заготовки, пуансон пробивает контур готового изделия, деталь выпадает на провал через матрицу. Штамп размыкается, лента перемещается на один шаг. При смыкании штампа отход подается на режущую поверхность ножей, режась на мелкие части. Отход падает по склизу в контейнер для отхода, для дальнейшей переработки [6].

Штамп для последовательной штамповки детали «Уголок оконный» можно разделить на верхнюю и нижнюю части (рисунки 4.1 - 4.3).

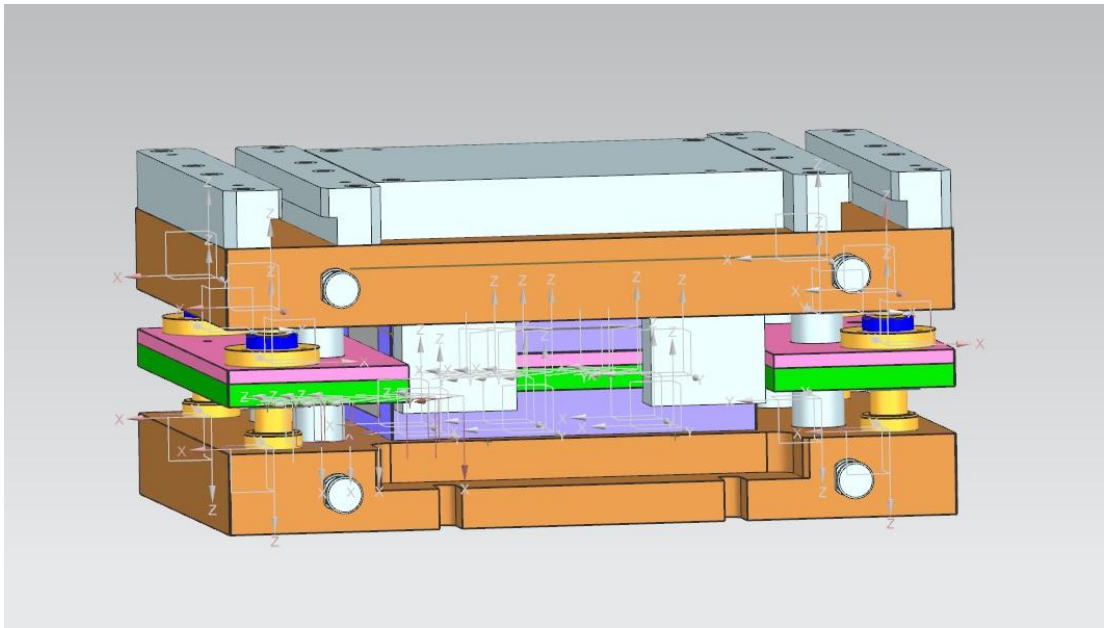


Рисунок 4.1 – Эскизного проект штамповой оснастки

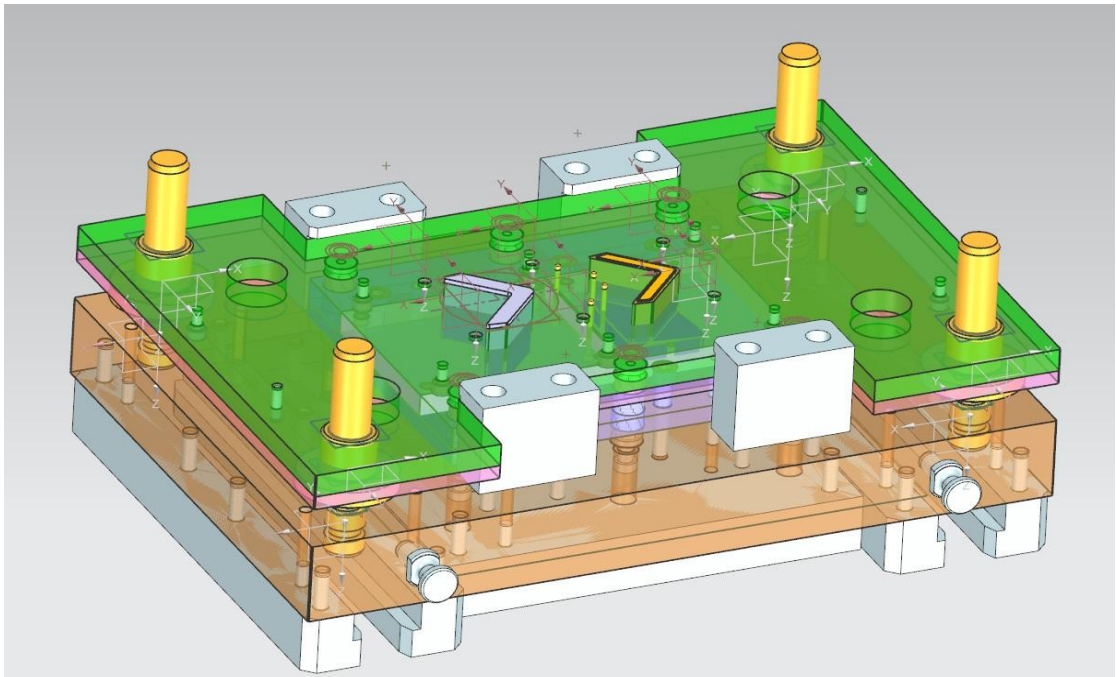


Рисунок 4.2 – Верхняя часть эскизного штампа для последовательной штамповки

В верхней части расположены: пуансон, прижим и плиты, пакет пружин, отлипатели, грузовые винты верхней плиты, ловители, скобы ограничения хода, втулки, колонки. Плиты скрепляют между собой винтами и штифтами. Пуансоны запрессовываются в плиту держателя [11]. В плите верха расположены

грузовые винты для транспортировки, также к верхней плите крепятся винтами скобы ограничения хода.

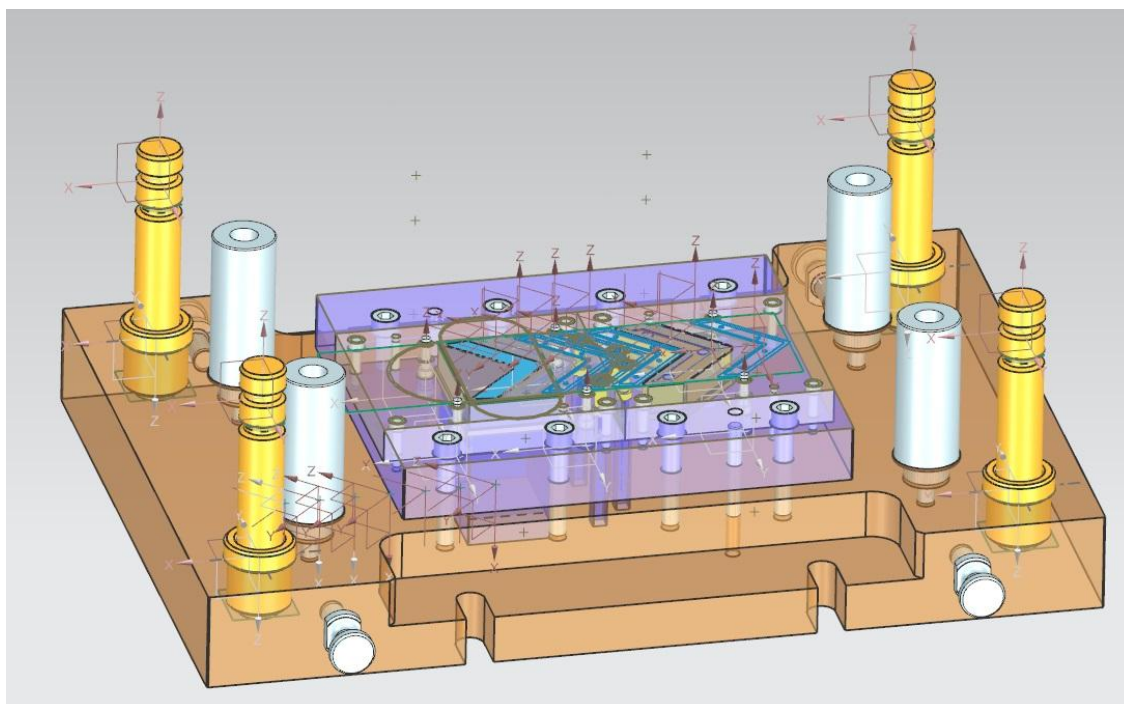


Рисунок 4.3 – Нижняя часть эскизного штампа для последовательной штамповки

В нижней части находятся: матрица, нижняя плита, выталкиватели, подкладная плита матриц, ограничители, грузовые винты, направляющие ролики, склиз для отхода, направляющие втулки, плиты держателей матриц. Матрицы запрессовываются в плиту держателей матриц, держатели матриц закрепляют винтами и штифтами к подкладной плите матриц, которую крепят непосредственно к нижней плите штифтами и винтами. Направляющие втулки запрессованы в нижнюю плиту. Ограничители цилиндрической формы и склиз для отхода крепят винтами непосредственно к нижней плите. Для транспортировки нижней части штампа, в нижнюю плиту крепят грузовые винты. В плиту матриц крепят направляющие ролики.

4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов

При проектировании штампов используют нормали на детали штампов. В таком случае не нужно проводить расчеты на прочность различных деталей,

так как соответствующие на допустимые напряжения выполнены при разработке нормалей. В случаях, когда нужно разработать специальные конструкции штампов, пользуются расчетами основных плит на прочность.

Материалы основных деталей вытяжного штампа представлены в таблице 4.1 с соответствующей термической обработкой.

Таблица 4.1–Материалы, применяемые для изготовления деталей вытяжного штампа

Название деталей	материал	Термообработка
Пуансон	Чугун ХФ	Отжиг
Прижим	Чугун СЧ30	Отжиг
Матрица	Сталь 20Х	цементироватьна глубину 59 HRC
Упор	Сталь 20Х	цементироватьна глубину 32HRC
Направляющие планки	Сталь 20Х	Цементировать на глубину 59 HRC
ограничитель цилиндрической формывысоты	Сталь 45	цементированияна глубину 59HRC
Колонки направляющие	Сталь 20,50	цементированияна глуби- ну1,0ммHRC 58
Втулки направляющие	Сталь 20,50	Цементирование на глуби- ну1,0мм HRC 58
Втулки для шариковых направля- ющих	ШХ15	HRC 58
Держатели пуансонов и матриц	Сталь 35,40	
Прижим	Сталь 40,45	HRC 50
Ловители	Сталь 45	HRC 50-54

Пуансоны небольших размеров, которые наиболее нагружены, подлежат прочностному расчету на прочность.

Размеры отверстий при пробивке, которые приблизительно равны толщине материала, удельная нагрузка на режущие кромки пуансона в несколько раз выше, чем на режущие кромки вырубной матрицы.

Следуя из того, что было изложено, нужно произвести расчет на прочность на примере пробивного пуансона с наименьшим диаметра, применяемого для пробивки круглого отверстия диаметром 4 мм.

Данный расчет предназначен для выявления опорной поверхности головки пуансона на смятие:

$$\delta_{см} = \frac{P}{F}, \quad (17)$$

где P – необходимое усилие пробивки; $P = 2,82$;

F – опорная поверхность пуансона, мм^2 ;

$$\delta_{см} = \frac{0,00282}{38,4 \cdot 10^{-6}} = 73,4 \text{ МПа}$$

Условие контакта прочности выполняется, так как $73,4 \leq 100$ МПа.

В данной формуле произведен расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении:

$$\delta_{сж} = \frac{P}{f} \leq [\delta_{сж}],$$

где f – площадь наименьшего сечения пуансона;

$[\delta_{сж}]$ – допускаемое напряжение на сжатие равно 1600 МПа;

$$\delta_{сж} = \frac{0,000282}{0,0000126} = 223,8 \text{ МПа}$$

Сжимающее напряжение составило 223,8 МПа, что значительно меньше допускаемого напряжения 1600 МПа, следовательно, условие прочности на сжатие удовлетворяется.

Данный расчет необходим для выявления длины свободной части пуансона на продольный изгиб:

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{E \cdot I}{n \cdot P}}, \quad (18)$$

где E обозначение модуля упругости равный ($2,2 \cdot 10^5$ МПа);

I обозначение момента инерции сечения, м^4 ;

n коэффициент безопасности равный ($n=2$);

$$I = 0,05 \cdot 0,004^4 = 1,28 \cdot 10^{-11} \text{м}^4, \quad (19)$$

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{2,2 \cdot 10^5 \cdot 1,28 \cdot 10^{-11}}{2 \cdot 0,00282}} = 0,097 \text{ м}$$

В проектируемом штампе длина пуансона равна 20 мм что значительно меньше допускаемого 97 мм, отсюда следует, что условие на продольный изгиб удовлетворяет необходимые требования.

Исходя из расчета на прочность, можно сделать вывод, что для пробивки отверстия диаметром 4 миллиметра пуансон достаточно прочен.

4.3 Определение числа и расположение упругих элементов

Для прижима-съема используются стандартные пакеты пружин, состоящие из пружины, втулки, гайки и ступенчатого винта. 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 закреплён в верхней плите, а винтом – в съемнике.

На этапе расчет технологии определялись усилия прижима и снятия. Принимаем усилие прижима-снятия равным 2,24кН.

Из стандартных пакетов пружин выбирается пакет с оптимальными типоразмерами:

- 1) по развиваемому усилию;
- 2) по высоте в сжатом состоянии;
- 3) по рабочей деформации;

Основные параметры пакета:

- 1) усилие – 0,36 кН
- 2) высота сжатой пружины – 62 мм
- 3) рабочая деформация – 29,9 мм
- 4) диаметр – 24 мм
- 5) диаметр проволоки – 3,5 мм

Минимальное количество пружин, необходимое для создания требуемого усилия прижима 6 шт., исходя из этого принимаем 6 шт.

4.4 Определение центра давления штампа

Наибольшее значение для последовательных штампов имеет нахождение центра давления штампов. Необходимо, для того чтобы центр давлений совпадал с осью штампа и осью ползуна прессы. В противном случае в штампе начинают возникать перекосы, зазор не симметричен, сильное изнашивание направляющих, режущие кромки быстро затупляются.

В данном расчете определяется центр давления штампа аналитическим способом. Основанный на моменте равенства равнодействующий нескольких сил сумме моментов относительно той же оси. Направление осей берем по краям ленты.

В виду асимметричности расположения пуансонов составляем уравнение равенства моментов относительно оси Y.

$$x = \frac{P_n \cdot x_n}{P_n}, \quad (20)$$

где x - упомянутое расстояние от оси Y до центра тяжести вырубаемого, пробиваемого элемента; P_1, P_2, P_3 - усилие вырубки на каждой позиции.

$$x = (25 \cdot 17,6 + 75 \cdot 98,1 + 125 \cdot 11,2 + 175 \cdot 79,3) / (16,9 + 99,2 + 16,9) = 109,9 \approx 110 \text{ мм.}$$

Относительно оси X проходящей через середину ленты не все усилия располагаются симметрично.

4.5 Определение исполнительных размеров инструмента

Для одновременного выпуска соблюдаются определенные правила изготовления рабочих деталей, при вырубке - пуансон по матрице, при пробивке - матрица по пуансон.

При рациональном изготовлении пуансона и матрицы, когда они обрабатываются, до окончательных размеров без взаимного согласования их исполнительные размеры рассчитываются по формулам. При этом припуск на износ принимают по таблице, а поля допусков размеров пуансонов и матрицы подбирают, чтобы соблюдалось условия [4].

При этом поля каждого из допусков могут устанавливаться произвольные или по ГОСТ 25347-82.

В данный расчет необходим для определения исполнительных размеров пуансона для пробивки диаметром отверстия 4 мм:

$$d_n = (d + 0,1)_{-\delta_n} = (4 + 0,1)_{-0,008} = 4,1_{-0,008} \text{ мм,}$$

Тогда размер рабочего отверстия (матрицы) будет:

$$d_m = (d_n + z)^{+\delta_m} = (4,1_{-0,008} + 0,1)^{+0,012} = 4,2^{+0,012} \text{ мм,}$$

Таким же образом находим исполнительные размеры пуансона и матрицы на геометрические размеры других контуров для вырубки и пробивки.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций

Прессовое производство размещается в отдельном корпусе, где также располагаются 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.

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.

В организацию рабочего места штамповщика входят:

- 1) правильная и удобная планировка рабочего места, которая включает способы и место укладки заготовок, готовых изделий и отхода;
- 2) необходимая подготовка материала;
- 3) наличие вспомогательного инструмента на рабочем месте;
- 4) рабочая готовность и исправность прессы и штампа;
- 5) должна соблюдаться чистота и порядок на рабочем месте.

Таблица 5.1 – Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Вид операции	Должность рабочего, совершающего операцию	Пресс для выполнения операции	Используемый материал
Штамповка	Вытяжка	Штамповщик	Пресс «БВК 63»	сталь 08КП
Штамповка	Пробивка	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 ненадёжное заземление, плохая изоляция проводов, скачки напряжения или халатность и невнимательность рабочего персонала.

Составим таблицу опасных факторов на производстве.

Таблица 5.2 –Опасные и вредные факторы

Операция, вид выполняемых работ	Фактор опасности	Источник фактора предоставляющего опасность или вред рабочему
При загрузки ленты в штамповую оснастку и сортировки готовой продукции после обработки на прессе	Заостренные края, заусенцы и шероховатость на торце заготовки	Острые кромки, заусенцы заготовок

Продолжение таблицы 5.2

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 зоны	Движение транспорта, вибрация пола, работа металлорежущих станков
В крупных цехах	Недостаточная освещенность участка	Осветительные приборы недостаточной мощности, недостаточная естественная освещенность
При работе с оборудованием	Повышенное электро-напряжение 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 [5].

Вводную лекцию по технике безопасности проводят со всеми вновь принимаемыми на работу 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. Проведение всех инструктажей четко фиксируется в соответствующей документации.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / 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 двурукимуправление прессы; –автоматизация работы на пресесе. 	<ul style="list-style-type: none"> –комбинезон хлопчатобумажный; –защитные рукавицы прорезиненные; –головной убор (хлопчатобумажные); –фартук; –нарукавники хлопчатобумажные; –очки защитные; –паста «Элен» для защиты и восстановления кожи рук.

Продолжение таблицы 5.3

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 зоны	Вентиляция, совмещенная с воздушной системой отопления	Респираторы
Недостаточная освещенность участка	Расчет и проектирование достаточного освещения	–
Повышенное 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 является отдельным и весьма важным составляющим техники безопасности, поскольку пожары наносят наиболее серьезный материальный ущерб, ожогам и смерти людей, ущерб 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» была введена классификация разделения степени опасности при пожаре на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д.

Материал, применяемый для изготовления детали «Уголок оконный» сталь 08КП - углеродистая качественная конструкционная ГОСТ 9045 - 93. Относится данный материал к трудно сгораемым, на чем можно сделать вывод что отнести ПМШ в соответствие СНиП 21–01–97 по взрывопожарной опасности к категории Д (несгораемые материалы и вещества в холодном состоянии).

Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено и их количество быть не меньше двух. Ширина пожарных проездов в зданиях должна быть равной 4 метра; ширина эвакуационных проходов для людей 1 метр; ширина коридоров не меньше 1.4 метра; ширина лестничных маршей и лестниц должна быть пределах 1.15 – 2.4метров. Предназначенные для эвакуации людей, ворота и двери должны открываться наружу.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок последовательной штамповки	Пресс-автомат «БВК 63»	В, D, E	–пламя и искры; –тепловой поток; –повышенная температура окружающей среды; –пониженная концентрация кислорода; –снижение видимости в дыму. -отравление продуктами горения.	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных сооружений, энергетического оборудования, технологических установок, производственного 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 мотопомпы	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

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 промасленной ветоши; –ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; –хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями пожарной безопасности. 	<ul style="list-style-type: none"> –квалифицированный персонал; –обеспечение защиты 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 пресс-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.	Негативное воздействие на атмосферу	Негативное воздействие на гидросферу	Негативное воздействие на литосферу
Движение транспорта	Транспортное средство с двигателями внутреннего сгорания	Загазованность воздуха	–	–
Отходы производства и потребления	Использованная замасленная 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

Наименование технического объекта	Движение транспорта	Отходы производства и потребления	
		Промасленная ветошь	Отработанное масло
Мероприятия для уменьшения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Замена транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, на транспорт с электрическими двигателями	–	–
Мероприятия для уменьшения негативного антропогенного воздействия на гидросферу и литосферу	–	Полная утилизация (сжигание в специализированных печах)	Восстановление качества отработанных масел (регенерация) с целью их повторного использования

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

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 6.1).

Были определены возможные риски при осуществлении технологического процесса. Определены возможные опасные факторы, возникающие на производстве. (таблица 6.2).

Разработаны мероприятия, включающие устройства, обеспечивающие снижение профессиональных рисков на предприятии. Подобраны необходимые средства для обеспечения индивидуальной защиты (таблица 6.3).

Подобраны действия для обеспечения необходимой пожарной безопасности. Определен класс и фактор пожарной опасности. Приняты меры для обеспечения безопасности при возникновении пожара (таблица 6.4). Разработаны мероприятия, средства, методы и меры пожарной безопасности (таблица 6.5; 6.2).

Определены факторы, влияющие на экологичность окружающей среды (таблица 6.7) и разработаны мероприятия для достижения необходимой экологической безопасности на техническом объекте (таблица 6.8).

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

6.1 Сравнительный анализ технологических вариантов

Базовый вариант	На прессе Иноченти 4 производится автоматическая штамповка. Крупносерийный тип производства. Условия труда нормальные. Оплаты труда по часовой тарифной ставке
Проектируемый вариант	На прессе БВК 63 производится автоматическая штамповка. Крупносерийный тип производства. Условия труда нормальные. Оплаты труда по часовой тарифной ставке

6.2 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Исходные данные для расчета себестоимости продукции приведены в таблице:

Таблица 6.1– Исходные данные

Показатели	Значение	
Годовая программа выпуска обозначается N_r , штук.	800000	
Коэффициент выполнения нормы обозначается $K_{ВН}$	1,1	
Коэффициент многостаночного обслуживания	1,0	
Коэффициент потерь времени на отпуск работников обозначается K_o , процентов	11,8	
Коэффициент монтажа: обозначается $K_{МОНТ}$		
– в расчете себестоимости	1,1	
– в расчете капитальных вложениях	0,1	
Цена материала равна, обозначается C_m (руб./кг)	8	
Цена отходов обозначается $C_{отх}$ (руб./кг)	3,2% от C_m	
Масса заготовки обозначается $M_з$, кг	0,01	0,01
Масса отходов обозначается $M_{отх}$, кг	0,06	0,05

Продолжение таблицы 6.1

Коэффициент транспортно–заготовительных расходов обозначается $K_{ТЗ}$	1,035
До часового фонда зарплаты обозначается $K_{Доп}$	1,08
За профессиональное мастерство Обозначается ($K_{ПФ}$)	1,12
За условия труда Обозначается ($K_{У}$)	1,08
За вечерние и ночные часы $K_{Н}$	1,1
Премияльные $K_{Пр}$	1,1
Эффективный фонд времени работы, час: – оборудования $\Phi_{Э}$ – рабочего $\Phi_{Э.р.}$	2762 1243
На социальные нужды $K_{С}$	1,262
Итого общий коэффициент доплат равен $K_{Зпл} = K_{Д} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{У} \cdot K_{Н} \cdot K_{Пр} \cdot K_{С}$	1,9
Коэффициент загрузки оборудования по мощности равен $K_{М}$	0,8
Коэффициент загрузки оборудования по времени равен $K_{В}$	0,7
Коэффициент потерь в сети равен $K_{П}$	1,03
Коэффициент одновременной работы $K_{од}$ электродвигателей равен	0,8
Выручка от реализации, в процентах: от Ц: – изношенного оборудования V_r – изношенного штампа $V_{р.и.}$	5 15
Норма амортизации, в процентах равна N_a	20%
Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов равен $K_{ЦЕХ}$	1,2
Часовая тарифная ставка, руб./час: $C_{Т}$ – рабочего третьего разряда – наладчика пятого разряда	80 85 80
Цена электроэнергии равна, (руб./кВт) $Ц_{э}$	2,5
Цена площади равна, (руб./м ²) $Ц_{пл}$	100
Норматив экономической эффективности равна $E_{н}$	0,33

Таблица 6.2 –Эксплуатационные данные оборудования

Наименование оборудования	Усилие, МН	Норма времени, минут.		Мощность М _у , кВт	Площадь S _у , м ²	Цена, В рублях.
		t _{шт}	t _{маш}			
Инноченти	4	0,112	0,075	36	16	6100000
БВК 63	0,65	0,00	0,008	33	5,63	3700000

Таблица 6.3 –Исходные данные о штамповой оснастке

Наименование штамповой оснастки	Стойкость штамповой оснастки (ТИ.шт. , ударов)	Цена штамповой оснастки (Цшт, В рублях)
Базовый вариант	1000000	450000
Проектный вариант	1000000	350000

Расчетные данные:

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_{\text{н}} (1 - B_{\text{в}}) = (D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{смены}} - D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{сок}}) \cdot C \cdot (1 - B_{\text{в}}),$$

где $D_{\text{раб}}$ – рабочие дни;

$T_{\text{смены}}$ – продолжительность одной смены (8 час.);

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

$T_{\text{сок}}$ – сокращение в предпраздничный день (1 час.);

$C_{\text{с}}$ – количество смен;

$B_{\text{в}}$ – коэффициент учитывающий время на ремонт оборудования выбирается от (0,05 – 0,08).

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

В данной формуле производится расчет эффективного фонда рабочего времени:

$$\Phi_{\text{эр}} = \Phi_{\text{э}} \cdot 0,45, \quad (21)$$

$$\Phi_{\text{эр}} = 2762 \cdot 0,45 = 1243\text{ч.}$$

В данной формуле производится расчет нормы штучного времени на производство единицы продукции:

$$T_{\text{шт}} = 1,26 \cdot t_{\text{маш}} = 1,26 \cdot (1/\text{количество ходов в минуту}), \quad (22)$$

где $t_{\text{маш}}$ — основное машинное время работы оборудования, минут;

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

Количество ходов в минуту будет выбираться из ряда наладки по технологическому паспорту оборудования.

Ориентировочная плановая стойкость штамповой оснастки ($T_{\text{и.шт}}$) определяется в зависимости от вида штампа, толщины и твердости обрабатываемого материала.

6.3 Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки

В данной формуле рассчитываются материальные затраты:

$$M = M_{\text{н.ч}} \cdot T_{\text{н/ч}}; \quad (23)$$

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

В данной формуле производится расчет транспортно-заготовительный расход:

$$\text{ТЗР} = M / 100 \cdot 3,5\%, \quad (24)$$

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

В формуле производится расчет на основную заработную плату рабочих:

$$З = C_{\text{т}} \cdot T_{\text{н/ч}}, \quad (25)$$

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

В данной формуле производится расчет на налог социальных нужд:

$$C_{\text{с}} = З / 100 \cdot 26\%, \quad (26)$$

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

В формуле производится расчет на расход содержания и эксплуатацию оборудования:

$$PCO = 3\ 100 \cdot 210\% , \quad (27)$$

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

В формуле представлен расчет на общепроизводственные расходы:

$$P_{\text{цех}} = 3\ 100 \cdot 220\% , \quad (28)$$

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

В общей сумме общепроизводственная себестоимость составила 548180,8 рублей.

6.4 Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих–операторов и штамповой оснастки

В данной формуле производится расчет необходимое количество оборудования для производства годовой программы выпуска:

$$n_{\text{об}} = t_{\text{шт}} \cdot N_r / (\Phi_{\text{э}} \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60), \quad (29)$$

$$n_{\text{об}} = 0,008 \cdot 800000 / (2762 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,035$$

Исходя из расчета необходимое количество оборудования для годовой программы составило 1.

В данной формуле представлен расчет коэффициента загрузки оборудования:

$$K_z = n_{\text{расч.об}} / n_{\text{принцип.об}}, \quad (30)$$

для проектного варианта:

$$K_z = 0,035 / 1 = 0,035$$

для базового варианта:

$$K_z = 0,491 / 1 = 0,491$$

В данной формуле рассчитана необходимая численность рабочих–операторов, для выполнения годовой программы изделий:

$$P_{оп} = (n_{шт} \cdot N_r \cdot 1 + K_o \cdot 100) / (\Phi_{эр} \cdot K_{мн} \cdot 60), \quad (31)$$

для проектного варианта:

$$P_{оп} = (0,008 \cdot 800000 \cdot 1 + 11,8 \cdot 100) / (1243 \cdot 1 \cdot 60) = 0,11$$

для базового варианта:

$$P_{оп} = (0,112 \cdot 800000 \cdot 1 + 11,8 \cdot 100) / (1243 \cdot 1 \cdot 60) = 0,34$$

Исходя из расчета принимаем 2-х рабочих-операторов для проектного и базового варианта.

В данной расчете представлено число штампов необходимое для выпуска годовой программы [19].

$$n_{штамп} = N_r / T_{и}, \quad (32)$$

$$n_{штамп} = 800000 / 1000000 = 0,8$$

Число штампов, требуемых для выпуска годовой программы, принимаем для проектного варианта равным 1. Для базового варианта так же принимается 1 штамп.

6.5 Расчет капитальных вложений

В формуле представлен расчет на прямые капитальные вложения для проектного и базового вариантов:

$$K_{об} = n_{об} \cdot C_{об} \cdot K_з, \quad (33)$$

$$K_{об}^{пр} = 1 \cdot 6000000 \cdot 0,035 = 129500 \text{ руб.}$$

$$K_{об}^{баз} = 1 \cdot 6100000 \cdot 0,491 = 2995100 \text{ руб.}$$

В данной формуле представлен расчет на монтаж оборудования и его доставку для проектного и базового вариантов:

$$K_{м} = K_{об} \cdot K_{монт}, \quad (34)$$

$$K_{м}^{пр} = 129500 \cdot 0,1 = 12950$$

$$K_{м}^{баз} = 2995100 \cdot 0,1 = 299510$$

В данной формуле представлен расчет затрат на штамповую оснастку для проектного и базового вариантов:

$$K_{и} = C_{шт} \cdot n_{шт}, \quad (35)$$

$$K_{и}^{пр} = 350000 \cdot 1 = 350000 \text{ руб.}$$

$$K_{и}^{баз} = 450000 \cdot 1 = 450000 \text{ руб.}$$

В данной формуле представлен расчет затрат на производственную площадь для проектного и базового вариантов:

$$K_{пл} = n_{об} \cdot S_{у} \cdot C_{пл} \cdot K_{з}, \quad (36)$$

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

$$K_{пл}^{баз} = 1 \cdot 16 \cdot 100 \cdot 0,491 = 785,6 \text{ руб.}$$

Итог сложения всех затрат на сопутствующие расходы рассчитывается по формуле для проектного и базового вариантов:

$$K_{соп} = K_{м} + K_{и} + K_{пл},$$

$$K_{соп}^{пр} = 12950 + 350000 + 19,7 = 362969,7 \text{ руб.}$$

$$K_{соп}^{баз} = 299510 + 450000 + 785,6 = 750295,6 \text{ руб.}$$

В данной формуле представлен расчет общих капитальных вложений для проектного и базового вариантов:

$$K_{общ} = K_{об} + K_{соп}, \quad (37)$$

$$K_{общ}^{пр} = 129500 + 362969,7 = 492469,7 \text{ рублей;}$$

$$K_{общ}^{баз} = 299500 + 750295,6 = 1049805,6 \text{ рублей;}$$

Формула для выявления расчета удельных капитальных вложений для проектного и базового вариантов:

$$K_{уд} = K_{общ} / N_r, \quad (38)$$

$$K_{уд}^{пр} = 492469,7 / 800000 = 0,61 \text{ руб.}$$

$$K_{уд}^{баз} = 1049805,6 / 800000 = 1,31 \text{ руб.}$$

6.6 Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

Расчет необходимый для выявления материальных затрат для проектного и базового вариантов:

$$M = M_3 \cdot C_M \cdot K_{ТЗ}, \quad (39)$$

$$M^{пр} = 0,01 \cdot 8 \cdot 1,035 = 0,082 \text{ рублей,}$$

$$M^{баз} = 0,01 \cdot 8 \cdot 1,035 = 0,082 \text{ рублей.}$$

Расчет необходимый для выявления зарплат рабочих-операторов проектного и базового вариантов:

$$З_{пл} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{эр} \cdot K_{зпл} \cdot K_3 / N_r, \quad (40)$$

$$З_{пл}^{пр} = 1 \cdot 80 \cdot 1243 \cdot 1,9 \cdot 0,035 \cdot 800000 = 0,0082 \text{ рублей,}$$

$$З_{пл}^{баз} = 1 \cdot 80 \cdot 1243 \cdot 1,9 \cdot 0,491 \cdot 800000 = 0,1159 \text{ рублей.}$$

Расчет необходимый для выявления затрат на амортизацию оборудования проектного и базового вариантов:

$$P_a = (C_{об} \cdot (1 - B_p) \cdot N_a \cdot t_{шт} \cdot 1,3) / (\Phi_э \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100), \quad (41)$$

$$P_a^{пр} = (3700000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,2 \cdot 0,008 \cdot 1,3) / (2762 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,0004 \text{ рублей,}$$

$$P_a^{баз} = (6100000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,2 \cdot 0,112 \cdot 1,3) / (2762 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,0092 \text{ рублей.}$$

Расчет на расходы электроэнергии для проектного и базового вариантов:

$$P_э = (M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{п} \cdot C_э) / (КПД \cdot 60), \quad (42)$$

$$P_э^{пр} = 33 \cdot 0,007 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,5 / 0,85 \cdot 60 = 0,005 \text{ рублей,}$$

$$P_э^{баз} = 33 \cdot 0,0075 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,5 / 0,85 \cdot 60 = 0,06 \text{ рублей.}$$

Расчет необходимый для выявления затрат на штамповый инструмент и амортизацию для проектного и базового вариантов:

$$P_{и} = (C_{шт} \cdot (1 - B_{р.и})) / T_{и.шт}; \quad (43)$$

$$P_{и}^{пр} = 350000 \cdot 1 - 0,15 \cdot 800000 = 0,37 \text{рублей,}$$

$$P_{и}^{баз} = 450000 \cdot 1 - 0,15 \cdot 800000 = 0,47 \text{рублей.}$$

Расчет на расход необходимый для использования производственной площади для базового и проектного вариантов:

$$P_{пл} = S_y \cdot 1 \cdot Ц_{пл} \cdot K_3 / N_r; \quad (44)$$

$$P_{пл}^{пр} = (5,63 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 0,035) / 800000 = 0,001$$

$$P_{пл}^{баз} = (16 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 0,491) / 800000 = 0,001$$

Расчет необходимый для выявления заработной платы наладчика для проектного и базового вариантов:

$$З_{нал} = (C_T \cdot \Phi_{эр} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (1 \cdot N_r), \quad (45)$$

$$З_{нал}^{пр} = 1 \cdot 85 \cdot 1243 \cdot 0,035 \cdot 1 \cdot 800000 = 0,009 \text{рублей,}$$

$$З_{нал}^{баз} = 1 \cdot 85 \cdot 1243 \cdot 0,491 \cdot 1 \cdot 800000 = 0,013 \text{рублей.}$$

Расчет необходимый для выявления технологической себестоимости для базового и проектного вариантов:

$$C_{тех} = M + З_{пл} + P_a + P_э + P_{и} + P_{пл} + З_{нал}; \quad (46)$$

$C_{тех}^{пр} = 0,082 + 0,0082 + 0,0004 + 0,005 + 0,37 + 0,001 + 0,009 = 0,4756$
рублей.

$C_{тех}^{баз} = 0,082 + 0,1159 + 0,0092 + 0,06 + 0,47 + 0,01 + 0,013 = 0,7511$ руб-
лей.

Расчет необходимый для выявления общепроизводственных расходов для базового и проектного вариантов:

$$P_{цех} = З_{зл} \cdot K_{цех}; \quad (47)$$

$$P_{цех}^{пр} = 0,0082 \cdot 1,2 = 0,0098 \text{рублей.}$$

$$P_{цех}^{баз} = 0,1159 \cdot 1,2 = 0,1390 \text{рублей.}$$

Расчет необходимый для выявления общепроизводственной цеховой себестоимости для базового и проектного вариантов:

$$C_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}; \quad (48)$$

$$C_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 0,0098 + 0,4756 = 0,4854 \text{ рублей.}$$

$$C_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 0,1390 + 0,7511 = 0,4854 \text{ рублей.}$$

Таблица 6.4–Сравнение затрат базового и проектных материалов

Обозначение в формулах	Сравнение полученных сумм, рублей.		Сравнение доли, процентов	
	Базовый вариант	Проектный вариант	Базового варианта	Проектного варианта
M	0,082	0,082	9,2	16,8
Z _{пл}	0,1289	0,017	14,4	3,5
P _a	0,0092	0,0004	1	0,2
P _з	0,06	0,005	6,8	1
P _и	0,47	0,37	52,9	76,3
P _{пл}	0,001	0,001	0,1	0,2
P _{цех}	0,1390	0,0098	15,6	2
C _{цех}	0,8901	0,4854	100	100

6.7 Расчет необходимый для выявления показателей экономической эффективности проектируемого и базового вариантов:

$$Z_{\text{общ.}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}, \quad (49)$$

$$Z_{\text{общ.пр.}} = 0,4854 + 0,33 \cdot 0,61 = 0,6867 \text{ рублей.}$$

$$Z_{\text{общ.баз.}} = 0,5104 + 0,33 \cdot 0,74 = 1,3224 \text{ рублей.}$$

где $E_{\text{н}}$ – коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений.

Расчет необходимый для выявления годового экономического эффекта

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = (Z_{\text{общ.баз.}} - Z_{\text{общ.пр.}}) \cdot N_{\Gamma}, \quad (50)$$

$$\mathcal{E}_r = (1,3224 - 0,6867) \cdot 800000 = 508560 \text{ рублей.}$$

$$P_{\text{Пож.}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр.}}) \cdot N_r, \quad (51)$$

$$P_{\text{Пож}} = (0,8901 - 0,4854) \cdot 800000 = 323760 \text{ рублей.}$$

где $C_{\text{цех}}^{\text{баз}}, C_{\text{цех}}^{\text{пр.}}$ – общепроизводственная себестоимость изготовления штучной детали, соответственно по базовому и проектному вариантам.

Расчет необходимый для выявления срока окупаемости

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{общ}}}{P_{\text{Рож}}} (\text{лет}); \quad (52)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = 492469,7 / 323760 = 1,5 \text{ года.}$$

Общие капитальные вложения, необходимые для приобретения оборудования, штамповой оснастки, инструмента; $K_{\text{общ}}$

Результатом изменения проектной технологии изготовления детали «Уголок оконный» себестоимость понизилась на 0,41 рубль от ее начальной стоимости.

Годовой экономический эффект составляет 508560 рублей, срок окупаемости оборудования составляет полтора года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1) Проведен разбор базовой технологии изготовления изделия, обнаружены недостатки.
- 2) Установлены размеры проектной заготовки, посчитан коэффициент использования металла, установлены энергосиловые параметры на каждую операцию проектной технологии.
- 3) Разработан технологический процесс и проектный вариант штамповой оснастки для изготовления изделия «Уголок оконный» с задействованием средств автоматизации проектирования Siemens PLM Software NX 9.0.
- 4) Выбрано требуемое технологическое оборудование и средства автоматизации, приведена техническая характеристика.
- 5) В штамповой оснастке были установлены точные размеры рабочих частей, взяты способы термообработки деталей штамповки материалы.
- 6) Установлены мероприятия по охране труда.
- 7) В экономической части рассчитана себестоимость производства детали «Уголок оконный». Установлен размер капиталовложений для её производства по технологии базового и проектного варианта, сделано сравнение двух вариантов. Рассчитан экономический эффект от внедрения проектной технологии изготовления детали «Уголок оконный» себестоимость понизилась на 0,41 рубля. Срок окупаемости составил полтора года.

На основе всех сделанных расчетов и их обоснований можно сделать вывод, что цель бакалаврской работы достигнута.

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. 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
3. 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
4. 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.
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. 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. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно–штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
8. Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс–форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.

9. 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
10. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.: ил.
11. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
12. Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
13. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973. – 408 с.
14. Огаджанян О. И. Конструкции деталей и узлов кривошипных пресов [Электронный ресурс]: метод. разработка к выполнению самостоят. работ, практ. занятий и курс. работы по дисциплинам «Кузнечно-штампов. оборудование» и «Расчет и конструирование КШО» / О. И. Огаджанян; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2013. - 34 с: ил.
15. 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.
16. Почекуев Е.Н. Проектирование в Siemens NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой: электронное учеб. – метод. пособие / Е.Н. Почекуев, П.А. Путеев, П.Н. Шенбергер. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск.
17. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 568 с.
18. Руководство пользователя UGS NX v 7.5, 2010.
19. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.

20. Скрипачев А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеевко. – Тольятти: ТолПИ, 1992.

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

22. 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.

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

24. Якуничев Е.В. Технология холодной штамповки. Сборник задач. – Тольятти: ТолПИ, 1991.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
А0			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.000		2	
<u>Детали</u>						
1			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.001	Нож	2	
2			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.002	Ловитель	2	
3			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.003	Направляющая планка	2	
4			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.004	Плита верхняя	1	
5			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.005	Плита нижняя	1	
6			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.006	Плита подкладная пуансонов	1	
7			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.007	Плита держателей пуансонов	1	
8			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.008	Плита держателей матриц	1	
9			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.009	Плита подкладная матриц	1	
10			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.010	Плита прижима	1	
11			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.011	Выталкиватель	3	
12			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.012	Отлипатель	2	
13			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.013	Пуансон	1	
14			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.014	Пуансон	1	
15			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.015	Пуансон	4	
16			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.016	Пуансон	1	
17			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.017	Матрица	1	
18			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.018	Матрица	1	
19			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.019	Матрица	4	
20			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.020	Матрица	1	
21			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.021	Направляющий ролик	4	
			17.БР.СОМДyРП.589.61.00.000			
Изм	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		
Разр. ад.		Гончаренко Д.В.			Лист	Лист
Проект.		Путеев П.А.			1	2
Исполн.		Виткалов В.Г.			ТГУ ИМ	
Чт. б.		Ельцова В.В.			гр. МС83-1231	

**Штамп последовательной
штамповки**

Фигурный Знак	Илл.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			<i>Стандартные изделия</i>		
	22		<i>Винт М16</i>	8	
	23		<i>Винт М6 х 1,25-6д х 30</i>	22	
			<i>40Х.01 ГОСТ 11738-84</i>		
	24		<i>Винт М8 х 1,25-6д х 15</i>	8	
			<i>40Х.01 ГОСТ 11738-84</i>		
	25		<i>Винт М8 х 1,25-6д х 25</i>	4	
			<i>40Х.01 ГОСТ 11738-84</i>		
	26		<i>Винт М8 х 1,25-6д х 35</i>	8	
			<i>40Х.01 ГОСТ 11738-84</i>		
	27		<i>Винт М12 х 1,25-6д х 70</i>	36	
			<i>40Х.01 ГОСТ 11738-84</i>		
	28		<i>Винт М12 х 1,25-6д х 120</i>	4	
			<i>40Х.01 ГОСТ 11738-84</i>		
	29		<i>Колонки направляющие</i>	4	
			<i>СТП 37.101.9600-84</i>		
	30		<i>Ограничитель $\phi 45 \times 123,9$</i>	4	
			<i>СТП 37.101.0799-84</i>		
	31		<i>Пакет пружин</i>	6	
	32		<i>Скоба 100х80</i>	4	
	33		<i>Втулки направляющие</i>	8	
			<i>СТП 37.101.0712-86</i>		
	34		<i>Штифт 6п6 х 35</i>	10	
			<i>СТП 37.101.1801-82</i>		
	35		<i>Штифт 8п6 х 25</i>	8	
			<i>СТП 37.101.1801-82</i>		
	36		<i>Штифт 8п6 х 35</i>	4	
			<i>СТП 37.101.1801-82</i>		
	37		<i>Штифт 10п6 х 70</i>	14	
			<i>СТП 37.101.1801-82</i>		

17.БР.СОМДурР.589.61.00.000

Лист

2

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Копиредол

Формат А4

