

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой «СОМДиРП»

_____ В.В. Ельцов
(подпись) (И.О. Фамилия)

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент: Глотов Семён Евгеньевич

1.Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Стойка заднего крыла внутренняя»

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

3.Исходные данные к выпускной квалификационной работе: «Стойка заднего крыла внутренняя»

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 САД/САМ 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

_____ А. В. Скрипачев
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ С. Е. Глотов
(подпись) (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: Глотов Семён Евгеньевич
по теме: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления
детали «Стойка заднего крыла внутренняя»

Наименование раздела работы	Плановый срок Ошибка! 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)

А. В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

С. Е. Глотов

(И.О. Фамилия)

ABSTRACT

In the graduation project an advanced technological process and the die tool design for the "Rear wing inner frame" component production have been developed.

In the technological part of this project, the component was checked for processability, the shape and size of the part blank, and the metal utilization factor were analyzed, and the energy-strength parameters calculation for the design technology operations were presented. In addition, the required technological equipment was selected and the die tooling for the drawing-out was designed. Taking into consideration the die tooling, the strength calculation of the die parts was done, the required dimensions of the working parts of the die were defined. In the safety section the labour safety and labour arrangements were described. In the economic section, the conversion cost of manufacturing the part was calculated and the amount of capital investment for its production, considering basic and design technologies, was determined, their comparison was made, and conclusions were drawn.

All calculations were made in accordance with the guidelines for the graduation project. The graduation project consists of an explanatory note on 89 pages, introduction, including 32 figures, 18 tables, the list of 1 references including 25 foreign sources and 4 appendices, and the graphic part on 6 A3 sheets.

АННОТАЦИЯ

В предоставленной мной выпускной квалификационной работе разработаны усовершенствованные технологический процесс и конструкция штамповой оснастки для изготовления детали «Стойка заднего крыла внутренняя».

В технологической части данного проекта произведена проверка детали на технологичность, проанализированы форма и размер исходной заготовки, коэффициент использования металла, а также произведен расчет энергосиловых параметров по операциям проектной технологии. Кроме того, подобрано необходимое технологическое оборудование и сконструирована штамповая оснастка для вытяжного перехода. По штамповой оснастке был произведен прочностной расчет деталей штампа, определены исполнительные размеры рабочих частей штампа. В РПЗ изложены мероприятия по охране труда. В экономической части рассчитана себестоимость изготовления детали и определены размеры капиталовложений для ее производства по базовой и проектной технологиям, проведено их сравнение, сделаны выводы.

Все расчеты проведены в соответствии с методическими указаниями к ВКР.

Объем пояснительной записки составляет 89 страниц, графического материала 6 листов, что удовлетворяет требованиям к выпускной квалификационной работе.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	8
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	9
1.1. Анализ технологичности детали	9
1.2. Анализ базовой технологии изготовления детали	11
1.3. Выявление ее недостатков	15
1.4. Задачи ВКР	16
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ	17
2.1. Схема предлагаемого технологического процесса	177
2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки	21
2.3. Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования материала	23
2.4. Расчет энергосиловых параметров штамповки	25
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ	32
3.1. Выбор типоразмера и основные технические характеристики	322
3.2. Выбор средств автоматизации и основные характеристики	35
3.3. Описание работы автоматической линии и планировка участка штамповки	36
4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ	400
4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки	400
4.2. Прочностные расчеты деталей штампа	42
4.3. Определение числа и расположения упругих элементов в штампе	433
4.4. Определение центра давления штампа	45
4.5. Определение исполнительных размеров инструмента	46
5. ПРИМЕНЕНИЕ САД/САМ ТЕХНОЛОГИЙ В ОМД	49
5.1. Описание цели, проблемы и схемы решаемой задачи	49
5.2. Построение геометрии необходимой для выполнения расчета	51

5.3.Проведение численного моделирования	Ошибка!	Закладка	не
определена.2			
6.БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА			60
6.1.Технологическая характеристика объекта			6060
6.2.Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков			6060
6.3.Методы и технические средства снижения профессиональных рисков ...			61
6.4.Обеспечение пожарной безопасности технического объекта			62
6.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта			653
7.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....			6868
7.1.Сравнительная характеристика технологических вариантов.....			68
7.2.Расчет себестоимости штамповой оснастки			69
7.3.Исходные данные для расчета себестоимости продукции			71
7.4.Расчетные данные			73
7.5.Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки			73
7.6.Расчет технологической себестоимости двух сравниваемых вариантов ..			75
7.7.Структура себестоимости продукции сравниваемых вариантов			77
7.8.Расчет капитальных вложений			7878
7.9.Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....			79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ			8181
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ			82
ПРИЛОЖЕНИЕ			855

ВВЕДЕНИЕ

Процессы листовой штамповки получили широкое применение в различных областях промышленности, благодаря высокой производительности и экономической эффективности.

В техническом отношении холодная штамповка позволяет:

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

В экономическом отношении обработка металлов с помощью холодной штамповки обладает следующими преимуществами:

- достаточно высокой производительностью промышленного оборудования с применением автоматизации производственных процессов ;
- низкой себестоимостью изготовления металлических изделий;
- экономичным использованием материала и сравнительно небольшими отходами, а в некоторых случаях даже без отходов.

В рассматриваемом дипломном проекте проведена разработка технологического процесса изготовления детали «Стойка заднего крыла внутренняя» автомобиля, проведены экономические расчеты, проведен анализ безопасности и экологичности проекта.

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

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Анализ технологичности детали

Наиболее простое и экономичное изготовление деталей обеспечивается при соблюдении технических и эксплуатационных требованиям к ним. Эксплуатационно-технические требования к листовым штамповочным деталям следующие:

- полное соответствие конструкции назначению и условиям эксплуатации;
- обеспечение требуемой прочности и жёсткости при минимальном расходе металла;
- обеспечение необходимой точности и взаимозаменяемости;
- соответствие специальным физическим, химическим или техническим условиям;
- разрабатываемый технологический процесс и выбираемая оснастка по своему техническому уровню должна соответствовать программе выпуска деталей.

Основными показателями технологичности холодных листоштамповочных деталей являются:

- наименьший расход материала;
- наименьшее количество и низкая трудоёмкость операций;
- отсутствие последующей механической операции;
- наименьшее количество требуемого оборудования и производственных площадей;
- наименьшее количество требуемого оборудования, оснастки при сокращении затрат и сроков подготовки производства;

- увеличение производительности отдельных операций и цеха в целом.

Оценку технологичности конструкции детали производят по качественным и количественным показателям.

Исходные данные: Материал – сталь для особо сложной вытяжки 08Ю, стойка заднего крыла внутренняя (рис.1.1)

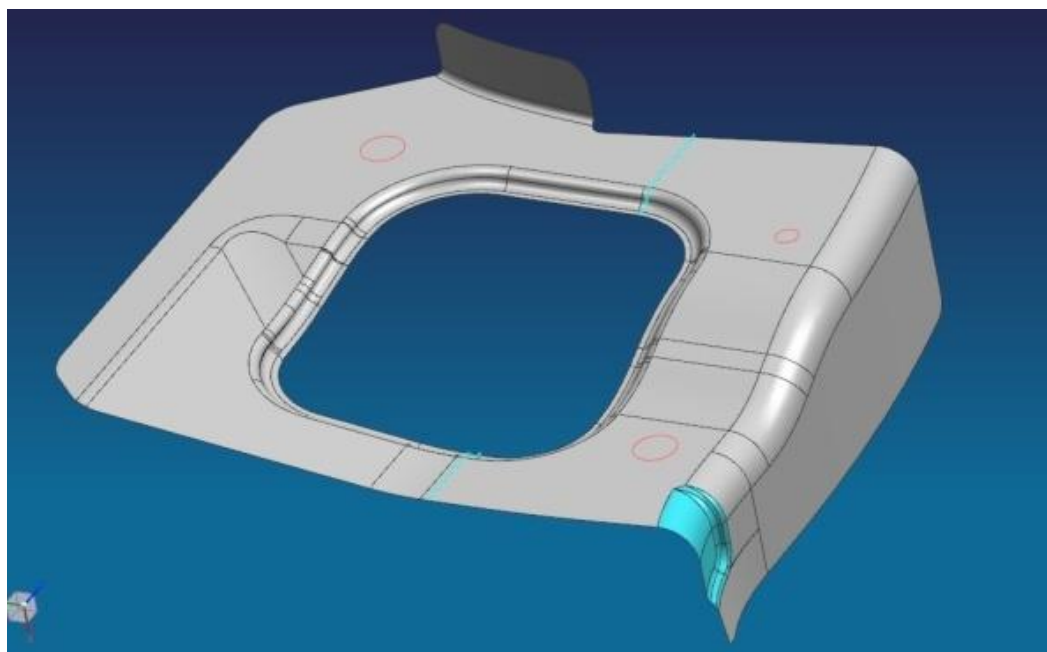


Рисунок 1.1 - Стойка заднего крыла внутренняя

Деталь и её развёртка имеют допустимый КИМ (Коэффициент использования металла), расчёт приведён ниже.

При вытяжке формоизменение происходит при сложном напряженно-деформированном состоянии материала, со значительным утонением материала в зонах радиусного перехода.

Ограничения в возможности и экономичности получения детали вырубкой-пробивкой связаны с прочностью основных рабочих деталей и их элементов и технологичностью изготовления и сборки штамповой оснастки.

Допуски на размеры детали удовлетворяют экономической точности операций холодной штамповки (11..12 квалитеты).

На детали есть отверстия, которые расположены в стенке.

Конфигурация вырубаемой заготовки – прямоугольник, что упрощает конструкцию вырубного штампа.

На основании выше изложенного можно сделать вывод о том, что деталь является технологичной.

1.2 Анализ базовой технологии изготовления детали

Разработка технологических процессов холодной листовой штамповки состоит из следующих этапов:

- 1) анализ технологичности формы или конструктивных элементов детали;
- 2) определение формы и размеров заготовки, а также расхода материала при наилучшем его использовании;
- 3) разработка наиболее рационального технологического процесса, обеспечивающего изготовление требуемых деталей;
- 4) установление типа, мощности и габаритов требуемого оборудования;
- 5) выявление типа и технологической схемы штампа (способ подачи заготовки и съема детали и т. п.);
- 6) определение трудоемкости изготовления штампуемых деталей, а также количества и разряда производственных рабочих;
- 7) определение количества оборудования и его загрузки на годовую программу.

При разработке технологических процессов холодной листовой штамповки должны быть решены следующие технологические вопросы:

- 1) определение наивыгоднейшего раскроя материала и наименьших размеров заготовки;
- 2) установление характера, количества и последовательности операций;
- 3) выбор степени сложности (совмещенности) операций;
- 4) установление количества одновременно штампуемых деталей;
- 5) определение операционных размеров и установление операционных допусков.

Базовый технологический процесс состоит из следующие технологических процессов:

- Операция 10. Вырубка заготовок: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. Заготовки закладываются в штамп вручную. (рис. 1.2)

Операция 20. Вытяжка: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. (рис. 1.3)

Операция 30. Обрезка 1-я ,пробивка 1-я: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. Пробиваются отверстия диаметром 6,5 мм. (рис. 1.4)

Операция 40. Обрезка 2-я, пробивка 2-я: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. Пробиваются отверстия диаметром 12 мм. (рис. 1.5)

Операция 50. Пробивка: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. (рис. 1.6)

Операция 60. Правка: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. (рис. 1.7)

Операция 70. Гибка: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. (рис. 1.8)

Операция 80. Разрезка: осуществляется на прессе К3132А усилием 0,16 МН. (рис. 1.9)

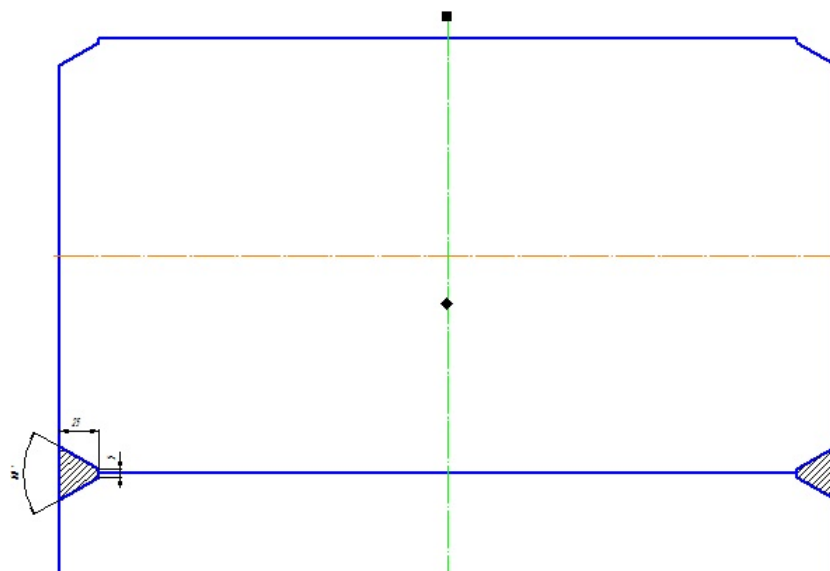


Рисунок 1.2 - Вырубка заготовок

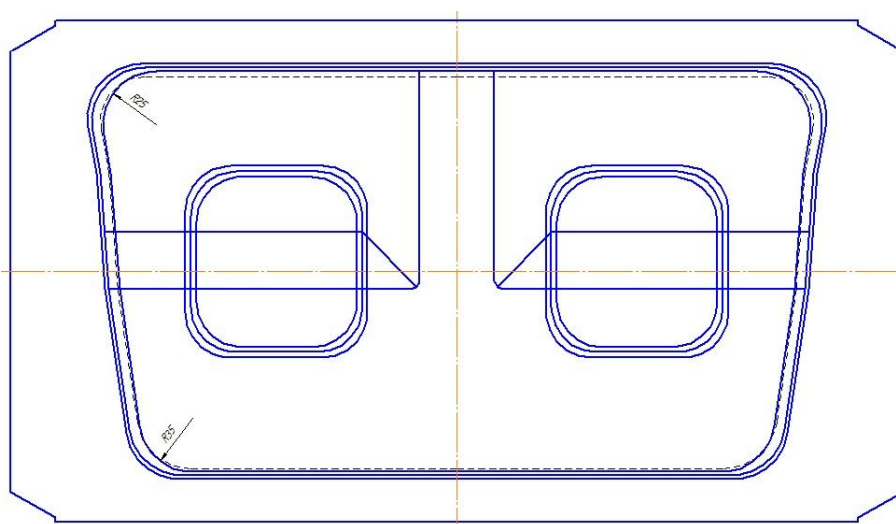


Рисунок 1.3 – Вытяжка

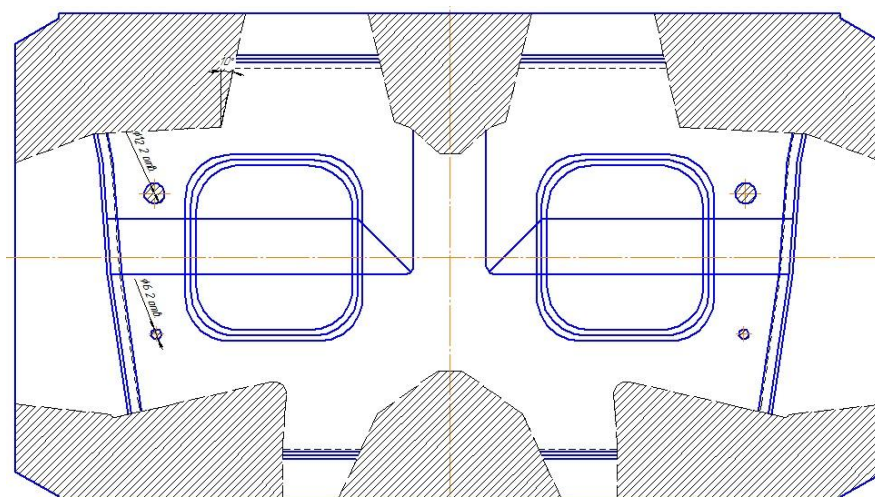


Рисунок 1.4 - Обрезка 1-я, пробивка 1-я

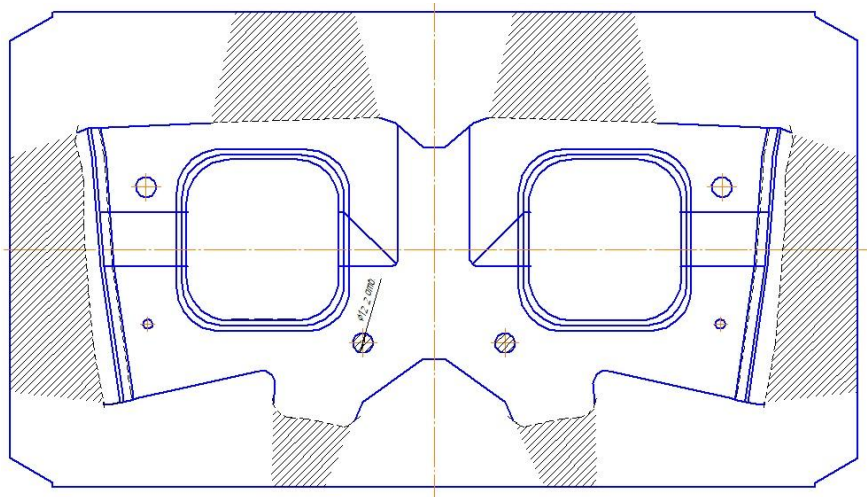


Рисунок 1.5 - Обрезка 2-я, пробивка 2-я

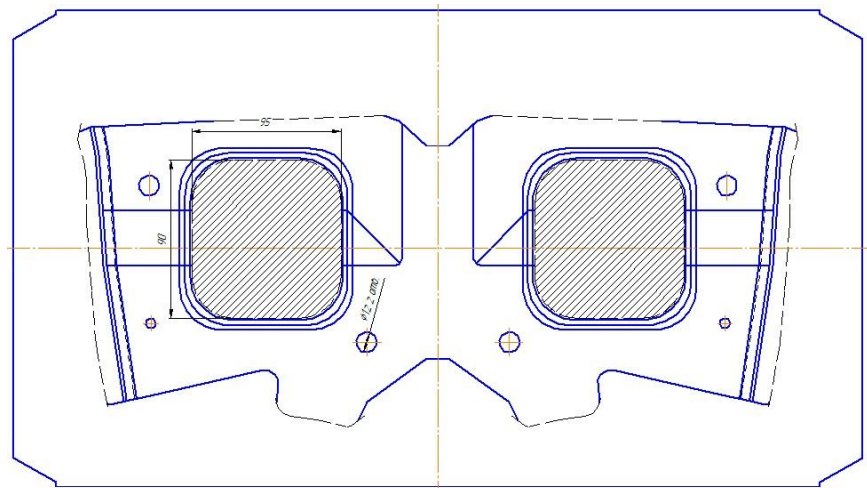


Рисунок 1.6 - Пробивка 3-я

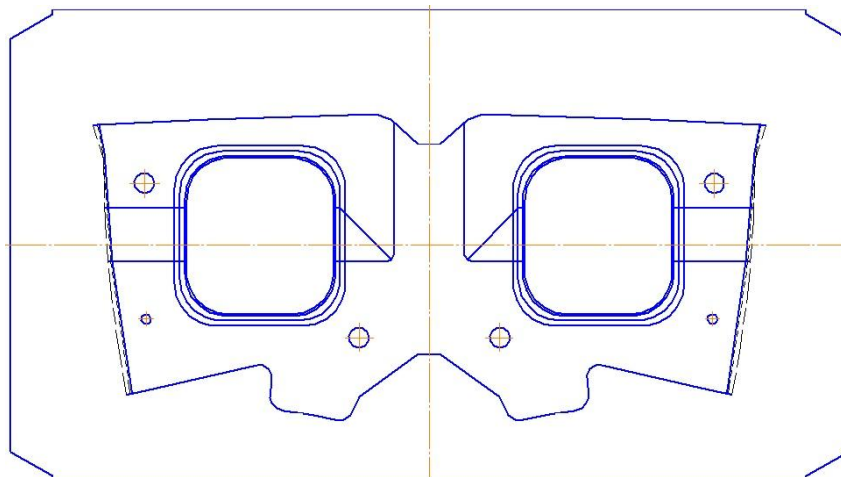


Рисунок 1.7 – Правка

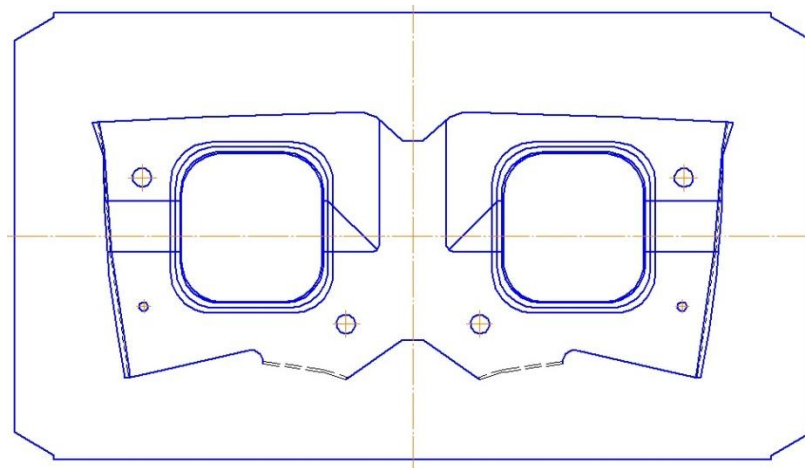


Рисунок 1.8 - Гибка

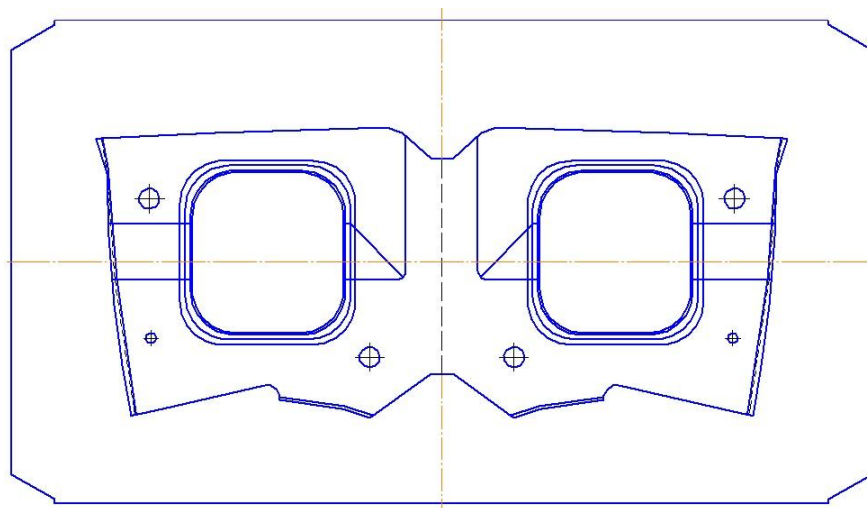


Рисунок 1.9 – Разрезка

1.3 Выявление ее недостатков

- Существенным недостатком является различие в производительности оборудования на заготовительной операции (резка заготовок) и штамповочного оборудования.
- Использование ручной штамповки снижает качественные показатели.
- Высокая трудоемкость изготовления.

- Большие затраты на производственную площадь и электроэнергию (нескольких прессов и транспортеров) и расходы на оплату труда штамповщиков снижают экономические показатели процесса
- небезопасные условия работы, т.к. отсутствуют системы автоматизации;
- низкая производительность, т.к. используется ручная штамповка без применения средств автоматизации;

1.4 Задачи ВКР

В данном дипломном проекте в соответствии с анализом базовой технологии и поставленной целью в данном дипломном проекте надо решить следующие задачи.

Разработка нового технологического процесса.

Выбор оборудования для нового технологического процесса, которое позволяет использовать системы автоматизации.

3. Выбор оборудования и средств автоматизации.
4. Разработка конструкции штамповой оснастки.
5. Напряженно – деформированное состояние при вытяжке.
6. Разработка мероприятий по безопасности условий труда на производственном участке.
7. Достижение экономической эффективности нового технологического процесса перед базовым.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

При построении процессов листовой штамповки следует решить основные технологические вопросы: установить характер, количество, последовательность и совмещенность операций холодной штамповки.

Наиболее ответственной задачей, стоящей перед технологом при разработке технологических процессов холодной штамповки, является выбор степени совмещенности операций, и решение вопроса о том, применять ли сложные и дорогие комбинированные штампы, выполняющие сразу несколько операций, или применять раздельную пооперационную штамповку простыми и более дешевыми штампами.

При изготовлении очень мелких деталей целесообразно применять комбинированные штампы, дающие полностью законченные детали, так как пооперационная штамповка с установкой заготовок вручную пинцетом недостаточно производительна и небезопасна. Сложные комбинированные штампы оказываются целесообразными и в случае штамповки весьма крупных деталей, так как один крупный совмещенный штамп обходится дешевле, чем два таких же крупных однооперационных штампа, кроме того при этом уменьшаются складские площади.

В большинстве остальных случаев при соблюдении всех требований технологического характера изготовление штампованных деталей может быть осуществлено различными технологическими способами и вариантами технологического процесса.

Рассмотрим новый вариант технологического процесса. В нем предлагается перевод детали на автоматическую штамповку (на многопозиционном пресс-автомате) с использованием грейферной подачи.

Резка заготовок (1-ая операция) не изменилась, на гильотинных ножницах НЗ218В с усилием реза 2,25 МН. Число операции сократилось за счет совмещений операций Пробивки3 и Обрезки 2-й.

- Операция 10. Отрезка **заготовки** (рис. 2.1);
- Операция 20. Вытяжка, пробивка 1-я (рис. 2.2);
- Операция 30. Обрезка 1-я, пробивка 2-я (рис. 2.3);
- Операция 40. Обрезка 2-я, пробивка 3-я (рис. 2.4);
- Операция 50. Правка (рис. 2.5);
- Операция 60. Гибка (рис. 2.6);
- Операция 70. Разрезка (рис. 2.7);

Последовательная штамповка осуществляется на пресс-автомате «FT2-60» усилием 6 МН.

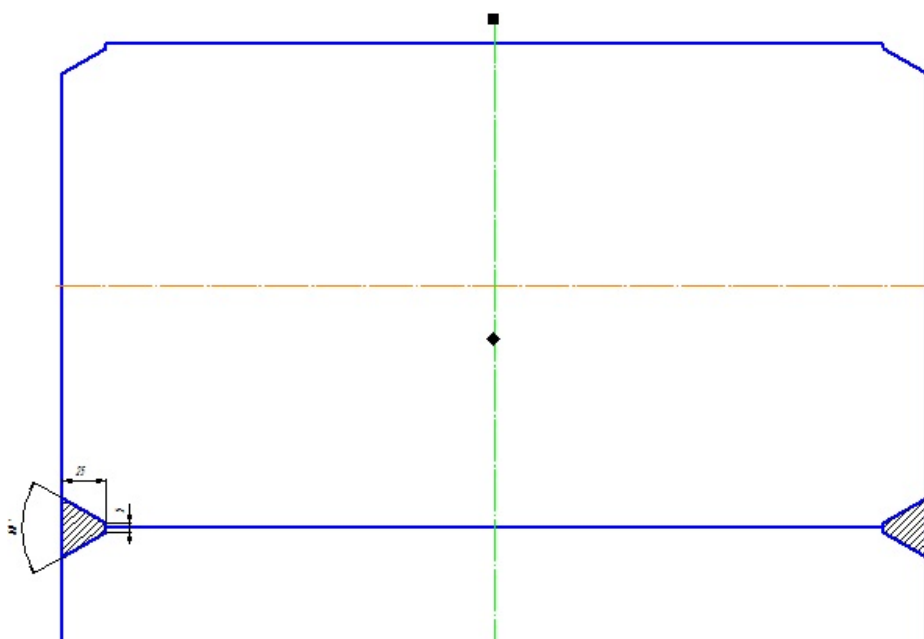


Рисунок 2.1 - Вырубка заготовок

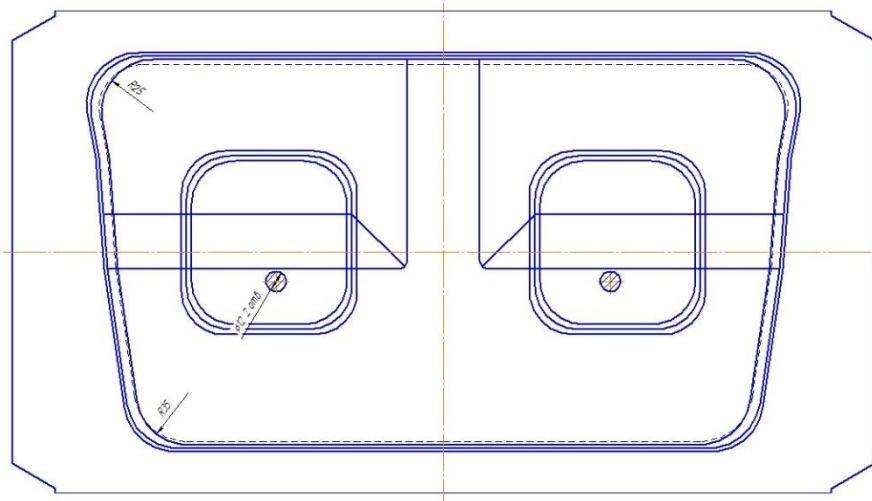


Рисунок 2.2 - Вытяжка, пробивка 1-я

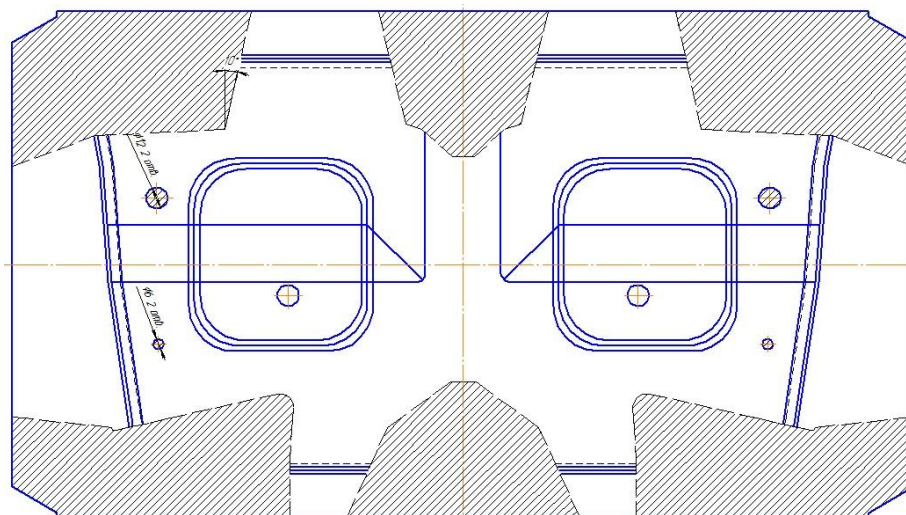


Рисунок 2.3 - Обрезка 1-я, пробивка 2-я

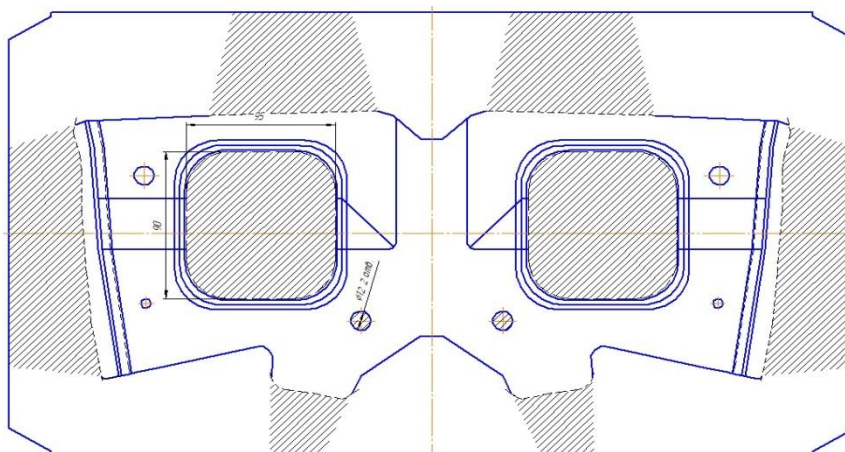


Рисунок 2.4- Обрезка 2-я, пробивка 3-я

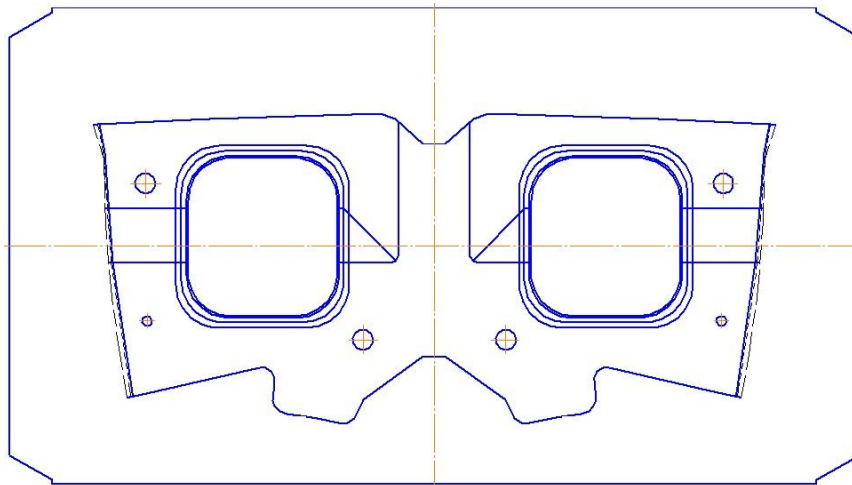


Рисунок 2.5 – Правка

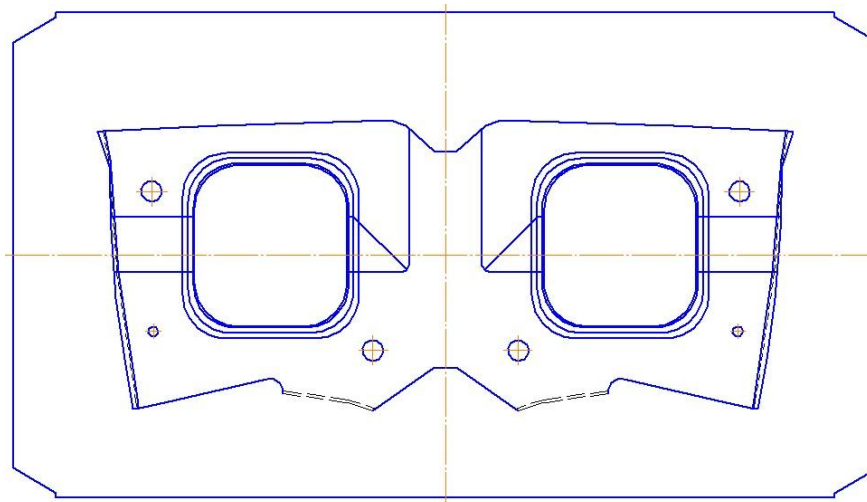


Рисунок 2.6 - Гибка

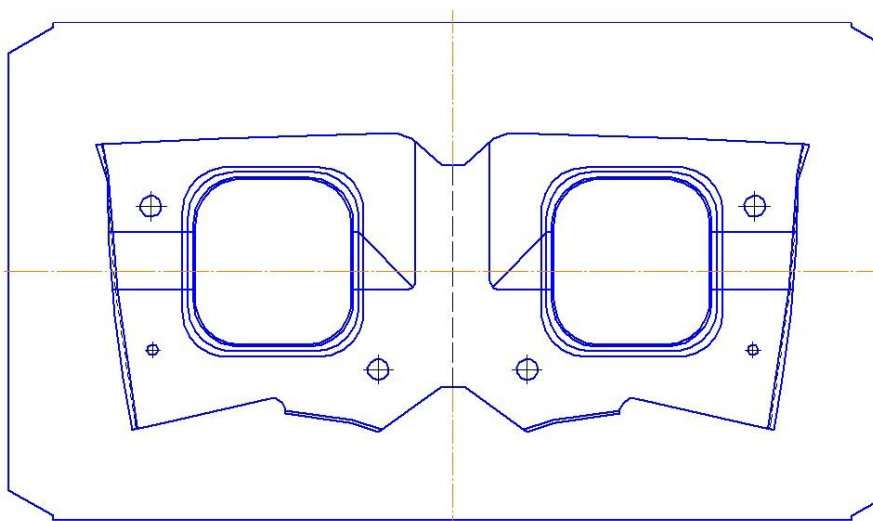


Рисунок 2.7 - Разрезка

2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

Раскрой листового металла: раскрой листового металла несет за собой потерю металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов; для уменьшения потери объединено изготовлении правой и левой детали в одной заготовке.

Чтобы определить форму и размер заготовки, необходимо рассмотреть технологический процесс вытяжки.

1. По заданным размерам детали определяем ширину заготовки используя наибольший разрез включая закругление у дна разрезу А-А представленном на рис.2.8:

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8 + L_9 + L_{10} + L_{11} + L_{12} + L_{13} + L_{14} + L_{15} + L_{16} + L_{17} + L_{18} \\ = 50,06 + 36,02 + 195,43 + 26,1 + 26,59 + 53,77 + 11,25 + 30,1 + 4,06 + 40,65 + 25,74 + 50,53 + \\ 1,74 + 5,58 + 2,44 + 2,44 + 5,58 + 1,74 = 423,82 \text{ мм}$$

$$L_{13} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 1 * 100 / 180 = 1,74 \text{ мм}$$

$$L_{14} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 4 * 80 / 180 = 5,58 \text{ мм}$$

$$L_{15} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 1 * 140 / 180 = 2,44 \text{ мм}$$

$$L_{16} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 1 * 140 / 180 = 2,44 \text{ мм}$$

$$L_{17} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 4 * 80 / 180 = 5,58 \text{ мм}$$

$$L_{18} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 1 * 100 / 180 = 1,74 \text{ мм}$$

2. Определяем длину заготовки по разрезу Б-Б (рис.2,8):

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8 + L_9 + L_{10} + L_{11} \\ = 17,46 + 51,68 + 4 + 7,68 + 22,78 + 37 + 5 + 60,01 + 31,26 + 5,23 + 1,57 = 243,67 \text{ мм}$$

$$L_{10} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 3 * 100 / 180 = 5,23 \text{ мм}$$

$$L_{11} = \pi R_3 L / 180 = 3,14 * 1 * 90 / 180 = 1,57 \text{ мм}$$

Заготовка получилась прямоугольной формы с длиной равной 469,82 мм и шириной 243,67 мм

Сечение Б-Б:

Сечение Б-Б будем считать по формуле:

$$L_{\text{общ}} = \Sigma L + \Sigma R, \quad (2.2)$$

где

L - прямолинейные участки заготовки;

R - криволинейные участки заготовки.

Прибавляем 15% длины заготовки на технологические припуски.

Лобщ=279,2205 мм. Во время наладки размер заготовки уточняется.

2.3 Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования материала

Заготовка вырубается из рулона. Расположение заготовки на ленте – однорядное, тип раскроя – прямой, с отходами. (см. рис 2.9.). Толщина материала 1 мм, лента шириной 500 мм, шаг подачи 280мм.

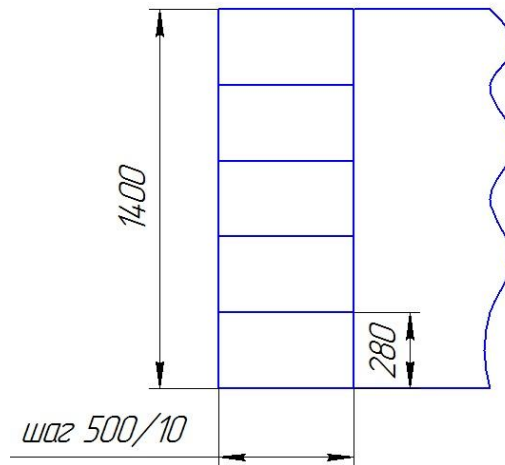


Рисунок 2.9 - Схема раскроя

Коэффициент использования материала:

$$\eta = \frac{F_o}{B * t}, \quad (2.3)$$

где F_d – площадь вырубаемой детали;

B – ширина ленты;

t – шаг подачи.

Площадь вырубаемой заготовки смотрим в программе NX, построив ее модель

измеряем площадь выделив её грани. (рис. 2.10)

$$F_d = \Sigma F = 29837,6433 \times 2 = 59675,2866 \text{ мм}^2$$

$B=500$ мм;

$t= 280$ мм.

Коэффициент использования материала:

$$\eta = \frac{F_d}{B * t} = \frac{59675,28866}{500 * 280} = 0,42 = 42\%$$



Рисунок 2.10 – Деталь в NX

2.4 Расчет энергосиловых параметров штамповки

Усилие отрезки определяется по формуле:

$$P_{1,2} = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{cp};$$

где $k = 1 \dots 1,3$ – поправочный коэффициент (неоднородность материала, затупление режущих кромок).

L_1 – длина вырезаемого контура (мм)

$S = 1$ мм – толщина материала;

$L_1 = 513$ (мм);

$\sigma_{cp} = 220$ МПа = 22 (кгс/мм²) – сопротивление срезу, для металла марки – 0,8ЮП.

$$P = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{cp} = 1,1 \cdot 513 \cdot 1 \cdot 22 = 12414,6 \text{ (кгс)} = 124,15 \text{ (кН)}; \quad (2.1)$$

Усилие снятия полосы с пуансона:

$$P_2 = k_{сн} \cdot (P_1 + P_{1,2}) = 0,07 \cdot 124,15 = 8,69 \text{ (кН)}; \quad (2.2)$$

$k_{сн} = 0,06 \dots 0,08$ – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала

Суммарное усилие реза:

$$P_{\Sigma P} = 2 \cdot (P_{общ} + P_2 = 124,15 + 8,9) = 265,68 \text{ (кН)};$$

$$A = 2 \cdot (X \cdot \frac{P \cdot h_1}{1000}) = 2 \cdot (0,8 \cdot \frac{265,68 \cdot 1}{1000}) = 0,425 \text{ (кгс} \cdot \text{мм)} = 0,004 \text{ ДЖ} \quad (2.3)$$

Усилие для операции вытяжки:

$$P_2 = L \cdot S \cdot \sigma_B, \quad (2.4)$$

где

$\sigma_B = 30$ кг/мм² = 300 МПа – предел прочности временное сопротивление разрыву;

$L = 13038$ мм – периметр вытягиваемого изделия (по среднему контуру).

$$P_2 = L \cdot S \cdot \sigma_B = 13038 \cdot 1 \cdot 30 = 391140 \text{ кгс} = 3911,4 \text{ кН}$$

а) Усилие прижима для вытяжки определяем по формуле:

$$Q = F * g, \quad (2.9)$$

где

$F = 61514,59 \text{ мм}^2$ – площадь заготовки;

$g = 0,25 \text{ кгс/мм}^2 = 25 \text{ МПа}$ – среднее давление прижима [1, табл.175].

$$Q = F * g = 61514,59 * 0,25 = 15378,65 \text{ кгс} = 153,8 \text{ кН}$$

б) Полное усилие вытяжки:

$$P = P_2 + Q,$$

$$P = 2 * (P_2 + Q) = 2 * (3911,4 + 153,8) = 8120,4 \text{ кН}$$

в) Работа при вытяжке:

$$A = X \frac{P * h}{1000},$$

где

$h_1 = 42 \text{ мм}$, глубина вытяжки;

$X = 0,8$ – коэффициент.

$$A = 2 * \left(X \frac{P * h_1}{1000} \right) = 2 * \left(0,8 \frac{8120 * 42}{1000} \right) = 545,043 \text{ кгс*м} = 5,45 \text{ Дж}$$

Усилие для обрезки 1-ой, пробивки:

На данном этапе производится обрезка торцов и пробивка отверстий.

Сначала определим усилие реза по контуру:

$$P_{\text{рез.}} = k * L * S * \sigma_{\text{ср.}}, \quad (2.12)$$

где

$k = 1,2$ – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок);

$S = 1 \text{ мм}$ – толщина материала;

$\sigma_{\text{ср.}} = 22 \text{ кг/мм}^2 = 220 \text{ МПа}$ – сопротивление срезу;

$L = 1235,6 \text{ мм}$ – длина обрезки по контуру.

$$P_{рез.} = k * L * S * \sigma_{ср.} = 1,2 * 1235,6 * 1 * 22 = 32619,84 \text{ кгс} \approx 326,2 \text{ кН}$$

а) Усилие пробивки определяем по той же формуле:

$$P_{рез.} = k * L * S * \sigma_{ср.},$$

где $k = 1,2$ – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок);

$S = 1 \text{ мм}$ – толщина материала;

$\sigma_{ср} = 22 \text{ кг/мм}^2 = 220 \text{ МПа}$ – сопротивление срезу;

$L = \text{мм}$ – длина пробивки отверстий.

Пробивка отверстий: 2 отв. диаметром 12 мм; 2 отв. диаметром 6 мм;

$$L_1 = 2 * 2 * 12 \pi = 150,72 \text{ мм}; L_2 = 2 * 2 \pi * 6 = 75,36 \text{ мм};$$

$$L_{проб.} \approx 150,72 + 75,36 = 226,08 \text{ мм}; \approx$$

$$P_{рез.} = k * L * S * \sigma_{ср.} = 1,2 * 226,08 * 1 * 22 = 5968,512 \text{ кгс} \approx 59,69 \text{ кН}$$

Кроме операционного усилия пробивки определяем дополнительное технологическое усилие, для снятия заготовки с пробивных пуансонов.

б) Усилие снятия определяется:

$$P_{сн.} = K_{сн.} * P_{проб.},$$

где $K_{сн.} = 0,1$ – коэффициент снятия;

$$P_{сн.} = K_{сн.} * P_{проб.} = 0,1 * 59,69 = 6 \text{ кН}$$

в) Общее усилие пробивки будет определяться:

$$P_{общ.} = P_{проб.} + P_{сн.},$$

$$P_{общ.} = P_{проб.} + P_{сн.} = 59,69 + 6 = 65,69 \text{ кН}$$

Общее усилие обрезки – пробивки будет определяться:

$$P_{реза.} = P_{рез.} + P_{проб.} + P_{сн.}$$

$$P_{реза.} = 2 * (326,2 + 59,69 + 6) = 783,78 \text{ кН}$$

г) Работа при обрезки - пробивки:

$$A = X * \frac{P * S}{1000},$$

где $X = 0,6$ – коэффициент.

$$A = 2 * (X \frac{P * h_1}{1000}) = 2 * (0,6 \frac{39189 * 1}{1000}) = 48,0134 \text{ кгс} * \text{м} = 0,48 \text{ Дж}$$

Усилие для обрезки 2-ой, пробивки.

На данном этапе производится обрезка торцов и пробивка отверстий.

Сначала определим усилие реза по контуру:

$$P_{\text{рез.}} = k * L * S * \sigma_{\text{ср.}}, \quad (2.12)$$

где $k = 1,2$ – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок);

$S = 1 \text{ мм}$ – толщина материала;

$\sigma_{\text{ср}} = 22 \text{ кг/мм}^2 = 220 \text{ МПа}$ – сопротивление срезу;

$L = 1187,16 \text{ мм}$ – длина обрезки по контуру.

$$P_{\text{рез.}} = k * L * S * \sigma_{\text{ср.}} = 1,2 * 1187,16 * 1 * 22 = 31341,024 \text{ кгс} \approx 313,41 \text{ кН}$$

а) Усилие пробивки определяем по той же формуле:

$$P_{\text{рез.}} = k * L * S * \sigma_{\text{ср.}},$$

где $k = 1,2$ – коэффициент запаса (учитывает неоднородность металла по толщине, а также затупление режущих кромок);

$S = 1 \text{ мм}$ – толщина материала;

$\sigma_{\text{ср}} = 22 \text{ кг/мм}^2 = 220 \text{ МПа}$ – сопротивление срезу;

$L = \text{мм}$ – длина пробивки отверстий.

Пробивка отверстий: 2 отв. диаметром 12 мм; 2

$L_{\text{проб.}} \approx 150,72 \text{ мм}$

$$P_{\text{рез.}} = k * L * S * \sigma_{\text{ср.}} = 1,2 * 150,72 * 1 * 22 = 3979,008 \text{ кгс} \approx 39,79 \text{ кН}$$

Кроме операционного усилия пробивки определяем дополнительное технологическое усилие, для снятия заготовки с пробивных пуансонов.

б) Усилие снятия определяется:

$$P_{\text{сн.}} = K_{\text{сн.}} * P_{\text{проб}}, \quad (2.14)$$

где $K_{\text{сн.}} = 0,1$ – коэффициент снятия;

$$P_{\text{сн.}} = K_{\text{сн.}} * P_{\text{проб}} = 0,1 * 39,79 = 4 \text{ кН}$$

в) Общее усилие пробивки будет определяться:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{проб}} + P_{\text{сн.}},$$

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{проб}} + P_{\text{сн}} = 39,79 + 4 = 43,79 \text{ кН}$$

Общее усилие обрезки – пробивки будет определяться:

$$P_{\text{реза.}} = P_{\text{рез.}} + P_{\text{проб.}} + P_{\text{сн.}}$$

$$P_{\text{реза.}} = 2 * (313,41 + 39,79 + 4) = 714,42 \text{ кН}$$

г) Работа при обрезке - пробивки:

$$A = x * \frac{P * S}{1000},$$

Где $X = 0,6$ – коэффициент.

$$A = 2 * (X * \frac{P * h_1}{1000}) = 2 * (0,6 * \frac{35720 * 1}{1000}) = 42,132 \text{ кгс*м} = 0,42 \text{ Дж}$$

Усилие правки.

Усилие правки определяется по формуле:

$$P = p * F,$$

где $p = 9 \text{ кгс/мм}^2 = 90 \text{ МПа}$, давление штампа;

$F = 8148,17 \text{ мм}^2$, – поверхность детали подвергаемая правке; правке подвергаются участки сложной формы, полученные после вытяжки плоско заготовки поверхность детали.

Тогда усилие правки равно:

$$P_{\text{прав}} = 2 * (p * F) = 2 * (9 * 8148,17) = 146666,03 \text{ кгс} = 146,66 \text{ кН}$$

а) Определим работу правки по формуле:

$$A = x * \frac{P_{\text{прав}} * S}{1000},$$

где $x = 0,6$ – коэффициент, зависящий от $\sigma_{\text{ср.}}$ и S .

$$A = 2 * (2 * (x * \frac{P_{\text{прав}} * S}{1000})) = 0,6 * \frac{146666 * 1}{1000} = 17,6 \text{ кгс*м} = 0,18 \text{ Дж}$$

Усилие гибки.

Усилие гибки P (в кГ) без калибровки рассчитывают по формуле $P=K_{\Gamma}BS\sigma_{\text{в}}$,

где B — ширина детали в мм; S — толщина материала в мм; $\sigma_{\text{в}}$ — временное сопротивление в кГ/мм²; K_{Γ} — коэффициент, зависящий от схемы гибки и принимаемый для одноугловой гибки равным 0,2 и для двугловой — 0,6.

$$P=K_{\Gamma}BS\sigma_{\text{в}}=0,2 * 50,82*1*22= 223,608(\text{кгс})=2,24(\text{кН})$$

$$P_{\text{пр}} = (0,25 — 0,3)P=0,3*2,24= 0,672(\text{кН})$$

$$P_{\text{общ}}=2*(P+ P_{\text{пр}})=2*(2,24+0,672)= 5,824 (\text{кН})$$

$$A = 2*(x*\frac{P_{\text{гибк}}*S}{1000})=2*(0,6*\frac{5824*1}{1000}) = 34,94 \text{ кгс*м} = 0,4\text{Дж}$$

Разрезка

Усилие резки на листы определяется по формуле[2]:

$$P_{1,2} = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{\text{ср}} = 1,1 \cdot 125 \cdot 1 \cdot 22 = 3025(\text{кгс}) = 30,25(\text{кН});$$

где $k = 1 \dots 1,3$ — поправочный коэффициент (неоднородность материала, затупление режущих кромок).

L_1 -длина вырезаемого контура (мм)

$S = 1$ мм - толщина материала;

$L_1 = 125$ (мм);

$\sigma_{\text{ср}} = 220$ МПа= 22 (кгс/мм²) - сопротивление срезу, для металла марки — 0,8ЮП.

$$P_{1,2} = k \cdot L_1 \cdot S_0 \cdot \sigma_{\text{ср}} = 1,1 \cdot 125 \cdot 1 \cdot 22 = 3025(\text{кгс}) = 30,25(\text{кН});$$

Усилие снятия полосы с пуансона[2]:

$$P_2 = k_{\text{сн}} \cdot (P_1 + P_{1,2}) = 0,07 \cdot 30,25 = 2,12(\text{кН});$$

$k_{\text{сн}}=0,06 \dots 0,08$ - коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала

Суммарное усилие реза[2]:

$$P_{\Sigma P} = 2*(P_{\text{общ}} + P_2) = 2*(30,25 + 2,12) = 64,74(\text{кН});$$

$$A = 2*(X*\frac{P*h_1}{1000}) = 2*(0,8*\frac{64,74*1}{1000}) = 0,5(\text{кгс*мм}) = 0,005(\text{Джс})$$

Теперь необходимо просуммировать найденные по каждой операции (кроме операции резки заготовок) значения усилий, чтобы определить – какими энергосиловыми параметрами должно обладать новое оборудование (пресс-автомат). Кроме этого, следует найти значение суммарной работы, которую должен выполнить пресс при одновременном выполнении всех операций.

Суммарное усилие равно:

$$P_{\text{сумм}} = P_{\text{отр}} + P_{\text{вытяж}} + P_{1\text{-й пробив}} + P_{2\text{-й пробив}} + P_{\text{правк}} + P_{\text{гибк}} + P_{\text{разрезк}}$$

(2.33)

$$P_{\text{сумм}} = P_{\text{отр}} + P_{\text{вытяж}} + P_{1\text{-й пробив}} + P_{2\text{-й пробив}} + P_{\text{правк}} + P_{\text{гибк}} + P_{\text{разрезк}} = 265,68 + 812,4 + 783,78 + 714,42 + 146,66 + 5,824 + 64,74 = 2,7 \text{ МН}$$

Суммарная работа на всех операциях:

$$A_{\text{сумм}} = A_{\text{отр}} + A_{\text{вытяж}} + A_{1\text{-й пробив}} + A_{2\text{-й пробив}} + A_{\text{правк}} + A_{\text{гибк}} + A_{\text{разрезк}}$$

(2.34)

$$A_{\text{сумм}} = A_{\text{отр}} + A_{\text{вытяж}} + A_{1\text{-й пробив}} + A_{2\text{-й пробив}} + A_{\text{правк}} + A_{\text{гибк}} + A_{\text{разрезк}} = 0,04 + 5,42 + 0,48 + 0,42 + 0,18 + 0,004 + 0,005 = 6,869 \text{ Дж.}$$

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Выбор типоразмера и основные технические характеристики

При выборе прессы исходят из следующих соображений:

- тип прессы и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- номинальное усилие прессы должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;
- мощность прессы должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций - также повышенной точностью направляющих;
- закрытая высота прессы должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;
- габаритные размеры стола и ползуна прессы должны давать возможность установки и закрепления штампа и подачу заготовок, а отверстие в столе прессы - позволять свободное проваливание штампуемых деталей;
- число ходов прессы должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;
- в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений;

- удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям техники безопасности.

Таким образом, основными механическими параметрами для выбора пресса являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса.

Для обеспечения штамповки детали «Стойка заднего крыла внутренняя» необходимо выбрать пресс-автомат «FT2-60» усилием 6 МН. Выбранный пресс позволит обеспечить повышенную жесткость станины, большую стойкость штампов. Количество рабочих позиций пресс-автомата 6, что достаточно для штамповки детали. Усилие выбранного пресса больше, чем суммарное усилие всех производимых операций. Остальные характеристики соответствуют технологическим расчетным показателям штамповки.

Штамповка будет производиться из карточек; в состав технологической линии входит подающее устройство для подвода штучных заготовок. Пресс-автомат оборудован механизмом грейферной подачи заготовок в рабочую зону штамповки. Подачу заготовок с позиции на позицию осуществляют также грейферные линейки.

Основные технические характеристики пресс-автомата «FT2-60» усилием 6 МН представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Основные характеристики оборудования

№	Характеристики	Значение
1	2	3
1	Максимальное усилие <i>ползуна</i>	10МН
2	Максимальное <i>усилие</i> каждой позиции	2МН
3	Мощность позиции <i>вырубки</i>	0,8 МН
4	Количество рабочих позиций	8
5	Работа осуществляемая прессом	120 кДж

6	Размер заготовки max	420×580 мм
7	Размер заготовки min	200×300 мм
8	Толщина заготовки	0,6-2,6 мм
9	Расстояние между позициями	500 мм
10	Длина хода основного ползуна	400 мм
11	Длина хода ползуна вырубной поз.	150 мм
12	Глубина вытяжки max	140 мм
13	Закрытая высота прессы основного ползуна	840 мм
14	Число ходов	12-25 ход/мин
Грейферная подача		
1	Продольное <i>перемещение</i>	500 мм
2	Поперечное перемещение	150 мм
3	Вертикальное перемещение	80 мм
4	Расстояние между линейками в сведенном состоянии	500 -700мм
5	Направление подачи	Слева направо
6	Расстояние от болстера до нижней плоскости грейферных линеек	575 мм
7	Расстояние от стола до нижней плоскости грейферных линеек	530 мм
Устройство подвода листов		
1	Габариты листовых заготовок : а) ширина б) длина в)толщина	300-900 150-500 0,5-3мм

2	Вес стопы макс.	1800 кг
	Вес заготовки макс.	10 кг

3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики

Автоматизация листовых штамповочных работ позволяет в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечивает полную безопасность работы на прессах.

При ручной подаче заготовок и ручном удалении изделий и отходов число ходов пресса используется лишь на 25 – 30%, а в ряде случаев и меньше. При полной автоматизации работы коэффициент использования числа ходов пресса достигает 100%, хотя абсолютное число используемых ходов за рабочую смену – несколько ниже предельно возможного. Это происходит из-за потерь времени на перестановку штампов, заправку ленты и т. п. и составляет от 80 до 95%. Кроме того, автоматизация процесса штамповки, позволяет увеличить номинальное число ходов пресса без его модернизации на 20 – 30%, а с модернизацией в 2 – 3 раза.

В проектируемом варианте фигурирует массовое производство однотипных деталей, поэтому целесообразным является применение пресс-автомата. Однако даже в случае отсутствия ощутимой экономической эффективности следует отдать предпочтение механизированному изготовлению, т. к. кроме легко учитываемой экономии на прямой заработной плате, механизация процессов дает трудно учитываемую эффективность от сокращения производственного цикла, уменьшения задела, ускорения оборачиваемости оборотных средств, уменьшения складских площадей и т. п.

В холодной листовой штамповке механизировать и автоматизируют следующие элементы производственного процесса:

подачу полос, лент и штучных заготовок в процессе штамповки;

- удаление деталей и отходов из штампа;

подсчет и укладку отштампованных деталей;

- управление процессом штамповки, сортировку и удаление брака или выключение прессы при появлении брака;

- межоперационную транспортировку заготовок (передачу их с операции на операцию);

удаление отходов из цеха.

В качестве средства автоматизации в проектируемом варианте выбираем устройство подвода листов для автоматической подачи штучных заготовок в рабочую зону штампа. Устройство подвода листов имеет пневматический захват (присоски). Пресс-автомат «FT2-60» 10 МН оснащен трехкоординатным грейферным устройством, работающим в автоматическом режиме по циклограмме прессы. Выбор такого устройства обусловлен пространственной геометрией детали. Автоматический процесс осуществляется непрерывно, т. е. ползун прессы работает без простоев-выстоев.

3.3 Описание работы автоматической линии и планировка участка штамповки

Автоматическая линия, в составе которой используется пресс-автомат «FT2-60», представлена на Рис.3.1.

Данный пресс-автомат относится к машинам с параллельно-последовательным выполнением переходов штамповки, когда все полуфабрикаты, находящиеся в рабочей зоне прессы, перемещаются с одной позиции на другую. При этом штамповка осуществляется одновременно на всех позициях (за исключением холостых) в соответствующих штампах.

Автоматическая линия состоит из следующих модулей.

1. Разматывающее устройство
2. Правильно подающее устройство.

3. Питатель штучных заготовок
4. Пресс FT2-60
5. Защитная решетка

Воронки для удаления отходов

6. Склиз для удаления готовых деталей

Фотоэлементы

7. Защитная решетка для прессы FT2-60

Пульт двурукого включения

Тара для готовых деталей типа 6801.011

Ленточный транспортер ф. «Рапестан»

Питатель штучных заготовок для FT2-60, сменный с вырубной позиции.

Рассмотрим работу проектируемой автоматической линии с использованием штучных заготовок для получения детали «Стойка заднего крыла внутренняя».

Линия состоит из разматывающего устройства (1), которое падает рулон на правильно подающее устройство (2). Далее рулон попадает в питатель штучных заготовок (13) где происходит операция отрезки заготовки. Там заготовки складываются в тару с заготовками (2), откуда в ручную переносятся на поддон для штапелирования заготовок (2). При включении привода, в действие приводится переносной пульт управления (4), подающий команды последовательного включения в работу, связанных с ним узлов линии. Первый в работу вступает узел вакуумного приспособления (присоски) (10). Получив команду, узел присосок опускается до уровня заготовок, захватывает заготовку присосками, при помощи устройства центрирования (11) поворачивает заготовку в нужном положении, и отправляет на поточный транспортер а прессе-автомату (12).

После того, как первая заготовка легла на первый штамп, включается пресс-автомат и по команде пульта управления производится штамповка.

Заготовка передается между штампами при помощи грейферных леек. После штамповки деталь попадает на ленточный транспортер (6), откуда перемещается на специальный стол для укладки деталей (7), и уже вручную готовые изделия оказываются в таре для готовых деталей (9).

Необходимо отметить, что узел присосок, привод грейферных леек, пресс-автомат, получающие команду на включение в работу от пульта управления вступают в работу в замкнутом цикле работы линии в строгой последовательности заданной циклограммой работы линии.

При разработке проектов для массового выпуска большую роль играет правильная планировка рабочего места.

В данном случае применена автоматическая линия, поэтому расположение оборудования в порядке технологического процесса является обязательным. План рабочего места показан на рис. 3.1. Обоснование такого расположения оборудования приведено в разделе «Безопасность жизнедеятельности».

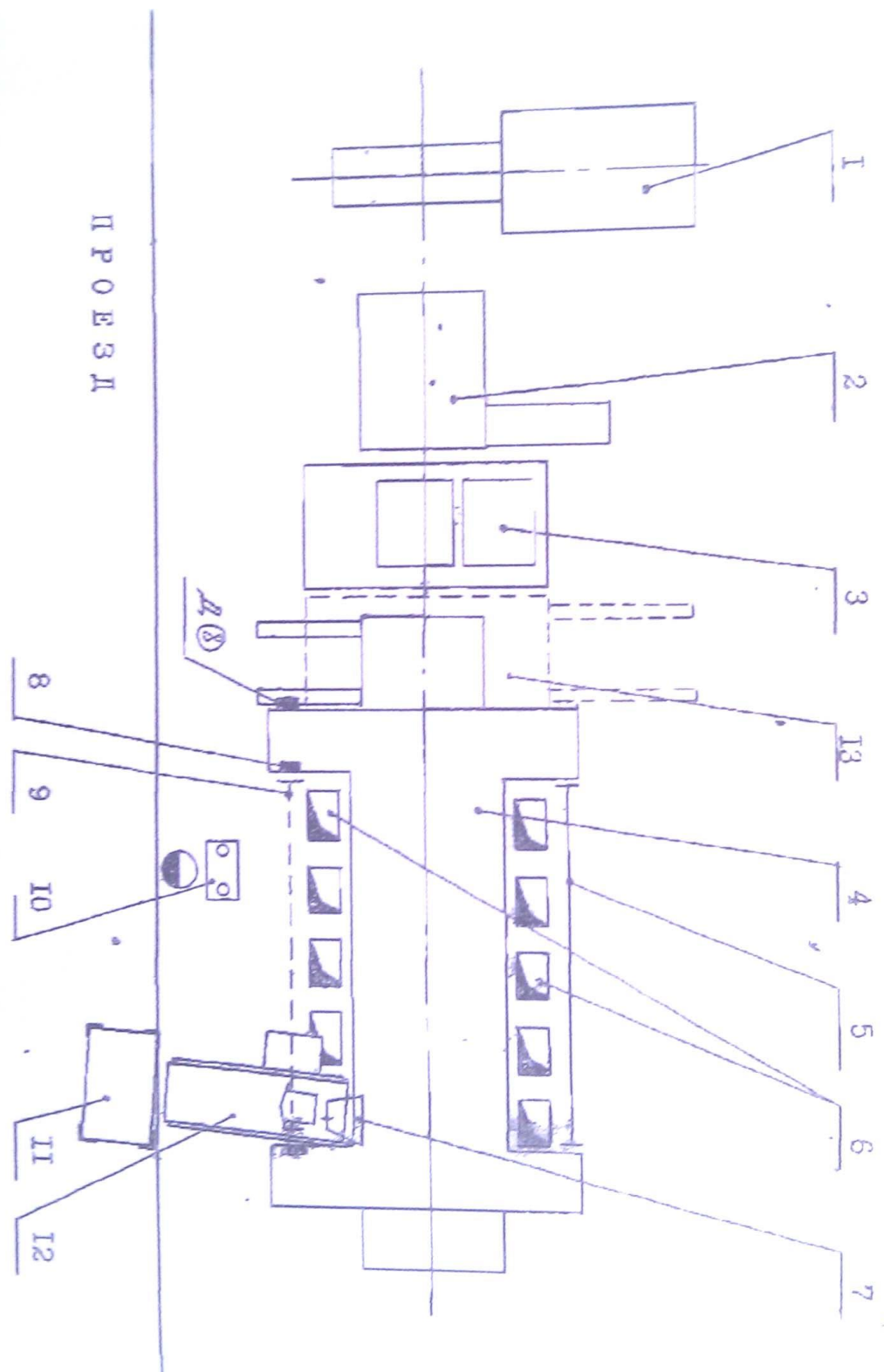


Рисунок 3.1 - Автоматическая линия «FT2-60»

4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

Конструкция штампа должна полностью отвечать требованиям технологического процесса в отношении получения требуемой формы и точности штампуемой детали, должна обеспечить необходимую производительность и безопасность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и экономически эффективной для данного масштаба производства.

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

- конструкция, форма и размеры детали;
- тип и наименование операции;
- оборудование, на котором устанавливается пресс;
- вопросы серийности и экономической эффективности производства.

На рис 4.1. представлен штамп для вытяжки, который применяется для изготовления детали «Стойка заднего крыла внутренняя»

Плита верха поз.2 (см.рис.4.1), плита низа поз. 1, к ним крепятся и располагаются все основные детали и узлы. Литая нижняя плита является монтажной плитой на которой монтируется пуансон 4. При подаче заготовки рейферными линейками в зону штампа, она укладывается на подъемники между упорами, которые расположены по периметру заготовки 7. В процессе деформирования подъемники опускаются при помощи толкателей 18, 19, 20 относительно неподвижных направляющих 4. Прижим заготовки осуществляется при помощи прижима 5 от маркета толкателями 18, 19, 20. Подъем детали с пуансона происходит посредством маркета и толкателей при помощи прижима-съемника. После процесса вытяжки деталь с порогов

снимается подъемниками 13, 23, 27, 28. Перемещение прижима осуществляется по направляющим планкам 6. Для ограничения хода прижима предусмотрена планка ограничительная 13. В верхней половине штампа неподвижно закреплена матрица 3. Для удаления детали из верхней половины штампа предусмотрены отлипатели 10, 9, 8, 7. Для отвода воздуха из верхней половины штампа предусмотрены каналы, в которые установлены трубки. Перемещение верхней половины штампа относительно нижней осуществляется по направляющим плиткам.

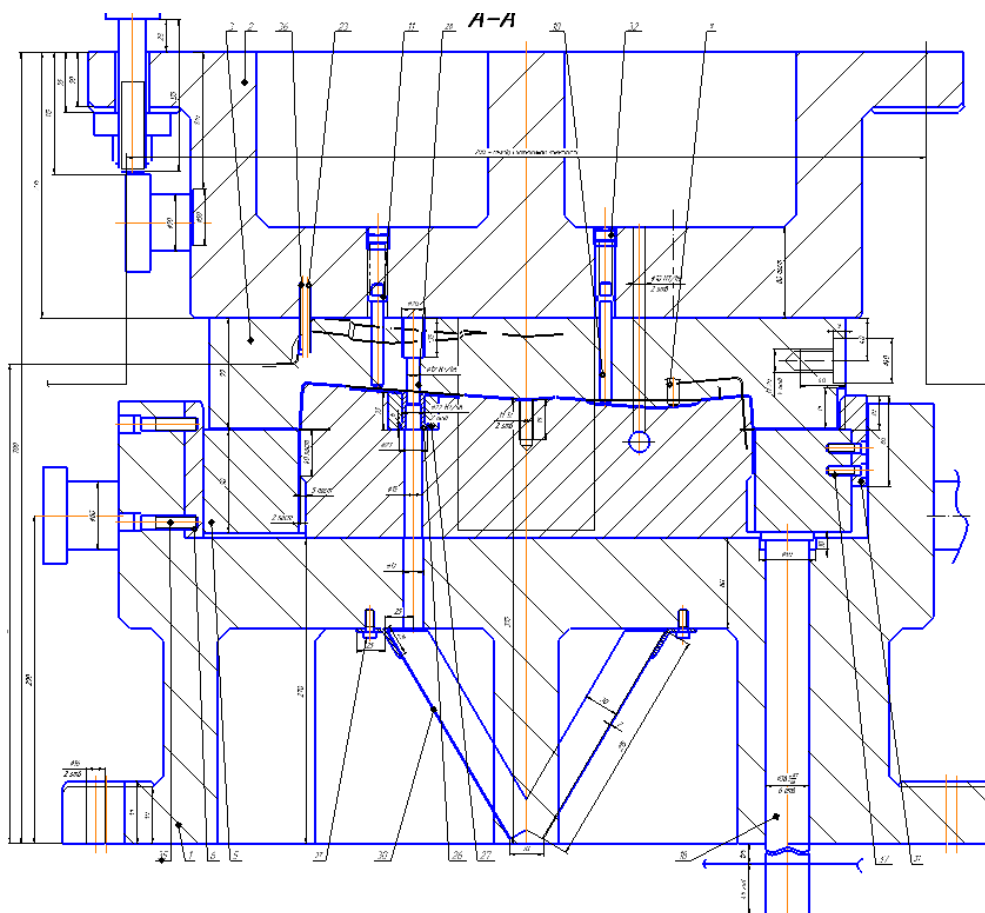


Рисунок 4.1 – Штамп вытяжки

4.2 Прочностные расчеты деталей штампа

Проверочному расчету на прочность подлежат в основном детали с наименьшим поперечным сечением. В данной выпускной квалификационной работе такими деталями являются пробивные пуансоны в штампе для пробивки.

Установлено, что при пробивке отверстий, размеры которых соизмеримы с толщиной металла, удельная нагрузка на режущие кромки пуансона значительно больше, чем на режущие кромки матрицы.

Сложность расчета на прочность заключается в том, что режущие кромки пуансона, как и матрицы, подвергаются резким циклическим нагрузкам ударно-импульсного характера, одновременно с действием кругового изгибающего момента. В результате неизбежен процесс усталостного разрушения режущих кромок, который еще не имеет метода расчета.

Расчет пуансонов на прочность приближенно можно произвести по формулам из таблицы 208 [1, стр.459]:

- 1) Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие

$$\sigma_{см} = P / F \quad (4.1)$$

где

$\sigma_{см}$ – напряжение смятия опорной поверхности в кгс/мм²;

P – расчетное усилие в кгс;

F – опорная поверхность головки пуансона в мм²

$$\sigma_{см} = P / F = 26568 / 61514 = 4,31 \text{ (кгс/мм}^2\text{)}$$

Так как $\sigma_{см} > 10 \text{ кг/мм}^2$, то требуется стальная каленая прокладка.

Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении

$$\sigma_{сж} = P / f \leq [\sigma_{сж}] \quad (4.2)$$

где

$\sigma_{сж}$ – напряжение сжатия в кгс/мм²;

$[\sigma_{сж}]$ – допускаемое напряжение на сжатие (для пуансонов из закаленной инструментальной стали $[\sigma_{сж}] = 200 \text{ кгс/мм}^2$);

f – площадь наименьшего сечения пуансона в мм^2

$\sigma_{сж} = P / f = 3549 / 100 = 35,49 \text{ кгс/мм}^2 \leq 200 \text{ кгс/мм}^2$, следовательно, условие соблюдается.

4.3 Определение числа и расположения упругих элементов в штампе

Упругим элементом в данном прессе-автомате «FT2-60» с усилием 6 МН являются макетные подушки. Сжатый воздух находится под давлением 5-6 атм. В верхней части находится подвижная плита, которая при помощи резиновых манжет направлена и уплотнена по стенкам подушки. В исходном положении верхняя подвижная плита находится сверху. Над ней располагается болстер (подштамповая плита) к которому крепится нижняя плита штампа. В исходном положении толкатели маркета приподнимают прижим в верхнее исходное положение так, чтобы прижимная поверхность была выше поверхности вытяжного пуансона. При опускании ползуна матрица штампа после зажатия заготовки опускает прижим на глубину вытяжки. Сам прижим находится под действием усилия маркетных подушек. Толкатели передают давление от пневматических подушек на прижим штампа. При подъеме ползуна маркетные шпильки возвращают прижим в верхнее исходное положение. Для совпадения сетки маркетных толкателей с отверстиями в прижиме на болстере имеются фиксаторы (центрирующие шпильки) на каждой позиции прессы, выполняющиеся с точностью $\pm 0.1 \text{ мм}$

Пружины в штампе необходимы для выталкивания отштампованной заготовки из полости матрицы. Снятие с пуансонов происходит при помощи втулок-съемников, которые приводятся в движение полиуретановыми пружинами.

Необходимое усилие, создаваемое всеми пружинами:

$$P_{\text{пруж}} = K_{\text{выталк}} * R_{\text{отбортовки}} \quad (4.3)$$

где

$K_{\text{выталк}} = 0,06$ – коэффициент;

$P_{\text{отбортовки}} = 2,7$ кН – усилие отбортовки;

Требуемое усилие, создаваемое пружинами:

$$P_{\text{пруж}} = K_{\text{выталк}} * P_{\text{отбортовки}} = 0,06 \cdot 2,7 = 0,162 \text{ кН}$$

Требуемое усилие должно обеспечиваться совместным давлением полиуретановых и спиральных пружин.

1) Производим подбор стальных пружин, которые будут частично обеспечивать усилие выталкивания заготовки из матрицы. Конструктивно выбираем пружины усилием $P_{\text{сталь}} = 0,1$ кгс: геометрические размеры пружины:

Суммарное усилие 4–х стальных пружин при выталкивании равно:

$$P_1 = P_{\text{сталь}} * 4 = 0,1 * 4 = 0,4 \text{ кгс} = 0,004 \text{ кН.}$$

2) Полиуретановые пружины должны обеспечить усилие снятия:

$$P_2 = P_{\text{пруж}} - P_1 = 0,51 - 0,4 = 0,11 \text{ кН} = 11 \text{ кгс.}$$

Учитывая совместное действие 2–х полиуретановых пружин найдем необходимое усилие 1 пружины:

$$P_{\text{треб.}} = P_2 / 2 = 11 / 2 = 5,5 \text{ кгс.}$$

Совместное усилие выбранных полиуретановых и стальных пружин

:

$$P_{\text{пруж.}} = P_1 + P_2 \quad (4.4)$$

$$P_{\text{пруж.}} = P_1 + P_2 = 0,004 + 11 = 11,004 \text{ кН}$$

Требуемое усилие пружин, найденное ранее, составляет $P_{\text{пруж.}} = 0,162$ кН. Следовательно, запас по усилию обеспечен.

4.4 Определение центра давления штампа

Для правильной уравновешенной работы штампа необходимо вырезаемый контур расположить в матрице таким образом, чтобы центр давления совпадал с осью хвостовика. В противном случае в штампе возникают перекосы, несимметричность зазора, износ направляющих, быстрое притупление режущих кромок, а возможно и поломка штампа. Существует два способа определения центра давления, аналитический и графический.

Рассмотрим центр давления пробивного штампа, воспользуемся аналитическим способом.

Аналитический способ основан на равенстве момента равнодействующей нескольких сил сумме моментов этих сил относительно одной и той же оси. Направление осей берем по сторонам пуансонодержателя, от которых производится его разметка рис.4.2. Ввиду несимметричности расположения пуансонов составляем уравнения равенства моментов относительно обеих осей.

$$x = \frac{P_1 b + P_3 a + P_4 c + P_2 d}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}, \quad (4.5)$$

где

x – искомое расстояние от оси ОУ;

P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 - усилия на каждой операции ;

a, b, c, d, e – расстояние центра тяжести фигуры до оси ОУ.

$$y = \frac{P'_1 b + P'_3 a + P'_4 c + P'_2 d}{P'_1 + P'_2 + P'_3 + P'_4}, \quad (4.6)$$

где

y – искомое расстояние от оси ОХ;

$P'_1, P'_2, P'_3, P'_4, P'_5$ - усилия на каждой операции;

a, b, c, d, e – расстояние центра тяжести фигуры до оси ОХ.

Подставив значения в уравнения, получаем что центр давления штампа располагается в центре стола. Таким образом, мы избавимся от перекосов и добьемся равномерного распределения усилий $X = -17$; $Y = 0$.

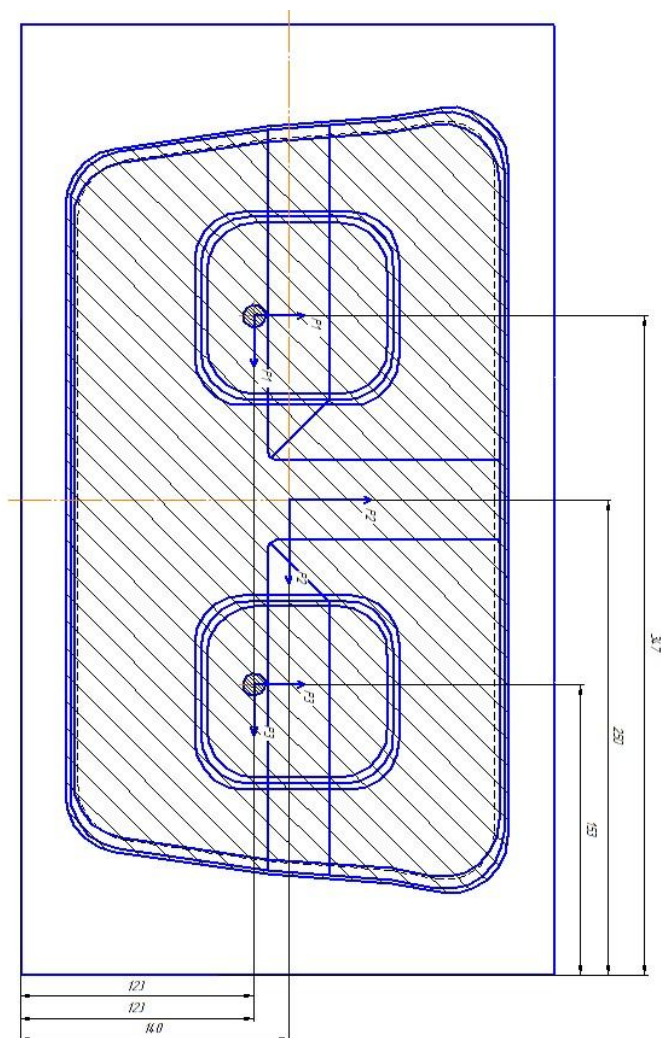


Рисунок 4.2 - Нахождения центра давления вытяжного штампа

4.5 Определение исполнительных размеров инструмента

Радиус закругления матрицы оказывает существенное влияние на ход процесса вытяжки. В основном можно считать, что радиус закругления влияет на следующие параметры процесса: напряжение в металле и усилие, необходимое для вытяжки; образование складок; утонение материала стенок; коэффициент вытяжки; стойкость штампа.

Радиус закругления матрицы необходимо выбрать по возможности наибольший при условии, что можно обеспечить вытяжку без образования складок.

Радиус закругления пуансона r_{Π} на усилие вытяжки влияет незначительно, но он оказывает существенное влияние на утонение материала стенок у дна изделия.

Радиус закругления матрицы при коэффициенте вытяжки 0,45 и толщине материала 2 мм равен $r_{\Pi} = 6$ мм.

Радиус закругления вытяжных кромок пуансона следует брать в 1,5-2 раза меньше радиуса закруглений матрицы, $r_{\Pi} = 4$ мм.

Зазор односторонний между пуансоном и матрицей равен

$$Z_{\Pi-M} = 1,5 * 2 = 3 \text{ мм.}$$

Зазор между пуансоном и прижимным кольцом составляет

$$Z_{\Pi-M} = 6 \text{ мм.}$$

По технологическим соображениям принимаем зазор между пуансоном и матрицей равным 4 мм.

При сложном контуре детали, как в данном случае исполнительные размеры не просчитываются. В технических требованиях указываем, что поверхность детали штампа, соприкасающиеся с изделием, обработать по рабочим моделям, шероховатость Ra 0,4. Рабочий контур ответной детали пригнать по основной с зазором 3 мм на сторону.

Исполнительные размеры формообразующих деталей штампа назначают, не просчитывая.

$$\text{Длина пуансона} \quad 500_{-0,029}$$

$$\text{Длина верхней полки} \quad 395 \pm 0,125$$

$$\text{Ширина пуансона} \quad 280_{-0,022}$$

$$\text{Ширина верхней полки} \quad 232 \pm 0,095$$

$$\text{Длина матрицы} \quad 500 \pm 0,5$$

Ширина матрицы $280 \pm 0,5$

5. 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.

5.1 Описание цели, проблемы и схемы решаемой задачи.

В данной исследовательской работе рассмотрены технологические особенности изготовления изделия «защитного кожуха», а также исследование процесса моделирования листовой штамповки, с помощью программного продукта используемого для CAE-анализа, а именно LS-DYNAи 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.

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

- прижим рисунок 5.1;
- пуансон рисунок 5.2;
- матрица рисунок 5.3.

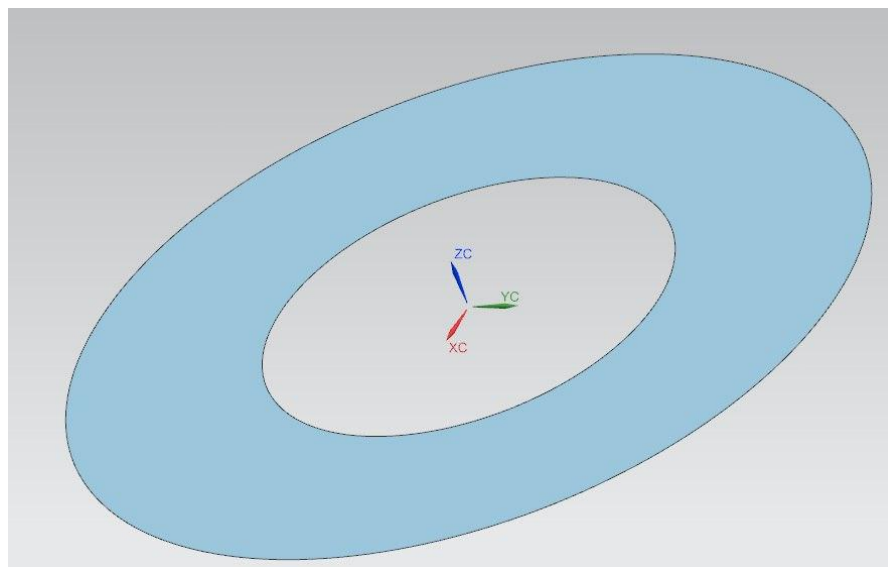


Рисунок 5.1 – Прижим.

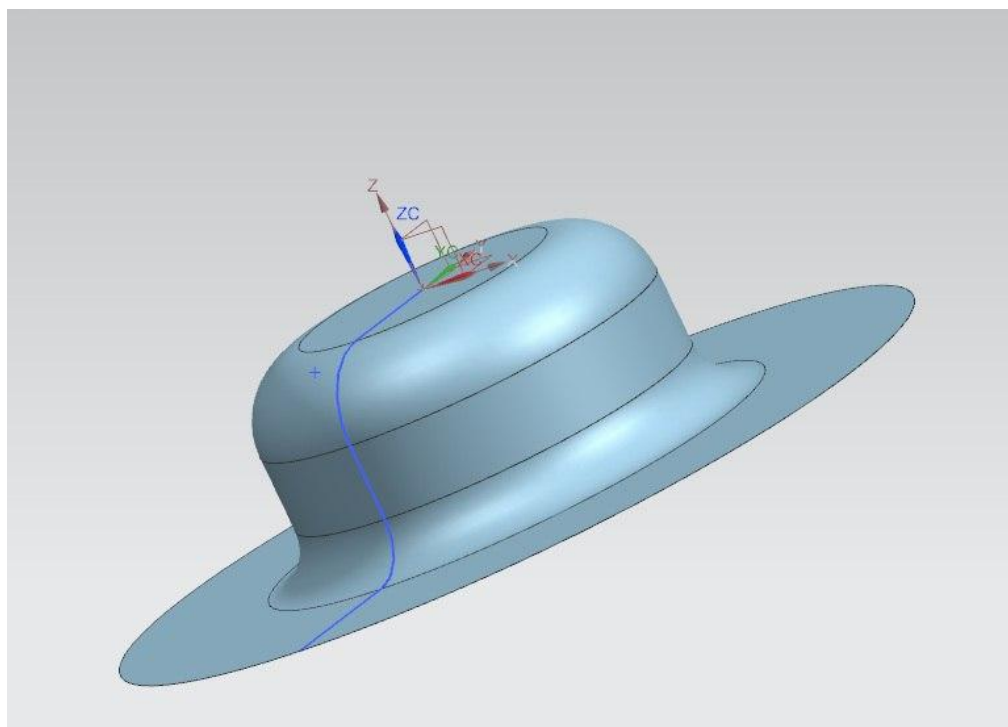


Рисунок 5.2 – пуансон.

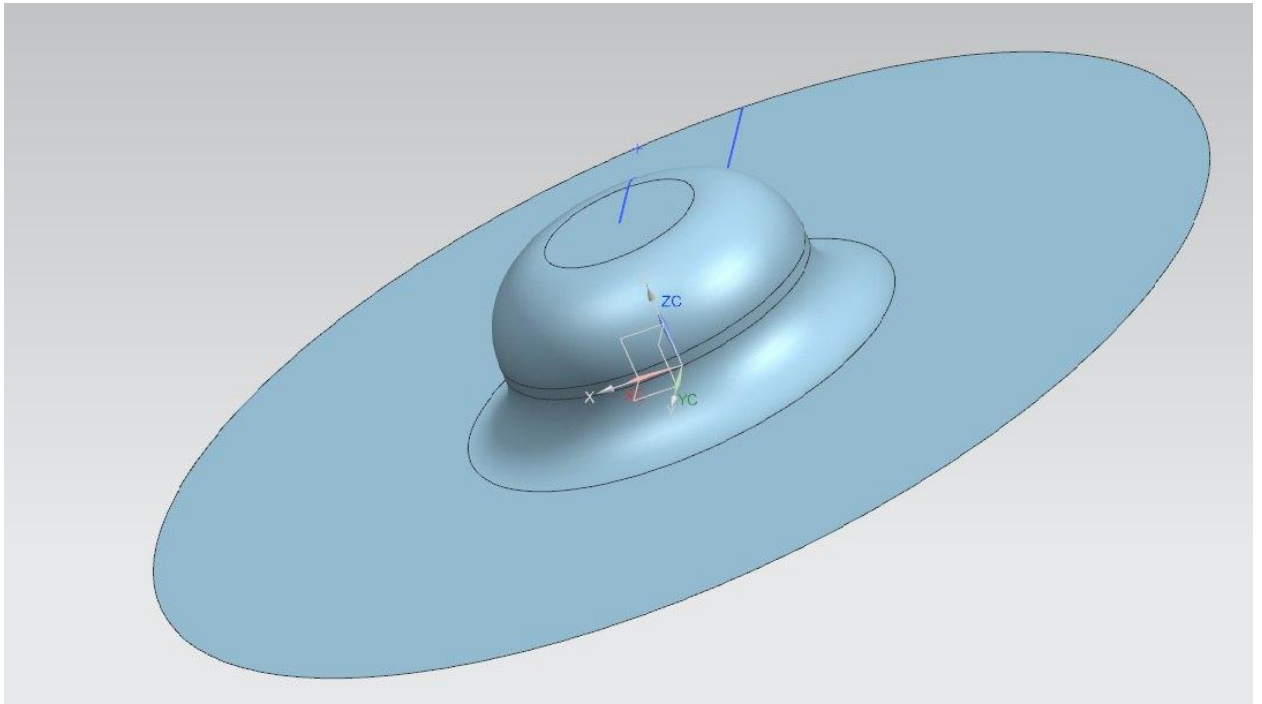


Рисунок 5.3 – матрица.

5.3 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 5.4);
- выбирается тип материала (позиция 2 рисунок 5.4);
- Назначается толщина заготовки , которая составляет 1мм. (позиция 3 рис. 5.4).

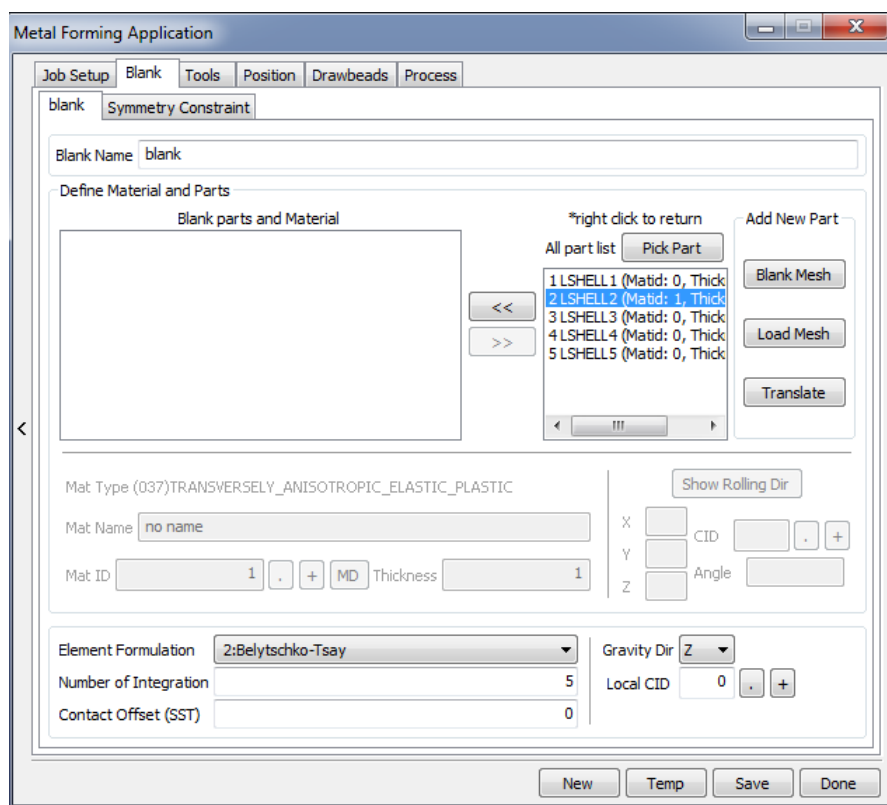


Рисунок 5.4 – Раздел «Blank».

4. Устанавливаются параметры рабочего инструмента (раздел tools).

- индивидуально для каждой модели выбираются заданные конечные элементы (позиция 1 рисунки 5.5-5.7);
- устанавливается положение каждой модели относительно заготовки (позиция 2 рисунки 5.5-5.7);
- назначается коэффициент трения, который составляет 0,125 (позиция 3 рисунки 5.5-5.7);
- указывается направление движения инструментов вдоль оси z (позиция 4 рисунки 5.5-5.7).

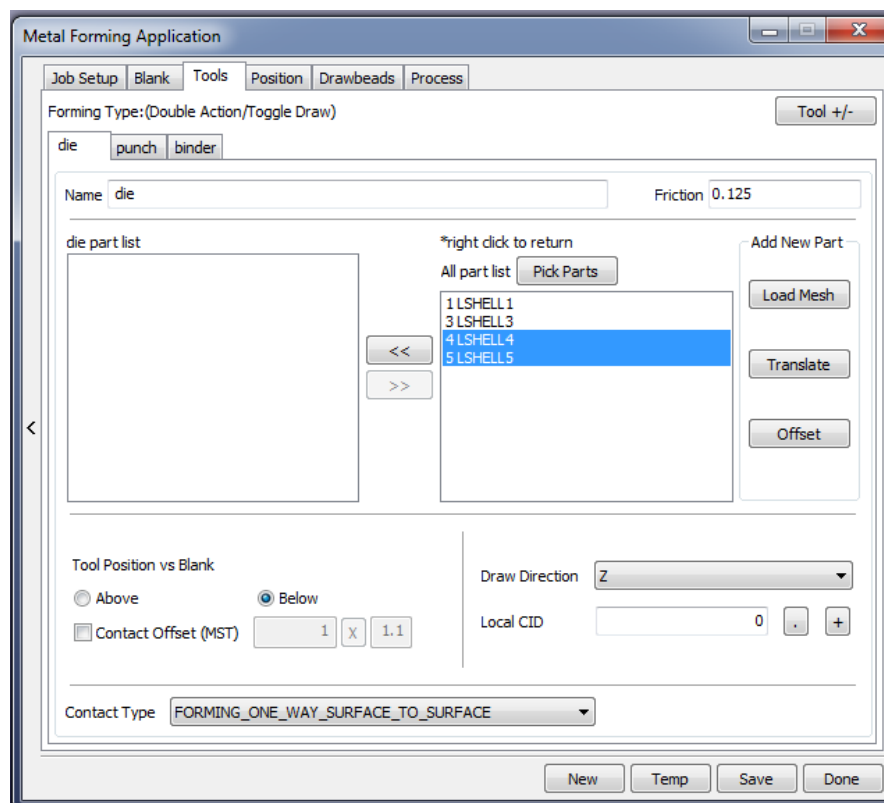


Рисунок 5.5 – Выбор параметров матрицы.

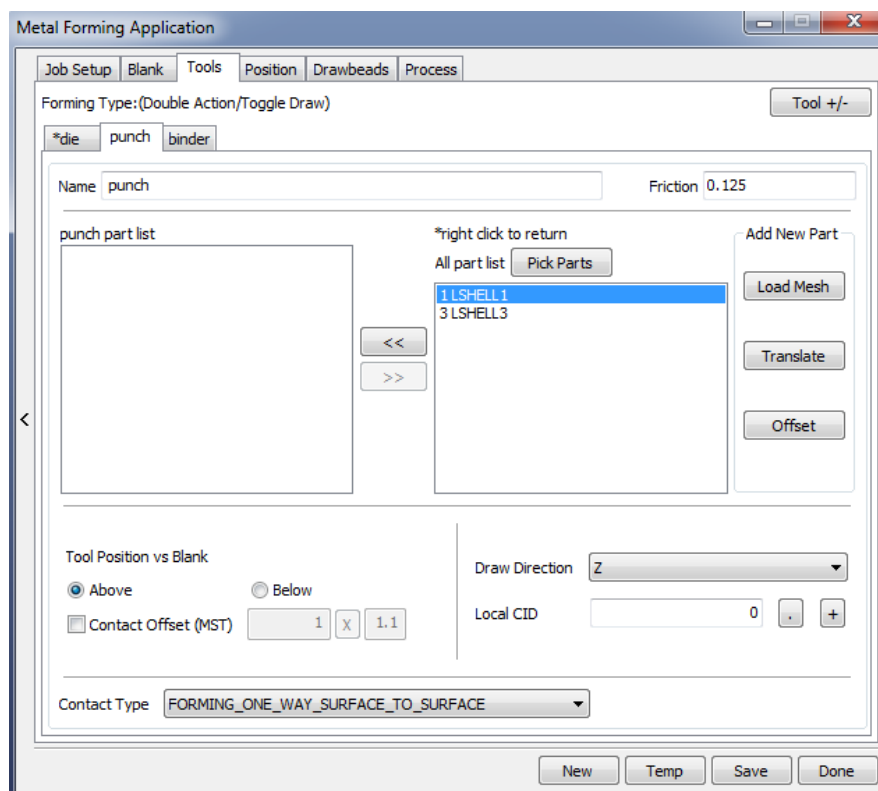


Рис. 5.6 – Выбор параметров пуансона.

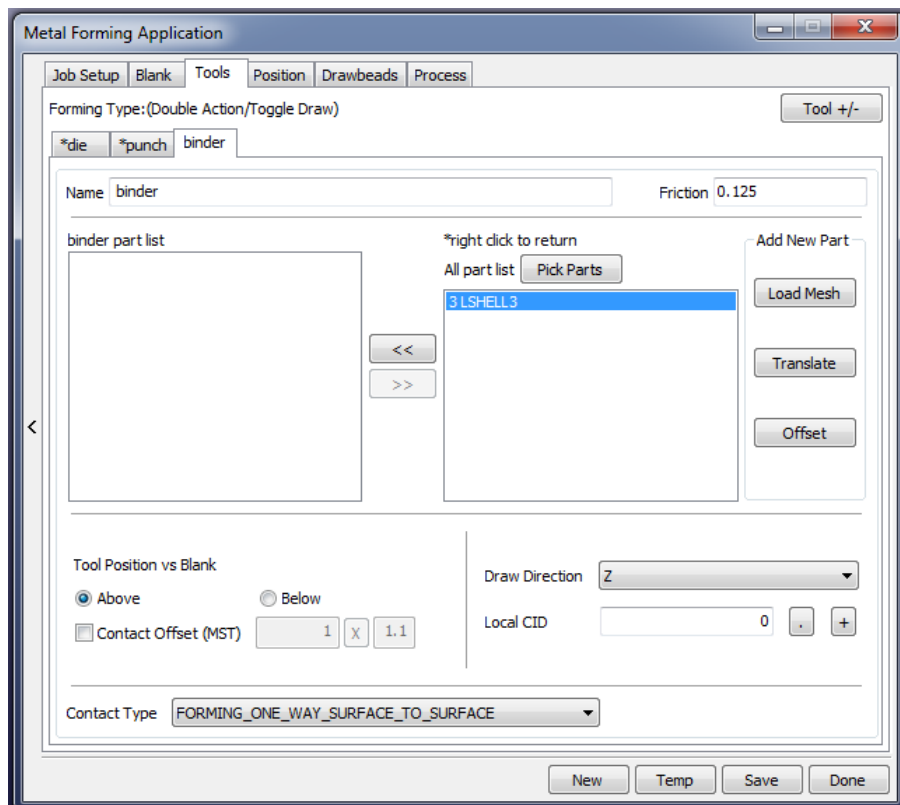


Рис. 5.7 – Выбор параметров прижима.

5. В разделе «Position», выбирается положение инструмента по оси z (позиция 1 рисунок 5.8). Устанавливается функция AutoPosition (позиция 2 рисунок 5.9), в следствии чего обеспечивается автопозиционирование инструмента в пространстве. После выбора этой функции не следует перемещать заготовку, т.к. это приведет нарушению позиционирования детали.

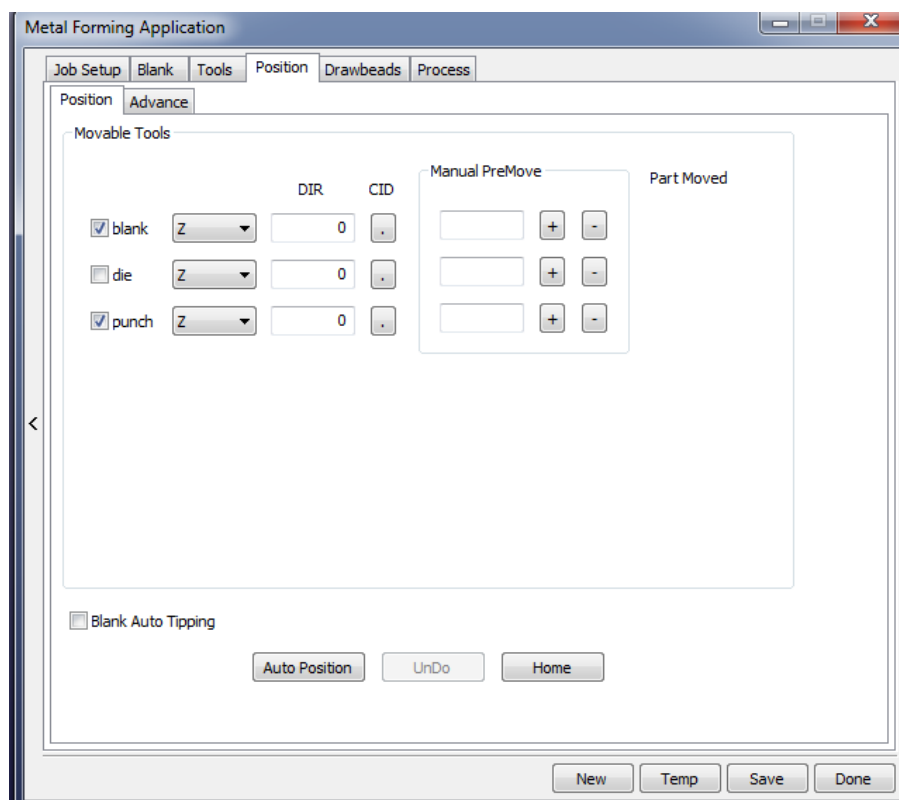


Рисунок 5.8 – Расположение инструмента

6. Устанавливаются параметры процесса, которым является формообразующая операция вытяжка «drawing». Раздел «Process» (позиция рисунок 5.9). Так же устанавливается то, что:

- матрица будет находится в неподвижном состоянии «stationary», (позиция 2 рисунок 5.9);

- к матрицы приближается пуансон с определенной скоростью (позиция 3 рисунок 5.9);

- усилие «force» прижима составит 61000 кг (позиция 4 рисунок 5.9).

Сохраняем процесс в файл isform (позиция 5 рисунок 5.9).

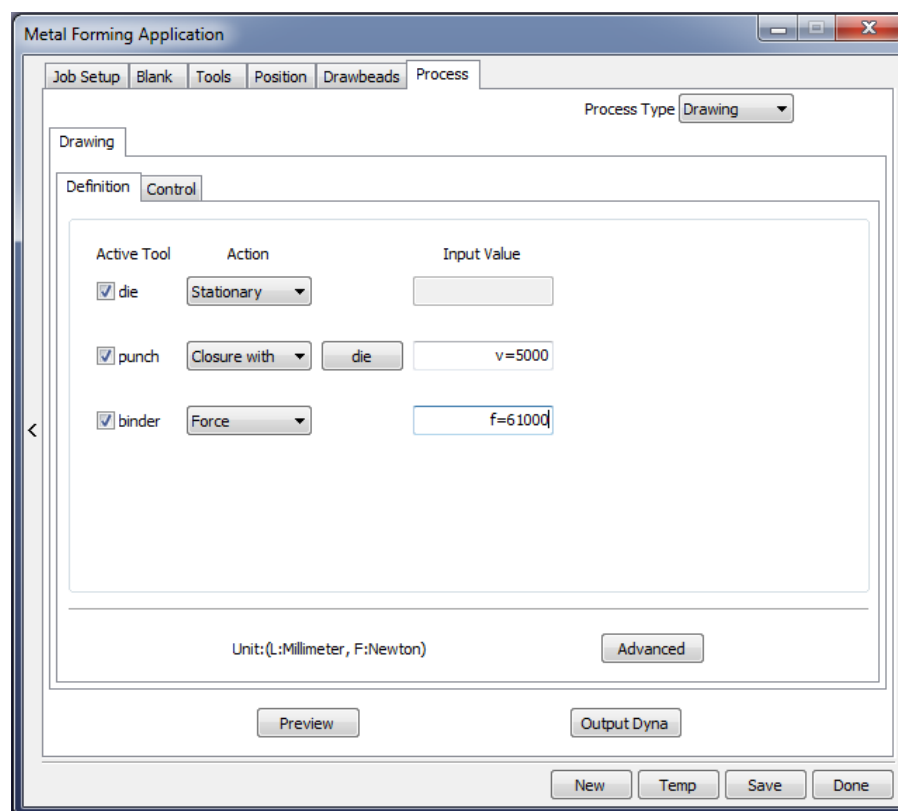


Рисунок 5.9 – Установка параметров операции.

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 5.10);
- условие пластичности Мизиса (рисунок 5.11);
- FLD- диаграммы (рисунок 5.12).

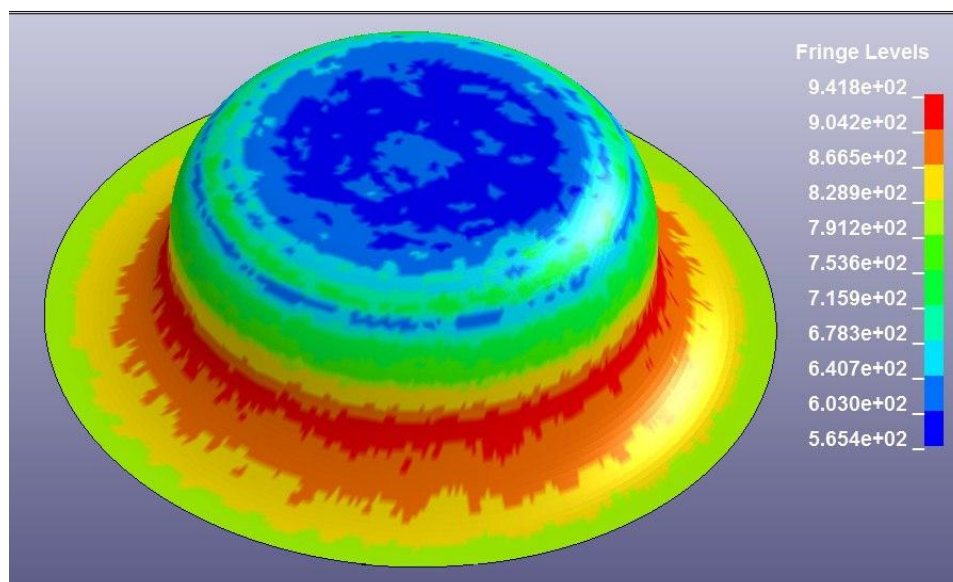


Рисунок 5.10 – Утонение в процентах.

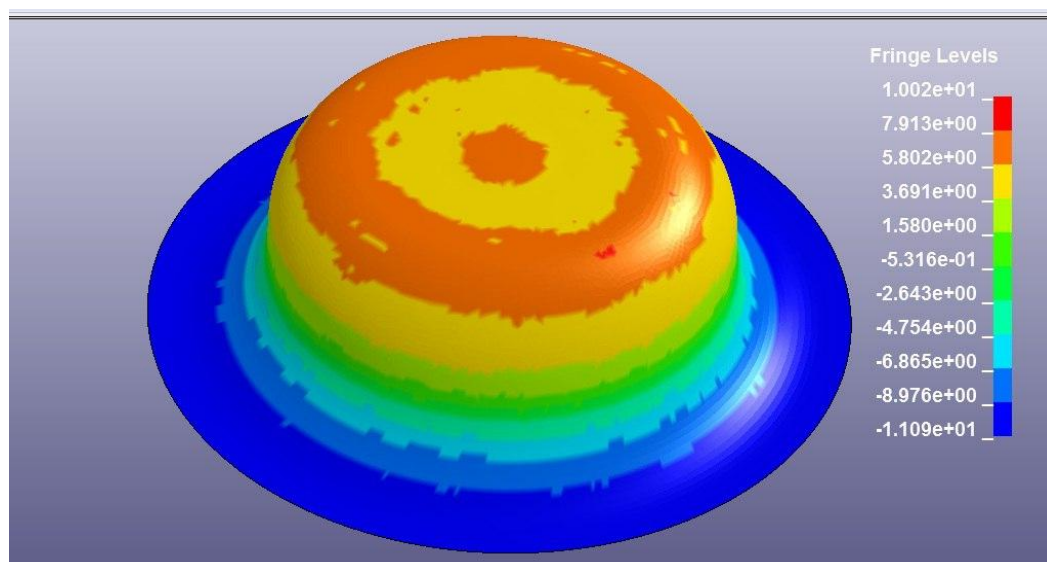


Рисунок 5.11 – Условие пластичности Мизиса.

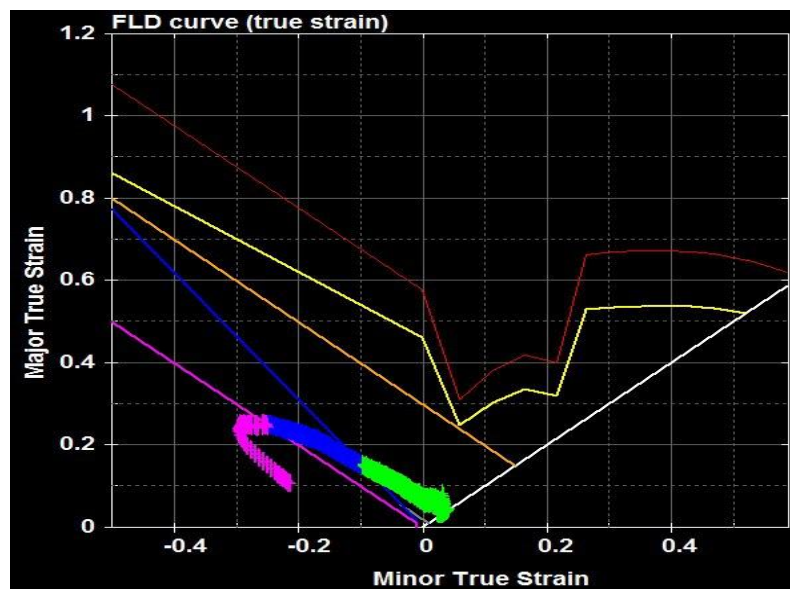


Рисунок 5.12 - FLD- диаграммы.

Вывод: Проанализировав данные полученных из выше представленных графиков, делаем вывод, что в модели разрывов и критических дефектов нет.

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

6.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 6.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы,
1.	Изготовление изделия «Стойка заднего крыла»	Вырубка, вытягивание, обрезка, пробивка, формовка	Штамповщик	пресс-автомат «FT2-60»	Сталь 12Х18Н10Т

6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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 пресс-автомата «FT2-60»	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
2	Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Прессовое оборудование, механизмы и устройства прессы и штампов, их незащищенные подвижные части. Транспорт
3	Перемещение подвижных частей оборудования и	Химический-токсическое	Смазка подвижных частей оборудования, штамповой

	штамповой оснастки	воздействие	оснастки и заготовок.
--	--------------------	-------------	-----------------------

6.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 6.3–Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых бакалавром для реализации в рамках выпускной квалификационной работы).

№ 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	Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
2	Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники
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	Спецкостюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы.

		пресса, кнопки аварийного останова на пульте управления загрузчиком, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случае заклинивания грейферной подачи	
4	Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Механизированный участок штамповки	пресс-автомат «FT2-60»	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

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные системы пожаротушения	Средства автоматизации	Пожарное	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные связи и оповещение
Огнетушители	Пожарные	Водяные установки и систем пожаротушения	Дымовые Ошибка!	Пожарные рукава	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (речевые)
Песок	Пожарные	Газовые установки и систем пожаротушения	Тепловы Ошибка!	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели
Кошма	Приспособленные спец. средства (тягачи, прицепы)	Порошковые Ошибка! систем пожаротушения	Приемные приборы	Колонка Ошибка!	Защитные костюмы	Лопаты штыковые	Ручные пожарные

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

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

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 6.7– Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно- технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное Ошибка! 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 (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Листовая штамповка	пресс-автомат «FT2- 60»	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологически агрегатах и ряде подобных случаев	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов

Таблица 6.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

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.

Выводы

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

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки изделия «Стойка заднего крыла», 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)

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).

Идентифицированы технологические факторы (табл. 6.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (табл. 6.8).

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Сравнительная характеристика технологических вариантов

Базовый вариант по организационным причинам формирования оптимального производственного цикла изготовления изделия осуществляется на поточной линии традиционного технического исполнения с полным комплектом штамповой оснастки.

Базовый технологический процесс:

- 1) Отрезка
- 2) Вытяжка,
- 3) Обрезка 1-я, Пробивка 1-я
- 4) Обрезка 2-я, Пробивка 2-я
- 5) Пробивка 3-я
- 6) Правка
- 7) Гибка
- 8) Разрезка

Загрузка заготовок и полуфабрикатов в рабочую зону штампа и штамповка деталей осуществляется вручную.

В базовом варианте используются следующий вид оборудования:

- 1) Гильотинные ножницы НЗ218В, усилие реза 2,25 МН
- 2) 7 прессов КЗ132А с усилием 1,6 МН

Проектный технологический процесс:

- 1) Отрезка
- 2) Вытяжка, Пробивка 1-я
- 3) Обрезка 1-я, Пробивка 2-я
- 4) Обрезка 2-я, Пробивка 3-я
- 5) Правка
- 6) Гибка
- 7) Разрезка

Оборудование, используемое в проектном варианте – Пресс-автомат
FT 2-60 с усилием 6 МН

7.2 Расчет себестоимости штамповой оснастки

Таблица 7.1 - Калькуляция изготовления вытяжного штампа

№	Наименование	Обозначение	Сумма, руб	Примечание
1	Материальные затраты	М	100000	
2	Транспортно - заготовительные расходы	ТЗР	665	1,33% от М
3	Основная заработная плата рабочих	$З_{пл}^{осн.}$	154270	$Ст = 154,27 \text{ р/ч}$ $Тн/ч = 1000 \text{ н/ч}$
4	Налог на социальные нужды	Сс	53223	$Сс = 34,5\% З_{пл}^{осн.}$
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	РСО	331526	214,9% от $З_{пл}^{осн.}$

6	Общепроизводственные (цеховые) расходы	Рцех	220452	142,9% от $З_{пл}^{осн.}$
	Итого Общепроизводственная (цеховая) себестоимость	Сцех	860135	Сумма

Таблица 7.2 - Эксплуатационные данные оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Уси- лие, МН	п _{обсл}	Норма времени, мин.		Мощность М _у , кВт	Площадь S _у , м ²	Цена, руб.
				t _{шт}	t _{маш}			
1	Гильотинные ножницы НЗ132В с подачей	2,25	2	0,016	0,011	11	10	1300000
2	Пресс КЗ132А	1,6	14	0,0734	0,0288	18	10	1440000
3	Линия FT2-60	6	2	0,051	0,0385	90	37	20000000

Таблица 7.3 - Исходные данные о штамповой оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа T _{и.шт.} , ударов	Цена штампа ЦШТ, руб.
	Базовый вариант		
1	Отрезка заготовки	1 000 000	525684
2	Вытяжка	1 200 000	912563
3	Обрезка 1-я, пробивка	1 000 000	1024250
4	Обрезка 2-я, пробивка	1 000 000	995634
5	Пробивка	1 000 000	580265
6	Правка	1 000 000	750256
7	Гибка	1 000 000	702364
8	Разрезка	1 000 000	480621
	Проектный вариант		
1	Отрезка заготовки	1 000 000	480345
2	Вытяжка, пробивка	900 000	884418

3	Обрезка 1-я	1 000 000	866719
4	Обрезка 2-я	1 000 000	665889
5	Правка	1 000 000	791169
6	Гибка	1 000 000	663094
7	Разрезка	1 000 000	421901

7.3 Исходные данные для расчета себестоимости продукции

Таблица 7.4 - Общие исходные данные

№ п/п	Показатели	Обозна чение	Значение
1	2	3	4
1.	Годовая программа выпуска, шт.	N _г	120000
2.	Эффективный фонд времени работы, час: - оборудования - рабочего	Фэ Фэ.р.	4127 1774
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	Ц _м	21,5
8.	Цена отходов (металл), руб/кг	Ц _{отх}	0,688
9.	Масса заготовки, кг	M _з	0,641
10.	Масса отходов, кг	M _{отх}	0,281
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	Кдоп	1,08	1,12	1,12
б)	За профессиональное мастерство	Кпф	1,06	1,12	1,16
в)	За условия труда	Ку	1,08	1,12	1,16
г)	За вечерние и ночные часы	Кн	1,2		
д)	Премияльные	Кпр	1,23		
е)	На социальные фонды	Кс	1,34		
	Итого общий коэффициент доплат $K_{зпл} = K_{доп} * K_{пф} * K_{у} - K_{н} * K_{пр} * K_{с}$	Кзпл	2,445	2,779	2,981
13.	Коэффициент загрузки оборудования по мощности	Км	0,8		
14.	Коэффициент загрузки оборудования по времени	Кв	0,7		
15.	Коэффициент потерь в сети	Кп	1,03		
16.	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	Код	0,8		
17.	Выручка от реализации, % от Ц: - изношенного оборудования - изношенного штампа	Вр Вр.и.	5 15		
18.	Норма амортизации, %	На	8		
19.	Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов	Кцех	1,43		
20.	Часовая тарифная ставка, руб/час: - рабочего - наладчика	Ст Ст	57,26 57,26	61,14 61,14	68,57 68,57
21.	Цена электроэнергии, руб/кВт	Цэ	2,73		
22.	Цена площади, руб/м ²	Цпл	4500		
23.	Норматив экономической эффективности	Ен	0,33		

7.4 Расчетные данные

Эффективный фонд времени работы оборудования и рабочего:

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

где $D_{\text{р}}$ – рабочие дни (294 дня),

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены (8 час),

$D_{\text{пр}}$ – предпраздничные дни (7 дней),

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

C - количество смен (2 смены),

B – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования (0,12),

$$\Phi_{\text{Э}} = \Phi_{\text{Н}}(1 - B) = (294 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 2 \cdot (1 - 0,12) = 4127 \text{ (час)},$$

$$\Phi_{\text{Эр}} = 0,43 \Phi_{\text{Э}} = 1774 \text{ (час)}.$$

7.5 Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки

Таблица 7.5 - Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый	Проектный
1	Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{\text{об}} = t_{\text{шт}} \times N_{\text{Г}} / (\Phi_{\text{Э}} \times K_{\text{ВН}} \times 60)$ $n_{\text{об.бз}} = 0,0734 \cdot 120000 \times / (4127 \times 1,1 \times 60) = 0,033 \approx 1 \cdot 7$ $n_{\text{об.пр}} = 0,051 \times 120000 / (4127,1 \times \times 60) = 0,023 \approx 1$	7	1

2	Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об.}^{Расч.} / n_{об.}^{Прин.}$ $K_{3.62} = 0,033 / 1$ $K_{3.пр} = 0,023 / 1$	0,033	0,023
3	<p>Численность рабочих-операторов, необходимых для производства годовой программы деталей, чел.</p> <p>Примечание:</p> <p>* № опер. 1 2 3 4 5 6 7 8 чел. (1+1+1+1+1+1+1)=7</p> <p>** № опер. 1 2 3 4 5 6 чел. (3)=3 1-5разр, 2-3разр</p>	$P_{оп} = [t_{шт} \times N_{г} \cdot (1 + K_0/100)] / (\Phi \text{Эр} \times K_{мн} \times 60)$ $P_{оп.62} = [0,0734 \times 120000 \cdot (1 + 11,8/100)] / (1774 \times 160) = 0,0925 \approx 7 \cdot 2^*$ $P_{оп.пр} = [0,051 \times 120000 \cdot (1 + 11,8/100)] / (1774 \times 1 \times 60) = 0,0643 \approx 3 \cdot 2^{**}$	14	6
4	Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$n_{шт} = N_{г} / T_{и.шт.}$ $n_{шт.62} = 120000 / 1000000 = 0,12 \approx 1 \cdot 7 = 7$ $n_{шт.пр} = 120000 / 1200000 = 0,1 \approx 1 \cdot 6 = 6$	7	6

7.6 Расчет технологической себестоимости двух сравниваемых вариантов

Таблица 7.6 - Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

№	Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
			Базовый	Проект- ный
1	2	3	4	5
1	Материальные затраты, руб.	$M = (M_3 \times Ц_M \times КТЗ) - (M_{отх} \times Ц_{отх})$ $M = (5,52 \times 35,51,014) \times - (1,86 \times 0,704)$	197,394	
2	Зарплата рабочих-операторов, руб.	$З_{пл} = P \times C_T \times \Phi \times ЭР \times K_{Зпл} \times K_3 / N_{Г}$ $З_{пл.б} = 14 \times 57,26$ $\times 17742,445 \times \times 0,033 / 120000$ $З_{пл.пр} = (4 \times 57,26 + 2 \times 68,57)$ $\times 17742,445 \times \times 0,023 / 120000$	0,956	0,305
3	Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования, руб.	$P_A = [(Ц_{об} \times (1 - B_p)) \times N_A \times t_{шт} \times 1,3] / (\Phi_3 \times КВН \times 60 \times 100)$ $P_{A.б} = 7 \cdot [(1440000 \times (1 - 0,05)) \times 8 \times 0,0826 \times 1,3] / (4127 \times 1,1 \times 60 \times 100)$ $P_{A.пр} = [(20000000 (1 - 0,05)) \times 8 \times 0,0506 \times 1,3] / (4127 \times 1,1 \times 60 \times 100)$	0,028	0,37
4	Расходы на электроэнергию, руб. КПД=0,8	$P_{э} = (M_y \times t_{маш} \times K_{од} \times K_M \times K_B \times K_{п} \times Ц_{э}) / (КПД \times 60)$ $P_{э.б} = 7 \cdot (18 \times 0,0302 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,7 \times 1,03 \times 2,73) \times / (0,8 \times 60)$ $P_{э.пр} = (90 \times 0,0385 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,7 \times 1,03 \times 2,73) / (0,8 \times 60)$	0,1	0,091
5	Затраты на амортизацию штамповый инструмент, руб.	$P_{и} = (Ц_{шт} \cdot [1 - B_{р.и}]) / T_{и.шт.}$ $P_{и.б1} = (525684 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $P_{и.б2} = (912563 \cdot [1 - 0,15]) / 1200000$ $P_{и.б3} = (1024250 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$	0,394	0,36
			0,57	0,737
			0,768	0,65
			0,746	0,499

		$РИ.64 = (995634 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.65} = (580265 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.66} = (750256 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $РИ.67 = (702364 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.68} = (480621 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.пр1} = (480345 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $РИ.пр2 = (884418 \cdot [1 - 0,15]) / 900000$ $Р_{И.пр3} = (866719 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.пр4} = (665889 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $РИ.пр5 = (791169 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.пр6} = (663094 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$ $Р_{И.пр7} = (421901 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000$	0,435 0,562 0,526 0,36 $\Sigma = 4,361$	0,593 0,497 0,316 $\Sigma = 3,652$
6	Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$РПЛ = S_y \times n_{об} \times Ц_{пл} \times K_3 / N_{Г}$ $РПЛ.62 = 10 \times 7 \times 4500 \cdot 0,033 / 120000$ $Р_{ПЛ.пр} = 37 \times 1 \times 4500 \cdot 0,023 / 120000$	0,087	0,032
7	Зарплату наладчика, руб.	$З_{НАЛ} = (n_{об} \times C_T \times \Phi_{ЭР} \times K_{ЗПЛ} \times K_3) / (n_{обсл} \times N_{Г})$ $З_{НАЛ.6} = (7 \times 68,57 \times 1774 \times 2,981 \times 0,033) / (14 \times 120000)$ $З_{НАЛ.пр} = (1 \times 68,57 \times 1774 \times 2,981 \times 0,023) / (2120000) \times$	0,05	0,035
8	Технологическая себестоимость, руб.	$C_{ТЕХ} = M + 3_{ПЛ} + P_A + P_{Э} + P_{И} + РПЛ + 3_{НАЛ}$	202,976	201,879
9	Общепроизводственные расходы, руб.	$Р_{ЦЕХ} = 3_{ПЛ} \times K_{ЦЕХ}$ $Р_{ЦЕХ.6} = 0,956 \times 1,43$ $Р_{ЦЕХ.пр} = 0,305 \times 1,43$	1,367	0,436
10	Общепроизводственная (цеховая) себестоимость, руб.	$СЦЕХ = Р_{ЦЕХ} + C_{ТЕХ}$	204,343	202,315

7.7 Структура себестоимости продукции сравниваемых вариантов

Таблица 7.7 - Структура себестоимости продукции сравниваемых вариантов

№	Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
		Базовый	Проектный	Базовый	Проектный
1.	Материалы	197,394		92,99	97,584
2.	Заработная плата основных и вспомогательных рабочих	0,956	0,305	3,97	0,15
3.	Расходы на содержание оборудования	0,028	0,37	0,14	0,18
4.	Расходы на электроэнергию	0,1	0,091	0,05	0,044
5.	Расходы на произв. Площадь	0,087	0,032	0,04	0,015
6.	Расходы на 77Штамп. Оснастку	4,361	3,652	2,13	1,8
7.	Зарплату наладчика, руб.	0,05	0,035	0,02	0,017
8.	Общепроизводственные расходы	1,367	0,436	0,66	0,21
	Общепроизводственная себестоимость	204,343	202,315	100	100

7.8 Расчет капитальных вложений

Таблица 7.8 - Расчет капитальных вложений

№ п/п	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Базовые показатели	Проектные показатели
1	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об} = N_{об} * C_{об} * K_з$ $K_{об.баз} = 7 * 1440000 * 0,33$ $K_{об.пр} = 1 * 20000000 * 0,23$	3 326 400	4 600 000
2	Сопутствующие капитальные вложения:			
а	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб	$K_м = K_{об} * K_{монт}$ $K_{м.баз} = 3417400 * ,01$ $K_{пр} = 4600000 * ,01$	341 740	460 000
б	Затраты на спецоснастку, руб	$K_и = Ц_{шт} * П_{шт}$ $K_{и.баз} = 5445956 * 1$ $K_{и.пр} = 4534028 * 1$	5 445 956	4 534 028
в	Затраты на производственную площадь, руб	$K_{пл} = N_{об} * S_y * Ц_{пл} - K_з$ $K_{пл.баз} = 7 * 10 * 4500 * 0,33$ $K_{пл.пр} = 1 * 37 * 4500 * 0,23$	1 039 500	38 295
	Итого:	$K_{соп} = K_м + K_и + K_{пл}$ $K_{соп.баз} = 3326400 + 5445956 + 107100$ $K_{соп.пр} = 460000 + 4773535 + 38295$	6595887	5 271 830
3	Общие капитальные вложения, руб	$K_{общ} = K_{об} + K_{соп}$ $K_{общ.баз} = 341740 + 6595887$ $K_{общ.пр} = 460000 + 5271830$	9 922 287	5 371 830
4	Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = K_{общ} / N_{г}$ $K_{уд.баз} = 9922287 / 120000$	82	

		Куд.пр.=5371830/120000		45
--	--	------------------------	--	----

7.9 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта

Таблица 7.9 - Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта

№	Показатели	Расчетные формулы	Значение показателя	
			Базовый	Проекта.
1.	Приведенные затраты, руб.	$Z_{пр} = C_{цех} + E_n \cdot K_{уд}$ $Z_{пр.баз} = 204,343 + 0,33 \cdot 550$ $Z_{пр.пр} = 202,315 + 0,33 \cdot 48$	385,8	218,1
2.	Условно-годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\Delta_{уг} = (C_{цех.баз} - C_{цех.пр}) \cdot N_{г}$ $\Delta_{уг} = (204,343 - 202,315) \cdot 120000$	243360	
3.	Экономия от снижения брака	$\Delta_{бр} = [(\% БР_{баз} - \% БР_{пр}) / 100] \cdot C_{цех.пр} \cdot N_{г}$ $\Delta_{бр} = [(6,9 - 1,18) / 100] \cdot 202,315 \cdot 120000$	1388690	
4.	Экономия за счет рационального использования времени работы оборудования (снижение времени переналадки)	$\Delta_{пер} = (t_{пер.баз} - t_{пер.пр}) \cdot 10 \text{ раз/год} \cdot 60 \cdot C_{цех.пр} / t_{шт.пр}$ $\Delta_{пер} = ((22,6 + 5,7) - 0,25) \cdot 10 \text{ раз/год} \cdot 60 \cdot 202,315 / 0,1115$	30537771	
5.	Срок окупаемости капиталовложений, год а) без учета экономии от снижения времени переналадки б) с учетом экономии от снижения времени переналадки	$T_{ок} = K_{и.пр} / (\Delta_{уг} + \Delta_{бр})$ $T_{ок} = 4534028 / (243360 + 138869) = 2,7$ $T_{ок} = K_{и.пр} / (\Delta_{уг} + \Delta_{бр} + \Delta_{пер})$ $T_{ок} = 4534028 / (239040 + 1388690 + 30537771) = 0,14$	3 лет	1 год
6.	Годовой экономический эффект, руб.	$\Delta_{г} = (Z_{пр.баз} - Z_{пр.пр}) \cdot N_{г}$ $\Delta_{г} = (385,843 - 218,155) \cdot 120000$	16878240	

Вывод

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления детали «Стойка заднего крыла внутренняя» автомобиля было выявлено, что себестоимость детали изменилась с 204,343 руб. до 202,315 руб. на 2,028 руб. (т.е. на 0,99%), за счет:

уменьшения трудоемкости с 0,214 мин до 0,1115 мин;

1. снижения затрат на основную заработную плату рабочих за счет уменьшения их численности;

2. снижения затрат на амортизацию и эксплуатацию оборудования.;

3. уменьшения затрат на штамповую оснастку за счет уменьшения

числа штампов.

Условно годовая экономия составляет 243360 рублей; годовой экономический эффект составляет 16878240 рублей при сроке окупаемости штамповой оснастки в течение 3 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной квалификационной работе была разработана технология изготовления детали «Стойка заднего крыла внутренняя» и произведен перевод изготовления этой детали на автоматическую штамповку на линии.

Для предлагаемого техпроцесса сделаны расчеты основных технологических параметров.

Выбрано наиболее рациональное оборудование, требующее наименьших затрат на содержание и эксплуатацию, чем то, что использовалось ранее для изготовления данной детали. Разработана штамповая оснастка, приведен расчёт на прочность основных узлов и деталей штампа. Подобрано загрузочное устройство для подачи заготовок, с контролем двойной детали, обеспечивающее надежность и безопасность. Подобрано автоматическое устройство для быстрой и удобной смены штампов. Рассмотрены вопросы по технике безопасности. Выявлены опасные и вредные факторы, вследствие которых разработаны мероприятия, существенно улучшающие условия труда рабочих-операторов.

В результате внедрения позиции технологического процесса изготовления детали на пресс-автомате «FT2-60» снижается себестоимость на 0,99%, с 204,343 рублей до 202,315 рублей.

Экономический эффект при годовой программе выпуска от внедрения нового технологического процесса составит 16878240 рублей, при сроке окупаемости капиталовложений в течение трех лет.

На основании всех проделанных расчетов и обоснований, делаем вывод о том, что цель выпускной квалификационной работы 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. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г. В. Бектобеков, Н. Н. Борисова, В. И. Коротков [и др.] / под общ. ред. О. Н. Русака. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-е, 1989. – 541 с.
14. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением[Текст]: М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
15. Банкетов А.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
16. 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.
17. 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.

18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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).
22. 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)
23. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
24. 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.
25. 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
<i>Документация</i>								
			17.БР.СОМДyРП.572.61.00.000СБ	Комплекс оборудования				
<i>Сборочные единицы</i>								
			1 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.001	Разматывающее устройство	1			
			2 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.002	Правильное устройство	1			
			3 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.003	Рольганг (компенсатор)	1			
			4 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.004	Пресс FT2-60	1			
			5 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.005	Линейки грейферные	1			
			6 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.006	Позиция отрезки заготовки				
			7 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.007	Болстер (выкатной стол)	2			
			8 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.008	Привод грейферных линеек	1			
			9 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.009	Штамп вытяжки пробивки 1-ой	1			
			10 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.010	Штамп отрезки 1-ой, пробивки 2-ой	1			
			11 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.011	Штамп отрезки 2-ой, пробивки 3-ой	1			
			12 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.012	Штамп правки	1			
			13 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.013	Штамп гудки	1			
			14 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.014	Штамп разрезки	1			
			15 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.015	Штамп отрезки	1			
			16 17.БР.СОМДyРП.572.61.00.016	Тара для деталей	2			
			17.БР.СОМДyРП.572.61.00.000					
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
			Разработ	Готов С. Е.				
			Пров.	Скрипачев А. В.				
			Н.контр.	Витколов В. Г.				
			Утв.	Ельцов В. В.				
			Комплекс оборудования			Лист	Лист	Листов
								1
						ТГУ, ИМ, гр. МСД-1301		
						Формат А4		

Копировал

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
<i>Документация</i>					
		17.БР.СОМДyP.572.61.00.000СБ	Сборочный чертёж		
<i>Детали</i>					
	1	17.БР.СОМДyP.572.61.00.001	Плита нижняя	1	
	2	17.БР.СОМДyP.572.61.00.002	Плита верхняя	1	
	3	17.БР.СОМДyP.572.61.00.003	Матрица	1	
	4	17.БР.СОМДyP.572.61.00.004	Пуансон	1	
	5	17.БР.СОМДyP.572.61.00.005	Прижим	1	
	6	17.БР.СОМДyP.572.61.00.006	Планка направляющая Сталь 20X	8	HRC 56-63
	7	17.БР.СОМДyP.572.61.00.007	Отлипатель	2	HRC 37-42
	8	17.БР.СОМДyP.572.61.00.008	Отлипатель	2	HRC 37-42
	9	17.БР.СОМДyP.572.61.00.009	Отлипатель	2	HRC 37-42
	10	17.БР.СОМДyP.572.61.00.010	Отлипатель	2	HRC 37-42
	11	17.БР.СОМДyP.572.61.00.011	Отлипатель	4	HRC 42-46
	12	17.БР.СОМДyP.572.61.00.012	Планка БСТЗ КП	2	
	13	17.БР.СОМДyP.572.61.00.013	Планка ограничительная Сталь 40X	2	HRC 59-63
	14	17.БР.СОМДyP.572.61.00.014	Планка направляющая Сталь 20	2	HRC 56-63
	15	17.БР.СОМДyP.572.61.00.015	Основание	6	
	16	17.БР.СОМДyP.572.61.00.016	Фиксатор	6	
	17	17.БР.СОМДyP.572.61.00.017	Продка M20x1,5	6	
	18	17.БР.СОМДyP.572.61.00.018	Толкатель 38x440	6	HRC 42-46
	19	17.БР.СОМДyP.572.61.00.019	Толкатель $\phi 16 \times 100$	6	HRC 42-46
	20	17.БР.СОМДyP.572.61.00.020	Толкатель $\phi 16 \times 50$	4	HRC 42-46
17.БР.СОМДyP.572.61.00.000					
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата	
Разработ		Готов С. Е.			
Пров.		Скрипачев А. В.			
Н.контр.		Витколов В. Г.			
Утв.		Ельцов В. В.			
Штамп для вытяжки, продивки 1-ой				Лит	Лист
				1	3
				ТГУ, ИМ, гр. МСД-1301	
Копировал				Формат А4	

