

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 «Перфорированная труба»

Студент	<u>Е. Е. Шерстюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>Е. Л. Смолин</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>И. В. Дерябин</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Н. В. Яценко</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>И. В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>В. Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Зав. кафедрой д-р.техн.наук, проф. 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
Зав.кафедрой «СОМДиРП»

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент: Шерстюк Ефим Евгеньевич

1.Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Перфорированная труба»

2.Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017.

3.Исходные данные к выпускной квалификационной работе: «Перфорированная труба»

4.Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов):1.Состояние вопроса, 2.Разработка технологического процесса изготовления детали, 3.Выбор оборудования и средств автоматизации, 4.Разработка конструкции штамповой оснастки, 5.Применение CAD/CAM технологий при изготовлении штамповой оснастки, 6.Безопасность и экологичность проекта, 7.Экономическая часть.

5.Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Презентационные материалы, штамповая оснастка.

6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта (И. В. Дерябин). 2.Экономика (И.В. Краснопевцева) 3.Нормоконтроль (В.Г.Виткалов)

7. Дата выдачи задания « ____ » _____ 20__ г.

Заказчик

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной
квалифицированной работы

(подпись)

Е. Л. Смолин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Е. Е. Шерстюк

(И.О. Фамилия)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тольяттинский государственный университет»

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Студент: Шерстюк Ефим Евгеньевич
по теме: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления
детали «Перфорированная труба»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка выполнении	Подпись руководителя
1. Состояние вопроса	07.05.17	09.05.17	выполнено	
2. Разработка технологического процесса изготовления детали	09.05.17	11.05.17	выполнено	
3. Выбор оборудования и средств автоматизации	13.05.17	16.05.17	выполнено	
4. Разработка конструкции штамповой оснастки	17.05.17	20.05.17	выполнено	
5. Применение CAD/CAM технологий при изготовлении штамповой оснастки	21.05.17	25.05.17	выполнено	
6. Безопасность и экологичность проекта	27.05.17	30.05.17	выполнено	
7. Экономическая часть	01.06.17	04.06.17	выполнено	
8. Выполнение чертежей по технологичности	06.06.17	11.06.17	выполнено	
9. Выполнение чертежей штампа	13.06.17	17.06.17	выполнено	
10. Подготовка к защите	20.06.17 – 29.06.17		выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Е. Л. Смолин

Е. Е. Шерстюк

Задание принял к исполнению

ABSTRACT

In this work a technological process has been developed and a die tool has been designed for “Perforated pipe” production.

As a result of technological process analysis for the “Perforated pipe” part production, a number of shortcomings were identified. They include large economic costs of part production, high labor intensity, unsafe working conditions, etc. It was decided to transfer the technological process to other equipment and to adjust the previously available technological process. The technological part of the work comprises the part manufacturability testing, determining the shape and dimensions of the initial billet and the metal utilization factor, as well as calculating the energy-power characteristics for design technology operations. Further in the work the choice of required technological equipment was made and its technical characteristics were given.

According to the die tool, the executive dimensions of die working parts were determined. In addition, materials and methods for heat treatment of die parts were chosen. The work outlines labor protection measures. In the economic part, the cost of manufacturing the “Perforated pipe” part was calculated, the amount of capital investment for its production according to the basic and design technologies was determined and their comparison was made.

АННОТАЦИЯ

В данной ВКР изготовлен технологический процесс и рассчитана штамповочная оснастка для изготовления детали «Труба перфорированная».

В результате анализа технологического процесса производства детали «Труба перфорированная» был показан ряд недостатков, т. к., большие экономические затраты на производственные детали, высокая трудоемкость, небезопасные условия труда и пр. Было решено перевести технологический процесс на иное оборудование и скорректировать ранее имеющийся технологический процесс. В технологической части работы была выполнена проверка детали на технологичность, определены форма и размер исходной заготовки, коэффициент использования металла, а также показаны энергосиловые параметры по операциям проектной технологии. После в работе был показан выбор требуемого технологического оборудования и показаны его технические характеристики.

По штамповой оснастке рассчитаны исполнительные размеры рабочих частей штампа, выбраны материалы и способы термообработки деталей штампов. В работе изложены мероприятия по охране труда. В экономической части показана себестоимость изготовления детали «Труба перфорированная», показаны размеры капиталовложений для ее производства по базовой и проектной технологиям, произведено их сравнение.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	11
1 АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	13
1.1 Служебное назначение и конструкция детали	13
1.2 Анализ технологичности детали – перфорированная труба	14
1.3 Существующая технология изготовления детали	16
1.4 Анализ базового технологического процесса и его недостатки	17
1.5 Задачи дипломного проекта	18
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	19
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса	19
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки	21
2.3 Проектирование рационального раскроя, определение коэффициента использования металла	22
2.3 Определение энергосиловых параметров штамповки	24
3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	29
3.1 Выбор типоразмера и основные характеристики оборудования	29
3.2 Выбор средств автоматизации	32
3.3 Описание состава автоматической линии	33
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЧНОЙ ОСНАСТКИ	35
4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки	35
4.2 Прочностные расчеты деталей штампа и выбор материала для их изготовления	36
4.2.1 Расчет опорной поверхности пуансона на смятие	36
4.2.2 Расчет пуансона на сжатия	37
4.2.3 Материал для изготовления деталей штампа	38
4.2.4 Определение числа и расположения упругих элементов	39
4.2.5 Определение центра давления штампа	39
4.2.6 Определение исполнительных размеров инструмента	40
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО	41

5.1	Технологическая характеристика объекта	41
5.2	Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	42
5.3	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	43
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	45
5.5	Технические средства обеспечения пожарной безопасности	46
5.6	Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	47
5.7	Идентификация экологических факторов технического объекта	48
5.8	Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду	49
6	ПРИМЕНЕНИЕ САД/САМТЕХНОЛОГИЙ В ОМД	51
6.1	Описание цели, проблемы и схемы решаемой задачи	51
6.2	Построение геометрии необходимой для выполнения расчета	52
6.3	Проведение численного моделирования	54
7	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	61
7.1	Сравнительный анализ технологических вариантов	61
7.2	Калькуляция на штамповую оснастку	62
7.3	Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки	63
7.4	Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки	65
7.5	Расчет капитальных вложений	66
7.6	Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали	68
7.7	Структура себестоимости	70
7.8	Экономическая эффективность	71
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	74
	ПРИЛОЖЕНИЕ	76

ВВЕДЕНИЕ

«Обработка металлов давлением это один из наиболее определяющихся технологических методов производства; в технологическом и экономическом отношении ОМД имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами обработки металлов[1]».

В технологическом отношении ОМД позволяет:

- получают детали сложной формы, изготовление которой невозможно, или затруднено;
- производить прочные и жесткие, но легкие конструкции деталей при небольшом расходе материала;
- получают взаимозаменяемые детали с достаточно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки;

В экономическом отношении ОМД обладает следующими преимуществами:

- экономное использование материала и сравнительно небольшими отходами;
- высокой производительностью оборудования, с применением механизации автоматизации технологических процессов;
- массовым выпуском и низкой стоимостью изделий.

Наибольшая эффективность от применения ОМД происходит при комплексном решении технологических вопросов на всех этапах подготовки производства.

Штамповка деталей путем выполнения нескольких отдельных операций чаще всего невыгодна, поэтому применяют методы комбинированной штамповки, одновременно две и более операций.

Последовательная штамповка объединяет несколько различных операций (переходов), осуществляемых последовательно отдельным инструментом за несколько ходов пресса при перемещении заготовки между ними.

При совмещенной штамповке одновременно выполняется несколько операций за один ход пресса и за одну установку заготовки в штампе.

Таким образом, разработка технологических процессов листовой и объемной штамповки очень важна.

В данной работе проведена разработка технологического процесса изготовления детали «Труба перфорированная», проведены экономические расчеты, проведен анализ безопасности и экологичности проекта.

Целью данной ВКР является снижение себестоимости изготовления детали за счет внедрения комплексной автоматизации всего производственного цикла.

1 АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Служебное назначение и конструкция детали

Деталь «Перфорированная труба» представляет собой полое тело вращения. Перфорированные трубы, произведенные из нержавеющей стали, используют различные промышленные отрасли. Перфорация труб - это пробивка отверстий с соблюдением точной последовательности. Используется стальная перфорированная труба для производства элементов фильтров, в системах шумопоглощения, в выхлопных системах (машиностроение). Из них изготавливают витрины, различные стеллажи и другие металлические конструкции, предназначенные для торговли и складов. Дренажный горизонтальный каркас - тоже результат использования перфорированных труб. Стальная перфорированная труба применяется в монтажных работах по строительству опалубок и ремонту фасадов (вентилируемых).

Масса детали составляет 3,24 кг. Габаритные размеры детали $\text{Ø}45,8 \times 165$ мм. Из конструктивных особенностей можно отметить наличие 42 сквозных отверстий $\text{Ø}8$ мм.

Специальные требования чертежа: допускается непровариваемые участки длиной не более 5 мм с обоих концов, калибровать концы труб: с правой стороны 45 мм, с левой 15 мм. Так как больше специальных требований на чертеже нет, то точность геометрической формы поверхностей и точность взаимного расположения поверхностей детали в пределах допусков на размеры. Поверхности выполнены по 14-му качеству с шероховатостью $Ra=6,3$ мкм, на концах трубы калибруется до шероховатости $Ra1,2$.

Соответственно служебному назначению исполнительными поверхностями втулки является наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 45,8_{-0,3}$. Основной конструкторской базой втулки является ось основного отверстия. Основной технологической базой при обработке является основное отверстие, относительно которого обрабатывается точность расположения остальных поверхностей.

В качестве материала для изготовления детали перфорированная труба используется лента холоднокатаная из коррозионно-стойкой и жаростойкой стали 08X18T1 ГОСТ 4986-79. Применение стали 08X18T1: трубы, детали печной арматуры, теплообменники, муфели, реторты, патрубки, коллекторы выхлопных систем, электроды искровых зажи гательных свечей, сварные аппараты и сосуды химического машиностроения, работающие при температуре от -196 до 600 °С в средах средней активности; сталь аустенитного класса [5].

1.2 Анализ технологичности детали – перфорированная труба

Под технологичностью конструкции изделия понимается совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условий изготовления, эксплуатации и ремонта.

Обработка конструкции на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям, направлена на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества. Виды и показатели технологичности приведены в ГОСТ 18831-73, а правила отработки конструкции изделия и перечень обязательных

показателей технологичности в ГОСТ 14.201-73. Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественной и количественной. Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя и допускается на всех стадиях проектирования как предварительная. Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается числовым показателем и рациональна в том случае, если эти показатели существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Качественная оценка технологичности конструкции детали [2]:

— технологический контроль чертежа детали «труба перфарированная» дает полное представление о ее конструкции. На чертеже проставлены размеры с допусками и шероховатостью необходимыми для изготовления детали;

— заготовкой для перфарированной трубы служит штамповка, получаемая на горизонтально-ковачной машине из стали 08X18T1 ГОСТ 4986-79. Для данной заготовки необходимо разработать специальный штамп;

— деталь имеет удобные и надежные технологические базы в процессе обработки;

— предусмотрена возможность непосредственного измерения большинства заданных на чертеже размеров;

— деталь по форме средней сложности;

— жесткость детали:

1.3 Существующая технология изготовления детали

Технологический процесс изготовления детали «Труба перфорированная передняя» включает в себя шесть операций, схема техпроцесса показана на рисунке 1:

- на первой операции вырубают заготовку из ленты на гальотинных ножницах. Толщина материала 1,5 мм, ширина ленты 175 мм.
- На второй операции осуществляется отрезка и пробивка 18 отверстий на штамповочном прессе Каматцу 200;
- На третьей операции производится пробивка 24 отверстий штамповочном прессе Каматцу 200;
- На четвертой операции происходит предварительная гибка на угол $50^{\circ}14'$ на прессе Сасс 100;

- На пятой производится U-образная гибка листа радиусами R20,5 мм и шириной 42,8 мм на прессе Сасс 100;
- На шестой операции лист свертывают в трубу диаметром 42,8 мм на прессе К2028 63;

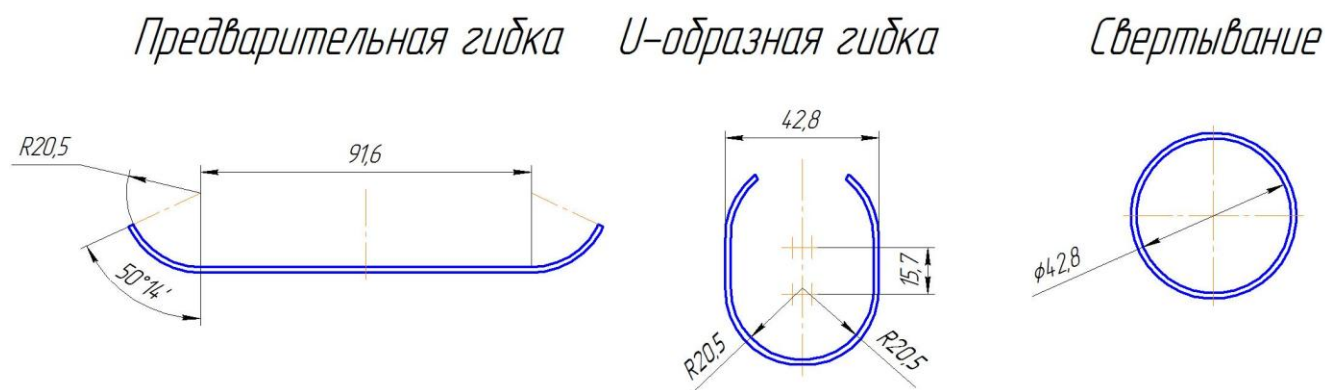


Рисунок 1 – Базовый техпроцесс

1.4 Анализ базового технологического процесса и его недостатки

Анализируя вышеуказанный техпроцесс можно сделать вывод, что он имеет ряд недостатков.

Главным недостатком существующего техпроцесса являются значительные затраты времени. Это можно связать с тем, что все операции осуществляются на одиночных прессах, что приводит к необходимости транспортировки заготовок между операциями, дополнительное время на установку заготовок в штампы и тд.

Так же можно отметить, что использование одиночных штампов приводит к вовлечению большого числа рабочих, дополнительным энергозатратам и прочим цеховым расходам.

Еще один недостаток – это невысокая точность, так как заготовку рабочий может сместить при укладке в штамп, что может привести к браку.

Недостатком является и то, что выполнение последней штамповочной операции требует укладки в двух заготовок в штамп отдельно друг от друга.

1.5 Задачи ВКР

Задачами ВКР являются:

- разработать более прогрессивную схему технологического процесса получения перфорированной трубы, определение формы и размеров заготовки, проектирования рационального раскроя, определения коэффициента использования металла.
- выбор типа, расчет основных параметров, определение основных технических характеристик; выбор средств механизации или автоматизации;
- выбрать состав и конструкцию штамповочной оснастки, описать работу штамповочной оснастки, рассчитать на прочность детали штампа, определить число и расположение упругих элементов, центра давления штампа, исполнительных размеров инструмента.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Разработанный прогрессивный технологический процесс состоит из одной операции и 7 переходов на штамповочном комплексе БВК-250 (рисунок 2).

Первый переход: Пробивка паза между контурами будущих деталей, пробивка 18 отверстий диаметром 8,1 мм каждый;

Второй переход: обрезка ленты по ширине

Третий переход: пробивка 24 отверстий диаметром 8,1 мм каждое;

Четвертый переход: гибка на угол 65° ;

Пятый переход: гибка на угол 150° ;

Шестой переход: гибка заготовки в готовое изделие – трубу;

Седьмой переход: отрезка готовой детали, которая отделяется от ленты, поступает в тару по транспортеру.

В проектируемом техпроцессе предложено использовать автоматическую линию к прессу, благодаря этому произойдет снижение количество рабочих, производственных затрат, уменьшатся занимаемые оборудованием площади, повысится точность, произойдет снижение трудоемкости.

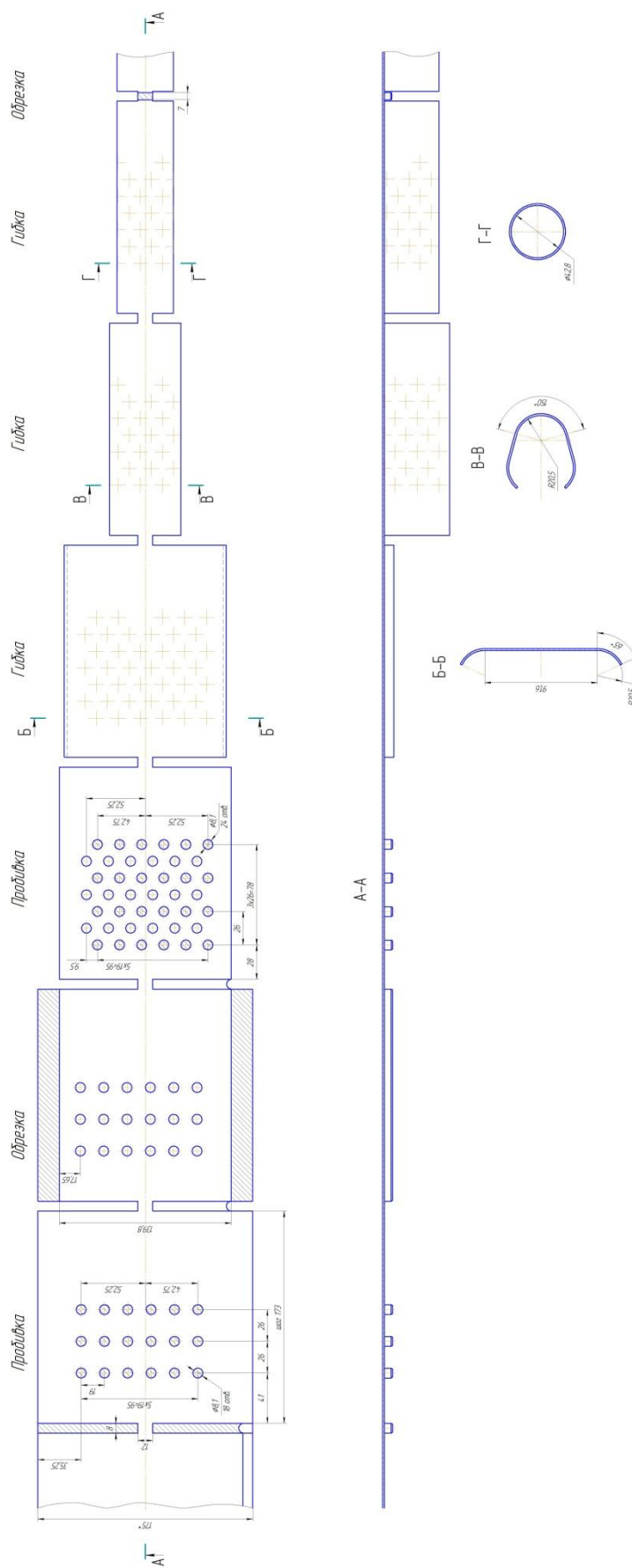


Рисунок 2 – Проектируемый техпроцесс

2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

Для массового производства большое значение имеет точное определение размеров и форм заготовки, определим данные характеристики, рассмотрим сечение по оси У (Рисунок 3).

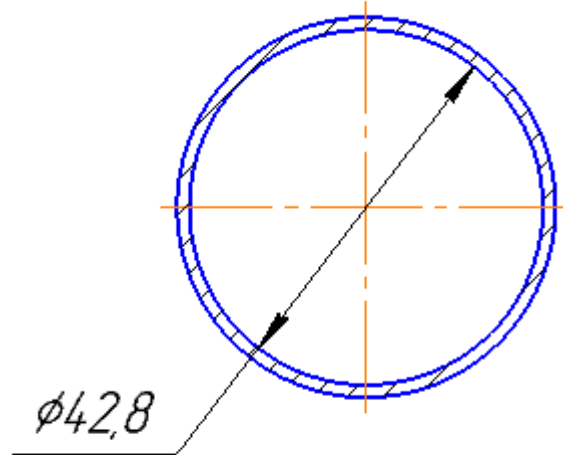


Рисунок 3 – Сечение перфорированной трубы

Длина окружности в данном случае будет равна

$$L = \pi D = 3,14 \cdot 42,8 = 134,4 \text{ мм.} \quad (5)$$

Для обеспечения наиболее экономичного варианта получения раскроя необходимо правильно выбрать величину перемычек. Базовое назначение перемычек – компенсировать погрешность подачи материала и фиксации его в штампе для того, чтобы обеспечить полную вырезку по всему контуру и не допустить получения деталей с браком. Так же необходимо, чтобы перемычка была достаточно жесткая и прочная для надежной подачи материала [3].

Перемычку расположим таким образом, чтобы внутри была возможность расположить отверстие подловитель ($L_3=25,6$ мм). Далее назначим перемычку по контуру детали в зависимости от толщины материала ($L_4=5$ мм). С целью компенсации возможных дефектов назначается перемычка $L_5=5$ мм.

Вычисляется ширина ленты

$$L=5+5+134,4+25,6+5=175 \text{ мм.} \quad (6)$$

Шаг перемещения ленты между двумя соседними заготовками будет равняться 173 мм.

Размеры заготовки показаны на рисунке 4.

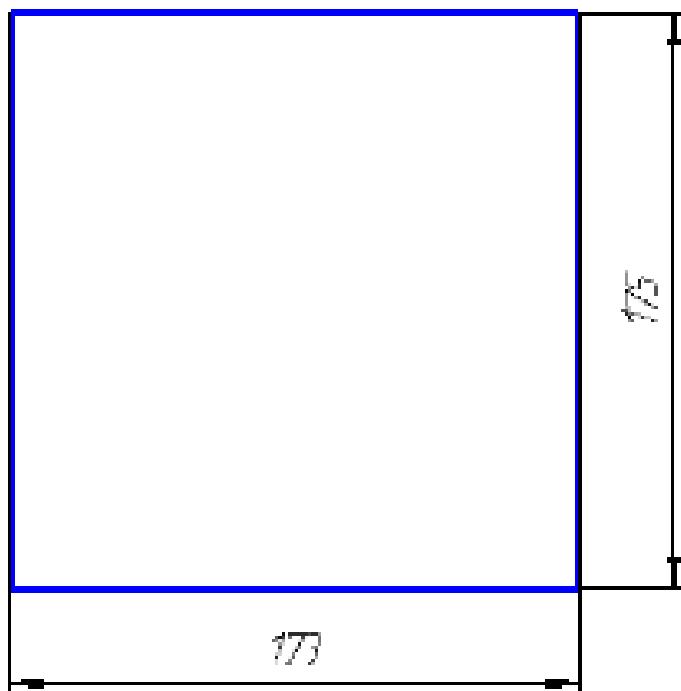


Рисунок 4 – Размеры заготовки

2.3 Проектирование рационального раскроя, определение коэффициента использования металла

Экономия металла и уменьшение отходов в холодной листовой штамповке имеет весьма важное значение.

Экономия металла достигается следующими средствами:

- наиболее целесообразным раскроем листов на штучные заготовки или полос с наименьшими отходами;

- наиболее экономным раскромом полос и расположением вырезаемых деталей на полосе;
- уменьшением потерь металла на перемычки;
- применением безотходного и малоотходного раскромья;
- использованием отходов для изготовления других деталей.

Различные способы раскромья полосового материала по экономичности и величине технологических отходов могут быть разделены на 3 вида:

- раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму;
- малоотходный раскрой, когда вырезается или отрезается только часть контура детали, а в отход идет или перемычка между двумя вырезками, или только боковая перемычка;
- безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается путем прямолинейной или криволинейной отрезки без образования перемычек[6].

Применяемые на практике главнейшие способы раскромья могут быть также классифицированы по способу расположения вырезаемых деталей на полосе в соответствии с конфигурацией детали и сведены к основным типам.

Исходный материал: лента 1,5-08X18T1 ГОСТ 4986-79, ширина ленты 175 мм, шаг 173 мм.

Оценку экономичности того или иного типа раскромья следует производить посредством коэффициента использования металла [10]

$$\eta = F_d / (B \cdot t), \quad (7)$$

где F_d – площадь вырубленной заготовки;

B – ширина ленты;

t – шаг подачи

$\eta = 23728,98 / 173 \cdot 175 = 0,78$, таким образом 78% металла используется для получения детали.

2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки

Для каждого перехода в процессе получения готовой детали определяются энергосиловые параметры.

Первый переход:

Усилие для пробивки 18 отверстий в заготовке[10]

$$P=L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k \quad (8)$$

где $k=0,4$ – коэффициент запаса;

L – длина вырубаемого контура;

$\sigma_{\text{ср}} = 25 \text{ кгс/мм}^2$ – сопротивление срезу

Тогда

$$P_1=18 \cdot (134,4 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 0,4)=36,29 \text{ кН.}$$

Усилия для вырезки паза

$$P_2=1304 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 0,4=19,5 \text{ кН.}$$

Суммарное усилия на переходах

$$P=36,29+19,56=55,85 \text{ кН.}$$

Усилие необходимое для снятия детали с пуансона

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

Где $k_{\text{сн}}=0,1$ – коэффициент зависящий от типа штампа и толщины металла

$$P_{\text{сн}}=0,1 \cdot 55,85=5,59 \text{ кН.}$$

Находится усилие, для проталкивания детали через матрицу[10]

$$P_{\text{пр}}=k_{\text{пр}} \cdot P, \quad (10)$$

где $k_{пр}=0,07$ – коэффициент, учитывающий соотношение P и $P_{пр}$

$$P_{пр}=0,07 \cdot 55,85=3,9 \text{ кН.}$$

Общее усилие на переходе

$$P_{общ}=P+P_{сн}+P_{пр}, \quad (11)$$

$$P_{общ}=55,85+5,59+3,9=65,34 \text{ кН.}$$

Работа резания при пробивке [10]

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

где $x=0,6$ – коэффициент, зависящий от соотношения $P_{ср}/P$

$$A=0,6 \cdot 55,85 \cdot 1,5/1000=50,3 \text{ кДж.}$$

Второй переход:

Усилие, необходимое для подрезки ленты по ширине, находится по формуле 8

$$2P=2 \cdot (381,2 \cdot 0,4 \cdot 1,5 \cdot 25)=11,43 \text{ кН.}$$

Усилие необходимое для снятия детали с пуансона находится по формуле 9

$$P_{сн}=0,1 \cdot 11,43=1,14 \text{ кН.}$$

Усилие, проталкивающее детали через матрицу находится по формуле 10

$$P_{пр}=0,07 \cdot 11,46=0,8 \text{ кН.}$$

Общее усилие на переходе находится по формуле 11

$$P_{\text{Общ}}=11,43+1,14+0,8=13,37 \text{ кН.}$$

Работа резания при пробивке находится по формуле 12

$$A=0,6 \cdot 11,46 \cdot 1,5/1000=10,31 \text{ кДж.}$$

Третий переход:

Усилие, необходимое для пробивки 24 отверстий, находится по формуле 8

$$P=24 \cdot (134,4 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 0,4)=48,38 \text{ кН.}$$

Усилие необходимое для снятия детали с пуансона находится по формуле 9

$$P_{\text{СН}}=0,1 \cdot 48,38=4,84 \text{ кН.}$$

Усилие, проталкивающее детали через матрицу находится по формуле 10

$$P_{\text{пр}}=0,07 \cdot 48,38=3,39 \text{ кН.}$$

Общее усилие на переходе находится по формуле 11

$$P_{\text{Общ}}=48,38+4,84+3,39=56,25 \text{ кН.}$$

Работа резания при пробивке находится по формуле 12

$$A=0,6 \cdot 48,38 \cdot 1,5/1000=43,54 \text{ кДж.}$$

Четвертый переход:

Усилие, необходимое первой гибки [10]

$$P=1,25 \cdot h \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k \tag{13}$$

где $k=0,18$ – коэффициент запаса;

$\sigma_{cp} = 30$ кгс/мм² – сопротивление срезу

h – длина загибаемых полок

$$P=1,25 \cdot 48,2 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,18=0,49 \text{ кН.}$$

Работа при гибке

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

$$A=0,6 \cdot 0,49 \cdot 48,2=14,17 \text{ кДж.}$$

Пятый переход:

Усилие, необходимое второй гибки находится по формуле 13

$$P=1,25 \cdot 126,46 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,18=1,28 \text{ кН.}$$

Работа при гибке находится по формуле 14

$$A=0,6 \cdot 1,28 \cdot 126,46=97 \text{ кДж.}$$

Шестой переход:

Усилие, необходимое третьей гибки находится по формуле 13

$$P=1,25 \cdot 134,39 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,18=1,36 \text{ кН.}$$

Работа при гибке находится по формуле 14

$$A=0,6 \cdot 1,36 \cdot 134,39=109,7 \text{ кДж.}$$

Седьмой переход:

Усилие, необходимое отрубки готового изделия, находится по формуле 8

$$P=34 \cdot 0,4 \cdot 1,5 \cdot 25=0,51 \text{ кН.}$$

Усилие необходимое для снятия детали с пуансона находится по формуле
9

$$P_{CH}=0,1 \cdot 0,51=0,5 \text{ кН.}$$

Усилие, проталкивающее детали через матрицу находится по формуле 10

$$P_{пр}=0,7 \cdot 0,51=0,4 \text{ кН.}$$

Общее усилие на переходе находится по формуле 11

$$P_{ОБЩ}=0,51+0,5+0,04=0,6 \text{ кН.}$$

Работа резания при пробивке находится по формуле 12

$$A=0,6 \cdot 0,51 \cdot 1,5=0,5 \text{ кДж.}$$

Суммарное усилие на всех переходах

$$P_{\Sigma}=55,85+13,37+56,25+0,49+1,28+1,36+0,51=1,09 \text{ МН.}$$

Суммарная работа на всех переходах

$$A_{\Sigma}=50,3+10,31+43,54+14,17+97+109,7+0,5=325,4 \text{ кДж.}$$

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

После того как усилия были определены на каждом переходе операции штамповки, следующим этапом будет выбор оборудования для осуществления технологического процесса, а так же средства автоматизации для нового технологического процесса.

3.1 Выбор типоразмера и основные характеристики оборудования

При выборе пресса, должны выполняться следующие условия:

- мощность и номинальное усилие пресса должны быть достаточными для каждой операции штамповки;
- достаточная жесткость пресса
- закрытая высота пресса должна быть равна или больше закрытой высоты штампа
- размеры стола должны соответствовать размерам штампа
- число ходов пресса, обеспечивающие хорошую производительность
- обеспечение техники безопасности [9]

Подбирается оборудование, исходя из расчетного полного усилия

$$P = P_{\Sigma} \cdot K, \quad (15)$$

где P_{Σ} - технологическое усилие;

$K=1,5$ – коэффициент запаса,

$$P = 1,09 \cdot 1,25 = 1,36 \text{ МН.}$$

Следовательно для изготовления детали «Труба перфорированная» будет применяться штамповочный комплекс БВК-250, который является наиболее подходящим по многим условиям, перечисленных выше.

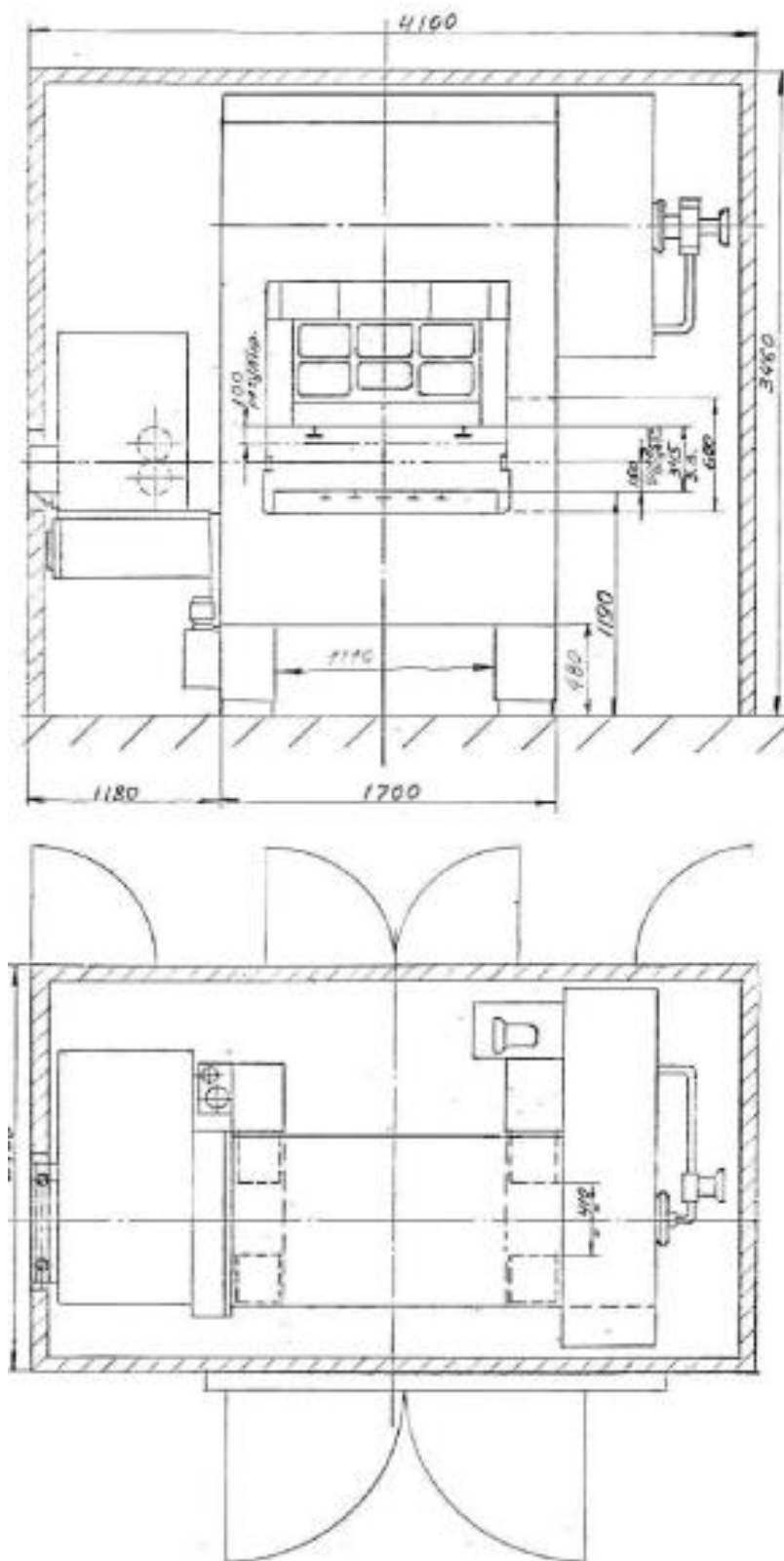


Рисунок 5 – Штамповочный комплекс БВК-250

Технические характеристики штамповочного комплекса БВК-250:

Усилие прессы, МН	1,50
Число ходов регулируемое, ход/мин	30 – 150
Регулировка ползуна, мм	100
Закрытая высота, мм	345
Уровень подачи ленты, мм	150
Длина подачи ленты на шаг, мм	0...999,9
Точность подачи ленты, мм	±0,1
Размеры монтажной подштамповой плиты прессы (в плане) L×B, мм	1100 × 780
Размеры ползуна, мм	990×700
Расстояние между пазами на подштамповой плите и на ползуне, мм	150
Размеры пазов, мм	22,0
Усилие маркетной подушки, МН	0,10
Ход маркетной подушки, мм	50
Размеры рулонной стали, мм:	
Ширина рулона max.	370
Толщина ленты max.	5
Масса рулона max., кг	5000
Мощность главного электродвигателя, кВт	112
Питающее напряжение, В	380, 50 ГЦ
Потребляемое количество воздуха, л/мин	610
Давление сжатого воздуха, кгс/см ²	6,0
Занимаемая площадь, м ²	110

3.2 Выбор средств автоматизации

В условиях массового производства широко применяется автоматизация процессов штамповки. Этим обеспечивается рост производительности труда, снижаются трудоемкость и себестоимость аппаратов, повышаются качество и единообразие штампованных деталей, а также обеспечивается полная безопасность работы на прессах.

В электроаппаратном производстве наибольшее распространение имеют операции вырубки и отрезки заготовок или деталей, поэтому важным фактором автоматизации является применение материала в рулонах. Автоматизации холодной листовой штамповки развивается в следующих направлениях:

Применение штампов-автоматов, которые отличаются от обычных штампов тем, что в них встраиваются дополнительные устройства для автоматической подачи ленты, полосы или штучных заготовок.

Применение прессов-автоматов, отличающихся от обычных тем, что они предназначены только для автоматической штамповки и применяются в крупносерийном и массовом производствах.

Прессы-автоматы подразделяются на:

- вертикальные автоматические прессы с валковой, клещевой и револьверной подачей заготовок;
- горизонтальные автоматические прессы с бункерной подачей заготовок;
- многопозиционные прессы;
- прессы-автоматы с нижним приводом для перемещения матрицы[4]

Автоматизация обычных прессов осуществляется, во-первых, за счет модернизации, во-вторых, за счет оснащения их универсальными автоматическими подачами и устройствами для правки полос и лент. Наибольшее применение имеют валковая, крючковая и клещевая подачи ленточного и полосового материала.

В механизме валковой подачи лента из рулона, надетого на катушку, точность шага подачи может быть доведена до 0,2 мм. Другие автоматические

подачи, как и валковая, работают периодически и синхронно с валом прессы, в то время как пуансон штампа находится вне рабочей зоны. Для подачи отдельных заготовок и полуфабрикатов часто применяют специальные приемники (бункера 89 и магазины), откуда они особым механизмом подаются в штамп. Для удаления отштампованных мелких деталей часто применяют сжатый воздух, а для крупных — механические руки.

Из прессов, оснащенных автоматическими подающими устройствами, и из прессов-автоматов создаются автоматические линии для массового производства разных листовых деталей.

Автоматизация подъемно-транспортных операций:

- применение для межпрессового транспорта заготовок устройств: ленточных (прямолинейных), роторных (вращающихся), лотковых (наклонных) и др.;
- применение для удаления отходов подпольных ленточных и других транспортеров.

Применение автоматических линий. Поточные, в том числе и автоматические линии, производства холодноштампованных деталей могут состоять из ножниц для резки материала, прессов-автоматов, межоперационных транспортных устройств, иногда и другого дополнительного оборудования.

3.3 Описание состава автоматической линии

Для производства детали «Труба перфорированная» в проектируемом техпроцессе будет применяться штамповочный комплекс БВК-250. Материал детали – лента 1,5-08Х18Т1.

Автоматическая линия показана на рисунке 6. В состав линии входят: 1 – разматывающее устройство, 2 – датчик регулирования скорости разматывающего устройства, 3 – гидравлический подъемный стол разматывающего устройства, 4 – правильно-падающее устройство, 5 – устройство для компенсационной петли в виде рольганга, 6 – прижим ленты, 7

– падающее устройство, 8 – пресс, 9 – кожух для прессы, 10, 11 – магнитные транспортеры для удаления отходов и готовых деталей, 12 – пульт управления.

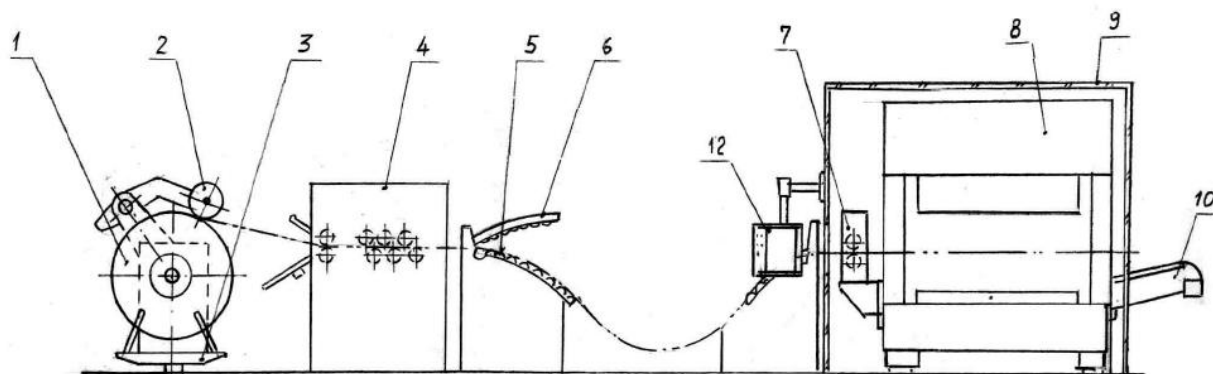


Рисунок 6 – Автоматическая линия

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЧНОЙ ОСНАСТКИ

4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

С целью снижения трудоемкости процессов штамповки, удешевления стоимости штамповочных деталей и автоматизации работ применяется комбинированная штамповка, при которой ряд простых операций выполняется в одном штампе последовательного действия.

В штампах последовательного действия переходы, необходимые для изготовления трубы перфорированной, размещаются последовательно в направлении подачи ленты, причем одновременно деформируется количество полуфабрикатов, равное количеству рабочих переходов, а каждый полуфабрикат получает деформацию, соответствующую определенному переходу. Из полосы отрезка готовой детали происходит на последнем переходе.

Для пробивки отверстий и вырезки в штамп включается несколько пар матриц и пуансонов, расположенные последовательно в направлении перемещения ленты. На последних переходах, где происходит гибка заготовки расположены пуансоны на верхней плите штампа и оправки на нижней плите. Вырезные и пробивные пуансоны закреплены в держателях, которые в свою очередь крепятся к плите с помощью винтов и позиционируются с помощью штифтов. На нижней плите крепятся держатели с матрицами. Для того чтобы снять полосу с пуансона имеется съемник в верхней половине штампа, приводимый в действие с помощью пружин, данный прижим крепится с помощью ограничительных втулок. Так же предусмотрены направляющие втулки и колонны в качестве направляющих элементов.

Для более точной ориентации ленты в верхней части штампа предусмотрены ловители, которые фиксируют полосу по технологическому отверстию, полученному на первом переходе.

Для повышения точности фиксации пуансонов относительно матриц на съемнике выполнена накладка, в отверстиях которой пуансоны направлены по скользящей посадке – Н7/н6.

Сцелью повышения ремонтпригодности штампа, пуансоны и матрицы в держателях располагаются по ходовой посадке.

Для повышения точности получения детали в штампе имеются направляющие ролики, с обеих сторон ленты.

Для контроля шага подачи ленты в штампе предусмотрен датчик контроля шага.

4.2 Прочностные расчеты деталей штампа и выбор материала для их изготовления

4.2.1 Расчет опорной поверхности пуансона на смятие

Так как деталь «Труба перфорированная» имеет двадцать четыре одинаковых отверстия диаметром 8,1 мм, то следовательно рассчитываться будет пуансоны для пробивки данного отверстия.

Сложность расчета пуансона на прочность заключается в том что, режущие кромки пуансона подвергаются резким циклическим нагрузкам, при одновременном действии изгибающего момента, что приводит к усталостным разрушениям режущей кромки.

Опорная поверхность пуансона воспринимаемые нагрузки передает на поверхность плиты над пуансоном, прочность которой в свою очередь должна быть достаточность для предотвращения вдавливания в нее поверхности пуансона.

Максимальное напряжение на опорной поверхности пуансона [10]

$$\sigma_{CM}=P/F, (15)$$

где P – усилие, необходимое для пробивки отверстия [10]

$$P=k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{CP}, (16)$$

где k – коэффициент запаса, $k=1,2$;

L – длина контура пуансона, $L=3,14 \cdot 8,1=25,4$ мм;

S – толщина лены;

σ_{CP} – сопротивление срезу, для стали 08X18T1, $\sigma_{CP}=41$ кг/мм² [1]

$$P=1,2 \cdot 25,4 \cdot 1,5 \cdot 41=1877 \text{ Н.}$$

Опорная поверхность головки пуансона

$$F=\pi \cdot d^2/4, \quad (17)$$

$$F=3,14 \cdot 25,1^2/4=494,6 \text{ мм}^2.$$

Тогда

$$\sigma_{CM}=1877/494,6=3,78 \text{ кг/мм}^2=37,8 \text{ МПа,}$$

что меньше $[\sigma_{CM}]=100$ МПа, следовательно никаких дополнительных мероприятий для упрочнения конструкции не требуется

4.2.2 Расчет пуансона на сжатия

Максимальная величина напряжений в опасном сечении

$$\sigma_{CЖ}=P/f, \quad (18)$$

где f – площадь рабочей части пуансона

$$f=3,14 \cdot 8,1^2/4=51,5 \text{ мм}^2.$$

Тогда

$$\sigma_{CЖ}=1877/51,5=36,4 \text{ кг/мм}^2=364 \text{ МПа.}$$

Полученное значение меньше допустимого $[\sigma_{сж}]=1600$ МПа, следовательно пуансон обладает достаточной прочностью.

4.2.3 Материал для изготовления деталей штампа

Материалы для изготовления деталей штампа выбираются, согласно рекомендациям справочника [3] и заносятся в таблицу 1.

Для матриц и пуансонов пробивных и вырубных штампов просты форм при штамповке легированной стали толщиной 1,5 мм подходят марки хромистой стали X12M и X12MФ.

Гибочные матрицы и пуансоны так же будут применяться хромистые стали X12M и X12M1, так как обладают повышенной износостойкостью на истирание.

Таблица 1 – Материалы для изготовления деталей штампа

Деталь штампа	Материал	Рекомендуемая твердость
Матрица	X12M1	HRC 52...62
Пуансон	X12M1	HRC 52...62
Держатель	Сталь 45	HB 241...285
Плита монтажная	Ст3пс	-
Подкладка	Сталь 40X	HRC 46...51
Прижим	Сталь 40X	HRC 46...51
Колонка направляющая	Сталь 45	HB 241...285
Втулка направляющая	Сталь 45	HB 241...285
Ловитель	Сталь 19ХГН	HRC 57...63
Скоба -ограничитель	Сталь 19ХГН	HRC 57...63
Толкатель	Сталь 45	HB 241...285

4.2.4 Определение числа и расположения упругих элементов

Пружины широко применяются в конструкции штампа, так, например, применяются для прижима штампуемого материала, для снятия материала с пуансона, для выталкивания отхода и готовых изделий из матрицы и т.д.

В основном применяются пружины круглого и квадратного сечения. Для проектируемого штампа пружина выполняет функцию: снятие и выталкивания полосы с пуансона.

Ранее было рассчитано требуемое усилие, создаваемое пружинами для снятия и выталкивания

$$P_{CH}=0,5кН=50 \text{ кгс.}$$

Согласно ГОСТ 18793-80 подбирается пружина для обеспечения заданного усилия

$$P=50 \text{ Н} - \text{усилие пружины};$$

$$H_0=87,4 \text{ мм} - \text{высота в свободном состоянии};$$

$$\Delta H=62 \text{ мм} - \text{высота сжатия пружины};$$

$$D=25 \text{ мм} - \text{наружный диаметр пружины};$$

$$d=5 \text{ мм} - \text{диаметр проволоки.}$$

Определяется количество пакетов пружин

$$N=500/50=10 \text{ пакетов.}$$

4.2.5 Определение центра давления штампа

Для правильной работы штампа необходимо так расположить вытяжной контур, чтобы центр давления совпадал с осью ползуна, иначе в штампе могут возникнуть несимметричные зазоры, перекосы, износ направляющих, что может привести даже к поломке штампа.

В нашем случае заготовка является практически симметричной относительно продольной оси. Контур на гибочных операциях тоже является симметричным, за ось симметрии принимается ось цилиндрической полости.

Совмещая ось симметрии гибочного перехода с осью штампа, можно увидеть что перекоса не возникает.

Следовательно, лист проката располагается симметрично относительно центра штампа, для этого в конструкции штампа предусмотрены ловители и датчик.

4.2.6 Определение исполнительных размеров инструмента

При пробивке пуансон является основной деталью штампа, так как он обеспечивает необходимую точность, по которому происходит контроль размеров пробиваемого отверстия. При вырубке основной деталью является матрица, так как данная операция обеспечивает необходимую точность, по данному размеру производится контроль размера детали. При расчете подсчет размеров ведут от основной детали [3].

Определяются исполнительные размеры пуансона для пробивки отверстия диаметром 8,1 мм

$$d_{\Pi}=(d+0)_{-\delta n}=(8,1+0)_{-0,01}=8,1_{-0,09}\text{мм.} \quad (19)$$

Радиус закругления и величина зазора влияют на основные элементы пробивки и вырубки. На основании экспериментальных данных на различных предприятиях величина зазора на вырубке и пробивки составляет $(0,05 \dots 0,08)S$

$$Z_{\Pi-M}=0,07 \cdot 1,5=0,105 \text{ мм.}$$

Согласно таблице 9 [1] для толщины листа 1,5 мм двусторонний зазор

$$Z_{\min}=0,1 \text{ мм; } Z_{\max}=0,16 \text{ мм.}$$

Размеры рабочих отверстий матрицы составят

$$d_M=(d_{\Pi}+Z_{\min})^{+\delta n}=(8,1+0,1)^{+0,015}=8,2^{+0,015} \text{ мм.} \quad (20)$$

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБЪЕКТА

5.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 2 - Технологический паспорт объекта[11]

Технологический процесс	Технологическая операция , вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Изготовление детали «Труба перфорированная»	Последовательная штамповка	Штамповщик	Последовательный штамп БВК-250	Сталь 08Х18Т1

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 3 – Идентификация профессиональных рисков[11]

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Работа последовательного штампа БВК-250	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
Работа линии автоматизации, осуществление штамповочных операций.	Физический-повышенный уровень шума	Работа прессы. Работа штампов. Штамповочные операции.
Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы	Психофизиологические воздействия	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочих зон, повышенный уровень шума и вибраций
Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химический-токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования, штамповой оснастки и заготовок.

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4 - Организационно технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов[11]

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники

Продолжение таблицы 4

<p>Психофизиологические воздействия</p>	<p>Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, двойная изоляция токоведущих частей, расположение токоведущих частей на недоступной высоте. Ограждения штамповочного пространства; с фронта пресса -фотоэлементы, останавливающие пресс в случае пересечение каким-либо предметам светового луча; с тыла-механическая решетка, переносной пульт включения муфты и тормоза пресса, расположенный на расстоянии 1,0-1,5 от пресса, кнопки аварийного останова на пульте управления загрузчиком для быстрой остановки всей линии</p>	<p>Спец.костюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы.</p>
<p>Токсическое воздействие</p>	<p>Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.</p>	<p>Респираторы, маски</p>

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5 – Идентификация классов и опасных факторов пожара[11]

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Автоматизированная линия пресса	Последовательный штамп БВК-250	В, Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

5.5 Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Таблица 6 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности[11]

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители	Пожарные автомобили и	Водяные установки систем пожаротушения	Дымовые датчики	Пожарные рукава	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (звуковые, речевые)
Песок	Пожарные мотопомпы	Газовые установки систем пожаротушения	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели "ВЫХОД"
Кошма	Приспособления спец. средства (тягачи, прицепы)	Порошковые установки систем Ошибка!	Приемно-контрольные приборы	Колонка пожарная	Защитные костюмы	Лопаты штыковые	Ручные пожарные извещатели

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

Таблица 7 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности[11]

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
стовая штамповка деталей	Обучение персонала требования ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения

5.7 Идентификация экологических факторов технического объекта

Таблица 8 - Идентификация экологических факторов технического объекта[11]

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и
Последовательная штамповка	Последовательный штамп БВК-250	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев	-

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

Таблица 9 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду[11]

Наименование технического объекта	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.

В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" приведена характеристика технологического изготовления детали «Труба перфорированная», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материалы (таблица 2).

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки детали. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень вибрации и шума, производственный травматизм, токсическое воздействие (таблица 3). Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно инструктаж по технике безопасности, применение средств автоматизации и механизации, смазка трущихся частей оборудования и штамповой оснастки, изменение в конструкции фундамента, виброизоляция, контроль концентрации токсических веществ и т.д. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 4).

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация классов пожара и опасных факторов пожара и разработка средств и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 6). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 7).

Идентифицированы технологические факторы (таблица 8) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 9).

6. ПРИМЕНЕНИЕ CAD/CAM ТЕХНОЛОГИЙ В ОМД

В наше время без компьютерных технологий проблематично изготавливать современную технику и изделия, требующие высокую точность. Во всем мире наблюдается рост компьютеризации в быту и производстве. Введение компьютерных технологий повышает производительность и эффективность труда. В последнее время заметно быстрое развитие систем (САПР). САПР в машиностроении применяется проведения технологической подготовке производства, конструктивных и технологических работ. С использованием систем САПР выполняются такие задачи как: разработка чертежей, трехмерное моделирование, составление технической документации и управляющих программ.

6.1 Описание цели, проблемы и схемы решаемой задачи.

В данной исследовательской работе рассмотрены технологические особенности изготовления изделия «защитного корпуса», а также исследование процесса моделирования листовой штамповки, с помощью программного продукта используемого для CAE-анализа, а именно LS-DYNA и LS-PREPOST. Его преимуществом является способность решить множество задач тесно связанных с листовой штамповкой:

- 1) Решение задач на проверку деформации, напряжений и т.д.
- 2) Возможность проверки на технологичность процесса при заданных условиях. В данном случае проверка вытяжки заданной детали.
- 3) Возможность анализа геометрии созданной в CAD системах
- 4) Возможность с достаточно большой точностью определить погрешности в изделии и инструменте

Холодная листовая штамповка является видом обработки металлов давлением, объединяющим несколько технологических процессов, осуществляемых холодной пластической деформацией при помощи различных

вариаций штампов, при помощи которых и проходит деформация материала и выполняющих требуемую операцию.

Холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов производства; она имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов, как в технологическом, так и в экономическом отношении.

В экономическом отношении она обладает следующими преимуществами:

- экономическим использованием материала и сравнительно небольшими отходами;
- весьма высокой производительностью оборудования, с применением механизации и автоматизации производственных процессов;
- массовым выпуском и низкой стоимостью изготавливаемых изделий.

Во время вытяжки деталей стоит вопрос о повышении качества изделия в сочетании с требуемыми свойствами. Что бы избежать лишних затрат на испытания был применён способ математического моделирования штамповки при помощи CAD/CAE программных продуктов NXSiemens⁹, LS-DYNA. Это позволяет не только избежать перерасхода бюджета, но и существенно снизить затраты на время потребовавшееся на проведение испытаний образцов и проектирования штамповой оснастки.

Математическое моделирование процессов при помощи LS-DYNA позволяет полностью автоматизировать процесс испытания штамповой оснастки.

6.2 Построение геометрии необходимой для выполнения расчета.
Для моделирования процесса, необходимо создать математические модели исполнительных частей штампа:

- прижим рисунок 6.1;

- пуансон рисунок 6.2;
- матрица рисунок 6.3.

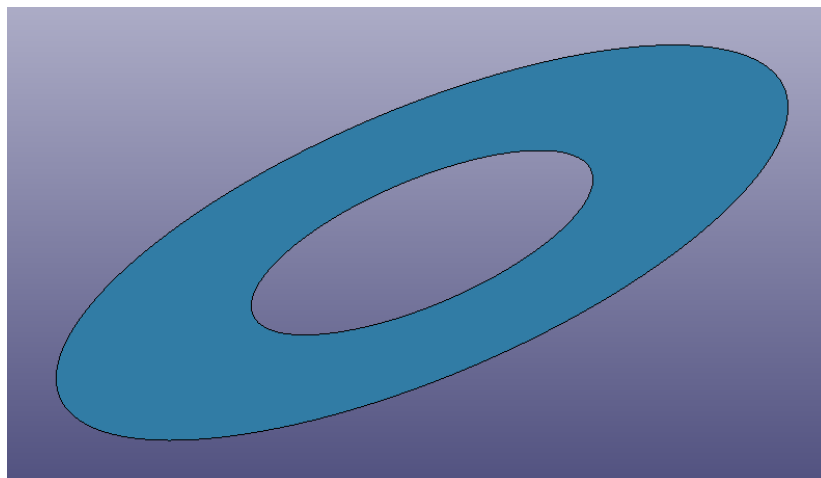


Рисунок 6.1 – Прижим.

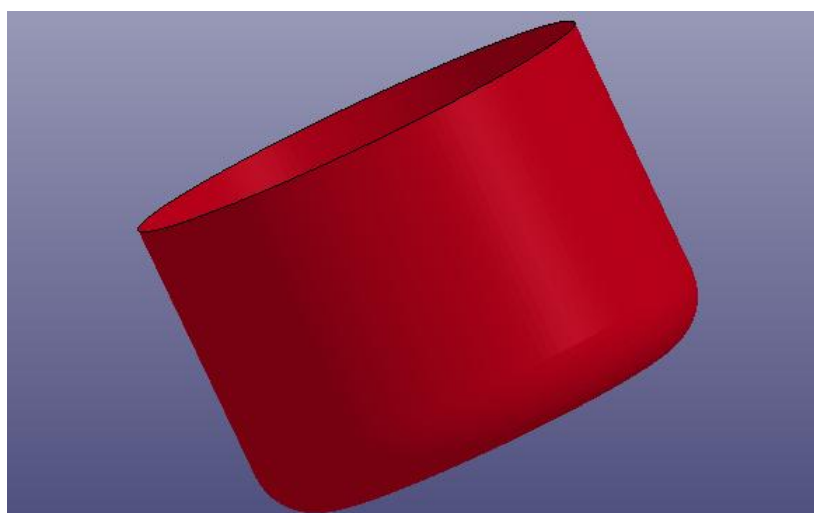


Рисунок 6.2 – пуансон.

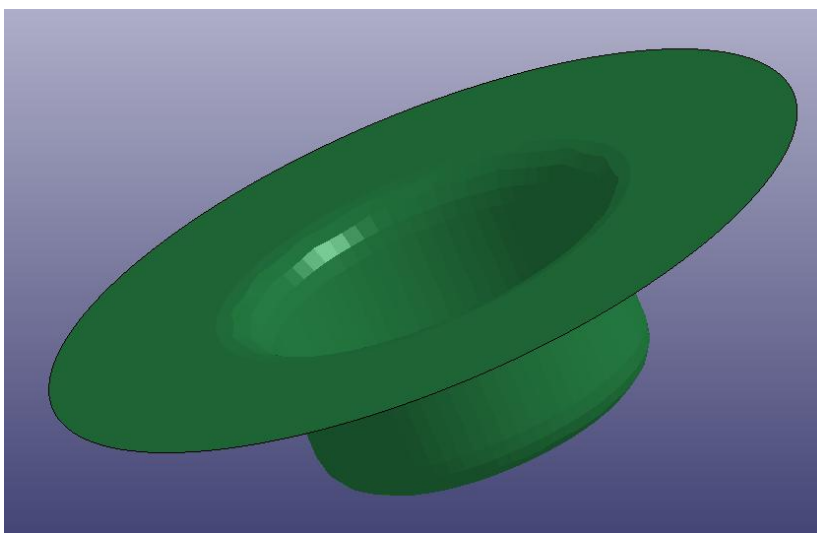


Рисунок 6.3 – матрица.

6.3 Проведения численного моделирования.

1. Загрузка математических моделей заготовки, прижима, матрицы и пуансона в программное обеспечение LS-PREPOST в формате «iges».

2. Формируется конечная элементная сетка на поверхности загруженных моделей. Величина конечных элементов для моделей: матрицы, пуансона и заготовки составляет 5. Величина элементов прижима равна 11.

3. Устанавливаются параметры заготовки (раздел Blank):

- выбирается заготовка (позиция 1 рисунок 6.4);
- выбирается тип материала (позиция 2 рисунок 6.4);
- Назначается толщина заготовки , которая составляет 1мм. (позиция 3 рис. 6.4).

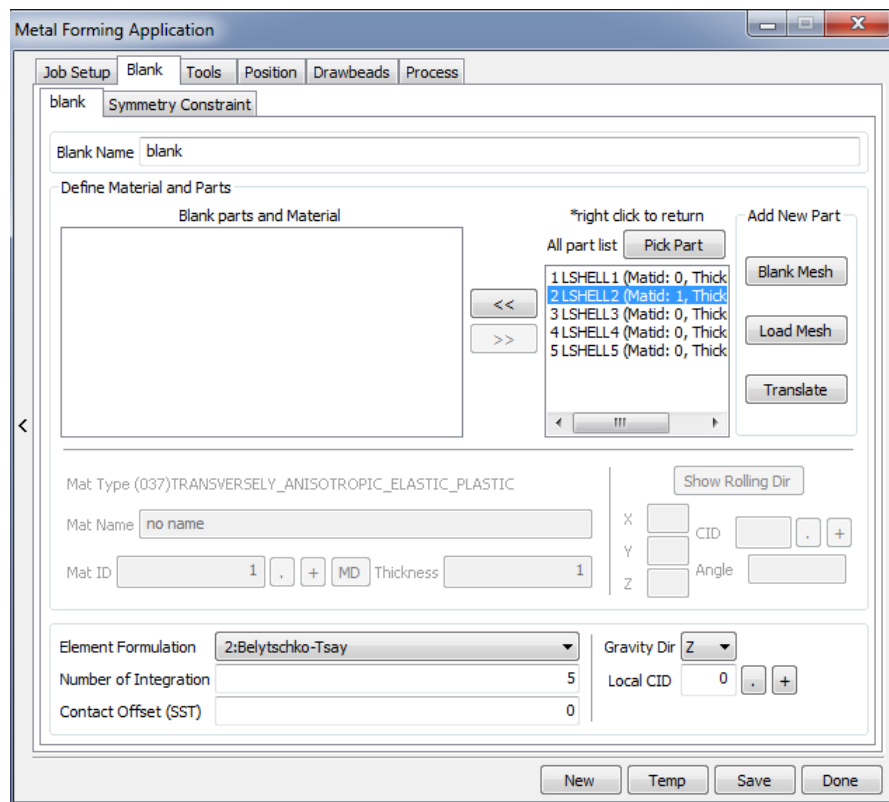


Рисунок 6.4 – Раздел «Blank».

4. Устанавливаются параметры рабочего инструмента (раздел tools).

- индивидуально для каждой модели выбираются заданные конечные элементы (позиция 1 рисунки 6.5-6.7);

- устанавливается положение каждой модели относительно заготовки (позиция 2 рисунки 6.5-6.7);

- назначается коэффициент трения, который составляет 0,125 (позиция 3 рисунки 6.5-6.7);

- указывается направление движения инструментов вдоль оси z (позиция 4 рисунки 6.5-6.7).

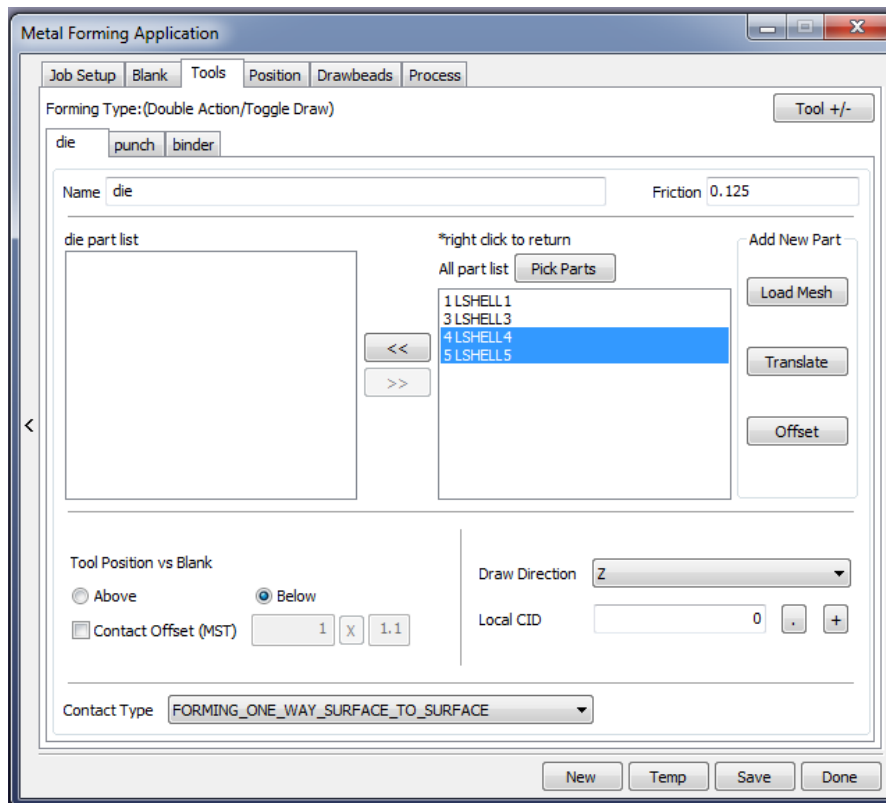


Рисунок 6.5 – Выбор параметров матрицы.

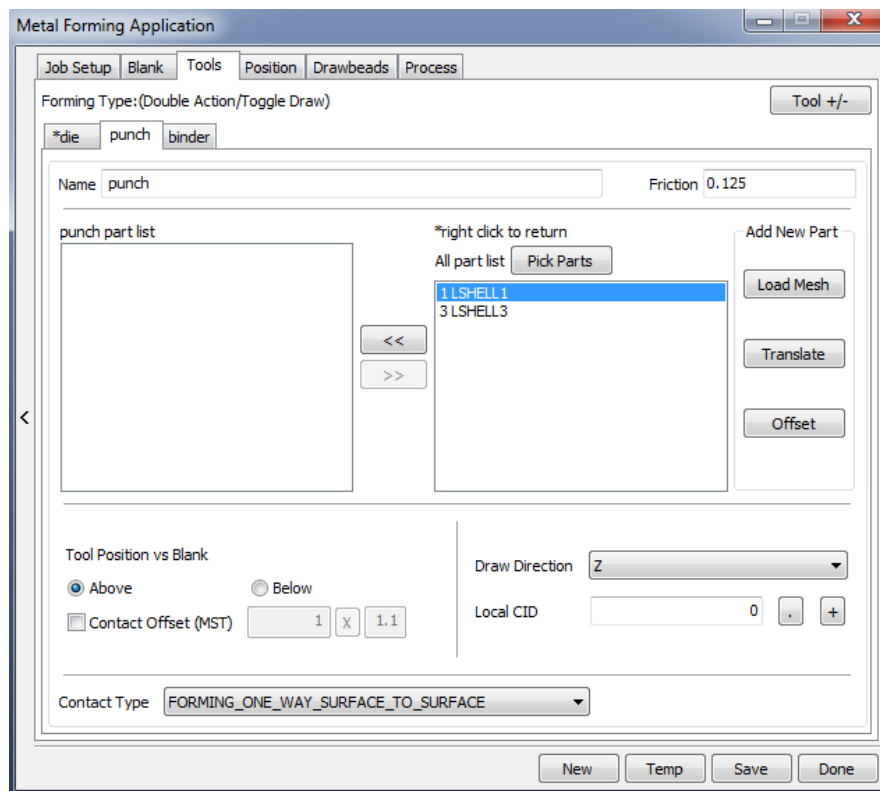


Рис. 6.6 – Выбор параметров пуансона.

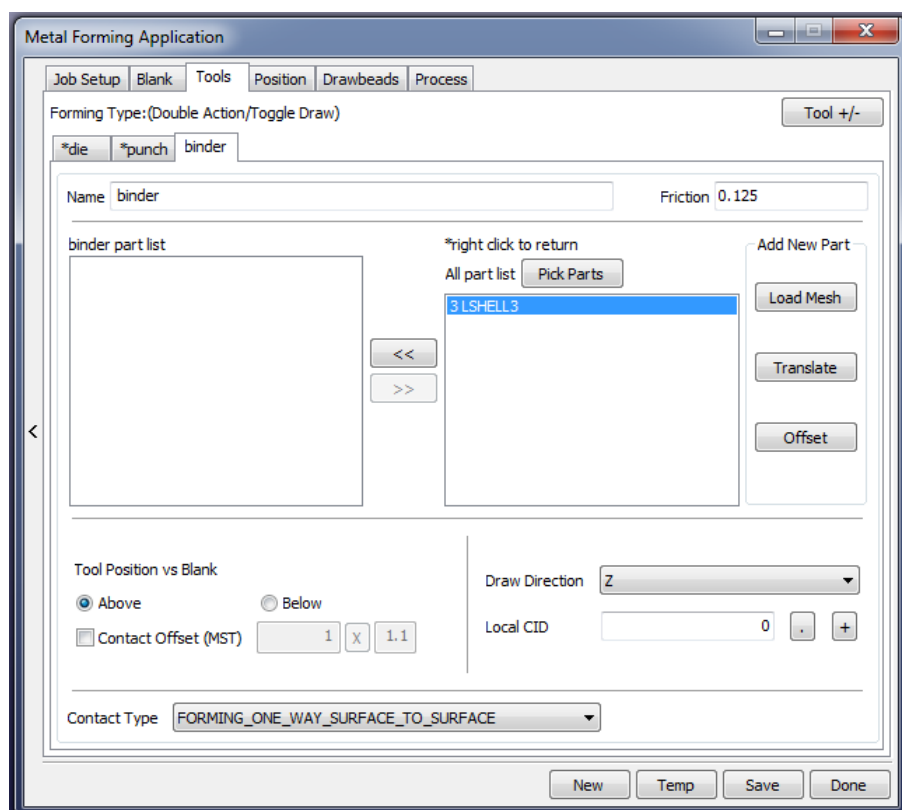


Рис. 6.7 – Выбор параметров прижима.

5. В разделе «Position», выбирается положение инструмента по оси z (позиция 1 рисунок 6.8). Устанавливается функция AutoPosition (позиция 2 рисунок 6.9), в следствии чего обеспечивается автопозиционирование инструмента в пространстве. После выбора этой функции не следует перемещать заготовку, т.к. это приведет нарушению позиционирования детали.

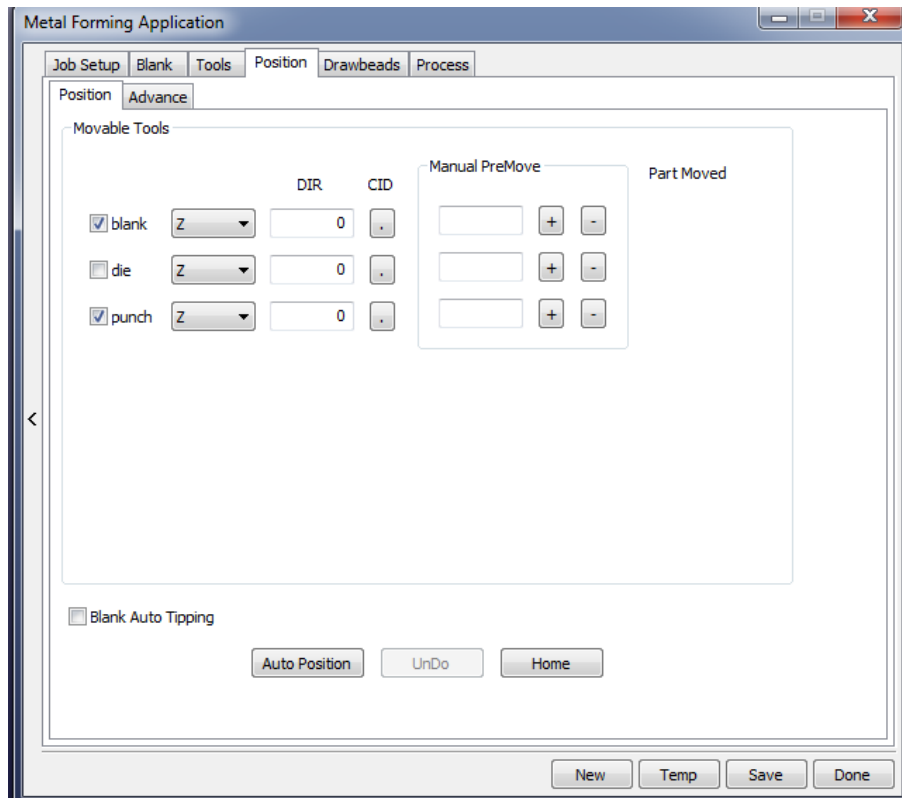


Рисунок 6.8 – Расположение инструмента

6. Устанавливаются параметры процесса, которым является формообразующая операция вытяжка «drawing». Раздел «Process» (позиция рисунок 6.9). Так же устанавливается то, что:

- матрица будет находится в неподвижном состоянии «stationary», (позиция 2 рисунок 6.9);

- к матрицы приближается пуансон с определенной скоростью (позиция 3 рисунок 6.9);

- усилие «force» прижима составит 61000 кг (позиция 4 рисунок 6.9).

Сохраняем процесс в файл isform (позиция 5 рисунок 6.9).

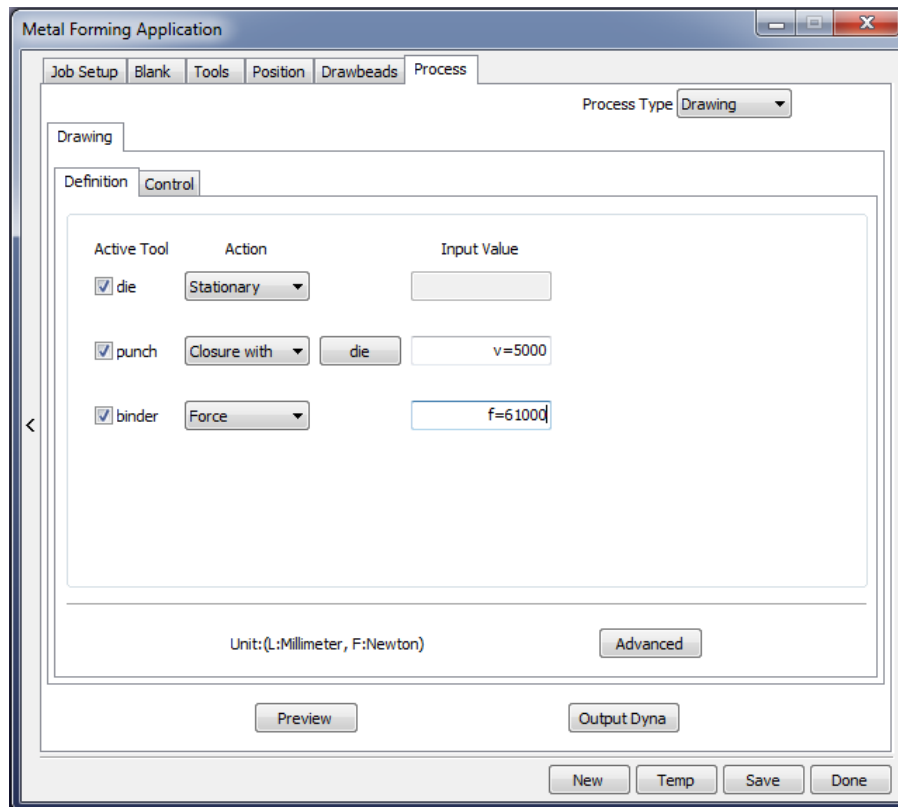


Рисунок 6.9 – Установка параметров операции.

Отправляем файл «isform» в программу LS-DYNAManager, для расчета операции вытяжка. По завершению расчета открываем файл «3dplot», в программе LS-Prepost, для анализа полученного результата. После анализа результатов, получаем полную информацию о процессе:

- утонение в процентах (рисунок 6.10);
- условие пластичности Мизиса (рисунок 6.11);
- FLD- диаграммы (рисунок 6.12).

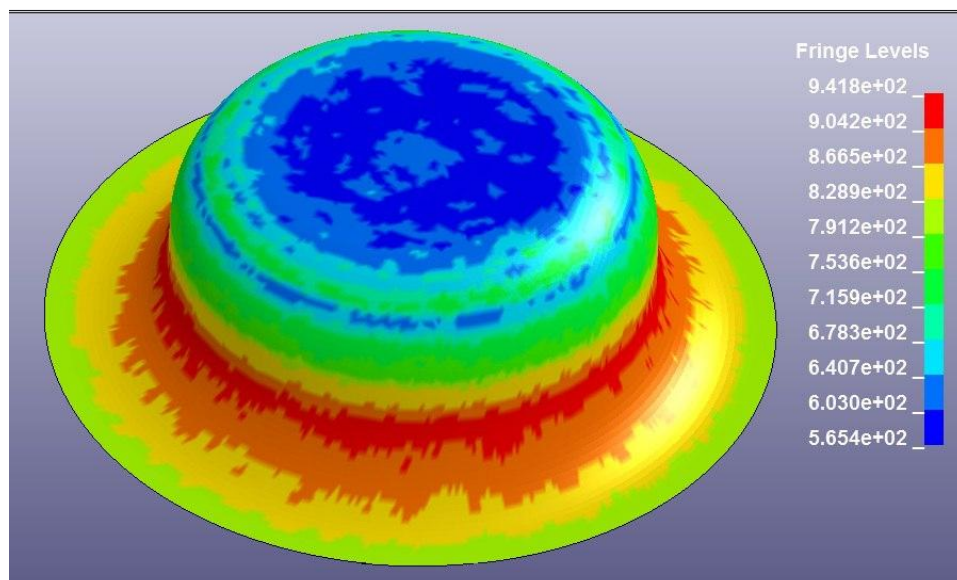


Рисунок 6.10 – Утонение в процентах.

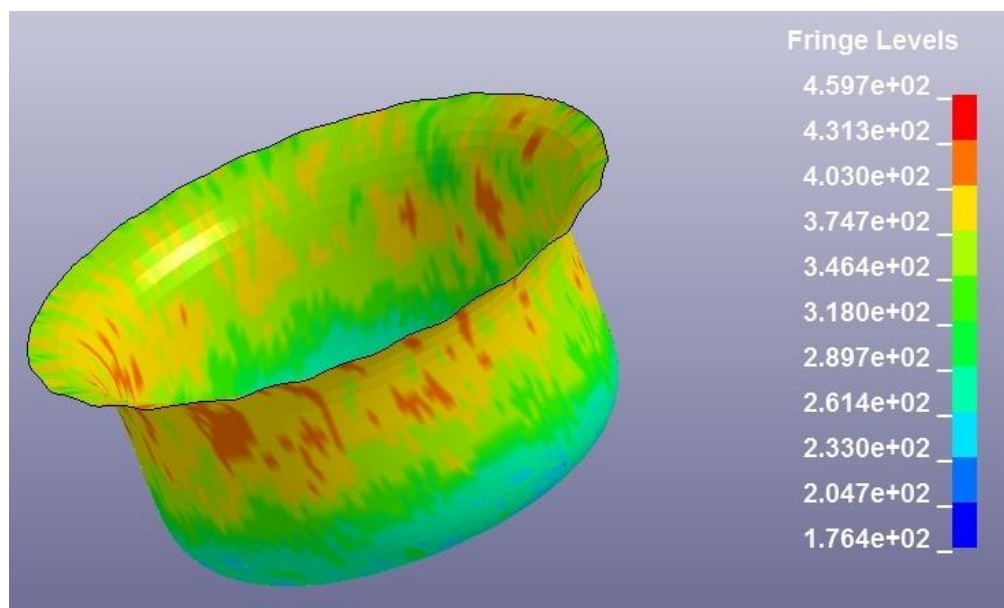


Рисунок 6.11 – Условие пластичности Мизиса.

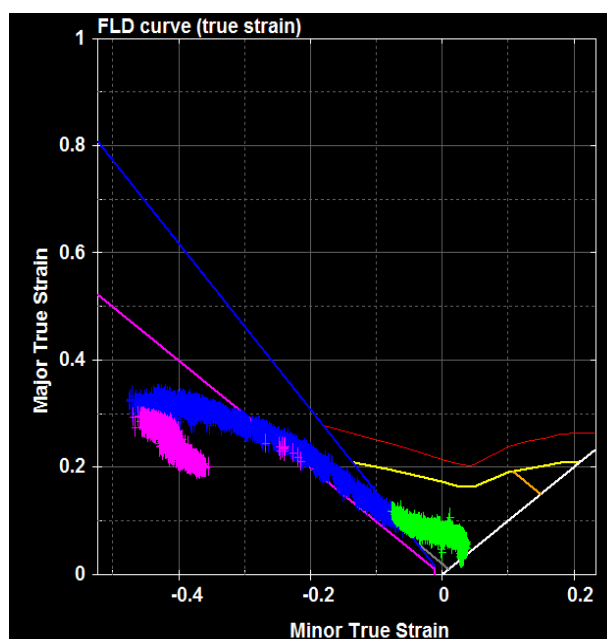


Рисунок 6.12 - FLD- диаграммы.

Вывод: В результате проведенного моделирования в ПО «LS-DYNA», были получены данные об утонении металла во время вытяжки, данные пластичности Мизеса, а так же была получена FLD диаграмма, по которой было выявлено, что во время вытяжки разрывов в модели нет.

7.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Сравнительный анализ технологических вариантов

В данной ВКР работепроводим сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Труба перфорированная».

Базовый технологический процесс изготовления детали «Труба перфорированная передняя» включает в себя семь операций

- на первой операции вырубает заготовку из ленты на гальотинных ножницах.
- На второй операции осуществляется отрезка и пробивка 18 отверстий на штамповочном прессе Каматцу 200;
- На третьи операции производится пробивка 24 отверстий штамповочном прессе Каматцу 200;
- На четвертой операции происходит предварительная гибка на угол $50^{\circ}14'$ на прессе Сасс 100;
- На пятой производится U-образная гибка листа радиусами R20,5 мм и шириной 42,8 мм на прессе Сасс 100;
- На шестой операции лист свертывают в трубу диаметром 42,8 мм на прессе К2028 63;

Тип производства – массовое. Условия труда – тяжелые (ручные).

Проектный вариант – последовательная штамповка на БВК-250 с усилием 1,09 МН.

Тип производства – массовое. Условия труда – нормальные.

7.2 Калькуляция на штамповую оснастку

Таблица 10-Калькуляция изготовления штамповой оснастки
(последовательный штамп)

№	Показатели	Обозначение	Сумма, руб
1	Материалы	М	790680
2	Транспортно-заготовительные расходы	ТЗР	27674
	Итого		818354
3	Основная зарплата рабочих	З _{осн}	245830
4	Единый соц. налог	Сс	89728
5	Расходы на содержание оборудования	РСО	515014
6	Цеховые расходы	Р _{цех}	520742
	Итого цеховая стоимость	С _{цех}	1371214

Расчетные данные

1. Эффективный фонд времени работы оборудования

$$\Phi_{\text{э}} = (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{сок}}) \cdot C(1-B), \quad (21)$$

где $D_{\text{р}}$ – рабочие дни;

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

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

$T_{\text{сок}}$ – сокращение в предпраздничный день;

C – количество смен;

B – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

$$\Phi_{\text{э}} = (247 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 2(1-0,05) = 3800 \text{ ч.}$$

2. Эффективный фонд времени рабочего: $\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% \cdot \Phi_{\text{э}} = 1672 \text{ ч.}$

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

Таблица 11 - Общие исходные данные

№	Показатель	Обозначение	Значение
1	Годовая программа выпуска, шт	$N_{Г}$	56500
2	Эффективный фонд времени работы рабочего, час	$\Phi_{ЭР}$	1672
3	Эффективный фонд времени работы оборудования, час	$\Phi_{Э}$	3800
4	Коэффициент выполнения норм	$K_{ВН}$	1,29
5	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{МН}$	1
6	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	$K_{О}$	11,8
7	Коэффициент монтажа: - в себестоимости - в капитальных вложениях	$K_{МОНТ}$	1,25 0,25
8	Цена материала, руб	$Ц_{М}$	24,5
9	Цена отходов, руб	$Ц_{ОТД}$	0,912
10	Коэффициент	$K_{Т}$	1,05
11	Коэффициент доплат по заработной плате		
а)	До часового фонда зарплаты	$K_{ДОП}$	1,12
б)	За профессиональное мастерство	$K_{ПФ}$	1,12
в)	За условия труда	$K_{У}$	1,12
г)	За вечерние и ночные часы	$K_{Н}$	1,1
д)	Премиальные	$K_{ПР}$	1,2
е)	На социальное страхование	$K_{С}$	1,356
	Итого общий коэффициент доплат	$K_{ЗПЛ}$	2,835
12	Коэффициент загрузки обору	$K_{М}$	0,8
13	Коэффициент загрузки оборудования по времени	$K_{З}$	0,7
14	Коэффициент потерь в сети	$K_{П}$	1,03
15	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{ОД}$	1

Продолжение таблицы 11

Выручка от реализации, %:от Ц:		
- изношенного оборудования	Вр	5
- изношенного штампа	Вр.и.	15
Норма амортизации, %	На	10
Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	Кцех	1,72
Часовая тарифная ставка, руб./час:		
- 3 разряд рабочего	Ст	66,71
- 5 разряд наладчика	Ст	79,89
Цена электроэнергии, руб./кВт	Цэ	3,8
Цена площади, руб./м2	Цпл	4 500
Норматив экономической эффективности	Ен	0,33

Таблица 12 - Исходные данные о штамповой оснастке

Наименование штампа	Стойкость штампа, ударов	Цена штампа руб.
Базовый		
Вырубной	400 000	450 000
Пробивочный	350 000	250 000
Пробивочный	320 000	400 000
Гибочный	300 000	120 000
Гибочный	310 000	110 000
Гибочный	250 000	150 000
Проектный		
Последовательный штамп	800 000	1 371 314

7.4 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки

Таблица 13 - Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки [12]

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый	Проектный
Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{г} / (\Phi_{э} \cdot K_{вн} \cdot 60)$ $n_{об}^{баз} = 0,34 \cdot 56500 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,08 \approx 1$ $n_{об}^{пр} = 0,045 \cdot 56500 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,01 \approx 1$	1	1
Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$ $K_3^{баз} = 0,08/1$ $K_3^{пр} = 0,01/1$	0,08	0,01
Численность рабочих-операторов	$R_{оп} = [t_{шт} \cdot N_{г} \cdot (1 + K_o / 100)] / (\Phi_{эр} \cdot K_{мн} \cdot 60)$ $R_{оп}^{баз} = [0,34 \cdot 56500 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1672 \cdot 1 \cdot 60) = 0,21 \approx 1 \cdot 2 \text{ см} = 2$ $R_{оп}^{пр} = [0,045 \cdot 56500 \cdot (1 + 11,8 / 100)] / (1672 \cdot 1 \cdot 60) = 0,03 \approx 1 \cdot 2 \text{ см} = 2$	2	2
Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$N_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $N_{шт}^{баз}_{оп.2} = 56500 / 400\ 000 = 0,14 \approx 1$ $N_{шт}^{пр}_{оп.1} = 56500 / 800\ 000 = 0,1 \approx 1$	1	1

--	--	--	--

7.5 Расчет капитальных вложений

Таблица 14 - Расчет капитальных вложений[12]

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый	Проектный
Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot K_3$ $K_{об.}^{баз} = 1 \cdot 1\,480\,000 \cdot 0,08$ $K_{об.}^{пр} = 1 \cdot 1\,371\,314 \cdot 0,01$	118400	13713,14
Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
1. Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_м = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_{мбаз2} = 118400 \cdot 0,25$ $K_м^{пр} = 13713,14 \cdot 0,25$	29600	3428,2
Затраты на спец. оснастку, руб.	$K_{и} = Ц_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и}^{баз} = 450\,000 \cdot 1 + 250\,000 \cdot 1 + 400\,000 \cdot 1 + 120\,000 \cdot 1 + 110\,000 \cdot 1 + 150\,000 \cdot 1$ $K_{и}^{пр} = 1\,371\,314 \cdot 1$	148 0 000	1 371 314
Затраты на производственную площадь	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot Ц_{пл} \cdot K_3$ $K_{пл}^{баз2} = 6 \cdot 5 \cdot 4500 \cdot 0,08$ $K_{пл}^{пр} = 1 \cdot 110 \cdot 4500 \cdot 0,01$	1080	4950

Продолжение таблицы 14

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Базовый	Проектный
Итого	$K_{\text{соп}} = K_{\text{м}} + K_{\text{и}} + K_{\text{пл}}$ $K_{\text{соп}}^{\text{баз}} = 29600 + 148\ 0\ 000 + 1080$ $K_{\text{соп}}^{\text{пр}} = 3428,2 + 1\ 371\ 314 + 4950$	1510680	1379692
Общие капитальные вложения, руб.	$K_{\text{общ}} = K_{\text{об.}} + K_{\text{соп}}$ $K_{\text{общ}}^{\text{баз}} = 118400 + 1510680$ $K_{\text{общ}}^{\text{пр}} = 13713,14 + 1379692$	1629080	1393405,14
Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / N_{\text{г}}$ $K_{\text{уд}}^{\text{баз}} = 1629080 / 56500$ $K_{\text{уд}}^{\text{пр}} = 1393405,14 / 56500$	28,83	24,66

7.6 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Таблица 15-Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали[12]

№	Показатели	Расчеты и формулы	Значения показателей	
			Существующие	Проектные
1.	Материальные затраты, руб.	$M = (M_3 \times \Pi_M \times K_{ТЗ}) - (M_{ОТХ} \times \Pi_{ОТХ})$ $M^{сущ} = 0,193 \cdot 14,8 \cdot 1,014 - 0,07 \cdot 7,52 = 2,37$ $M^{пр} = 0,188 \cdot 14,8 \cdot 1,014 - 0,06 \cdot 7,52 = 2,37$	2,37	2,37
2.	Заработные платы рабочих-операторов, руб.	$Z_{ПЛ} = P \times C_T \times \Phi_{ЭР} \times K_{ЗПЛ} \times K_3 / N_{Г}$ $Z_{ПЛ}^{сущ} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,07 / 150000 = 0,48$ $Z_{ПЛ}^{пр} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,05 / 150000 = 0,35$	0,48	0,35
3.	Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования, руб.	$P_A = [(\Pi_{Об} \times (1 - B_p)) \times N_A \times t_{шт} \times 1,3] / (\Phi_{Э} \times K_{ВН} \times 60 \times 100)$ $P_A^{сущ} = 318500 \cdot 1 - 0,05 \cdot 0,06 \cdot 0,110 \cdot 1,3 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,0001$ $P_A^{пр} = 580670 \cdot 1 - 0,05 \cdot 0,06 \cdot 0,081 \cdot 1,3 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,0001$	0,0001	0,0001
4.	Расходы на электроэнергию, руб.	$P_{Э} = (M_{у} \times t_{МАШ} \times K_{ОД} \times K_M \times K_{В} \times K_{П} \times \Pi_{Э}) / (КПД \times 60)$ $P_{Э}^{сущ} = (30 \cdot 0,071 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435) / (0,75 \cdot 60) = 0,05$ $P_{Э}^{пр} = (20 \cdot 0,065 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435) / (0,75 \cdot 60) = 0,03$	0,05	0,03
5.	Затраты на амортизацию штампового инструмента, руб.	$P_{И} = (\Pi_{шт} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и.шт.}$ $P_{шт}^{выр.пр.сущ} = (130800 \cdot (1 - 0,15)) / 400000 = 0,28$ $P_{шт}^{выр.пр.пр} = (269280 \cdot (1 - 0,15)) / 1000000 = 0,20$	2,93	0,20

		$P_{\text{ШТ}}^{\text{пр}} = (130800 \cdot 1 - 0,15) / 40000 = 2,45$ $P_{\text{ШТ}}^{\text{гиб}} = (89760 \times 3 \cdot 1 - 0,15) / 1000000 = 0,20$ $P_{\text{И.общ}}^{\text{сущ}} = 2,93$ $P_{\text{И.общ}}^{\text{пр}} = 0,20$		
6.	Необходимые расходы на содержание и эксплуатацию площадей для производства, руб.	$P_{\text{ПЛ}} = S_y \times n_{\text{ОБ}} \times \Pi_{\text{ПЛ}} \times K_3 / N_{\Gamma}$ $P_{\text{ПЛ}}^{\text{сущ}} = 16 \times 3 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,07 / 150000 = 0,1$ $P_{\text{ПЛ}}^{\text{пр}} = 30 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,05 / 150000 = 0,045$	0,1	0,045
7.	Заработная плата наладчика, руб.	$Z_{\text{НАЛ}} = (n_{\text{ОБ}} \times C_{\text{T}} \times \Phi_{\text{ЭР}} \times K_{3\text{ПЛ}} \times K_3) / (n_{\text{ОБСЛ}} \times N_{\Gamma})$ $Z_{\text{НАЛ}}^{\text{сущ}} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,07) / (1 \cdot 150000) = 0,29$ $Z_{\text{НАЛ}}^{\text{пр}} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,05) / (1 \cdot 150000) = 0,21$	0,29	0,21
8.	Технологическая себестоимость, руб.	$C_{\text{ТЕХ}} = M + Z_{\text{ПЛ}} + P_{\text{А}} + P_{\text{Э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{ПЛ}} + Z_{\text{НАЛ}}$ $C_{\text{ТЕХ}}^{\text{сущ}} = 2,37 + 0,48 + 0,0001 + 0,05 + 2,93 + 0,1 + 0,29 = 6,22$ $C_{\text{ТЕХ}}^{\text{пр}} = 2,37 + 0,35 + 0,0001 + 0,03 + 0,20 + 0,045 + 0,21 = 3,21$	6,22	3,21
9.	Итоговые производственные расходы, руб.	$P_{\text{ЦЕХ}} = Z_{\text{ПЛ}} \times K_{\text{ЦЕХ}}$ $P_{\text{ЦЕХ}}^{\text{сущ}} = 0,48 \cdot 1,72 = 0,83$ $P_{\text{ЦЕХ}}^{\text{сущ}} = 0,35 \cdot 1,72 = 0,60$	0,83	0,60
10	Итоговая производственная (цеховая) себестоимость, руб.	$C_{\text{ЦЕХ}} = P_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ТЕХ}}$ $C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{сущ}} = 0,83 + 6,22 = 7,05$ $C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{пр}} = 0,60 + 3,21 = 3,81$	7,05	3,81

Продолжение таблицы 15

7.7 Структура себестоимости

Таблица 16 - Структура себестоимости

Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
	Базовый	Проектный	Базовый	Проектный
Материалы	8,59	8,59	56,3	80,89
Основная зарплата	0,7	0,1	4,59	0,94
Затраты на амортизацию	0,21	0,025	1,38	0,24
Расходы на электроэнергию	0,03	0,08	0,2	0,75
Затраты на амортизацию штампового инструмента	4,39	1,63	28,79	15,35
Расходы на содержание и эксплуатацию производствен- ных площадей	0,13	0,09	0,85	0,85
Общепроизводственные расходы	1,2	0,172	7,87	1,62
Общепроизводственная (цеховая) себестоимость	15,25	10,62	100	100

7.8 Экономическая эффективность

Таблица 17 - Экономическая эффективность[12]

Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\Delta_{уг} = (C_{цех}^{баз} - C_{цех}^{пр}) \cdot N_{г} =$ $(15,25 - 10,62) \cdot 56500$	261595	
Приведенные затраты, руб.	$Z_{пр} = C_{цех} + E_n \cdot K_{уд}$ $Z_{пр}^{баз} = 15,25 + 0,33 \cdot 1,89$ $Z_{пр}^{пр} = 10,62 + 0,33 \cdot 3,59$	15,87	
Годовой экономический эффект, руб.	$\Delta_{г} = (Z_{пр}^{баз} - Z_{пр}^{пр}) \cdot N_{г} =$ $(15,87 - 11,8) \cdot 56500$	229955	
Срок окупаемости капвложений, год	$T_{ок} = K_n^{пр} / \Delta_{уг} =$ $1\ 371\ 314 / 261595$	5,24	

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления детали «Труба перфарирующая» себестоимость продукции снизилась с 15,25 рублей до 10,62 рублей, т.е. на 4,63 рублей за счет:

- а) Замена традиционной штамповки на последовательную, уменьшается стоимость оснастки, время на наладку, место хранения;
- б) уменьшения трудоёмкости вследствие чего:
 - а. уменьшается коэффициент загрузки оборудования (K_z),
 - б. уменьшаются производственные затраты (электроэнергия, площадь, содержание оборудования);
 - с. уменьшение трудоёмкости (количество рабочих с 4 до 2)

Экономический эффект от внедрения нового проекта составил 229955 руб, при сроке окупаемости штамповой оснастки в течении 5,24 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР работе была разработана технология изготовления детали «Труба перфорированная» и сделан перевод изготовления этой детали на автоматическую штамповку на линии.

Для предлагаемого технологического процесса сделаны расчеты основных технологических параметров.

Был проведен обоснованный выбор технологического оборудования и средств автоматизации. Рассмотрены их основные характеристики. Спроектирован участок штамповки.

Разработана конструкция новой штамповой оснастки на штамп для вытяжки-пробивки. Проведены требуемые прочностные и конструкторские расчеты, подобраны материалы для изготовления деталей штампа.

Был произведен анализ опасных и вредных факторов, имеющих место на участке изготовления детали, а также разработан перечень мероприятий по уменьшению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Рассчитана себестоимость изготовления детали и условно-годовая экономия от внедрения нового технологического процесса.

На основании всех проделанных расчетов и обоснований, делаем вывод о том, что цель дипломного проекта достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
2. Скрипачев, А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеевко. – Тольятти: ТолПИ, 1992.
3. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки. – Тольятти: ТГУ, 2002. – 65 с.
4. Владимиров, В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.
5. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
6. Скворцов, Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
7. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка. – Л.: Машиностроение, 1980. – 430 с.
8. Попов, Е.А. Теория листовой штамповки. – Л.: Машиностроение, 1973. – 430 с.
9. Банкетов, А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
10. Рудман, Л.И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ под общ. ред Л.И. Рудмана. – Москва: Машиностроение, 1988.– 495с.

11. 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.
12. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.- 408 с.
13. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 423 с.
14. Малов, А.Н. Технология холодной штамповки / А.Н. Малов. – Москва: Машиностроение, 1969. – 566с.
15. Поляков, Ю.Л. Листовая штамповка легированных сплавов / Ю.Л. Поляков. – Москва: Машиностроение, 1980. – 96с.
16. Lovell, M. Increasing formability in sheet metal stamping operations using environmentally friendly lubricants / M. Lovell, C.F Higgs, P. Deshmukh, A. Mobley// Journal of Materials Processing Technology. -2006. -№ 177. С. 87-90.
17. Improvement of part quality in stamping by controlling blank-holder force and pressure / M.A. Ahmetoglu, T. Altan, G.L. Kinzel // Journal of Materials Processing Technology. – 1992. - № 33. С. 195-214.
18. Lingbeek, R., Meinders, T., Ohnimus, S., Petzoldt, M., Weiher, J., Springback Compensation: Fundamental Topics and Practical Application, ESAFORM 2006, pp. 403–406, Glasgow, United Kingdom, April 26–28, 2006.
19. Yang, M., Koyama, J., Development of die-embedded micro sensing system for bending process, Esaform 2005, pp 289–292, Cluj-Napoca, Romania, 2005.
20. Ridane, N., Heller, B., Chatti, S. and Kleiner, M., Adaptive process control of air bending on a press brake using process simulations, pp. 523–526, Esaform 2004, Trondheim, Norway.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Листы документа				Документация			
				Сборочный чертеж		* A2x13	
				Сборочные единицы			
	Свар. №		10		Блок	1	
			20		Ролик направляющий	2	
			30		Подъемник в сборе	8	
			40		Ролик в сборе	4	
			50		Кронштейн для датчика	1	
			60		Отлипатель в сборе	10	
			70		Пакет пружинный 48x115	19	
		80		Ограничитель	4		
		90		Пакет пружинный 40x107	3		
Листы и детали					Детали		
		1		Плита монтажная	1		
	Мат. № детали	2		Матрица	1		
		3		Матрица	1		
		4		Матрица	1		
		5		Матрица	1		
		6		Матрица	1		
	Воск. и мат. №	7		Секция низа	1		
		8		Секция низа	1		
		9		Секция низа	1		
Листы и детали							
Мат. № листа	Иж. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов	
	Резерв						
	Проб				1	7	
	Руковод						
	Нконтр						
	Ултв						
Штамп последовательный							

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		11		Держатель нижний	1	
		12		Подкладка	6	
		13		Подкладка	6	
		14		Подкладка	6	
		15		Подкладка	6	
		16		Подкладка	6	
		17		Подкладка	6	
		18		Съемник	1	
		19		Накладка съемника	1	
		21		Накладка съемника	1	
		22		Накладка съемника	1	
		23		Пуансон	44	
		24		Матрица	2	
		25		Пуансон	2	
		26		Пуансон	2	
		27		Пуансон	2	
		28		Подкладка	1	
		29		Подкладка	1	
		31		Опора	1	
		32		Опора	1	
		33		Пуансонодержатель	1	
		34		Пуансонодержатель	1	
		35		Пуансонодержатель	1	
		36		Втулка	4	
		37		Колонка	4	
		38		Сепаратор	4	
		39		Шайба	4	
		41		Шайба	4	
		42		Втулка	4	
		43		Обойма	1	
		44		Противожим	2	
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Полн. и дата	Полн. и дата		
					Изм.	Лист
				№ док.им.	Полн.	Дата
					Лист	2
				Копировал	Формат	A4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Крепежные детали</i>		
		106		<i>Штифт 10x6x40</i>		
				<i>СТП 1802-82</i>	18	
		107		<i>Винт М10x30</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	52	
		108		<i>Винт М10x60</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	14	
		109		<i>Винт М16x85</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	8	
		110		<i>Штифт 10x50</i>		
				<i>СТП 1802-82</i>	32	
		111		<i>Винт М16x110</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	4	
		112		<i>Винт М12x60</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	32	
		113		<i>Штифт 16x60</i>		
				<i>СТП 1802-82</i>	10	
		114		<i>Винт М10x40</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	24	
		115		<i>Винт М12x30</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	16	
		116		<i>Штифт 16x40</i>		
				<i>СТП 1802-82</i>	4	
		117		<i>Винт М6x15</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	4	
		118		<i>Винт М10x50</i>		
				<i>СТП 1817-80</i>	31	
		119		<i>Штифт 12x50</i>		
				<i>СТП 1802-82</i>	12	
		120		<i>Винт М10x20</i>		
				<i>ГОСТ 11075-75</i>	4	

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					6

Копировал Формат А4

