

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 Колосова М. А.

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Крышка» изделия авиационной промышленности.

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе «Крышка».

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Анализирование исходных данных, 2. Разработка технологической части, 3. Выбор оборудования, 4. Конструирование штамповой оснастки, 5. САЕ-анализ вытяжного перехода в ПО «LS-DYNA», 6. Безопасность и экологичность технического объекта, 7. Экономика.

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) М. А. Колосова
(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)

В.В. Ельцов

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Студент Колосова Марья Андреевна
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Крышка» изделия авиационной промышленности.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализирование исходных данных	07.05.17	09.05.17	выполнено	
2. Разработка технологической части	09.05.17	11.05.17	выполнено	
3. Выбор оборудования	13.05.17	16.05.17	выполнено	
4. Конструирование штамповой оснастки	17.05.17	20.05.17	выполнено	
5. <u>САЕ-анализ вытяжного перехода в ПО «LS-DYNA»</u>	21.05.17	25.05.17	выполнено	
6. Безопасность и экологичность	27.05.17	30.05.17	выполнено	
7. Экономика	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

Задание принял к исполнению

(подпись)

Е. Л. Смолин

(И.О. Фамилия)

М. А. Колосова

(И.О. Фамилия)

ABSTRACT

The graduation project consists of an explanatory note on 70 pages, introduction, including 22 figures, 17 tables, the list of 25 references including 5 foreign sources, 1 appendices, and the graphic part on 6 A1 sheets.

The title of the graduation project is "The development of the technological process and die equipment for the production of the "Cover "part of the aircraft industry". The aim of the work is to change the material of the die equipment to increase the service life of the die and reduce the cost of the product.

This work may be divided into several logically connected parts which are: technological, economic, and occupational safety.

The general part of the graduation project gives details about technology of manufacturing the product. We also pay special attention to the calculation of energy-strength parameters for each operation of the technological process. Using these parameters, we choose the equipment necessary for the manufacture of the product.

In the special part of this work we conducted a CAE (Computer-Aided Engineering)-analysis of the operation of drawing that was implemented using "LS-DYNA" software. As a result of this analysis also FLD diagram, which revealed no breaks in the model during the extraction was obtained.

Much attention is given to economic part. We start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions. We examine how the lifetime of the stamp changes and the economic costs of die tools producing. We then analyze the effectiveness of the change in the material of the die.

The comparison of these results with previous ones confirms that the change in the material has had a positive effect on the lifetime of the equipment, and has reduced the cost of the "Cover" part.

АННОТАЦИЯ

В данной работе был разработан технологический процесс и штамповая оснастка для изготовления детали «Крышка» изделия авиационной промышленности, устанавливаемая на транспортный самолет Ил-76МД-90А. Проанализирована технологичность данной детали, выявлены недостатки ее изготовления, определены размеры заготовки, КИМ и рассчитаны энергосиловые параметры для каждой операции изготовления изделия. Также в технологической части было выбрано оборудование для изготовления данного изделия и разработана штамповая оснастка.

В части по безопасности и экологичности были составлены методы по охране труда. В экономике показан расчет себестоимости производства рассматриваемого изделия «Крышка». Были рассчитаны капиталовложения для производства рассматриваемого изделия по существующей и проектной технологиям, а также было проведено их сравнение.

Пояснительная записка состоит из 70 страниц. Графическая часть состоит из 6 листов.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. АНАЛИЗИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	10
1.1. Анализирование технологичности.....	10
1.2. Анализирование существующей технологии изготовления изделия.....	13
1.3. Минусы имеющейся технологии	13
1.4. Задачи ВКР	14
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ.....	15
2.1. Проектный технологический процесс	16
2.2. Расчет размеров и определение формы заготовки	17
2.3. Рациональный раскрой, определение КИМ.....	19
2.4. Расчет ЭСП.....	19
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	23
3.1. Выбор оборудования для изготовления изделия.....	23
3.2. Средства механизации и автоматизации.....	25
3.3. Штамповочная линия, участок штамповки.....	26
4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ	27
4.1. Конструкция вытяжного штампа	27
4.2. Работа штампа.....	29
4.3. Расчет на прочность.....	30
4.4. Упругие элементы в штамповой оснастке	31
4.5. Центр давления в штамповой оснастке	33
4.6. Размеры инструмента	33
5. САЕ-АНАЛИЗ ВЫТЯЖНОГО ПЕРЕХОДА В ПО «LS-DYNA»	35
5.1. Основы САЕ-анализа в ПО «LS-DYNA»	35
5.2. Анализ процесса вытяжки	37
5.3. Моделирование процесса вытяжки в LS-DYNA	42
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.....	49
6.1. Технологическая характеристика объекта	49
6.2. Идентификация профессионального риска.....	49

6.3. Снижение профессионального риска	50
6.4. Пожарная безопасность объекта	51
6.5. Экологическая безопасность объекта.....	53
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	56
7.1. Сравнение существующего и проектного технологических вариантов...	56
7.2. Число оборудования, коэффициент загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки	57
7.3. Необходимое количество оборудования, коэффициент загрузки, численность рабочих-операторов и штамповой оснастки.....	59
7.4. Капиталовложения.....	60
7.5. Себестоимость продукции и сравнение вариантов.....	61
7.6. Показатель экономической эффективности проектного варианта.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65

ВВЕДЕНИЕ

«Холодная листовая штамповка широко применяется в машиностроительной, приборостроительной и других отраслях промышленности. Наибольшее распространение холодная штамповка получила в крупносерийном и массовом производстве, где большие масштабы выпуска позволяют применять технически более совершенные, хотя и более сложные и дорогие штампы» [1].

«В техническом отношении холодная штамповка позволяет:

1. получать детали весьма сложных форм, изготовление которых другими методами обработки или невозможно или затруднительно;
2. создавать прочные и жесткие, но легкие по массе конструкции деталей при небольшом расходе материала;
3. получать взаимозаменяемые детали с достаточно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки.

В экономическом отношении штамповка листового металла обладает следующими преимуществами:

1. экономное использование материала;
2. высокая производительность оборудования, с применением механизации и автоматизации технологических процессов;
3. массовый выпуск и низкая стоимость изделий» [2].

В данной выпускной квалификационной работе была проведена разработка технологического процесса и конструирование штамповой оснастки для изготовления детали «Крышка», так же были проведены расчеты экономической эффективности и анализ безопасности и экологичности проекта.

Цель данной работы – снижение себестоимости изготовления детали «Крышка» за счет изменения недолговременной свинцово-цинковой штамповой оснастки на более долговременную.

1. АНАЛИЗИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Анализирование технологичности

«Прежде чем разрабатывать технологический процесс изготовления детали, необходимо проверить ее технологичность, т.е. установить, при каком сочетании ее конструктивных элементов, материала и его качества изготовление будет наиболее простым и экономичным, а эксплуатационные показатели – более высокими» [4].

«При конструировании деталей, получаемых вытяжкой, следует стремиться к простоте и симметричности конструктивных форм деталей и плавному сопряжению всех элементов; основное внимание должно быть обращено на правильный выбор радиусов сопряжения дна, стенок и фланцев, соотношение размеров, характеризующих поперечное сечение и высоту вытягиваемой детали» [6].

«Обычно радиус сопряжения внутренних стенок с дном r_n для материалов толщиной 1- 6 мм составляет от 2 до 10-12 мм ($r_n \geq 2s$), а наружных стенок с фланцем - от 3 до 12-15 мм ($r_n \geq 3 - 4s$)» [6].

«При конструировании деталей, получаемых вытяжкой, следует стремиться к возможно меньшей высоте, с тем, чтобы деталь можно было получить за одну-две операции».

К данному изделию предъявляются следующие требования:

- «соответствие размеров изделия размерам на чертеже» [1];
- «упругие деформации должны быть минимальны» [1];
- «конструкция изделия должна быть технологична» [1].

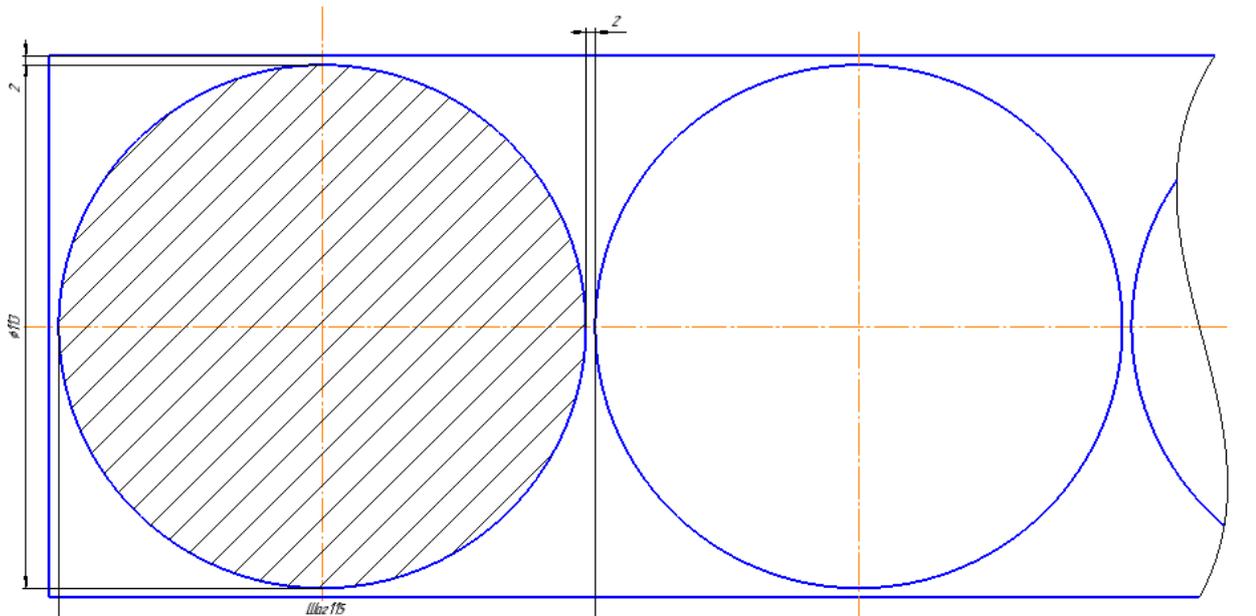


Рисунок 1.1 - Вырубка заготовки

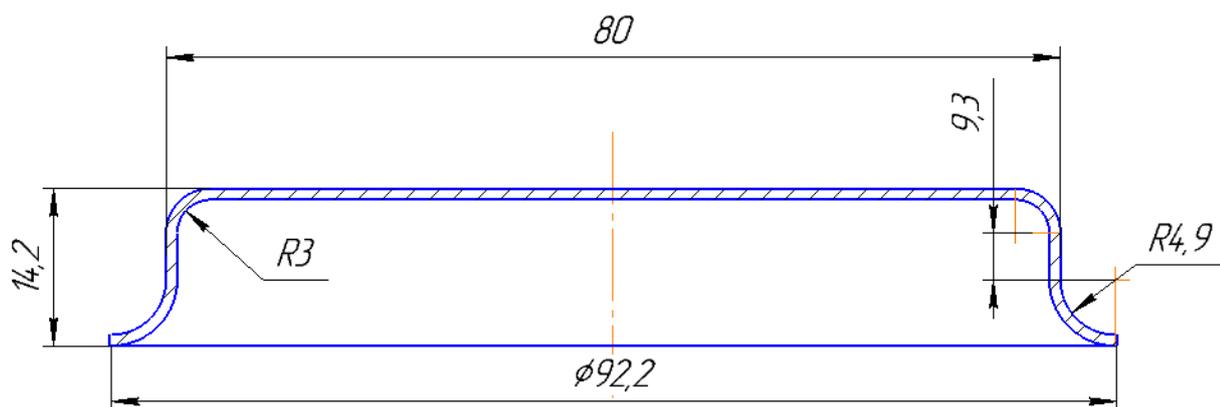


Рисунок 1.2-Вытяжка

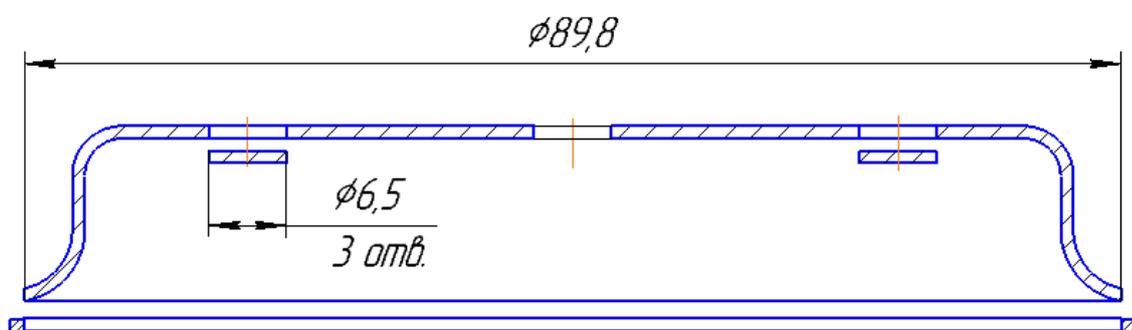


Рисунок 1.3-Обрезка фланца и пробивка отверстий

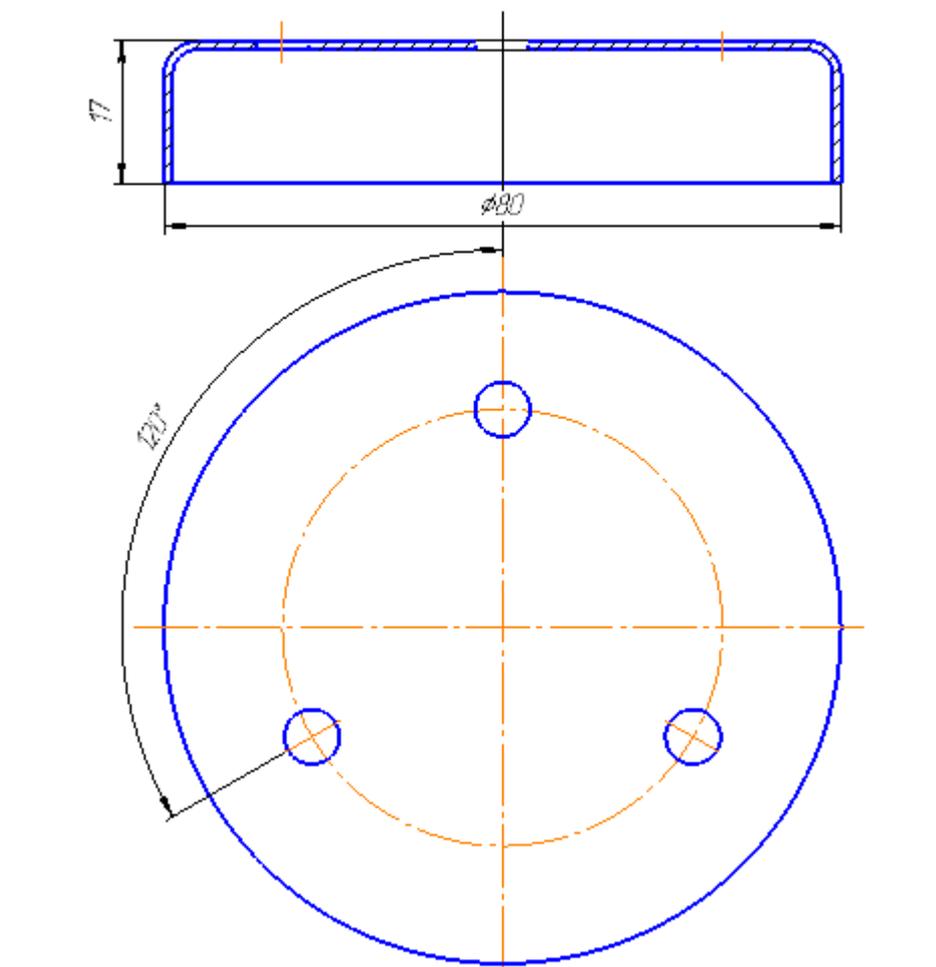


Рисунок 1.4 - Дотяжка

- «по возможности минимальная глубина формообразования» [3];
- «максимально возможные радиусы сопряжения вертикальных стенок изделия с дном и фланцами» [3];
- «максимально возможные радиусы сопряжения боковых стенок (в углах), образующих контур вытяжного перехода изделия в плане» [3];
- «отдельным участкам изделия были приданы более плавные формы» [3];
- «вытяжка изделия производится за одну операцию» [3].

Из этих пунктов следует, что данное изделие сравнительно просто в изготовлении.

1.2. Анализирование существующей технологии изготовления изделия

В существующем технологическом процессе изделие «Крышка» изготавливается за четыре операциями. Каждая операция выполняется на отдельном прессе.

Вырубка заготовок: эта операция выполняется на прессе RUE-160, усилие которого 0,4 МН, КИМ при этой операции равен 0,73. Заготовки закладываются в штамп вручную.

Вытяжка, обрезка, пробивка, дотяжка: эти операции также выполняются на прессе RUE-160. Заготовка закладывается в рабочую зону вручную.

Удаление изделий производится с помощью пневматического привода.

1.3. Минусы имеющейся технологии

Главный недостаток, который имеет существующая технология изготовления детали «Крышка» - это то, что штамповка проводится на временных свинцово-цинковых штампах, которые после некоторого времени работы деформируются, и для их восстановления необходимы дополнительные затраты.

Для того, чтобы избавиться от него требуется решить ряд задач, позволяющих комплексно избавиться от недостатков существующего технологического процесса.

1.4. Задачи ВКР

По выявленным недостаткам существующего технологического процесса, можно сформулировать следующие задачи:

- Конструирование долговременной штамповой оснастки;
- уменьшить себестоимость изготовления изделия после усовершенствования процесса его изготовления;
- разработать мероприятия по охране труда.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

«Под технологичностью, детали следует понимать такое сочетание основных элементов ее конструкции, которое наиболее просто обеспечивает ее изготовление и высокие качества эксплуатации. Конфигурация детали должна быть такой, чтобы количество отходов при штамповке — вырубке было минимальным, по возможности простой, без резких переходов, узких и длинных открытых прорезей и консольных участков» [6].

«При конструировании деталей, получаемых вытяжкой, следует стремиться к простоте и симметричности конструктивных форм деталей и плавному сопряжению всех элементов; основное внимание должно быть обращено на правильный выбор радиусов сопряжения дна, стенок и фланцев, соотношение размеров, характеризующих поперечное сечение и высоту вытягиваемой детали, в случае сложной детали – ее контура» [6].

«В технологический процесс изготовления детали включают: последовательность изготовления деталей по операциям; последовательность участков, на которых изготавливаются детали; указание основного, необходимого и вспомогательного оборудования; указание оснастки (штампов, приспособлений и инструмента); пооперационные нормы времени; общие данные о детали (номер, количество на изделие, материал и пр.)» [6].

«При составлении технологического процесса изготовления деталей из листового материала учитывают ряд факторов, влияющих на выбор варианта штамповки, а именно: конфигурацию и размеры детали; марку и толщину материала; точность изготовления и качество отделки поверхности детали; объем производственного задания и размер отдельной партии; общую производственную обстановку: сроки подготовки производства» [6].

2.1. Проектный технологический процесс

Проектный технологический процесс состоит из четырех операций (Рисунок 2.1.) заготовки изготавливаются из заранее подготовленных листов толщиной 1 мм сталь 12Х18Н10Т. Остальные операции предполагается выполнять по отдельности:

Операция 10: Вырубка заготовки;

Операция 20: Вытяжка;

Операция 30: Обрезка, пробивка;

Операция 40: Дотяжка.

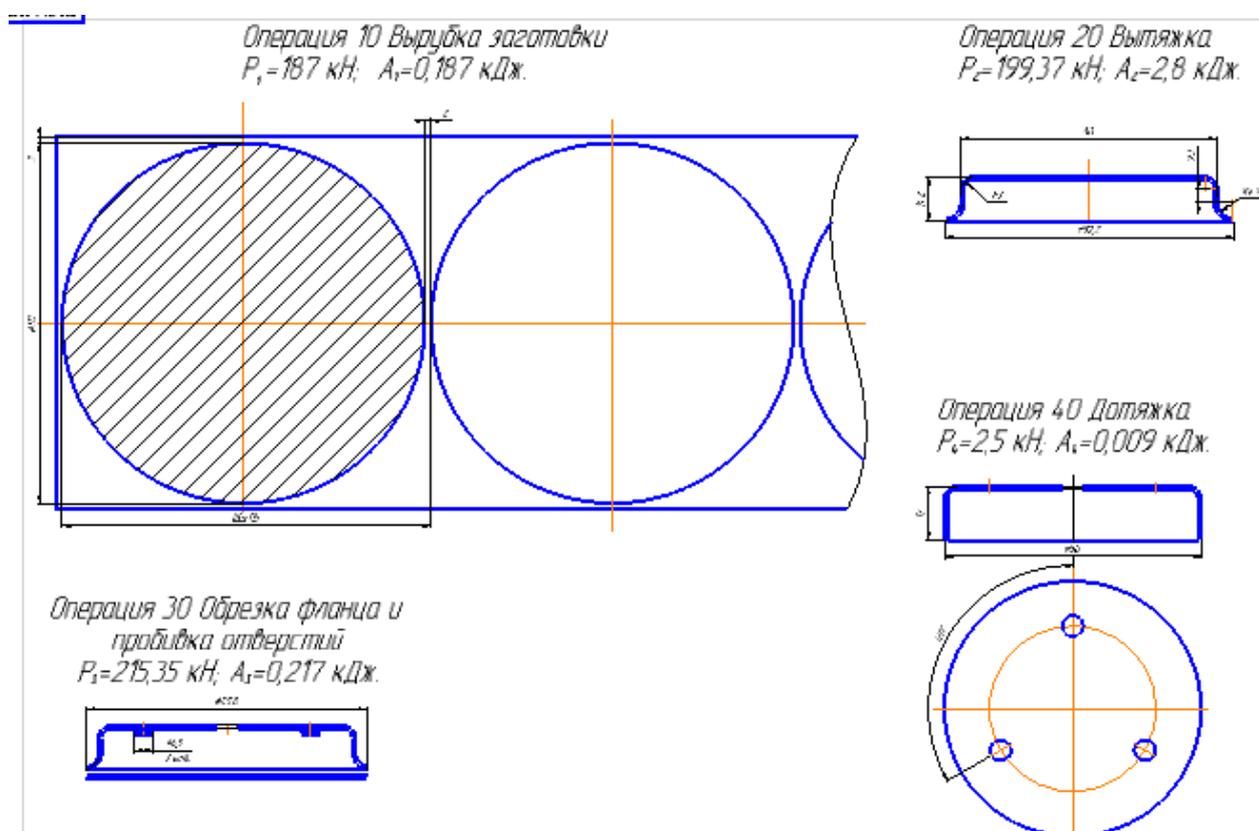
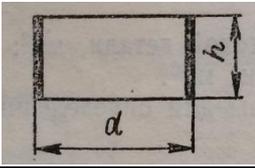
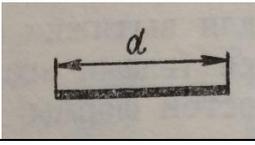
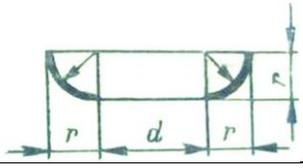


Рисунок 2.1. - Технологический процесс

2.2. Расчет размеров и определение формы заготовки

Для определения размеров заготовки используем математическую модель изделия. Делим изделие на несколько простых геометрических форм и рассчитываем площади их поверхностей. Для расчета используем формулы расчета площадей поверхностей простых геометрических форм, которые даны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – «Площади поверхности простых геометрических форм» [1].

Форма поверхности	Эскиз	Площадь поверхности F
Цилиндр		πdh
Круг		$\frac{\pi d^2}{4}$
Четверть сферического кольца (выпуклая)		$\frac{\pi}{4} 2\pi dr + 8r^2$

Рассчитываем площадь каждой поверхности

$$F_1 = \pi dh, \quad (2.1)$$

$$F_1 = 3,14 \cdot 80 \cdot 17 = 4272,57 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} 2\pi dr + 8r^2, \quad (2.2)$$

$$F_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 74 \cdot 3 + 8 \cdot 3^2 = 1152,1 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (2.3)$$

$$F_3 = \frac{3,14 \cdot 74^2}{4} = 4300,8 \text{ мм}^2$$

Находим суммарную площадь заготовки

$$F = F_1 + F_2 + F_3, (2.4)$$

$$F = 4272,57 + 1152,1 + 4300,8 = 9725,47 \text{ мм}^2$$

Рассчитываем диаметр заготовки (2.5):

$$D = 1,13 \sqrt{F}, \quad (2.5)$$

$$D = 1,13 \sqrt{9725,47} = 111,4 \text{ мм}^2$$

Назначаем припуск на обрезку в 1,2 мм

$D=111,4+1,2=112,6$ мм, принимаем ближайшее целое значение

$$D=113 \text{ мм}$$

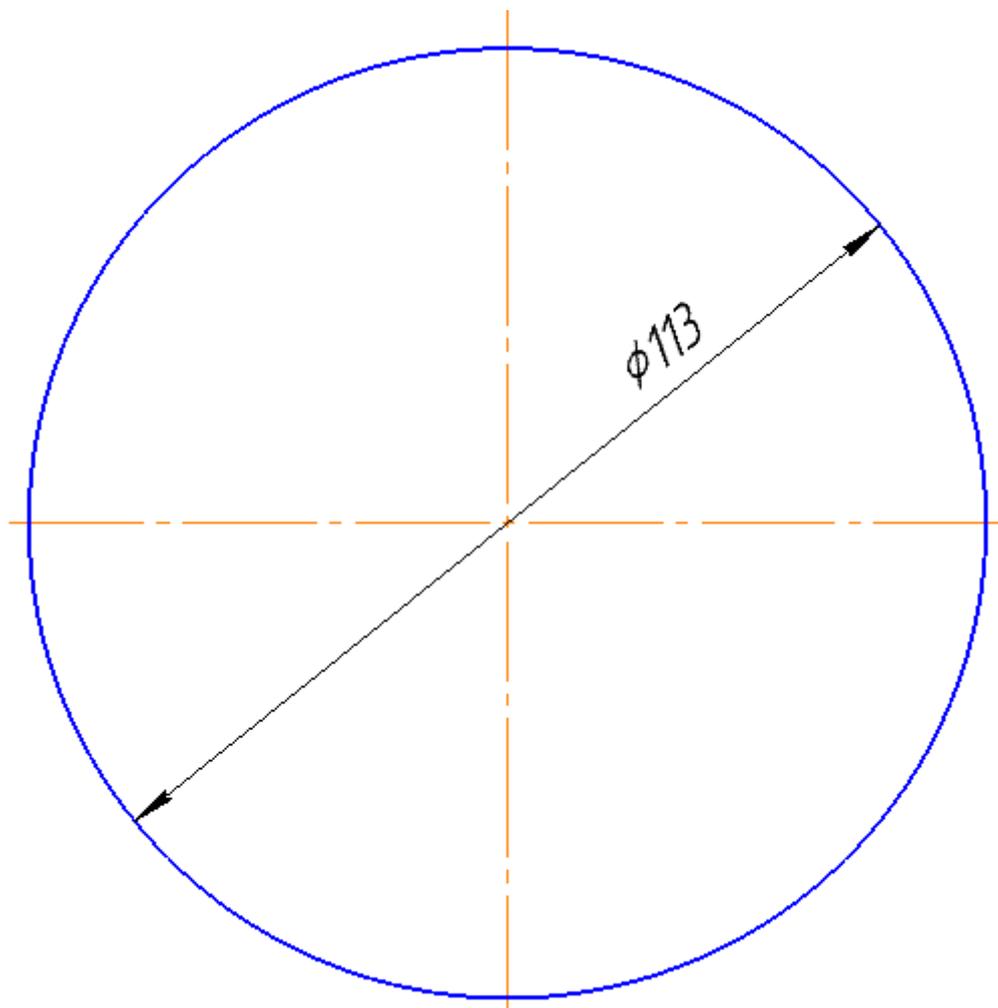


Рисунок 2.2 – Заготовка

2.3. Рациональный раскрой, определение КИМ

«Раскрой материала, зависит в основном от конструкции штампуемого изделия. Основной характеристикой экономичности раскроя, является коэффициент использования материала η , рассчитываемый по формуле (2.6) представляющий собой отношение полезной площади детали F_0 к площади заготовки F_3 для изготовления этой детали при вырубке, т. е.» [6].

$$\eta = \frac{F_0}{F_3} 100\% \quad (2.6)$$

Исходный материал: лист, сталь 12Х18Н10Т, толщина листа 1,0 мм, ширина 115 мм, шаг –115 мм.

$$\eta = \frac{10023,665}{13800} \cdot 100\% = 73\%$$

При изготовлении изделия используется 73 % металла заготовки.

2.4. Расчет ЭСП

Проектные операции:

1. вырубка заготовки;
2. вытяжка;
3. обрезка фланца и пробивка 3-х отверстий;
4. дотяжка.

Операция 1.

Определим усилие, необходимое для вырубки заготовки

$$P_{\text{ср}} = LS\sigma_{\text{ср}}k, \quad (2.10)$$

«где $k= 1,2$ – коэффициент запаса» [1];

« L – длина вырубаемого контура, мм» [1];

« S – толщина материала, мм» [1];

« $\sigma_{\text{ср}} = 46 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_{\text{ср}}$ - сопротивление срезу» [1].

$$P = 354,82 \cdot 1 \cdot 46 = 159,9 \text{ кН}$$

Усилие, требуемое для осуществления снятия:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} P, \quad (2.11)$$

«где P - полное усилие вырубки, кН» [1];

« $k_{\text{сн}}$ – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, $k_{\text{сн}}=0,10$ » [1].

$$P_{\text{сн}} = 0,10 \cdot 159,9 = 15,9 \text{ кН}$$

Усилие, требуемое для осуществления проталкивания:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} P, \quad (2.12)$$

«где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, устанавливающий соотношение между $P_{\text{пр}}$ и P , $k_{\text{пр}}=0,07$ » [1].

$$P_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 159,9 = 11,2 \text{ кН}$$

Общее суммарное усилие

$$P_{\text{общ}} = 159,9 + 15,9 + 11,2 = 187 \text{ кН}$$

Работа при вырубке

$$A = \frac{PS}{1000}, \quad (2.13)$$

«Где P – полное усилие вырубки, кН» [1];

« S – толщина материала, мм» [1].

$$A = \frac{187 \cdot 1}{1000} = 0,187 \text{ кДж.}$$

Операция 2.

Усилие вытяжки:

$$P = \pi d_k S \sigma_B k_\phi, \quad (2.14)$$

«где d_k – меньший диаметр конического изделия, мм» [1];

« S – толщина материала, мм» [1];

« $\sigma_B = 54 \text{ кгс/мм}^2$, σ_B – предел прочности» [1];

« $k_{\phi} = 0,85$ » [1].

$$P = 3,14 \cdot 113 \cdot 1 \cdot 54 \cdot 0,85 = 187,17 \text{ кН}$$

Усилие прижима для вытяжки:

$$Q = Fq, \quad (2.15)$$

«где F – площадь заготовки под прижимом, мм^2 » [1];

« $q = 0,25 \text{ кгс/мм}^2$, q – среднее давление прижима» [1].

$$Q = 4999,6 \cdot 0,25 = 1249,9 \text{ кгс} = 12,2 \text{ кН}$$

Общее суммарное усилие вытяжки:

$$P_{\text{общ}} = P + Q = 187,17 + 12,2 = 199,37 \text{ кН}$$

Работа при вытяжке:

$$A = \frac{Ph}{1000}, \quad (2.16)$$

«где P – усилие вытяжки, кН» [1];

« h – глубина вытяжки, мм» [1].

$$A = \frac{199,37 \cdot 14,2}{1000} = 2,8 \text{ кДж.}$$

Операция 3.

Усилие обрезки (2.10):

$$P_{\text{ср}} = 281,972 \cdot 1 \cdot 46 \cdot 1,2 = 15564,9 \text{ кгс} = 152,5 \text{ кН}$$

Усилие, требуемое для осуществления снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 0,10 \cdot 152,5 = 15,25 \text{ кН}$$

Усилие, требуемое для осуществления проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 152,5 = 10,7 \text{ кН}$$

Общее суммарное усилие на обрезку:

$$P_0 = 152,5 + 15,25 + 10,7 = 178,45 \text{ кН}$$

Работа при обрезке (2.13):

$$A_0 = \frac{178,45 \cdot 1}{1000} = 0,18 \text{ кДж}$$

Усилие, необходимое для пробивки отверстий (2.10):

$$P_{\text{ср}} = 3 \cdot 19,468 \cdot 1 \cdot 46 \cdot 1,2 = 3223,9 \text{ кгс} = 31,6 \text{ кН}$$

Усилие, требуемое для осуществления снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 0,10 \cdot 31,6 = 3,16 \text{ кН}$$

Усилие, требуемое для осуществления проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 31,6 = 2,212 \text{ кН}$$

Общее суммарное усилие на пробивку отверстий:

$$P_{\text{п}} = 31,6 + 3,16 + 2,212 = 36,9 \text{ кН.}$$

Работа при пробивке отверстий (2.13):

$$A_{\text{п}} = \frac{36,9 \cdot 1}{1000} = 0,037 \text{ кДж}$$

Полное суммарное усилие затрачиваемое на третью операцию:

$$P_{\Sigma} = P_o + P_{\text{п}} = 178,45 + 36,9 = 215,35 \text{ кН}$$

Работа затрачиваемая на третью операцию:

$$A_{\Sigma} = A_o + A_{\text{п}} = 0,18 + 0,037 = 0,217 \text{ кДж}$$

Операция 4.

Усилие дотяжки:

$$P_{\text{д}} = 1,25LS\sigma_{\text{в}}k, \quad (2.17)$$

«где L – длина дотяжки, мм» [1];

«k=1, k– коэффициент, зависящий от ширины и глубины рифта» [1].

« $\sigma_{\text{в}} = 54 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_{\text{в}}$ –предел прочности» [1].

$$P_{\text{ф}} = 1,25 \cdot 3,85 \cdot 1 \cdot 54 \cdot 1 = 259,875 \text{ кгс} = 2,5 \text{ кН}$$

Работа при дотяжке (2.16):

$$A_{\text{ф}} = \frac{2,5 \cdot 3,85}{1000} = 0,009 \text{ кДж}$$

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе прессы принимают к сведению следующие основные пункты:

- «тип прессы и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции» [4];
- «номинальное усилие прессы должно быть больше усилия, требуемого для штамповки» [4];
- «пресс должен обладать достаточной жесткостью, а для разделительных операций – также повышенной точностью направляющих» [4];
- «закрытая высота прессы должна быть одинаково или больше закрытой высоты штампа» [4];
- «габаритные размеры стола и ползуна прессы должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок» [4];
- «число ходов прессы должно обеспечивать достаточно высокую производительность изготовления деталей» [4];
- «удобство и безопасность обслуживания прессы должны соответствовать требованиям безопасности» [4].

«Из этого можно сделать вывод, что основными механическими параметрами для выбора прессы являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола прессы» [4].

3.1. Выбор оборудования для изготовления изделия

Выбор оборудования был сделан по следующим основным техническим параметрам:

- усилие, необходимое для изготовления детали

- мощность оборудования
- размеры стола
- ход ползуна
- закрытая высота пресса
- число ходов пресса

Проверяем по усилию с помощью поправочного коэффициента:

$$P = P_{\Sigma} \cdot K_{\text{попр}} \quad (3.1)$$

«где P_{Σ} —суммарное усилие операций, производимых на данном оборудовании, кН» [1];

« $K_{\text{попр}}$ – поправочный коэффициент; $K_{\text{попр}} = 1,5$ » [1];

$$P = 199,37 \cdot 1,5 = 299 \text{ кН}$$

Для производства изделия выбираем пресс К 2126 А.

Технические характеристики показаны в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики пресса К 2126 А

1	Усилие пресса	тс	40	
2	Ход ползуна в мм	Наибольший	80	
		Наименьший	16	
		Промежуточный		
3	Число ходов ползуна в минутах		100	
4	Регулировка закрытой высоты (длины шатуна) в мм		65	
5	Максимальная закрытая высота «Н»: расстояние от подштамповой плиты до ползуна в его нижнем положении при наименьшей длине шатуна в мм		При ходе ползуна	
			Наибольшее	Наименьшее
		Пресса	275	307
	Штампа	270	302	
6	Минимальная закрытая высота «Н»: расстояние от подштамповой плиты до ползуна	Пресса	210	242

Продолжение таблицы 3.1.

	в его нижнем положении при наибольшей длине шатуна в мм	Штампа	220	252
7	Высота подштамповой плиты «h» в мм		65	
8	Расстояние между направляющими ползуна в свету в мм		260	
9	Окно в станине (ширина и высота) в мм		340×420	

3.2. Средства механизации и автоматизации

«Автоматизация в штамповочном производстве может в несколько раз увеличить производительность труда, а также может обеспечить полную безопасность работы на прессах» [1].

«При ручной подаче заготовок и ручном удалении изделий и отходов число ходов пресса используется лишь на двадцать пять процентов, а иногда меньше этого. При полной автоматизации работы коэффициент использования числа ходов пресса достигает ста процентов, хотя абсолютное число используемых ходов за рабочую смену несколько ниже предельно возможного из-за потерь времени на перестановку штампов, заправку ленты и т. п. и составляет от девяноста процентов. Кроме того, автоматизация процесса штамповки позволяет увеличить номинальное число ходов пресса без его модернизации на тридцать процентов, а с модернизацией в два-три раза» [1].

«Но когда полная автоматизация в листовой штамповке затруднительна, следует применять простейшую механизацию вспомогательных работ — подачи заготовок и удаления изделий и отходов» [1].

В данном проекте целесообразно применить не значительную механизацию, так как производство изделия мелкосерийно и экономически не выгодно внедрять полную автоматизацию процесса штамповки.

3.3. Штамповочная линия, участок штамповки

«Во время планировки цехов для штамповки должны предусмотрены некоторые пункты: площадь около прессы для укладки заготовок, готовых деталей и отходов, а также необходимые проходы и проезды для транспортировки штампов и заготовок (готовых деталей) с помощью транспортных средств» [1].

«Общую площадь холодноштамповочного цеха принято подразделять на производственную и вспомогательную. К производственной относится площадь, занимаемая прессами, механизмами, инвентарем, проходами и проездами между прессами, местами для складывания заготовок, деталей и отходов»[1].

«Вспомогательные площади, включают в себя склады, железнодорожные пути, главные проезды и вспомогательные участки» [1].

Принимаем, что штамповка каждой операции производится отдельно друг от друга на разных прессах.

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

«При конструировании штамповой оснастки необходимо чтоб обеспечивалось надежная и правильная соосность пуансонов и матриц. Кроме того, детали штамповой оснастки, которые подвергаются деформации должны быть достаточно прочными, а штамп в целом - достаточно жестким. Иначе штампуемые изделия могут получиться разностенными, неконцентричными, с отклонениями по толщине, дна и стенок» [4].

«Главное требование, предъявляемое к штамповой оснастке – полное соответствие технологическому процессу» [1].

По назначению штамповые оснастки классифицируются по операциям, выполняемых на этих штампах:

- вырубные (вырезные)
- гибочные
- вытяжные
- формовочные

4.1. Конструкция вытяжного штампа

Штамп — инструмент, состоящий из большого количества деталей, при помощи которых выполняются операции. Все детали штампа делятся на две группы: технологического назначения и конструктивного. Первые непосредственно участвуют в выполнении операции, т. е. контактируют с металлом заготовки. Вторые обеспечивают надежную фиксацию и работу деталей первой группы. К первой группе относятся рабочие части (пуансоны, матрицы), прижимы, выталкиватели, съемники, фиксаторы, упоры, ловители, направляющие. Ко второй группе относятся плиты (верхняя, нижняя, монтажная, промежуточные), направляющие элементы, колонки, втулки,

призмы, планки, крепежные изделия (винты, штифты, шплинты), держатели пуансонов, матриц, обоймы, траверсы, ограничители хода подвижных частей штампа, упругие элементы. Независимо от принадлежности деталей к той или иной группе, они делятся на стандартные и оригинальные. Стандартные — детали, у которых типоразмеры, форма, материал регламентируются ГОСТом. Оригинальные - это детали, разработанные конструктором» [1].

В данной работе разработана штамповая оснастка для обратной вытяжки. (рисунок 4.1) В такой компоновке.

Пуансон (5) с крепежными отверстиями в теле пуансона, закреплен на нижней плите с помощью винтов и штифтов и во время рабочего хода он неподвижен.

Цельная матрица (4) с крепежными отверстиями, закреплена к монтажной плите (3) с помощью винтов и штифтов.

Для фиксации заготовки в штампе используются фиксаторы (11) по наружному контуру, установленные с тыла штампа и слева.

В качестве направляющих элементов, используются колонки (8) и втулки (9). Втулки (9) запрессованы в верхнюю плиту (1).

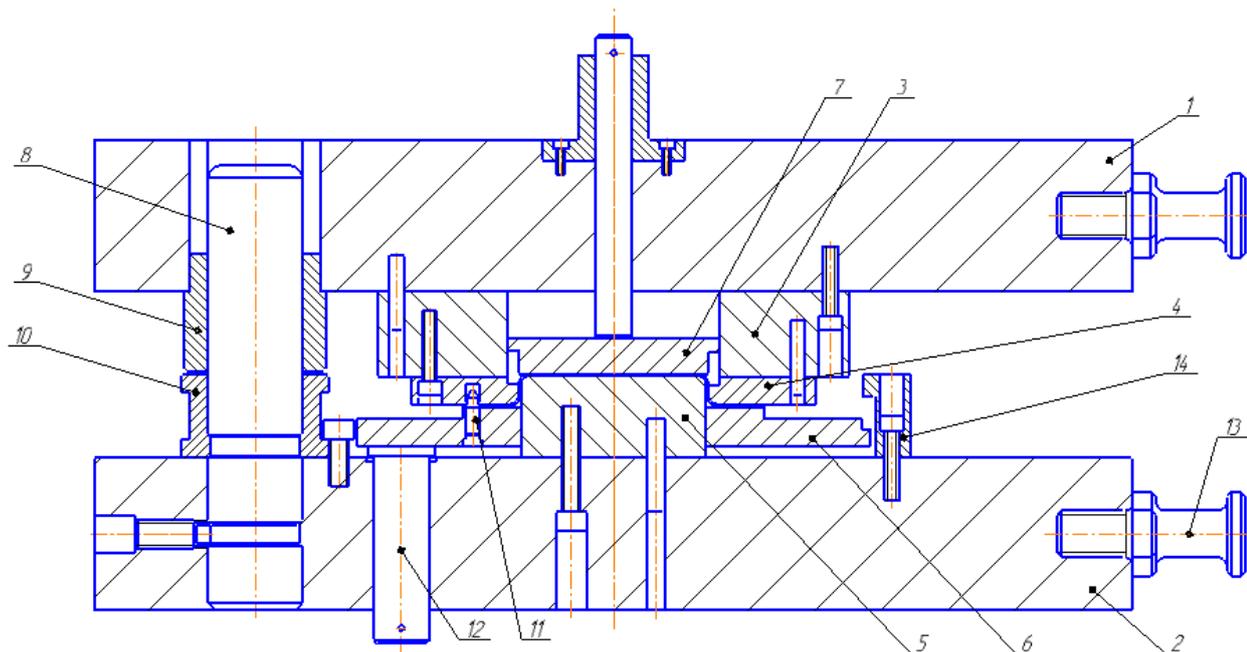
Верхняя (1) и нижняя (2) плиты штамповой оснастки крепятся к столу и ползуну прессы с помощью Т-образных пазов.

В качестве ограничителей закрытой высоты штампа были выбраны втулочные ограничители (10).

Ограничителями хода прижима были выбраны ограничительные скобы (14).

Для создания усилия прижима и для снятия изделия с пуансона используются толкатели (12), действующие на прижим-съемник (6) с помощью пневматического привода.

В качестве транспортных элементов используются грузовые винты (13). Основные характеристики элементов штампа показаны в спецификации (Приложение).



1 – плита верхняя; 2 – плита нижняя; 3 – монтажная плита;
 4 – матрица; 5 – пуансон; 6 – прижим-съемник; 7 – прижим;
 8 – направляющая колонка; 9 – направляющая втулка; 10 – втулочный
 ограничитель; 11 – фиксатор; 12 – толкатель; 13 – грузовой винт; 14 – скоба
 ограничительная

Рисунок 4.1 – Штамп вытяжки в разрезе

4.2. Работа штампа

На штампе, который описан в пункте 4.1, штамповка производится в следующей последовательности:

1. Заготовка подается в ручную в штамп;
2. прижим-съемник (6) находится в верхнем положении, на него укладывается заготовка и упирается в фиксаторы (11);
3. при рабочем ходе ползуна верхняя половина штампа начинает двигаться вниз;

4. происходит обтягивание заготовки на пуансон (5), идет вытяжка;
5. ползун поднимает верхнюю половину штампа;
6. пневматический привод приводит в движение толкатели (12) и прижим-съемник (6), осуществляется снятие изделия с пуансона (5).

4.3. Расчет на прочность

Рассчитаем на прочность пуансоны для вытяжки:

1. Расчет на смятие (4.1):

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{F}, \quad (4.1)$$

«где P – усилие вытяжки» [1],

P=20330 кгс;

«F – опорная поверхность головки пуансона, мм²» [1];

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 78^2}{4} = 4775,94 \text{ мм}^2.$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{20330}{4775,94} = 4,3 \text{ кгс/мм}^2$$

«Т.к. рассчитанное напряжение близко по своему значению к допустимому, то под опорную головку пуансона ставим подкладные плитки, которые увеличивают площадь распределения нагрузки» [1].

2. Расчет на сжатие (4.2):

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P}{f} \leq [\sigma]_{\text{сж}}, \quad (4.2)$$

«где f – площадь наименьшего сечения пуансона, мм²» [1];

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 78^2}{4} = 4775,94 \text{ мм}^2 ;$$

« $\sigma_{\text{сж}}$ – допускаемое напряжение на сжатие, $\sigma_{\text{сж}} = 160 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ » [1].

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{20330}{4775,94} = 4,3 \text{ кгс/мм}^2$$

«Сжимающее напряжение составило меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на сжатие удовлетворяется» [1].

3. Расчет на продольный изгиб (4.3):

$$l = 4,43 \frac{EJ}{nP}, \quad 4.3$$

«где E – модуль упругости, кгс/см² (2,2·10⁶)» [1];

«J – момент инерции сечения, см⁴» [1];

«n – коэффициент безопасности» [1].

$$l = 4,43 \frac{2,2 \cdot 10^6 \cdot 0,05}{4 \cdot 20330} = 5,15 \text{ см}$$

4.4. Упругие элементы в штамповой оснастке

«При конструировании штамповой оснастки для листовой штамповки бывает есть необходимость применения упругих элементов в качестве привода. К этим элементам относятся пружины, резина, а также полиуретан, сжатый воздух и жидкость» [8].

«Буфер как принадлежность прессы, является наиболее совершенным универсальным устройством (по сравнению с индивидуальными буферами в штампах), который широко используют для привода деталей в нижней части штампа. В большинстве случаев буферы прессов выполняют с постоянным усилием, составляющим в среднем до двадцати процентов номинального усилия прессы, что трудно обеспечить пружинами и другими индивидуальными средствами. Особенно широко применяют буферы для привода прижимов выталкивателей и съемников формоизменяющих штампов. Передаточным звеном между плитой (тарелкой) буфера и подвижной деталью штампа служат толкатели (шпильки буферные) без

буртика и с буртиком. Обычно толкатели с буртиком являются постоянной принадлежностью штампа. Они не вынимаются при его хранении. Если плита буфера находится ниже подштамповой плиты прессы, то толкатели с буртиком затрудняют хранение и установку штампа. Выступая из нижней плиты на некоторую величину, они препятствуют установке штампа в вертикальном (рабочем) положении. Поэтому толкатели с буртиком следует использовать в штампах небольших габаритных размеров, установка которых на прессах не является сложной операцией, а хранение осуществляется преимущественно в один ряд на стеллажах. Толкатели с буртиком используют также в штампах средних габаритных размеров при условии, что плита буфера в верхнем крайнем положении устанавливается заподлицо с верхней плоскостью подштамповой плиты. Толкатели без буртика применяют в крупно- и среднегабаритных штампах, устанавливаемых на прессах с тарелками буфера, расположенными ниже подштамповой плиты. При транспортировке и хранении штампов такие толкатели или оставляют в прессе или прикрепляют к штампу гибкой связью, используя просверленные в них отверстия.

В представленном вытяжном штампе упругие элементы, рассмотренные выше, не используются. Вместо этих элементов используются толкатели, которые с помощью пневматического привода прессы, прижимают заготовку, а после вытяжки снимают изделие с пуансона»[8].

4.5. Центр давления в штамповой оснастке

«Для правильной работы прессы и штампа центр давления следует совместить с осью ползуна, что обеспечивается расположением хвостовика в верхней плите, чтобы его ось проходила через центр давления штампа. В противном случае появляется некоторый изгибающий момент, в результате которого происходит перекосяк ползуна, износ направляющих прессы и штампа, а иногда и одностороннее срезание рабочих кромок матрицы или пуансона. Последнее явление характерно главным образом для открытых штампов без направляющих колонок или плит»[1].

«Для правильной работы штамповой оснастки следует заготовку расположить на матрице так, чтобы центр давления совпадал с осью хвостовика. Иначе в штампе возникают перекосяки, несимметричность зазора, износ направляющих, а возможно и поломка штампа»[1].

Так как рассматриваемое в этой работе изделие осесимметричное и осевая линия изделия совпадает с осью хвостовика, то рассчитывать центр давления штампа нет необходимости.

4.6. Размеры инструмента

«Износ пуансона осуществляется в сторону уменьшения его диаметра, поэтому из всех возможных вариантов размер пуансона назначают максимальным» [1].

«Матрица изнашивается в сторону увеличения диаметра, поэтому размер матрицы назначают минимальным из всех возможных вариантов в зависимости от допуска на размер отверстия» [1].

«Износ пуансона осуществляется в сторону уменьшения его диаметра, поэтому из всех возможных вариантов размер пуансона назначают максимальным» [1].

«Матрица изнашивается в сторону увеличения диаметра, поэтому размер матрицы назначают минимальным из всех возможных вариантов в зависимости от допуска на размер отверстия» [1].

Рассматриваемая в данной работе вытяжка проводится с допуском по внутреннему размеру $d + \Delta$.

Расчёт исполнительных размеров пуансона и матрицы производим по формулам (4.4) и (4.5)

Исполнительные размеры матрицы:

$$d_M = d + z + \delta_M, \quad (4.4)$$

«где d_M – исполнительный размер матрицы, мм» [1];

« z – номинальный диаметральный зазор между пуансоном и матрицей, мм» [1];

« δ_M – допуск на изготовление матрицы, мм» [1];

« d – номинальный размер внутренней размер, мм» [1].

$$d_M = (80 + 2)^{+0,09} = 82^{+0,09}$$

Исполнительные размеры пуансона:

$$d_{\Pi} = d - \delta_{\Pi}, \quad (4.5)$$

«где d_{Π} – исполнительный размер пуансона, мм» [1];

« δ_{Π} – допуск на изготовление пуансона, мм» [1].

$$d_{\Pi} = 78_{-0,06}$$

5. CAE-АНАЛИЗ ВЫТЯЖНОГО ПЕРЕХОДА В ПО «LS-DYNA»

5.1. Основы CAE-анализа в ПО «LS-DYNA»

CAE(Computer-AidedEngineering) – программные системы позволяющие понять, как поведёт себя в реальных условиях сформированная 3D модель изделия. CAE системы выполняют ряд разнообразных задач по расчёту напряжений, деформаций, теплообмена и других параметров сплошных сред. Благодаря широкому перечню возможностей и широкому выбору программного обеспечения CAE системы нашли себе применение во многих отраслях промышленности. CAE технология, заключающаяся в применении компьютерного программного обеспечения для анализа CADгеометрии продукта и испытания его при заданных условиях для улучшения и оптимизации конструкции как самого продукта, так и его инструмента. При помощи CAE можно проводить множество операций, такие как: [25]

- «стресс анализ компонентов и узлов на основе методов конечных элементов» [25];
- «термические исследования» [25];
- «кинематическое исследование» [25];
- «оптимизацию продуктов или процессов» [25].

В основе своей работы они используют различные математические расчёты, такие как метода конечных элементов, метода конечных разностей, метод конечных объёмов. В данной выпускной квалификационной работе, для анализа процесса листовой штамповки использовался метод конечных элементов.

В методе конечных элементов структура модели представлена набором элементов, которые могут обрабатываться компьютером после того, как будут разбиты на отдельные части. Основная задача метода конечных элементов заключается в анализе прочности и расчёте задач связанных с

деформаций. Так же МКЭ используется для решения множества инженерных задач, таких как задача механики жидкости, сплошных сред, статики и динамики.

Метод конечных элементов является наиболее распространённым среди инструментов, используемых для анализа характеристик конструкций, подвергаемых различным нагрузкам. МКЭ даёт возможность решать задачи расчёт деталей сложной конструкции, посредством разбивания этих деталей на более мелкие части – конечные элементы.

После того как деталь была разбита на более мелкие элементы расчёты проводятся для отдельных конечных элементов. Точки, соединяющие элементы, называются узлами, и в совокупности образуют конечную элементную сетку.

Для решения задач связанных с методом конечных элементов используют разнообразные программы решатели. В данной работе рассматривается программный продукт LS-PREPOST и LS-DYNA.

LS-PREPOST – программный продукт, предназначенный для создания конечно-элементной модели детали и инструмента. В функционал программы входит, такие важные функции, как задание материала испытываемого продукта, а так же задания всех необходимых условий, таких как расположения испытываемого тела в пространстве, редактирование сетки конечных элементов и геометрии заданных тел и непосредственно выбор моделируемого процесса. В данной выпускной квалификационной работе будет рассмотрено несколько этапов работы с LS-PREPOST, а именно моделирования процесса многооперационной вытяжки. Для расчёта процесса созданную модель со всеми установленными данными импортируют в универсальный решатель подобных задач LS-DYNA.

LS-DYNA – многоцелевая программа использующая постановку метода конечных элементов, для расчёта динамических процессов (в том числе и процессов, приводящих к разрушению). Полностью автоматизированный процесс решения задач, в совокупности с множеством функций по проверке

получаемого решения, представляемых программой, позволяет инженерам успешно и без особых затруднений решать сложнейшие задачи, связанные с формированием металла (прокат, выдавливание, штамповка, литьё, вытяжка), анализ безопасности пассажира (используется для проверки взаимодействия подушки человека и виртуальной модели человека), резка металла, инженерный анализ изделий народного потребления, расчёт всевозможных ситуаций связанных с ударами.

Система LS-DYNA применяется в решениях задач холодной объёмной и листовой штамповки, моделирования процессов гибки, обрезки профиля различными видами ножей, вырубке заготовки в лентах, осадки заготовок.

5.2. Анализ процесса вытяжки

Процесс вытяжки изделия в данной работе является исследовательским и поэтому не имеет привязки к конкретному оборудованию.

Формирование 3 D геометрии заготовки и инструмента производилось в программном продукте SIEMENS NX 9.0. по модели изделия. (Рисунок 5.1)

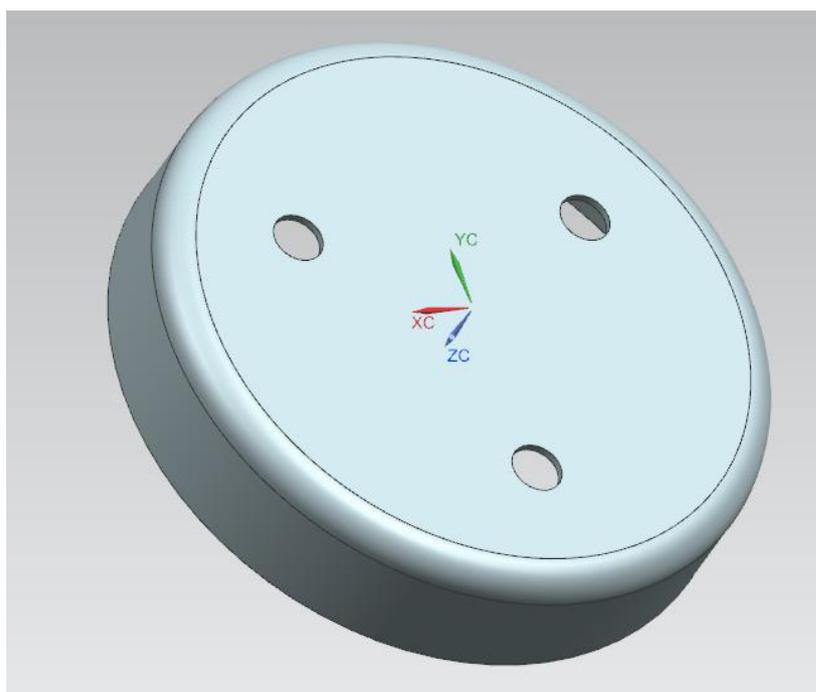


Рисунок 5.1 – Готовая 3D-модель изделия

Для исследования выбираем круглую заготовку, 3D-модель, которой изображена на рисунке 5.2.

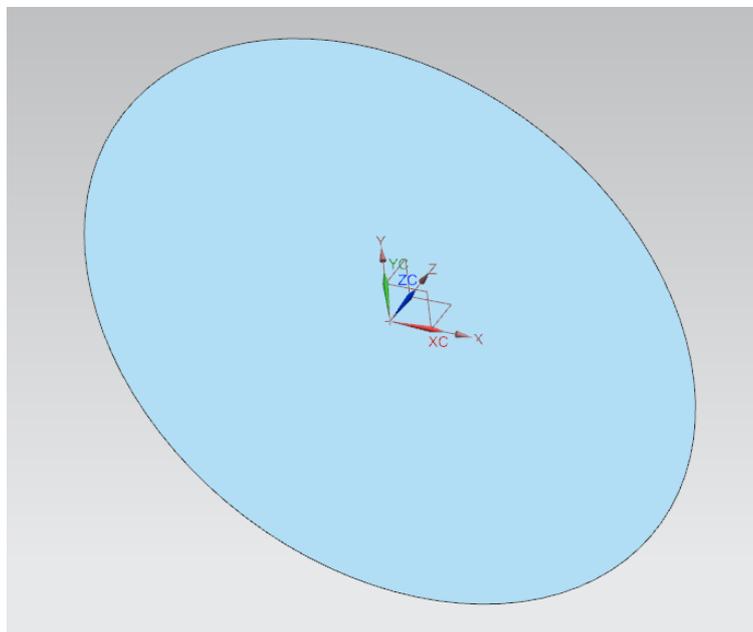


Рисунок 5.2 – Заготовка

Для операции вытяжки понадобилось построить необходимый инструмент, а именно:

- пуансон (рисунок 5.3);
- прижим (рисунок 5.4);
- матрица (рисунок 5.5).

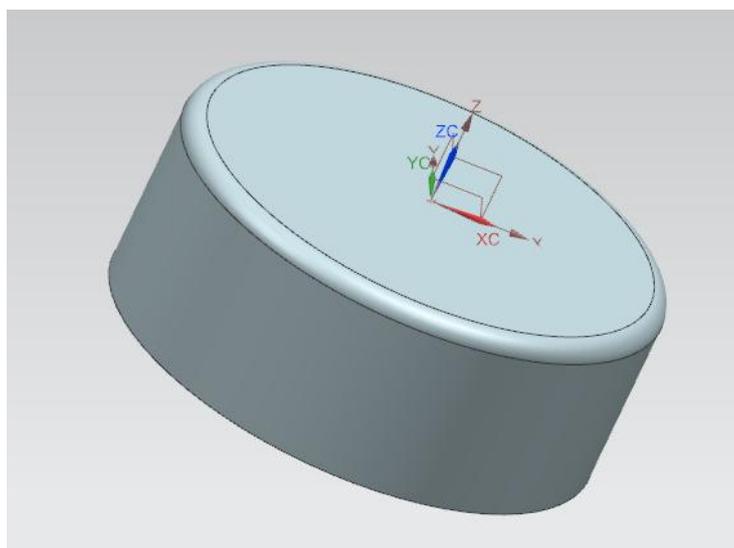


Рисунок 5.3 – Пуансон

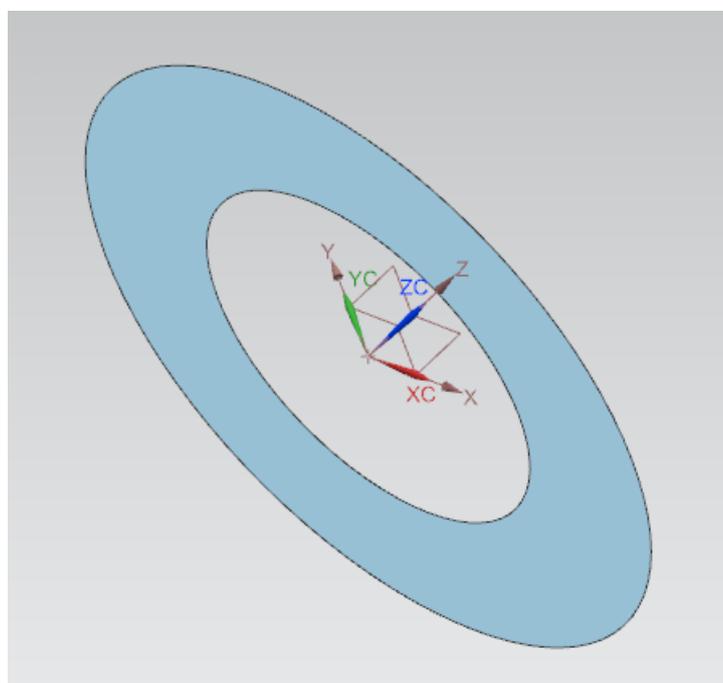


Рисунок 5.4 – Прижим

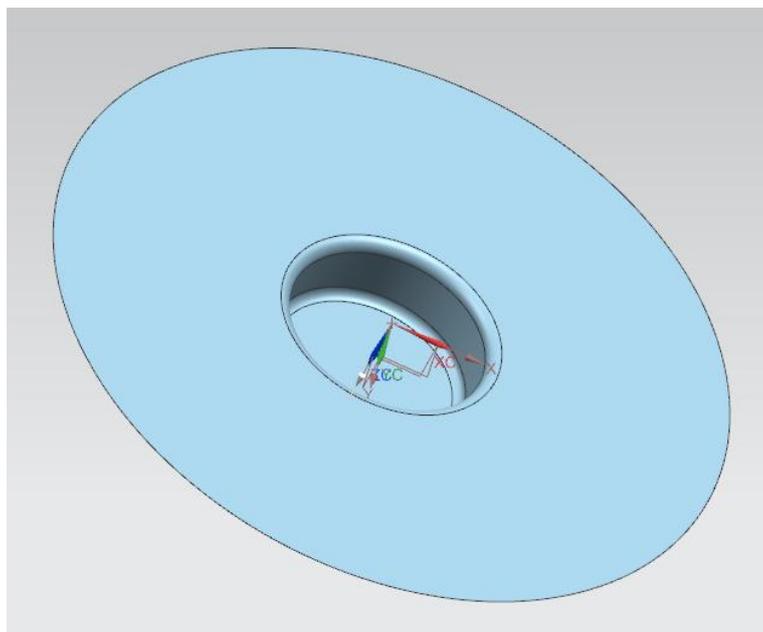


Рисунок 5.5 – Матрица

Все смоделированные элементы экспортируются в формате IGES в программу LS-PREPOST, для последующей обработки, создания элементной сетки и расчёта процесса.

Так же для расчета вытяжного перехода необходимо было создать “к” – файл материала заготовки.

Материал заготовки – нержавеющая сталь 12X18Н10Т.

“к” – файл создавался в «Текстовом редакторе». (Рисунок 5.6)

```

*KEYWORD
*MAT_TRANSVERSELY_ANISOTROPIC_ELASTIC_PLASTIC
$      MID      RO      E      PR      SIGY      ETAN      R      HLCID
      1 7.8E-09 18.00E+04      0.3      ETAN      1      R      10
*DEFINE_CURVE
10
0.0000,370
0.002,387.252
0.004,402.577
0.008,429.066
0.015,466.652
0.025,508.869
0.04,558.062
0.07,630.545
0.12,715.605
0.2,811.085
0.3,898.028
0.45,995.709
0.65,1094.39
1,1223.35
1.5,1359.23
*END

```

Рисунок 5.6 – «к»-файл

Знак «\$» означает, то, что значения, идущие после этого знака, никак не влияют на геометрию детали.

MID – уникальный числовой номер материала. Значение равно 1

RO – плотность задаваемого материала. Значение равно 7.80E-09

E – Модуль Юнга, в данном материале равен 18.00E+04

PR – Коэффициент Пуансона, значение равно 0.3

SIGY – предел текучести. В данном материале не указан

ETAN–модуль пластического упрочнения, для данного материала не указан.

R – Коэффициент анизотропии. Значение 1

HLCID - Кривая нагрузки, определяющей эффективный предел текучести по сравнению с эффективной пластической деформации. Номер кривой 10.

5.3. Моделирование процесса вытяжки в LS-DYNA

1. Импорт геометрии заготовки, пуансона, матрицы и прижима в формате «iges» в программу LS-PREPOST.
2. Наносится конечно-элементная сетка на поверхность каждой геометрии. Размер конечных элементов, для пуансона, матрицы и заготовки, равен 5. Размер элементов, для прижима, равен 11
3. Вносятся параметры заготовки (раздел Blank) :
 - выбирается заготовка (позиция 1, рисунок 5.7)
 - задаётся тип материала (позиция 2, рисунок 5.7)
 - Устанавливается толщина заготовки равное 1 мм (позиция 3, рисунок 5.7)

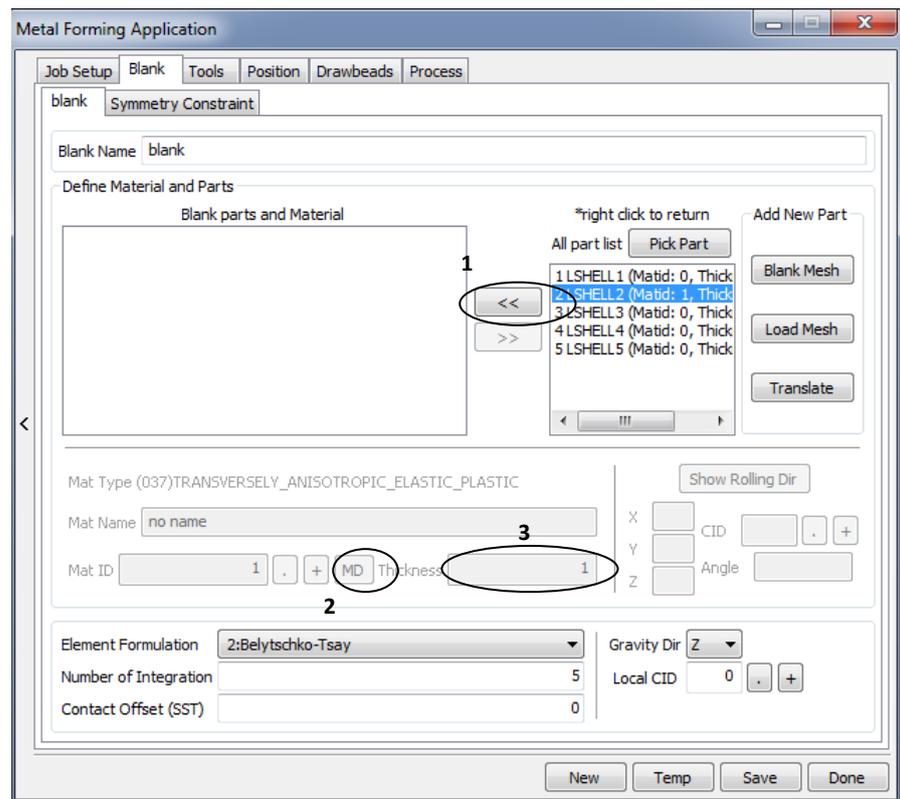


Рисунок 5.7 – Раздел «Blank»

4. Задаётся рабочий инструмент (раздел tools):

- выбираются заданные элементы сетки отдельно для каждого инструмента (позиция 1 рисунки 5.8-5.10);
- выбирается положение каждого инструмента относительно заготовки (above-выше заготовки, below-ниже заготовки). (Позиция 2, рисунки 5.8-5.10);
- коэффициент трения равен 0.125 (позиция 3, рисунки 5.8-5.10);
- движение инструментов происходит вдоль оси Z (позиция 4, рисунки 5.8-5.10).

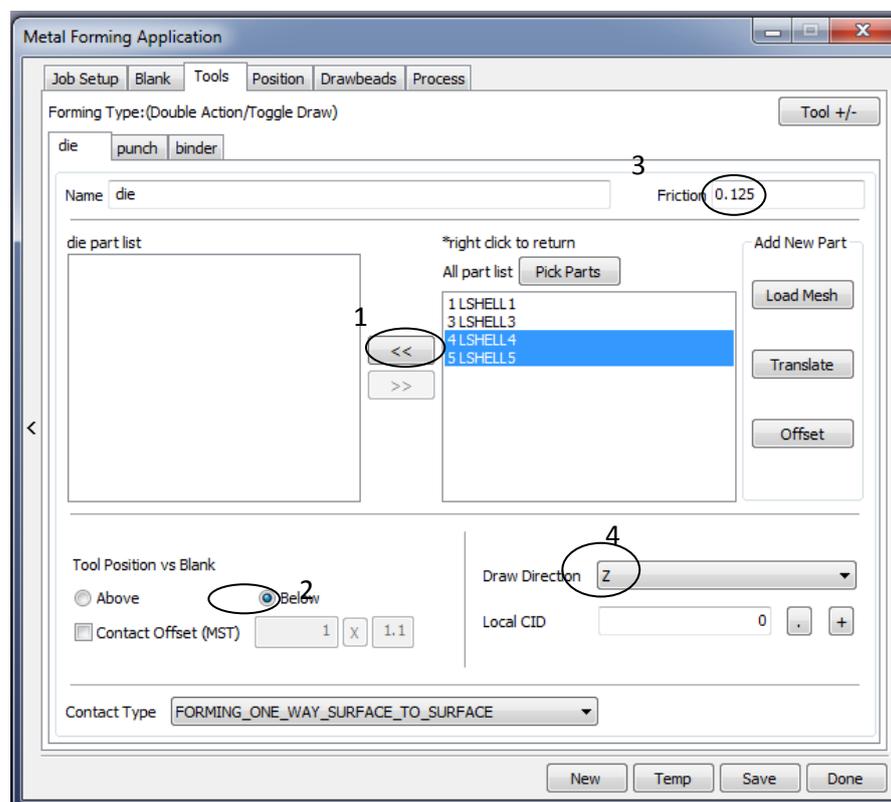


Рисунок 5.8 – Выбор матрицы

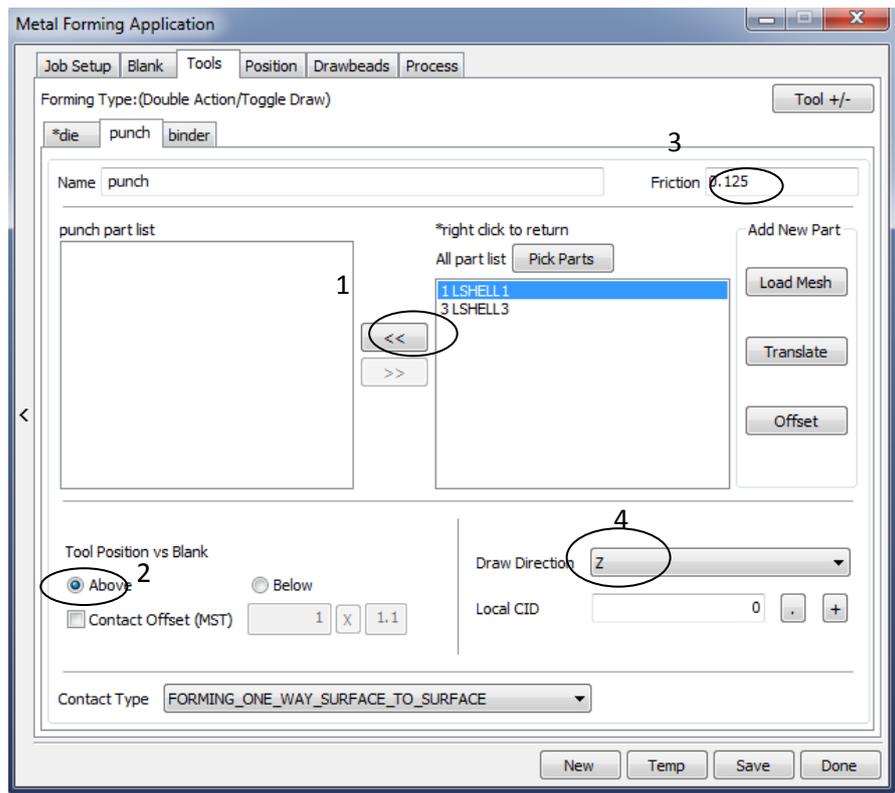


Рисунок 5.9 – Выбор пуансона

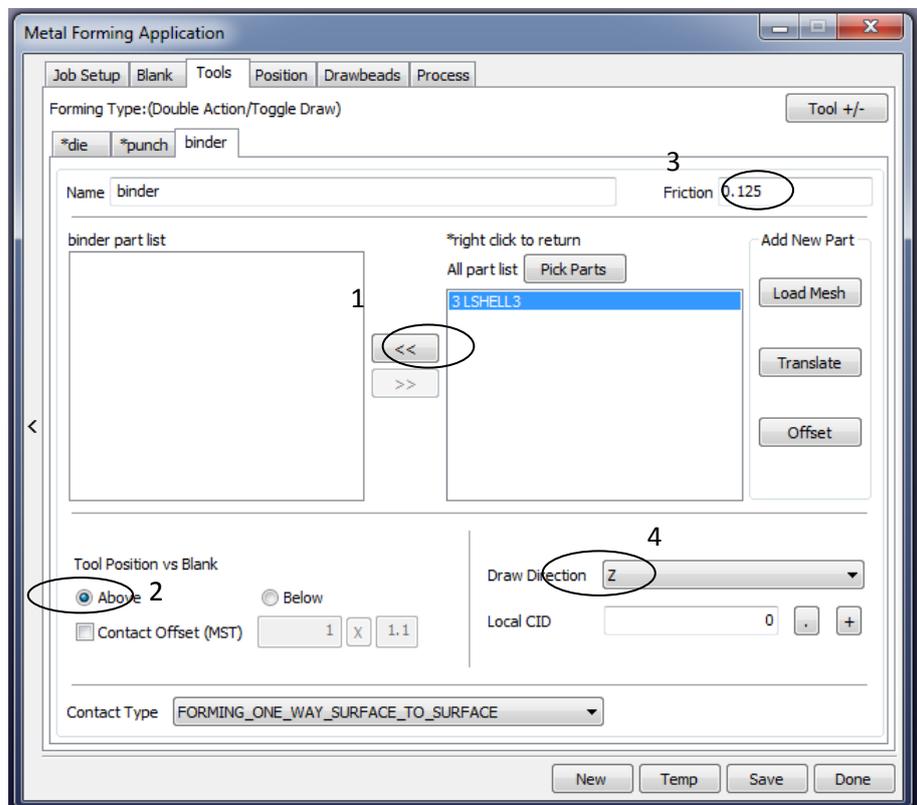


Рисунок 5.10 – Выбор прижима

5. В разделе Position, устанавливается расположение инструмента по оси Z. (позиция 1 рисунок 5.11). Выбирается AutoPosition (позиция 2, рисунок 5.11), для автопозиционирования всех частей в пространстве. После этого действия заготовку передвигать не рекомендуется, так как нарушится позиционирование детали.

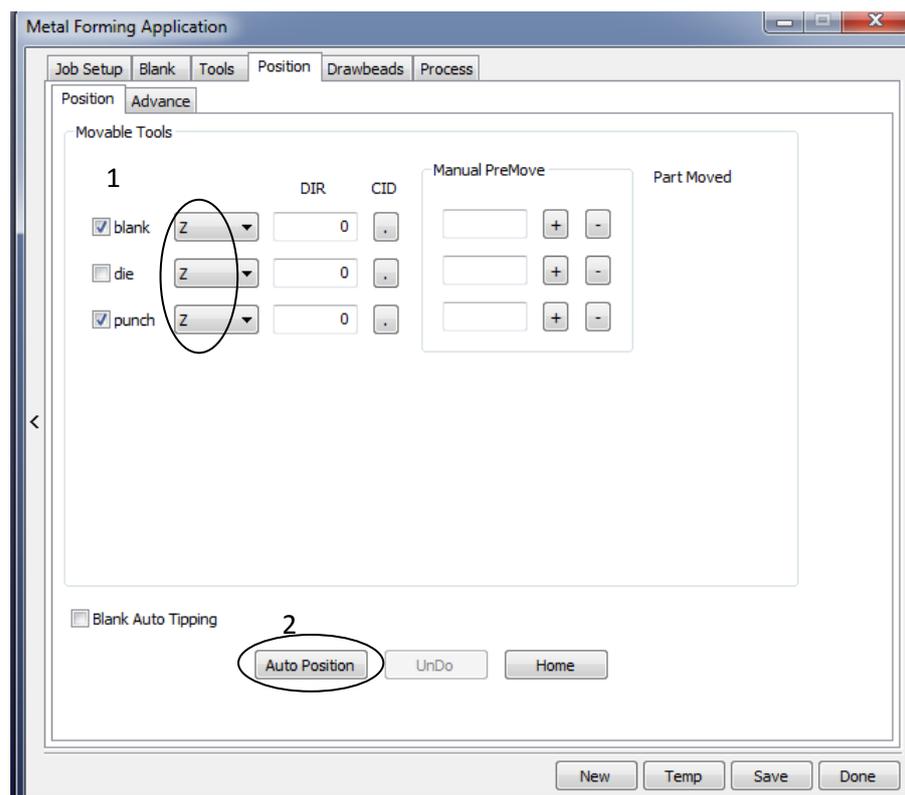


Рисунок 5.11 – Расположение инструмента

6. Устанавливается сам процесс операции, в данном случае, вытяжка (drawing). Раздел Process. (позиция 1 рисунок 5.12)

Здесь задается то, что:

- матрица будет неподвижной (stationary), (позиция 2, рисунок 5.12);
- пуансон движется к матрице с определенной скоростью (позиция 3, рисунок 5.12);

– прижим будет действовать на заготовку с усилием (force), равное 61000 кг (позиция 4, рисунок 5.12).

Сохраняем процесс в файл isform (позиция 5, рисунок 5.12)

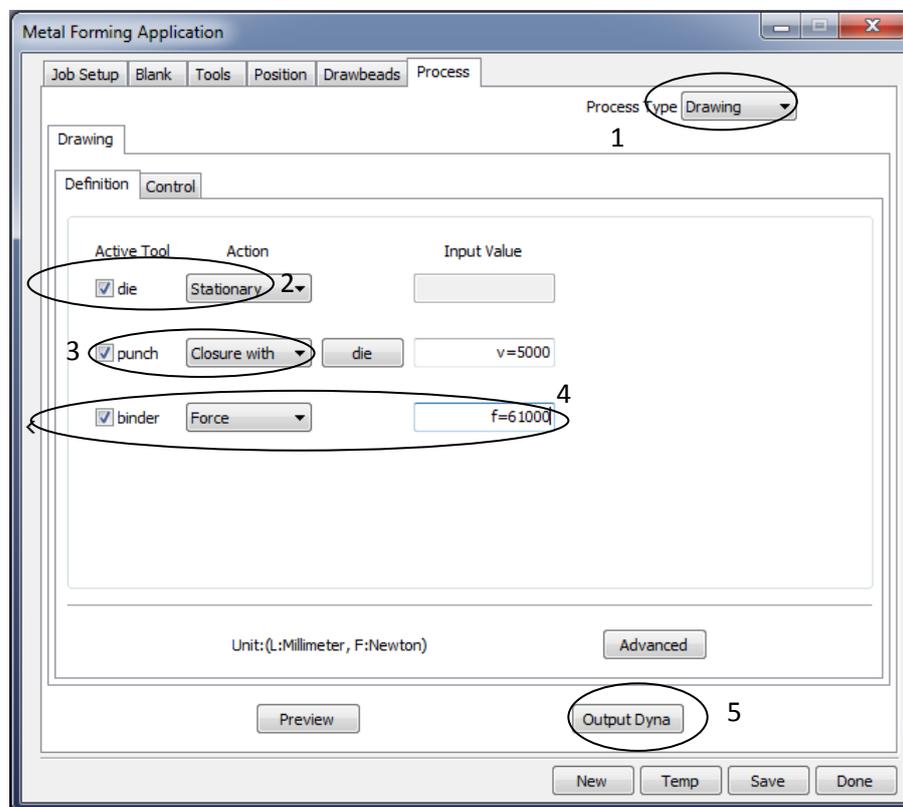


Рисунок 5.12 – Процесс операции

7. Отправляем файл «isform» в программу LS-DYNAManager, для расчета процесса вытяжки. После окончания расчета открываем, в LS-Prepost, файл «3dplot», для анализа полученного результата. После анализа получили результаты:

- утонения в процентах (рисунок 5.13);
- условия пластичности Мизеса (рисунок 5.14);
- FLD- диаграммы (рисунок 5.15).

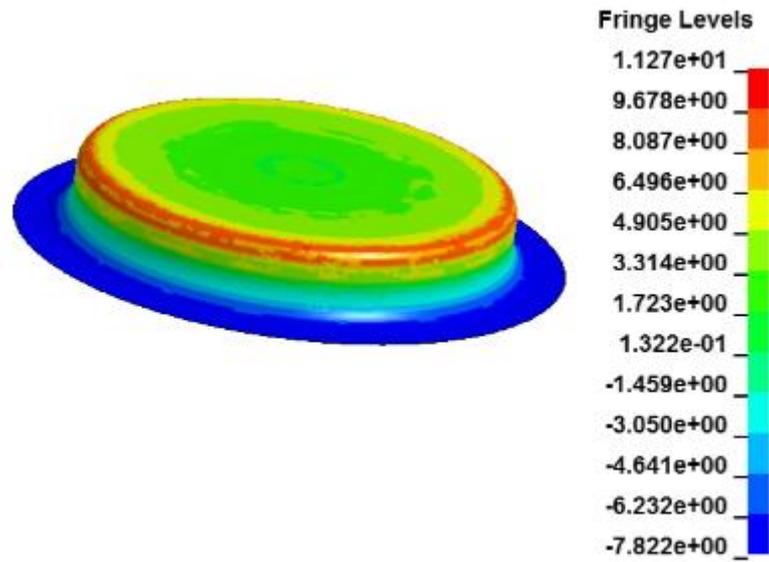


Рисунок 5.13 – Утонение в процентах

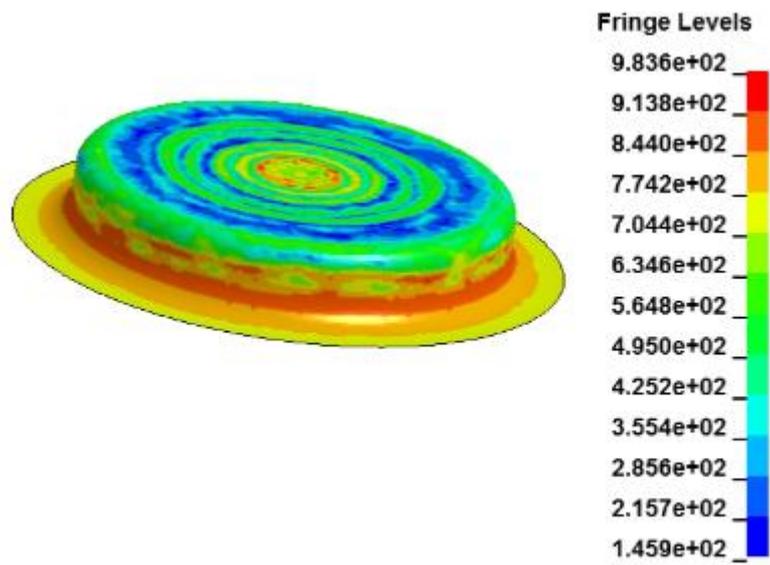


Рисунок 5.14 – Условие пластичности Мизеса

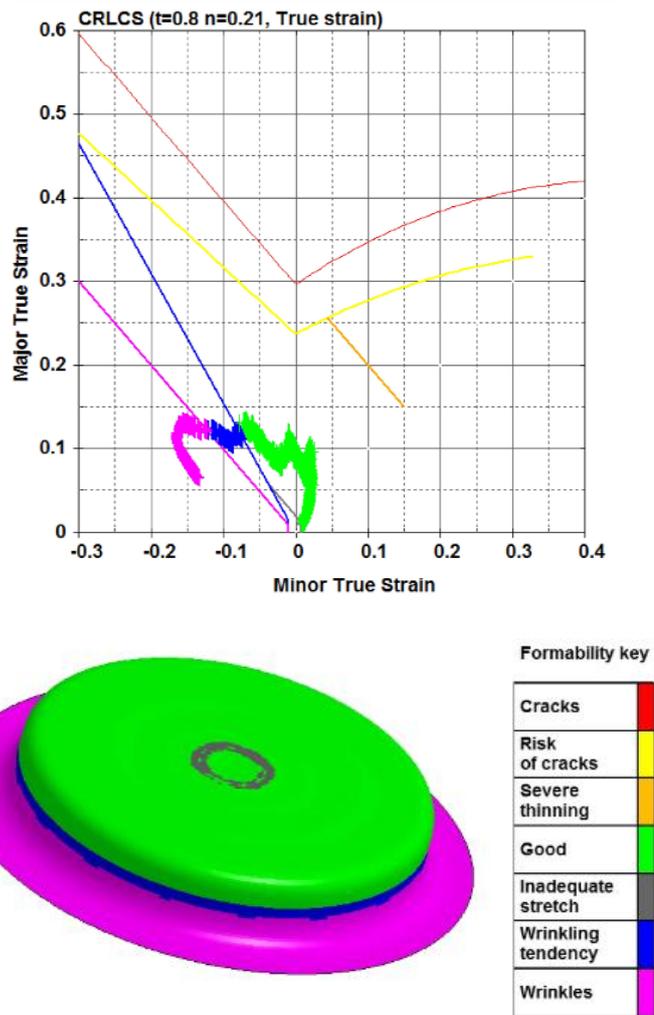


Рисунок 5.15– FLD-диаграмма

По полученным результатам видно, что разрывов в модели нет. Из этого следует, что выбранная заготовка подходит для изготовления рассматриваемого изделия.

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

6.1. Технологическая характеристика объекта

Таблица 6.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1.	Изготовление изделия «Крышка»	Вырубка, вытягивание, обрезка, пробивка, формовка	Штамповщик	Кривошипный пресс К 2126 А	Сталь 12Х18Н10Т

6.2. Идентификация профессионального риска

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Работа прессы К 2126 А	«Физический-повышенный уровень вибрации». [12]	«Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции». [12]
2	Погрузка, транспортировка, разгрузочная работа	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	«Прессы, механизмы и устройства прессы и штампов, их незащищенные подвижные части, транспорт». [12]
3	«Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки». [12]	«Химические и токсические воздействия». [12]	«Смазка подвижных частей оборудования, штамповой оснастки и заготовок». [12]

6.3.Снижение профессионального риска

Таблица 6.3–Организационно-технические методы и способы устранения опасных и вредных производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная вибрация	Регламентированные режимы работы, изменения в конструкциях фундаментов.	-
2	Повышенная шумность в помещении	«Смазывание трущихся частей штампа, средство индивидуальной защиты, шумоизоляция».[12]	«Ушной вкладыш, наушники»[12]
3	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	«Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, изоляция токоведущих частей, и расположение их на недоступной высоте, Ограждения штамповочного пространства прессы - фотоэлементами, останавливающими пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча, механической решеткой, переносным пультом включения муфты и тормоза прессы, кнопки аварийного останова на пульте управления загрузчиком, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в	«Спецкостюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы».[12]

продолжение таблицы 6.3

		случае заклинивании грейферной подачи». [12]	
4	Токсические воздействия	«Контроль концентрации токсичных веществ. По окончанию раб. смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ». [12]	«Респиратор, маска

6.4. Пожарная безопасность объекта

Таблица 6.4 –Классы и опасные факторы пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Механизированный участок штамповки	Кривошипный пресс К 2126 А	В, Е	«Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму». [12]	«Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества». [12]

Таблица 6.5 - Средства для предотвращения пожаров на производстве

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.

продолжение таблицы 6.5

Огнетушитель	Пожарный автомобиль	Водяная установка системы пожаротушения	Дымовой датчик	Пожарный рукав	Противогаз	Пожарный багор	Оповещатель о пожаре
Песок	Пожарная мотопомпа	Газовая установка системы пожаротушения	Тепловой датчики	Пожарный инвентарь	Носилка	Пожарный топор	Световой указатель "ВЫХОД"
Кошма	Приспособленное спец. средство	Порошковая установка системы пожаротушения	Приемный контрольный прибор	Колонка пожарная	Защитный костюм	Лопата штыковая	Ручной пожарный извещатель

Таблица 6.6 – Мероприятия для обеспечения пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Листовая 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	«Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения». [12] «ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент (О требованиях пожарной безопасности)». [12] «ГОСТ 12.1.018-93. ССБТ. Пожаровзрывоопасность статического электричества. Общие требования»

	компонентов на рабочем месте; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ».[12]	
--	--	--

6.5. Экологическая безопасность объекта

Таблица 6.7– Негативные экологические факторы объекта

Наименование технического объекта, производственно - технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно - технологического процесса, энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Листовая штамповка	Кривошипный пресс К 2126 А	«Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли».[12]	«Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев».[12]	«Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов».[12]

Таблица 6.8 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Листовая штамповка
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу». [12]	«Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха». [12]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу». [12]	«Использование очистных сооружений для сточных вод». [12]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу». [12]	«Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами». [12]

Вывод:

В данном разделе ВКР приведена характеристика технологического изготовления изделия «Крышка», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материалы (табл. 6.1).

«Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки изделия «Крышка», видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень вибрации и шума, производственный травматизм, токсическое воздействие (табл.6.2). 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 (табл. 6.3)». [12]

«Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация классов пожара и опасных факторов пожара и разработка средств и мер обеспечения пожарной безопасности (табл. 6.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (табл. 6.6)». [12]

«Идентифицированы технологические факторы (табл. 6.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (табл. 6.8)». [12]

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1. Сравнение существующего и проектного технологических вариантов

В экономической части ВКР требуется провести сравнительный анализ двух способов изготовления изделия «Крышка». В первоначальном технологическом процессе для изготовления изделия был использован недолговременный свинцово-цинковый штамп, и штамповка производилась на кривошипном прессе RUE-160с усилием 4 т. В проектном технологическом процессе был разработан новый, более долговременный штамп и выбран другой кривошипный пресс К 2126 А усилием 40 т.

Расчетные данные

1. Эффективный фонд времени работы оборудования (7.1):

$$\Phi_{\text{Э}} = D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \cdot T_{\text{сокр}} \cdot S \cdot 1 - k_{\text{р.п}}, \quad (7.1)$$

где $D_{\text{раб}}$ – рабочие дни;

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

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

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

S – количество смен;

$k_{\text{р.п}}$ – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

$$\Phi_{\text{Э}} = 247 \cdot 8 - 5 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 - 0,05 = 3745 \text{ ч.}$$

2. Эффективный фонд времени рабочего (7.2):

$$\Phi_{\text{Э.р.}} = 30\% \cdot \Phi_{\text{Э}}, \quad (7.2)$$

где $\Phi_{\text{Э}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования.

$$\Phi_{\text{Э.р.}} = 30\% \cdot 3745 = 1124 \text{ ч.}$$

7.2. Число оборудования, коэффициент загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Таблица 7.1 – Общие исходные данные

№	Показатели	Обозначение	Значение
1.	Годовая программа выпуска, шт.	$N_{г}$	60000
2.	Эффективный фонд времени работы, час: - оборудования - рабочего	$\Phi_{э}$ $\Phi_{э.р.}$	3745 1124
3.	Коэффициент выполнения норм	$K_{вн}$	1,1
4.	Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{мн}$	1,0
5.	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	$K_{о}$	11,8
6.	Коэффициент монтажа: - в расчете себестоимости - в расчете капитальных вложений	$K_{монт}$	1,1 0,1
7.	Цена материала, руб./кг.	$\Pi_{м}$	235
8.	Цена отходов (металл), руб./кг	$\Pi_{отх}$	7,52
9.	Масса заготовки, кг.	$M_{з}$	0,11
10.	Масса отходов, кг.	$M_{отх}$	0,03
11.	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{тз}$	1,014
12.	Коэффициенты доплат по заработной плате (от 3 до 5 разряда):		
А)	До часового фонда зарплаты	$K_{доп}$	1,08
Б)	За профессиональное мастерство	$K_{пф}$	1,16
В)	За условия труда	$K_{у}$	1,12
Г)	За вечерние и ночные часы	$K_{н}$	1,2
Д)	Премияльные	$K_{пр}$	1,1
Е)	На социальные нужды	$K_{с}$	1,262
	Итого общий коэффициент доплат $K_{зпл} = K_{д} \cdot K_{пф} \cdot K_{у} \cdot K_{н} \cdot K_{пр} \cdot K_{с}$	$K_{зпл}$	6,922
13.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	$K_{м}$	0,8
14.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	$K_{в}$	0,7
15.	Коэффициент потерь в сети	$K_{п}$	1,03
16.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{од}$	0,8
17.	Выручка от реализации, %:от Ц: - изношенного оборудования - изношенного штампа	$V_{р}$ $V_{р.и.}$	5 15
18.	Норма амортизации, %	$На$	6

Продолжение таблицы 7.1

19.	Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	$K_{ЦЕХ}$	1,72
20.	Часовая тарифная ставка, руб./час: - 3 разряд рабочего - 5 разряд наладчика	C_T C_T	66,71 79,89
21.	Цена электроэнергии, руб./кВт	$Ц_э$	2,435
22.	Цена площади, руб./м ²	$Ц_{пл}$	4500
23.	Норматив экономической эффективности	E_H	0,33

Таблица 7.2 – Эксплуатационные данные оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Усилие, МН	Норма времени, мин.		Мощность M_y , кВт	Площадь S_y , м ²	Цена, руб.
			$t_{шт}$	$t_{маш}$			
	Существующий вариант						
1	RUE-160	0,4	0,090	0,080	4,2	2	250000
	Проектный вариант						
1	К 2126А	0,4	0,060	0,070	4,7	2	150000

Таблица 7.3 – Исходные данные о штамповой оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа $T_{и.шт.}$, ударов	Цена штампа $Ц_{шт.}$, руб.
	Существующий вариант		
1	Штамп для вытяжки	15000	100000
2	Штамп вырубки	400000	120000
3	Штамп обрезки-пробивки, формовки	400000	240000
	Проектный вариант		
1	Штамп для вытяжки	300000	180000
2	Штамп вырубки	400000	280000
3	Штамп обрезки-пробивки, формовки	400000	290000

7.3.Необходимое количество оборудования, коэффициент загрузки, численность рабочих-операторов и штамповой оснастки.

Таблица 7.4 – Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Сущест вующий	Проектн ый
1	«Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.» [11]	$n_{об} = t_{шт} \times N_{г} / (\Phi_{э} \times K_{вн} \times 60)$ $n_{об}^{сущ} = 0,090 \cdot 60000 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,03 \approx 1$ $n_{об}^{пр} = 0,060 \cdot 60000 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,02 \approx 1$	1	1
2	«Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции» [11]	$K_3 = n_{об. \text{Расч.}} / n_{об. \text{Прин.}}$ $K_3^{сущ} = 0,03 / 1 = 0,03$ $K_3^{пр} = 0,02 / 1 = 0,02$	0,03	0,02
3	«Численность рабочих-операторов, необходимых для производства годовой программы деталей, чел.» [11]	$R_{оп} = [t_{шт} \times N_{г} \cdot (1 + K_о / 100)] / (\Phi_{эр} \times K_{мн} \times 60)$ $R_{оп}^{сущ} = \frac{0,090 \cdot 60000 \cdot 1 + \frac{11,8}{100}}{1124 \cdot 1 \cdot 60} = 0,09 \approx 1 \cdot 1_{оп} \cdot 2_{см} = 2$ $R_{оп}^{пр} = \frac{0,060 \cdot 60000 \cdot 1 + \frac{11,8}{100}}{1124 \cdot 1 \cdot 60} = 0,06 \approx 1 \cdot 1_{оп} \cdot 2_{см} = 2$	2	2
4	«Число штампов для выпуска годовой программы, шт.» [11]	$n_{штамп} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $n_{шт}^{выт.сущ} = 60000 / 15000 = 4$ $n_{шт}^{выт.пр} = 60000 / 300000 = 0,2 \approx 1$ $n_{шт}^{выр} = 60000 / 400000 = 0,15 \approx 1$ $n_{шт}^{обр} = 60000 / 400000 = 0,15 \approx 1$	4	1

7.4. Капиталовложения

Таблица 7.5 – Расчет капитальных вложений

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Сущест вующий	Проект ный
1	«Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.» [11]	$K_{\text{ОБ}} = n_{\text{ОБ}} \times C_{\text{ОБ}} \times K_3$ $K_{\text{ОБ}}^{\text{сущ}} = 1 \cdot 250000 \cdot 0,03$ $\quad = 7500$ $K_{\text{ОБ}}^{\text{пр}} = 1 \cdot 150000 \cdot 0,02$ $\quad = 3000$	7500	3000
2	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
А.	«Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.» [11]	$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ}} \times K_{\text{МОНТ}}$ $K_{\text{М}}^{\text{сущ}} = 7500 \cdot 0,1 = 750$ $K_{\text{М}}^{\text{пр}} = 3000 \cdot 0,1 = 300$	750	300
Б.	«Затраты на штамповую оснастку, руб.» [11]	$K_{\text{И}} = C_{\text{ШТ}} \times n_{\text{ШТ}}$ $K_{\text{И}}^{\text{сущ}} = 400000 + 120000$ $\quad + 240000$ $\quad = 760000$ $K_{\text{И}}^{\text{пр}} = 180000 + 280000$ $\quad + 390000$ $\quad = 750000$	760000	750000
В.	«Затраты на производственную площадь, руб.» [11]	$K_{\text{ПЛ}} = n_{\text{ОБ}} \times S_y \times C_{\text{ПЛ}} \times K_3$ $K_{\text{ПЛ}}^{\text{сущ}} = 1 \cdot 2 \cdot 4500 \cdot 0,03$ $\quad = 270$ $K_{\text{ПЛ}}^{\text{пр}} = 1 \cdot 2 \cdot 4500 \cdot 0,02 = 180$	270	180
	Итого	$K_{\text{СОП}} = K_{\text{М}} + K_{\text{И}} + K_{\text{ПЛ}}$ $K_{\text{СОП}}^{\text{сущ}} = 750 + 760000 + 270$ $\quad = 761020$ $K_{\text{СОП}}^{\text{пр}} = 300 + 750000 + 180$ $\quad = 750480$	761020	750480
3	«Общие капитальные вложения, руб.» [11]	$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ОБ}} + K_{\text{СОП}}$ $K_{\text{ОБЩ}}^{\text{сущ}} = 7500 + 761020$ $\quad = 768520$ $K_{\text{ОБЩ}}^{\text{пр}} = 3000 + 750480$ $\quad = 753480$	768520	753480
4	«Удельные капвложения, руб.» [11]	$K_{\text{УД}} = K_{\text{ОБЩ}} / N_{\Gamma}$ $K_{\text{УД}}^{\text{сущ}} = 768520 / 60000 = 12,8$ $K_{\text{УД}}^{\text{пр}} = 753480 / 60000 = 12,6$	12,8	12,6

7.5. Себестоимость продукции и сравнение вариантов

Таблица 7.6 – Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Существующий	Проектный
1	«Материальные затраты, руб.» [11]	$M = (M_3 \times \Pi_M \times K_{ТЗ}) - (M_{ОТХ} \times \Pi_{ОТХ})$ $M^{сущ} = 0,11 \cdot 235 \cdot 1,014 - 0,03 \cdot 7,52 = 26$ $M^{пр} = 0,11 \cdot 235 \cdot 1,014 - 0,03 \cdot 7,52 = 26$	26	26
2	«Зарплата рабочих-операторов, руб.» [11]	$Z_{ПЛ} = P \times C_T \times \Phi_{ЭР} \times K_{ЗПЛ} \times K_3 / N_{Г}$ $Z_{ПЛ}^{сущ} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,03 / 60000 = 0,52$ $Z_{ПЛ}^{пр} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,02 / 60000 = 0,31$	0,52	0,31
3	«Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования, руб.» [11]	$P_A = [(\Pi_{Об} \times (1 - B_p)) \times N_A \times t_{шт} \times 1,3] / (\Phi_{Э} \times K_{ВН} \times 60 \times 100)$ $P_A^{сущ} = 250000 \cdot 1 - 0,05 \cdot 6 \cdot 0,090 \cdot 1,3 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,007$ $P_A^{пр} = 150000 \cdot 1 - 0,05 \cdot 6 \cdot 0,060 \cdot 1,3 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,003$	0,007	0,003
4	«Расходы на электроэнергию, руб.» [11]	$P_{Э} = (M_{у} \times t_{маш} \times K_{од} \times K_M \times K_{В} \times K_{П} \times \Pi_{Э}) / (КПД \times 60)$ $P_{Э}^{сущ} = (4,2 \cdot 0,08 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435) / (0,75 \cdot 60) = 0,0083$ $P_{Э}^{пр} = (4,7 \cdot 0,07 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435) / (0,75 \cdot 60) = 0,0082$	0,0083	0,0082
5	«Затраты на амортизацию штамповый инструмент, руб.» [11]	$P_{И} = (\Pi_{шт} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и.шт.}$ $P_{И}^{выт.сущ} = (100000 \cdot 1 - 0,15) / 15000 = 5,67$ $P_{И}^{выт.пр} = (180000 \cdot 1 - 0,15) / 300000 = 0,51$	6,44	1,72

Продолжение таблицы 7.6.

		$P_{И}^{выр.сущ} = (120000 \cdot 1 - 0,15) / 400000 = 0,26$ $P_{И}^{выр.пр} = (280000 \cdot 1 - 0,15) / 400000 = 0,59$ $P_{И}^{обр.сущ} = (240000 \cdot 1 - 0,15) / 400000 = 0,51$ $P_{И}^{обр.пр} = (290000 \cdot 1 - 0,15) / 400000 = 0,62$ $P_{И.общ}^{сущ} = 6,44$ $P_{И.общ}^{пр} = 1,72$		
6	«Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.» [11]	$P_{ПЛ} = S_y \times n_{ОБ} \times Ц_{ПЛ} \times K_3 / N_{Г}$ $P_{ПЛ}^{сущ} = 2 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,03 / 60000 = 0,0045$ $P_{ПЛ}^{пр} = 2 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,02 / 60000 = 0,003$	0,0045	0,003
7	«Зарплату наладчика, руб.» [11]	$Z_{НАЛ} = (n_{ОБ} \times C_{Т} \times \Phi_{ЭР} \times K_{3ПЛ} \times K_3) / (n_{ОБСЛ} \times N_{Г})$ $Z_{НАЛ}^{сущ} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,03) / (0,5 \cdot 60000) = 0,62$ $Z_{НАЛ}^{пр} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,02) / (0,5 \cdot 60000) = 0,41$	0,62	0,41
8	«Технологическая себестоимость, руб.» [11]	$C_{ТЕХ} = M + 3_{ПЛ} + P_A + P_{Э} + P_{И} + P_{ПЛ} + 3_{НАЛ}$ $C_{ТЕХ}^{сущ} = 26 + 0,52 + 0,007 + 0,0083 + 6,44 + 0,0045 + 0,62 = 33,6$ $C_{ТЕХ}^{пр} = 26 + 0,31 + 0,003 + 0,0082 + 1,72 + 0,003 + 0,41 = 28,5$	33,6	28,5
9	«Общепроизводственные расходы, руб.» [11]	$P_{ЦЕХ} = 3_{ПЛ} \times K_{ЦЕХ}$ $P_{ЦЕХ}^{сущ} = 0,52 \cdot 1,72 = 0,89$ $P_{ЦЕХ}^{пр} = 0,31 \cdot 1,72 = 0,53$	0,89	0,53
10	«Общепроизводственная (цеховая) себестоимость, руб.» [11]	$C_{ЦЕХ} = P_{ЦЕХ} + C_{ТЕХ}$ $C_{ЦЕХ}^{сущ} = 0,89 + 33,6 = 34,49$ $C_{ЦЕХ}^{пр} = 0,53 + 28,5 = 29,03$	34,49	29,03

7.6. Показатель экономической эффективности проектного варианта

Таблица 7.7 – Экономическая эффективность

Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
«Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.» [11]	$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{уг}} &= (C_{\text{цех}}^{\text{сущ}} - C_{\text{цех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} \\ \mathcal{E}_{\text{уг}} &= 34,49 - 29,03 \\ &\quad \cdot 60000 \\ &= 327600 \end{aligned}$	327600	
«Переведенные затраты, руб.» [11]	$\begin{aligned} \mathcal{Z}_{\text{пр}} &= C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}} \\ \mathcal{Z}_{\text{пер}}^{\text{сущ}} &= 34,49 + 0,33 \cdot 12,8 \\ &= 38,71 \\ \mathcal{Z}_{\text{пер}}^{\text{пр}} &= 29,03 + 0,33 \cdot 12,6 \\ &= 33,19 \end{aligned}$	38,71	33,19
«Годовой экономический эффект, руб.» [11]	$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{г}} &= (\mathcal{Z}_{\text{пер}}^{\text{сущ}} - \mathcal{Z}_{\text{пер}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} \\ \mathcal{E}_{\text{г}} &= 38,71 - 33,19 \\ &\quad \cdot 60000 \\ &= 331200 \end{aligned}$	331200	
«Срок окупаемости кап.вложений, год» [11]	$\begin{aligned} T_{\text{ок}} &= K_{\text{и}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}} \\ T_{\text{ок}} &= \frac{750000}{327600} = 2,3 \approx 3 \end{aligned}$	3	

Вывод:

В результате применения новой штамповой оснастки и нового пресса для изготовления изделия «Крышка» себестоимость продукции снизилась с 34,49 рублей до 29,03 рублей, что на 5,46 рублей меньше первоначального за счет замены недолговременного цинково-свинцового штампа на долговременный, также замены пресса на более экономичный.

Годовой экономический эффект от применения новой оснастки и штампа, окупаемость которых составит 3 года - 331200 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР был разработан технологический процесс изготовления изделия «Крышка».

Были сделаны основные расчеты для разработанного технологического процесса.

Было выбрано оборудование для производства рассматриваемого изделия.

Разработана долговременная штамповая оснастка для операции вытяжка. Проведены требуемые прочностные и конструкторские расчеты.

Был проведен САЕ – анализ вытяжного перехода. В результате проведенного моделирования, 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.

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

Рассчитана себестоимость изготовления рассматриваемого изделия и условно-годовая экономия от внедрения нового раскроя материала и конструирования долговременной штамповой оснастки.

На основании всех проделанных расчетов и исследований, делаем вывод о том, что цель данной ВКР достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке[Текст] / В.П. Романовский– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
2. Норицын, И.А.Проектирование кузнечных и холодноштамповых цехов и заводов[Текст]: учеб. пособие для вузов / И.А. Норицын, В.Я. Шехтер, А.М. Мансуров. – М. : Высш. шк., 1977. – 423 с.
3. Скрипачев,А.В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с.
4. Шухов, Ю.В. Холодная штамповка [Текст]: учеб. для индивидуально-бригадной подгот. рабочих на производстве / Ю.В. Шухов, С.А. Еленев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1972. – 207 с. : ил.; 22 см.
5. Канторович, Л.В. Рациональный раскрой промышленных материалов[Текст]: Л.В. Канторович, В.А. Залгаллер. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Наука, 1971. – 300 с.: ил.
6. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка[Текст]: М.Е. Зубцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.: ил.
7. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки [Текст]: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения / Е.Л. Смолин. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.
8. Скворцов,Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки[Текст]: конструкции и расчеты / Г.Д. Скворцов. – М.: Машиностроение, 1972. – 360 с.

9. Аверкиев, Ю.А. Технология холодной штамповки[Текст]: учеб. для вузов / Ю.А. Аверкиев, А.Ю. Аверкиев – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
10. Малов, А.Н. Технология холодной штамповки[Текст]: А.Н. Малов – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
11. Краснопевцева, И.В. Экономика машиностроительного производства [Текст]: учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 148 с.
12. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»[Текст]: учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. - Тольятти: ТГУ, 2016. – 51 с.
13. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением[Текст]: М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
14. Банкетов А.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
15. Почекуев, Е. Н. Проектирование в SIEMENS NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер. – Тольятти: ТГУ, 2014. - 230 с. : ил.
16. Акулович, Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2016. - 488 с. : ил.
17. Муромцев Д. Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 464 с. : ил.
18. 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.
19. Константинов И. Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебник / И. Л. Константинов, С. Б. Сидельников. - 2-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 488 с. : ил.
 20. V. Vohnout, Jianhui Shang and G.S. Daehn, "Improved Formability by Control of Strain Distribution in Sheet Stamping using Electromagnetic Impulses", Proceedings of the 1st International Conference on High Speed Forming, March 31- April 1, Dortmund, Germany, pp. 211-221, (2004).
 21. G. S. Daehn, Jianhui Shang and V. Vohnout, "Electromagnetically Assisted Sheet Forming: Enabling Difficult Shapes and Materials by Controlled Energy Distribution", Proceedings from Energy Efficient Manufacturing Processes, March 2-6, San Diego, C.A. pp. 117-128, (2003)
 22. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
 23. Situ, Q., Jain, M., Bruhis, M., A New Approach to Obtain Forming Limits of Sheet Materials, ESAFORM 2006, pp. 299–302, Glasgow, United Kingdom, April 26–28, 2006.
 24. Takuda, H, Forming Limit Prediction of Sheet Metals by Means of Some Criteria for Ductile Fracture, ESAFORM 2003, pp. 171–174, Salerno, Italy, April 28–30, 2003.
 25. LS-DYNA KEYWORD USER'S MANUAL VOLUME II March 2001

ПРИЛОЖЕНИЕ

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	Листов	Инв. №			Изм.			Лист			Листов						
									Разраб.	Проф.	Н.контр.	Утв.	Лит.	Лист	Листов									
Перв. примен.												формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
Справ. №																<u>Документация</u>								
Подп. и дата												A1			17.БР.СОМДиРП.576.61.00.000СБ									
Взам. инв. №																<u>Детали</u>								
Инв. № дубл.												1	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.001	Плита верхняя Сталь 3	1									
Инв. № дубл.												2	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.002	Плита нижняя Сталь 3	1									
Инв. № дубл.												3	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.003	Монтажная плита Сталь 40Х	1									
Инв. № дубл.												4	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.004	Матрица X12M	1	HRC 58..62								
Инв. № дубл.												5	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.005	Плунсон X12M	1	HRC 58..62								
Инв. № дубл.												6	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.006	Прижим-съёмник Сталь 45	1	HRC 40..45								
Инв. № дубл.												7	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.007	Прижим Сталь 45	1	HRC 40..45								
Подп. и дата																<u>Стандартные изделия</u>								
Взам. инв. №												4	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.008	Колонка φ40x190 ГОСТ 13119-81	4									
Инв. № дубл.												9	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.009	Втулка φ56x50 ГОСТ 13121-83	4									
Инв. № дубл.												10	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.010	Фиксатор φ6,3x20 ГОСТ 18775-80	2									
Инв. № дубл.												11	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.011	Толкатель φ24x85 ГОСТ 18780-80	6	HRC 42..46								
Инв. № дубл.												12	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.012	Винт М20	8	HB 105..149								
Инв. № дубл.												13	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.013	Скоба 36x50	2	HRC 32..37								
Подп. и дата												14	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.014	Хвостовик φ30x45	1									
Инв. № дубл.												15	17.БР.СОМДиРП.576.61.00.015	Толкатель φ16x130	1	HRC 42..46								
Инв. № дубл.												17.БР.СОМДиРП.576.61.00.000												
Инв. № дубл.												Штамп вытяжки												
Инв. № дубл.												ТГУИМ, гр. МСД-1301												
Инв. № дубл.												Копировал						Формат А4						

