

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

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

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Лагуткин Дмитрий Сергеевич

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» легкового автомобиля

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Существующая технология изготовления детали и технико-экономические показатели процесса изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» легкового автомобиля.

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. Безопасность и экологичность технического объекта, 6. Экономическая часть

5. Ориентировочный перечень графического и материала Презентационные материалы, комплекс оборудования, сравнительный анализ, штамповая оснастка.

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

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

Заказчик (указывается должность, место работы, ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной квалификационной работы

_____ Е.Л.Смолин

Задание принял к исполнению

_____ Д.С.Лагуткин

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «СОМДиПР»
_____ В.В. Ельцов
« ____ » _____ 20 __ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Лагуткина Дмитрия Сергеевича
по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных	22.04.17	04.05.17	Выполнено	
2. Технологическая часть	03.05.17	11.05.17	Выполнено	
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	10.05.17	16.05.17	Выполнено	
4. Конструкторская часть	13.05.17	20.05.17	Выполнено	
5. Безопасность жизнедеятельности	18.05.17	25.05.17	Выполнено	
6. Экономическая часть	25.05.17	30.05.17	Выполнено	
7. Подготовка чертежей по технологии	12.05.17	15.05.17	Выполнено	
8. Подготовка чертежей оборудования	18.05.17	20.05.17	Выполнено	
9. Подготовка чертежей оснастки	25.05.17	26.05.17	Выполнено	
10. Подготовка к защите	с 30.05.17 по 15.06.17		Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____ Е.Л.Смолин
(подпись) (И.О. Фамилия)
_____ Д.С.Лагуткин
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В выпускной работе разработаны технологический процесс и конструкция штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» легкового автомобиля.

В технологической части определены формы и габариты исходной заготовки, коэффициент применения металла, проведена проверка детали на технологичность, а также рассчитаны энергосиловые параметры по операциям проектной технологии. Произведён выбор требуемого технологического оборудования и средств автоматизации, приведены их технические свойства. Была разработана штамповая оснастка и определены исполнительные размеры рабочих частей штампа, выбраны материалы и способы термообработки деталей штампов. Были предложены мероприятия для создания безопасных условий труда. В экономической части была рассчитана себестоимость изготовления детали, произведен расчет экономической эффективности сравниваемых вариантов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ.....	8
1.1. Оценка технологичности конструкции детали	8
1.2. Анализ существующей технологии изготовления детали	10
1.3. Выявление недостатков существующей технологии изготовления детали	16
1.4. Задачи выпускной работы	16
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	17
2.1. Схема предлагаемого технологического процесса.....	18
2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки.....	24
2.3. Проектирование рационального раскроя металла и определение коэффициента использования металла	27
2.4. Определение энергосиловых параметров штамповки	28
2.4.1. Определение усилий	28
2.4.2. Определение работы	35
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ	37
3.1. Выбор типоразмера и основные технические характеристики.....	37
3.2. Выбор средств автоматизации и основные характеристики	38
4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....	41
4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки	41
4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов.....	43
4.2.1. Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие.....	44
4.2.2. Выбор материалов деталей штампа	45
4.3. Определение числа и расположения упругих элементов	46
4.4. Определение центра давления штампа	47
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА .	50
5.1. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	50
5.2. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	51
5.3. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	52
5.4. Технические средства обеспечения пожарной безопасности	53

5.5. Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	54
5.6. Идентификация экологических факторов технического объекта.....	55
5.7. Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду	56
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	58
6.1. Характеристика сравниваемых вариантов	58
6.2. Расчет себестоимости штамповой оснастки	59
6.3. Расчет себестоимости изготовления и производства продукции	60
6.4. Расчет параметров экономической эффективности сравниваемых вариантов.....	66
6.4.1.«Расчет капитальных вложений	66
6.4.2. Расчет показателей экономической эффективности	68
проектируемого варианта	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	71
ПРИЛОЖЕНИЕ	74

ВВЕДЕНИЕ

«Обработка металлов давлением считается одним из более современных технологических процессов производства; она содержит ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов, как в технологическом, так и в экономическом отношении.

В технологическом отношении ОМД разрешает:

- 1) получать детали сложных форм, изготовление коих другими методами невозможно, или затруднено;
- 2) создавать прочные и жёсткие, но лёгкие конструкции деталей при маленьком расходе материала;
- 3) получать взаимозаменяемые детали с довольно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки.

В экономическом отношении ОМД разрешает:

- 1) экономное использование материала с относительно небольшими отходами;
- 2) высокой производительностью оборудования, с применением механизации и автоматизации технологических процессов;
- 3) массовым выпуском и невысокой ценой изделий.

Наибольший эффект от применения ОМД может быть обеспечен при всеохватывающем решении технологических вопросов на всех стадиях подготовки производства.

Целью представленной выпускной работы является наращивание производительности и понижение себестоимости изготовления детали за счет внедрения средств автоматизации и снижения нормы расхода металла, за счет использования способа спаренной штамповки [8]».

1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

1.1. Оценка технологичности конструкции детали

«Под технологичностью стоит понимать совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простое и экономичное изготовление деталей при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним [8]».

«Главными показателями технологичности штампуемых деталей являются:

- 1) наибольший коэффициент применения металла;
- 2) минимальное количество и низкая трудоемкость операций;
- 3) отсутствие дальнейшей механической обработки;
- 4) наименьшее количество требуемого оборудования и производственных площадей;
- 5) наименьшее количество оснастки, сокращение сроков и расходов на ее изготовление;
- 6) увеличение производительности отдельных операций[2]».

«Действенным показателем технологичности является себестоимость штампованных деталей.

Ограничения в получении качественных деталей вытяжкой связаны с предельными деформациями (разрушением материала) и образованием складок на лицевых поверхностях.

При вытяжке, изменение формы происходит при сложном напряженно-деформированном состоянии материала, со значительным утонением материала в зонах радиусного перехода[8]».

«Одним из главных технологических требований, предъявляемым к деталям, получаемых вытяжкой, является упрощение их геометрической формы:

- 1) необходимо избегать сложных и несимметричных форм вытягиваемых деталей, прибегая к ним только лишь в случае очевидной конструктивной необходимости;
- 2) радиус закругления меж фланцем и стеной $r_m \geq 5 S$ при вытяжке из штучной заготовки и $r_m \geq 3 S$ при вытяжке в ленте. Радиусы закругления кромок пуансонов следует брать в 1,5...2,0 раза меньше. При вытяжке коробок желательно иметь одинаковые радиусы закруглений: $R_n = R_d \geq 3 \cdot S$;
- 3) следует избегать глубоких вытяжек с широким фланцем ($D > 3 \cdot d$ при $h \geq 2 \cdot d$), требующих большого числа операций;
- 4) при изготовлении полуоткрытых, несимметричных форм деталей следует принимать во внимание вероятность вытяжки замкнутой фигуры с последующей разрезкой на отдельные детали;
- 5) если у полых детали необходимо иметь на фланце местные выступы, то для получения прямолинейной плоскости впоследствии вытяжки и обрезки необходимо предусмотреть буртик не менее 0,2... 0,5мм на сторону;
- 6) толщину материала деталей можно уменьшить введением ребер жесткости, однако следует учитывать, что их образование сопровождается местным утонением материала [2]».

«Ограничения в возможности и экономичности получения деталей резкой ножницами связаны с прочностью основных рабочих деталей и их составляющих, и технологичностью изготовления и сборки оснастки.

Вследствие этого при проектировании деталей и разработке технологических процессов следует руководствоваться следующими правилами:

- 1) Листовые материалы для холодной штамповки в большинстве случаев сначала разрезают на полосы или заготовки необходимых размеров.

- 2) Резка карточек считается заготовительной операцией и выполняется на гильотинных ножницах.
- 3) Процесс резки листового материала состоит из трех последовательных стадий:
 - а) упругой деформации;
 - б) пластичной деформации;
 - в) скалывания[8]».

В нашем случае наименьший размер отверстия должен быть $1,0 \cdot S$ (где S – толщина металла) и он равен - 1,5 мм. В представленной детали наименьший размер отверстия - 6 мм, что значительно больше требуемого минимального значения. Перемычки меж отверстиями и контуром должны составлять не меньше $1,4 \cdot S$, то есть - 2,1 мм. В данной детали размерит пробиваемого отверстия до контура - 6 мм и 11,5 мм, что превышает минимальное требуемое значение. Меньшее расстояние меж отверстиями при одновременной пробивке $B \geq (2...3) \cdot S$. В представленной детали расстояние между отверстиями должно быть не меньше – 3 мм. В представленном случае размеры превышают минимально допустимые, а значит требование технологичности удовлетворяется.

Проанализировав данную деталь можно сделать вывод, что деталь удовлетворяет условиям технологичности, а, значит, считается технологичной.

1.2. Анализ существующей технологии изготовления детали

Технологический процесс изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» легкового автомобиля состоит из следующих операций:

- 1) Резка заготовок
- 2) Вытяжка
- 3) Обрезка, пробивка

- 4) Обрезка окончательная
- 5) Пробивка
- 6) Правка, дотяжка
- 7) Пробивка

Операция 010 - раскрой заготовки

Рулон материала 08Ю помещается на загрузочное устройство. Вслед за тем рулон размещается на разматывающем устройстве и центрируется цангами. При раскручивании рулона материал попадает в устройство правки, где, пройдя через правильные валки подается в «подвал», образуя компенсационную петлю для того чтобы материал подавался равномерно. Далее лента при помощи валковой подачи попадает в рабочую зону ножниц. Заготовка, перемещаясь по транспортеру, попадает в стапелер, находящийся с боковой стороны по ходу подачи заготовок. Стопа заготовок доставляется к прессу для следующей операции. Резка производится из ленты 08Ю шириной 630 мм с шагом 810 мм. Схема операции представлена на рисунке 1.1. Применяемое оборудование - гильотинные ножницы с подачей Н3218Ви усилием 0,21МН. Производительность 512 штук в час. Операция выполняется на отдельном заготовительном участке.

Операция 020 – вытяжка, пробивка

Эта операция выполняется на прессе Гранди Мотори - 250, с усилием 2,5 МН. Стопка заготовок подается на стол перед прессом. Работник перемещает заготовку в рабочую зону пресса и укладывает ее в штамп. Пневмосбрасыватель удаляет готовую деталь на движущийся транспортер, который доставляет ее на следующую операцию. Схема операции представлена на рисунке 1.2. Производительность 440 штук в час.

Операция 030 – Обрезка, пробивка

Здесь происходит обрезка и одновременная пробивка двух технологических отверстий диаметром 16 мм для возможности фиксации

заготовки на следующих операциях на выполняемых на прессе Гранди Мотори - 250, с усилием 2,5 МН. Загрузка в рабочую зону происходит вручную. Удаление заготовки из штампа происходит за счет пневмосбрасывателя, который в свою очередь отправляет ее на транспортер и далее к следующему прессу. Схема операции представлена на рисунке 1.3. Производительность 440 штук в час.

Операция 040 – Обрезка окончательная

На этой операции осуществляется окончательная обрезка заготовки по контуру. Как и на прошлых операциях, укладка заготовки в рабочую зону штампа происходит вручную, а ее извлечение из рабочей зоны штампа выполняется пневмосбрасывателем на транспортер, поступательное движение которого доставляет ее к следующему прессу. Схема операции представлена на рисунке 1.4. Оборудование – пресс Гранди Мотори – 250, с усилием 2,5 МН. Производительность 440 штук в час.

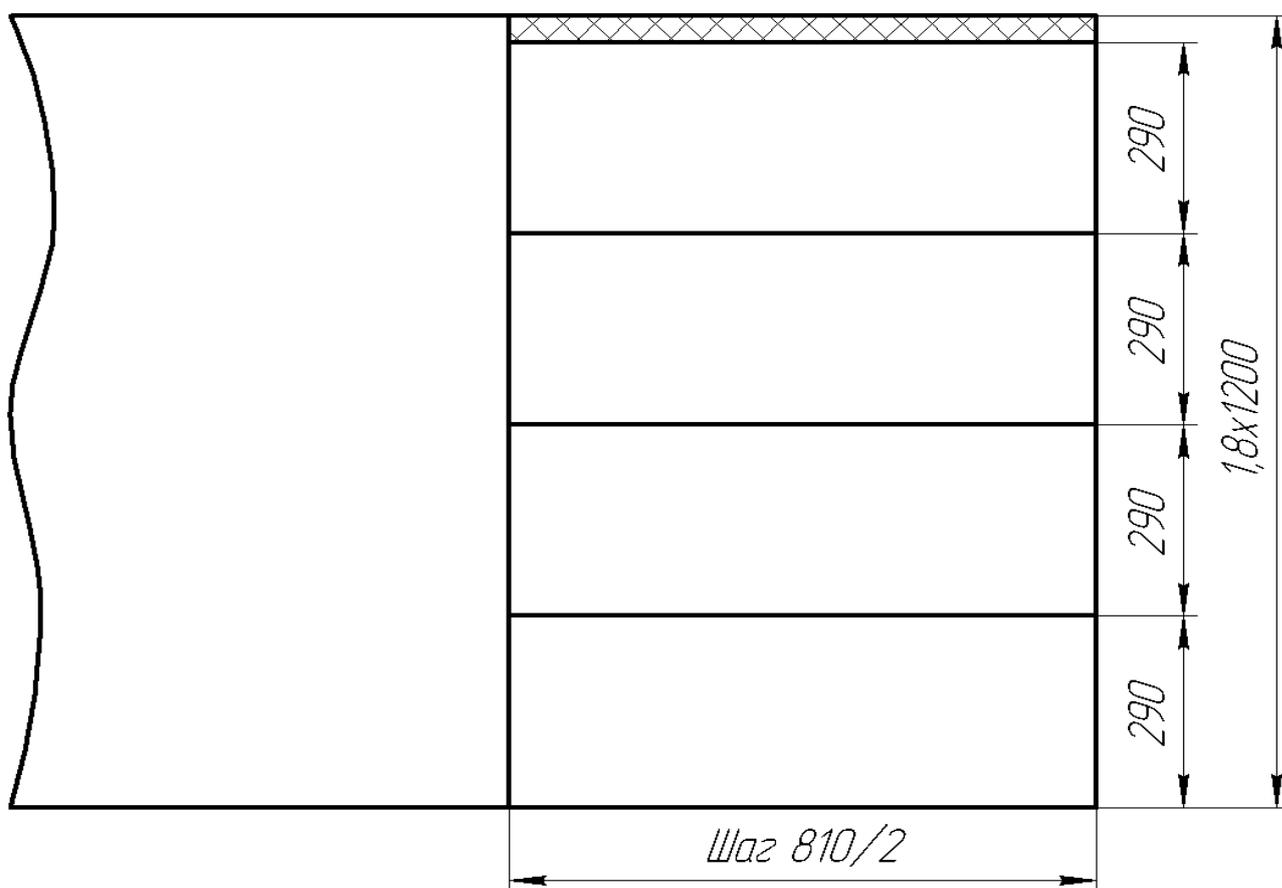


Рисунок 1.1 - Раскрой материала

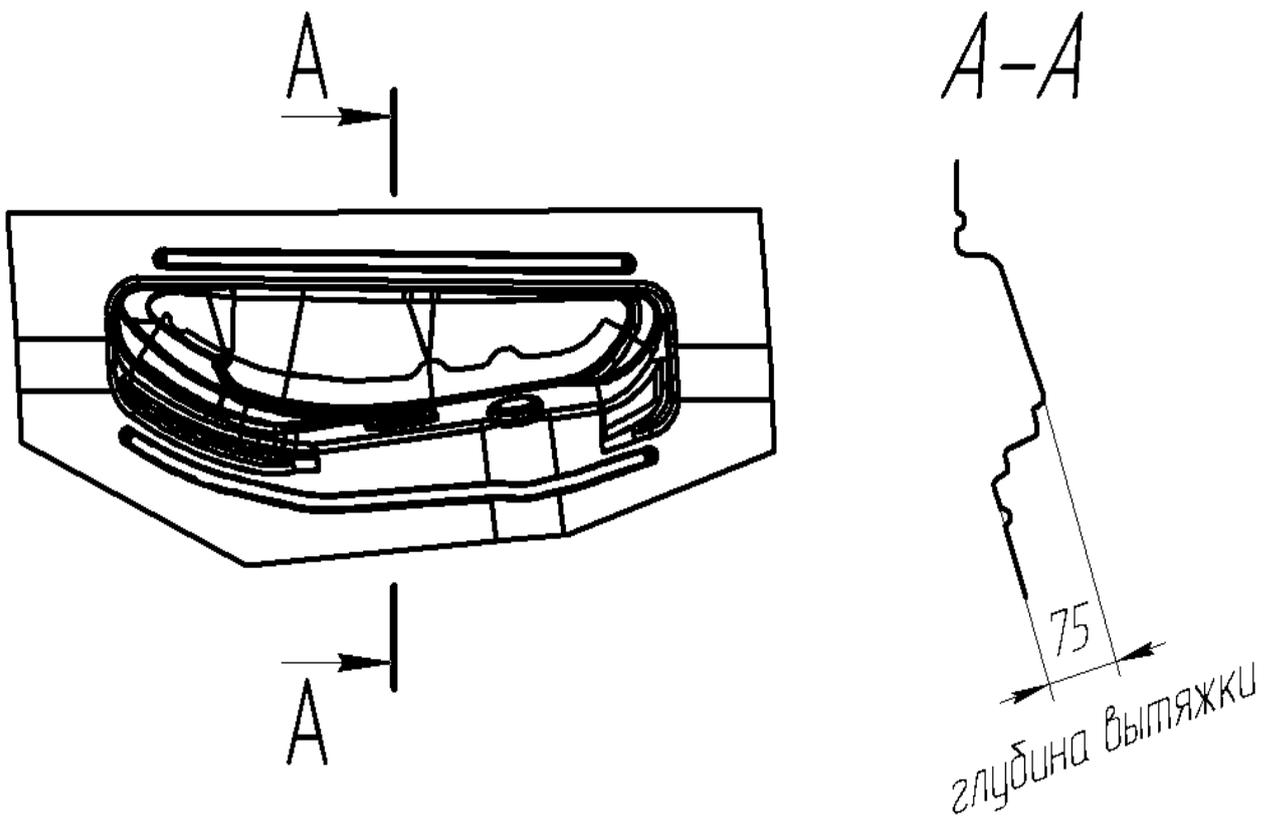


Рисунок 1.2 - Операция вытяжки

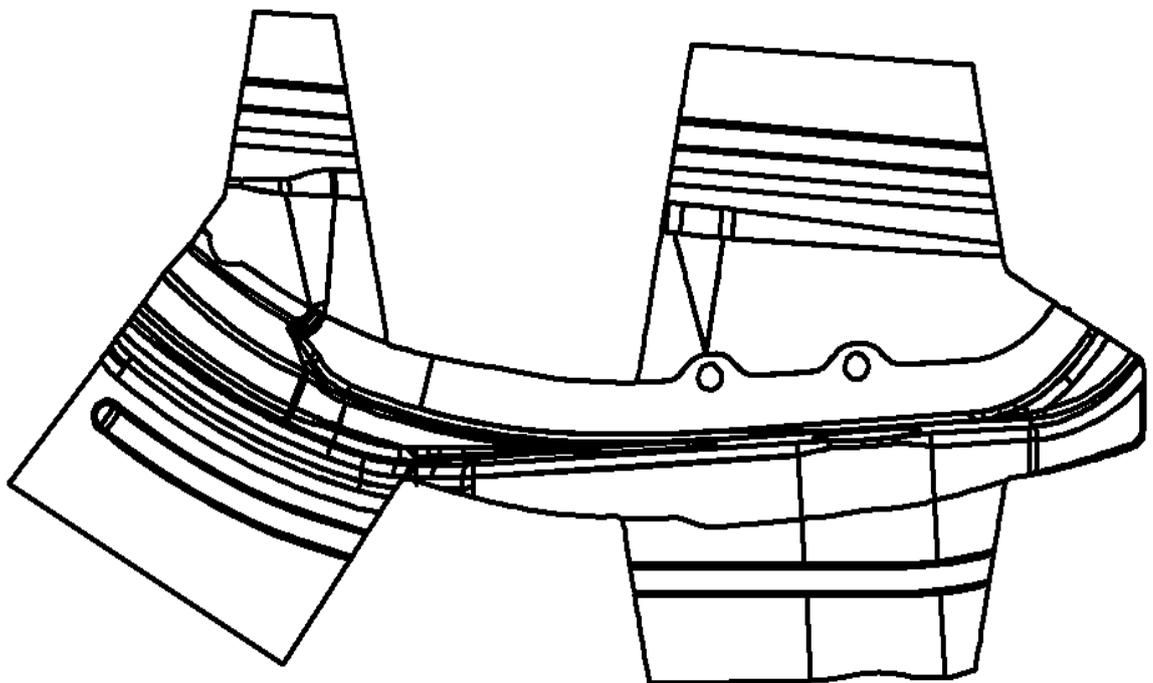


Рис. 1.3 Операция обрезки, пробивки

Операция 050 – Пробивка

На этой операции выполняется пробивка фасонного отверстия, важного для последующей сборки. Укладка в штамп производится вручную, удаление детали – пневмосбрасывателем на транспортер, который доставляет ее к следующему прессу. Схема операции представлена на рисунке 1.5. Оборудование – пресс Гранди Мотори – 250, с усилием 2,5 МН. Производительность 440 штук в час.

Операция 060 - Правка, дотяжка

На этой операции выполняется правка формы заготовки и дотяжка небольших радиусов. Загрузка в рабочую зону происходит вручную. Удаление заготовки из штампа происходит за счет пневмосбрасывателя, который в свою очередь отправляет ее на транспортер и далее к следующему прессу. Схема операции представлена на рисунке 1.6. Оборудование – пресс Гранди Мотори – 250, с усилием 2,5 МН. Производительность 440 штук в час.

Операция 070 – Пробивка

На данной операции производится пробивка фасонного отверстия одновременно с пробивкой 2-ух отверстий диаметром 6 мм, предназначенных для крепления детали в узле. Укладка в штамп производится вручную, удаление детали – пневмосбрасывателем. Готовую продукцию складывают в технологическую тару, которую затем перемещают на склад. Схема операции представлена на рисунке 1.7. Оборудование – пресс Гранди Мотори – 250, с усилием 2,5 МН. Производительность 440 штук в час.

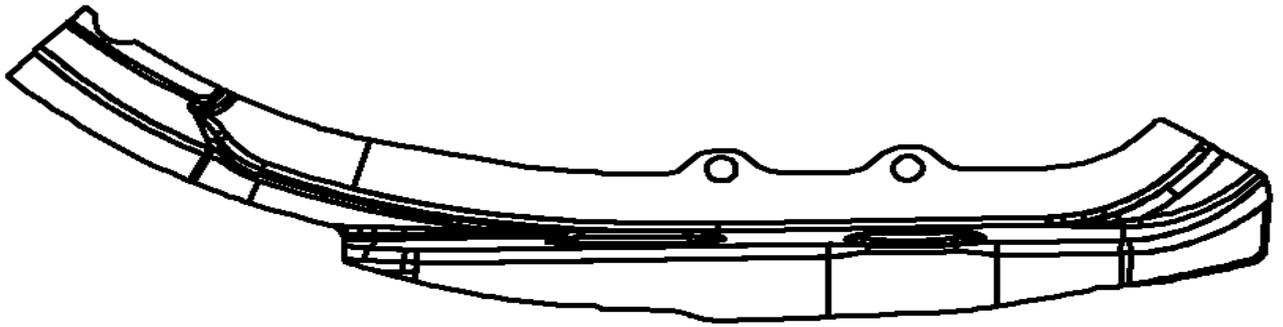


Рисунок 1.4 - Операция обрезка 2-ая

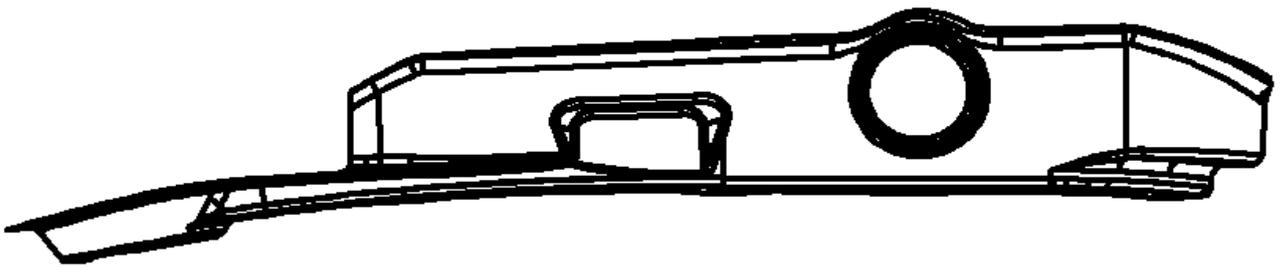


Рисунок 1.5 - Операция пробивка

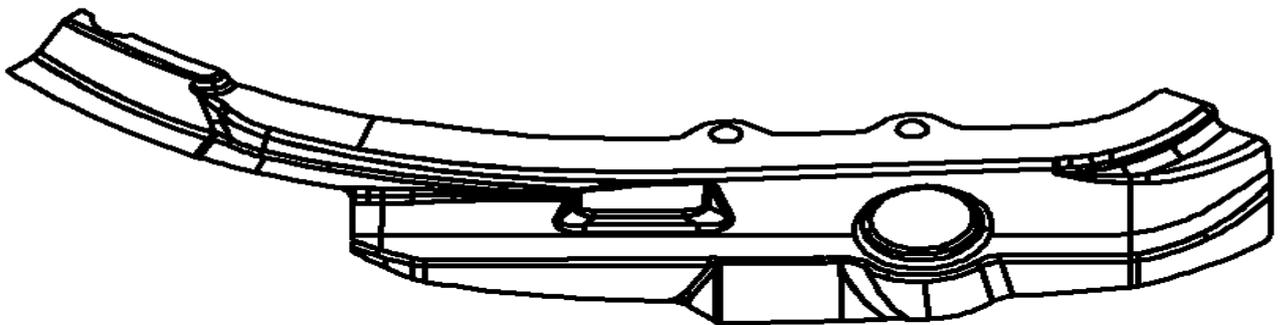


Рисунок 1.6 - Операция правка, дотяжка

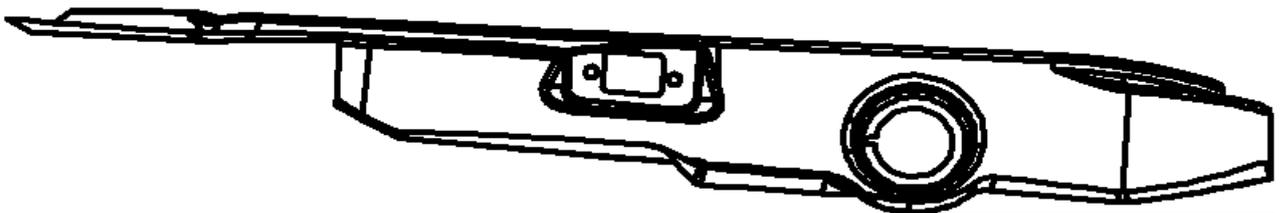


Рисунок 1.7 - Операция пробивка

1.3. Выявление недостатков существующей технологии изготовления детали
«Технологический процесс осуществляется с помощью ручной штамповки.

Разбирая этот техпроцесс, можно выявить следующие его недостатки:

- 1) высокая трудоемкость изготовления детали;
- 2) невысокая точность в результате плохой фиксации;
- 3) низкая степень автоматизации;
- 4) большие производственные площади, занимаемые оборудованием;
- 5) несовершенные условия труда, т. к. применяется ручная штамповка [8]».

1.4. Задачи выпускной работы

«Проанализировав найденные недостатки рассмотренной технологии, необходимо сформулировать предложения по ее усовершенствованию.

- 1) Разработать свежий техпроцесс спаренной штамповки правого и левого усилителей, с учетом найденных недостатков;
- 2) Подобрать необходимое оборудование, обеспечивающее реализацию разработанного технологического процесса;
- 3) Избрать нужные способы автоматизации;
- 4) Разработать конструкцию штамповой оснастки;
- 5) Разработать мероприятия по охране труда;
- 6) Провести сравнительный экономический анализ известного и проектного вариантов технологического процесса изготовления детали [8]».

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

«Развитие производства автомобилей привело к выделению в производстве кузовных деталей от общего объема листовой штамповки в обособленную часть технологии.

Свойственной особенностью кузовных конструкций считается сравнительно небольшая их жесткость, большие размеры и сложность пространственных форм деталей. Основными элементами в конструкции кузовов автомобилей являются крупные облицовочные или внутренние кузовные детали, не отличающиеся от облицовочных по своим технологическим характеристикам.

Детали кузовов имеют в основном сложную форму поверхности, вследствие этого при изготовлении необходима формообразующая операция вытяжки.

Форма вытяжного перехода должна, как правило, воспроизводить окончательную форму детали. Если форма детали недостаточно технологична для операции вытяжки, а возможности улучшения технологии изменением конструкции детали уже исчерпаны, то производят конструктивные изменения самого вытяжного перехода с последующим их исключением на остальных технологических операциях.

Для совершенствования технологичности вытяжного перехода необходимо выполнить следующее:

- 1) привести резкие переходы в форме детали к более плавным и увеличить малые радиуса закругления штамповок и фланцев;
- 2) развернуть поднутренные фланцы до положений, при которых возможно их формообразование;
- 3) закрыть в вытяжном переходе открытые проемы окон и выемки детали.

Вытяжные переходы с указанными отступлениями от основных форм готовых деталей доштамповывают в формовочных, отбортовочных, обрезных и иных штампах [8]».

2.1. Схема предлагаемого технологического процесса

«Разработка технологических процессов холодной листовой штамповки является основой всей подготовки производства. Сравнительная сложность и продолжительность подготовки производства, а также относительно высокая стоимость штампов требуют тщательной разработки технологических процессов и обоснованного выбора технически рационального и экономически наиболее эффективного варианта технологического процесса, соответствующего данному масштабу производства. Даже небольшие последующие изменения технологических процессов, как правило, приводят к переделке штампов или к проектированию и изготовлению новых, что требует значительного времени и обходится достаточно дорого.

Разработка технологических процессов холодной листовой штамповки состоит из следующих этапов:

- 1) анализ технологичности формы или же конструктивных элементов детали;
- 2) определение формы и размеров заготовки, а также расхода материала при лучшем 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 еще числа и разряда производственных рабочих;
- 7) определение количества оборудования и его загрузки на годовую программу выпуска [8]».

При разработке техпроцессов холодной листовой штамповки должны быть решены следующие вопросы:

- 1) определить наименьшие размеры заготовки и наиболее выгодный раскрой материала;
- 2) установить характер, количество и последовательность необходимых операций;
- 3) определить степень сложности каждой из необходимых операций;
- 4) установить количество одновременно штампуемых деталей;
- 4) определить операционные размеры и установить операционные допуски.

Для устранения ряда недостатков существующего техпроцесса в предлагаемом техпроцессе изготовление детали «Усилитель внутренней панели передней двери» предлагается выполнять в автоматическом режиме, что уменьшит количество работающих, число единиц оборудования, производственные площади и позволит уменьшить энергопотребление. Наиболее оптимальный вариант техпроцесса - это штамповка на одном многопозиционном прессе-автомате, из имеющихся на производстве.

Не считая сего в проектном варианте техпроцесса, предлагается штамповать сразу две симметричные детали, что в свою очередь увеличит производительность и позволит снизить размер заготовки для спаренных деталей т. к. величина суммарного технологического припуска уменьшается.

При этом варианте затраты на штамповую оснастку значительно снижаются т.к. вместо 2-х потоков штампов на правую и левую детали будет изготавливаться один комплект штампов.

При проектировании техпроцессов с внедрением пресс-автоматов необходимо принимать во внимание сложность удаления отходов при выполнении операций обрезки т.к. штампы устанавливаются вплотную и

удаление отходов возможно только на фронт и в тыл пресса, а во все 4 стороны, как при ручной штамповке это выполнить невозможно. Вследствие этого обрезку принято выполнять за несколько операций. На 1-ом этапе обрезки будет удаляться только часть металла с одновременной пробивкой 5-ти круглых отверстий и удалением части поверхности сопряжения симметричных деталей. На 2-ом этапе осуществляется клиновидная пробивка боковых отверстий одновременно с обрезкой торцевых фланцев. Сохранившийся отход удаляется впоследствии правки на операции разрезки готовых деталей. На пресс-автоматах подача заготовок в штамп выполняется рейферными линейками, а не вручную как в существующем техпроцессе, поэтому требуется обеспечение более точной фиксации в штампе. На операции вытяжки необходимая фиксация достигается за счет торцевых фиксаторов. На дальнейших операциях фиксация в штампах на форму происходит с применением дополнительных фиксаторов и отверстий, пробитых на предыдущих операциях. За счет этого и обеспечивается необходимая точность фиксации заготовок в штампах, а, следовательно, и повышается точность самих операций.

Таким образом, предлагаемый техпроцесс будет выполняться в следующей последовательности:

1-ая операция (010) - заготовительная. На ней выполняется отрезка заготовок из ленты (рисунок 2.1). Данная операция осуществляется на гильотинных ножницах НЗ218В с подачей.

Все последующие операции выполняются на пресс-автомате.

2-ая операция (020¹) – вытяжка, как основная формообразующая операция (рисунок 2.2). На данном этапе выполняется формирование основного рельефа детали. Фиксация заготовки происходит за счет торцевых фиксаторов. Удаление детали происходит за счет рейферных линеек.

(020²) - обрезка фланцев вдоль длинных сторон с одновременной пробивкой 4-х круглых отверстий диаметром 16 мм и удалением части

металла в зоне сопряжения деталей (рисунок 2.3). Фиксация производится по форме детали с применением торцевых упоров.

3-ья операция (020³) - окончательная обрезка по контуру с одновременной клиновой пробивкой боковых отверстий фасонной формы, а также прямоугольных отверстий с круглым диаметром 6,5 мм по бокам (рисунок 2.4). Фиксация заготовки происходит за счет отверстий, которые были пробиты ранее на операции 020² диаметром 16 мм, а также на форму детали.

4-ая операция (020⁴) - правка формы (рисунок 2.5), с дотяжкой угловых зон деталей. Фиксация детали происходит по форме детали, а также по отверстиям, пробитым на операции 020² диаметром 16 мм.

5-ая операция (020⁵) - удаление оставшейся перемычки между сопрягаемыми деталями и разделение готовых деталей (рисунок 2.6).

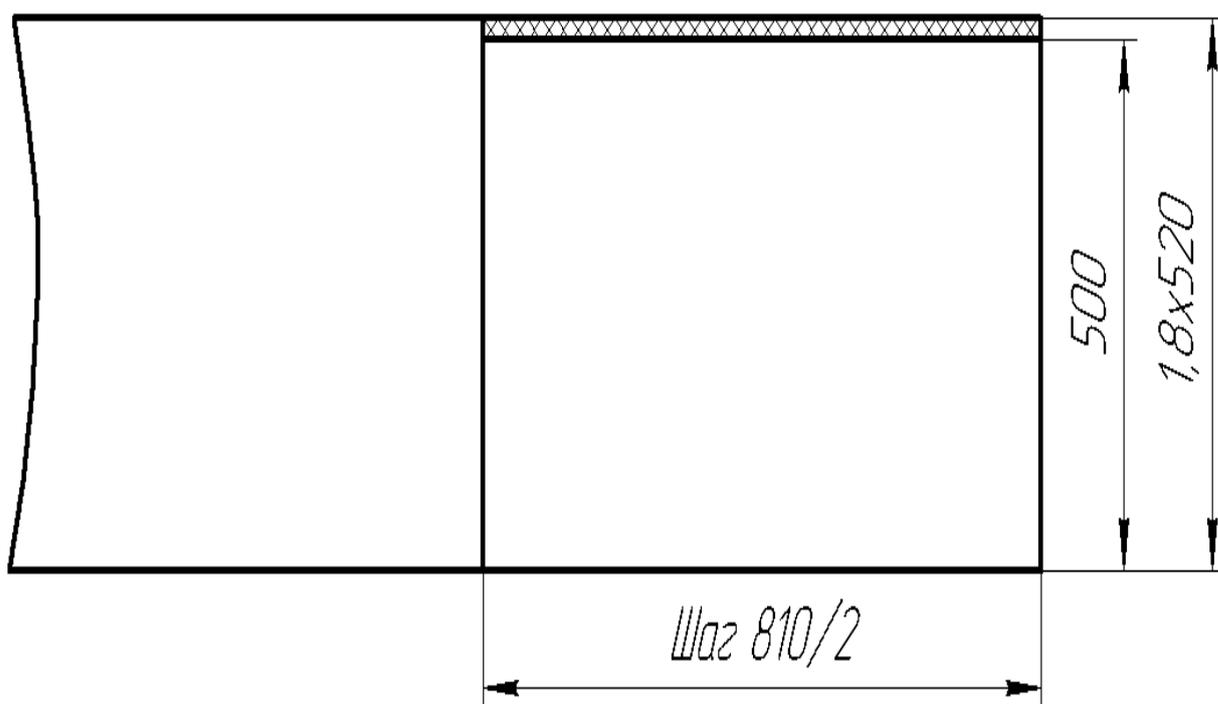


Рисунок 2.1 - Схема раскроя металла (010)

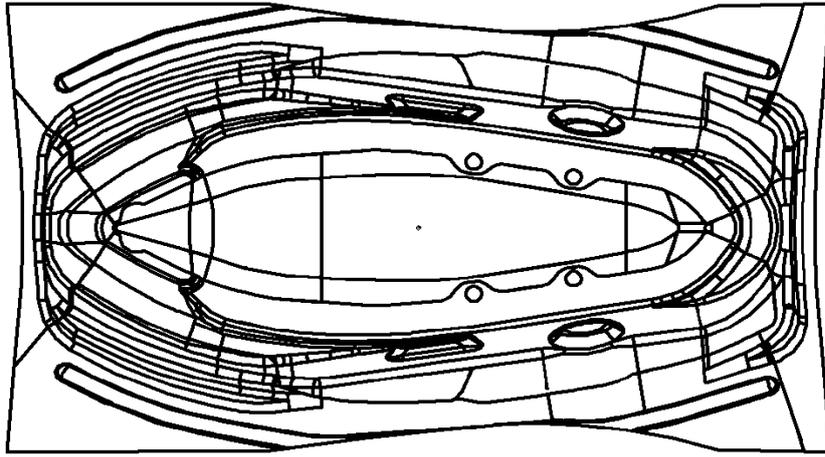


Рисунок 2.2 - Вытяжной переход (020¹)

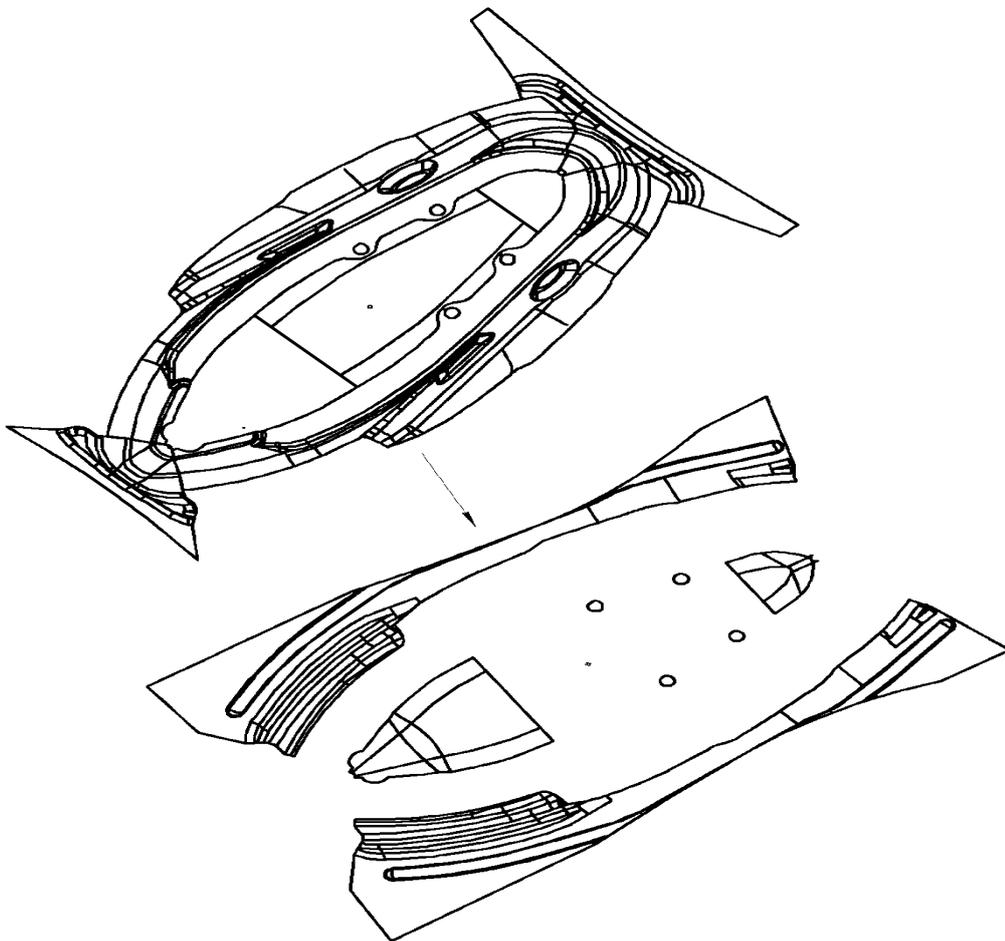


Рисунок 2.3 - Обрезка, пробивка (020²)

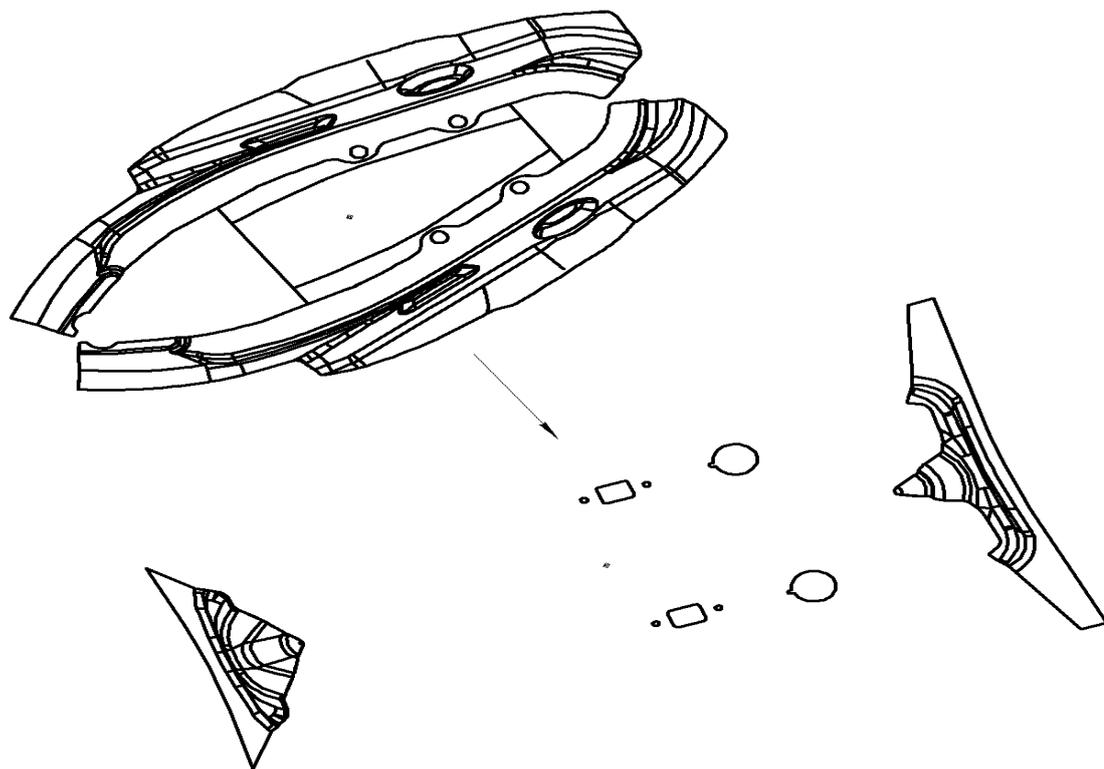


Рисунок 2.4 - Обрезка, пробивка (020³)

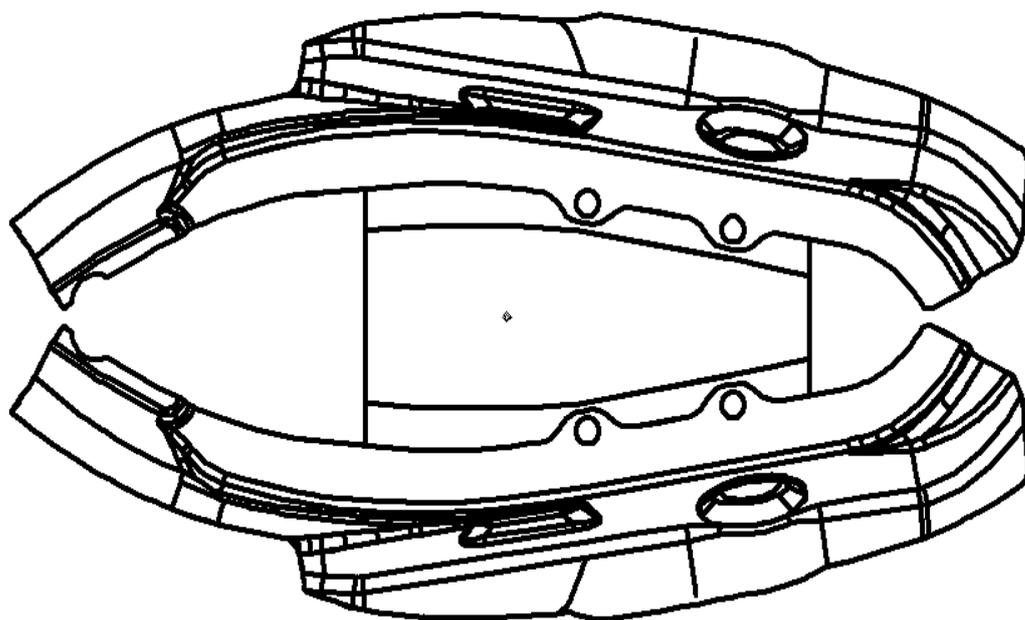


Рисунок 2.5 – Правка (020⁴)

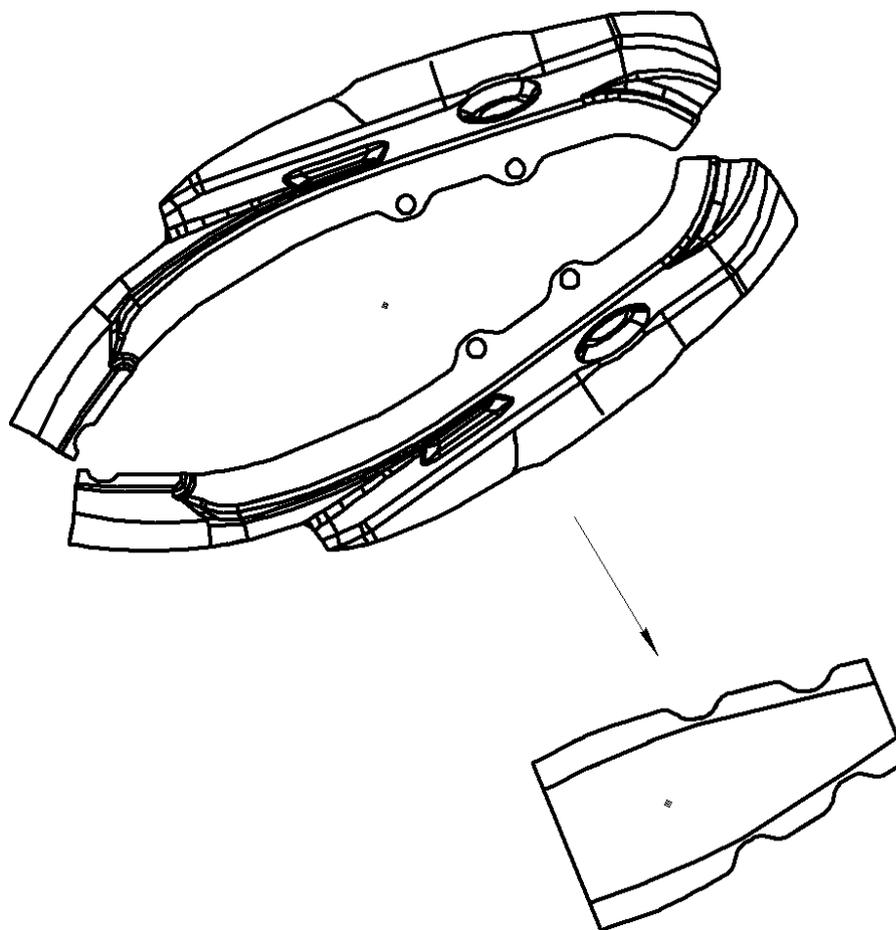


Рисунок 2.6 – Разделение (020⁵)

2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки

«Для деталей сложной пространственной формы (деталей кузова автомобиля) не предъявляется особых требований к точности размеров заготовок. Поэтому методов точного расчета таких заготовок не существует.

Вначале определяют ориентировочные габаритные размеры заготовки, учитывающие кривизну формы и необходимую величину технологических припусков (для прижима заготовки). Размеры заготовки корректируют при испытании вытяжного штампа, откорректированные заготовки служат шаблоном для изготовления вырубных штампов [8]».

В представленном случае по характерным сечениям определяем размеры исходной заготовки. Для этого проведем несколько сечений детали (рисунок 2.7).

«Сечение А-А:

$$L_1 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12} = \\ = 10 + 12 + 8 + 12 + 12,5 + 36 + 16,5 + 18 + 9 + 7 + 41 = 182 \text{ мм}$$

Сечение Б-Б:

$$L_2 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} = \\ = 30 + 10 + 32 + 10 + 8 + 24 + 10 + 30 + 6 = 160 \text{ мм}$$

Сечение В-В:

$$L_3 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 = 32 + 12 + 70 + 16 + 36 = 166 \text{ мм}$$

Сечение Г-Г:

$$L_4 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12} + l_{13} = \\ = 10 + 40 + 15 + 75 + 10 + 20 + 450 + 50 + 17 + 25 + 12 + 20 + 7 = 751 \text{ мм}$$

Получим ориентировочные размеры развертки детали. Так как деталь будет штамповаться в сдвоенном виде, умножаем полученное поперечное сечение на 2 и прибавляем около 25% поверхности металла на прижимную плоскость и плоскость сопряжения (рисунок 2.8) [8]».

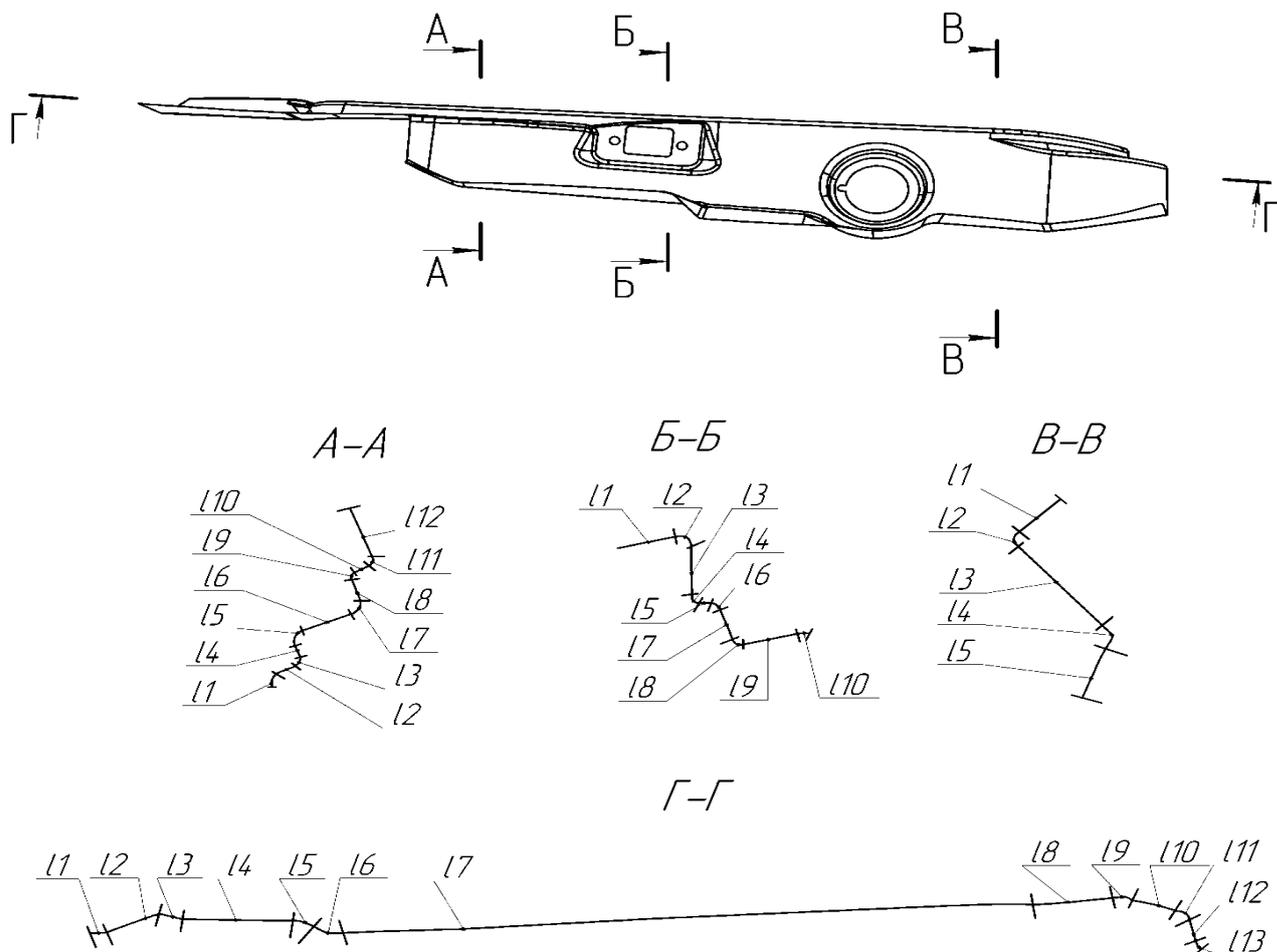


Рисунок 2.7 – Определение первоначальных размеров заготовки

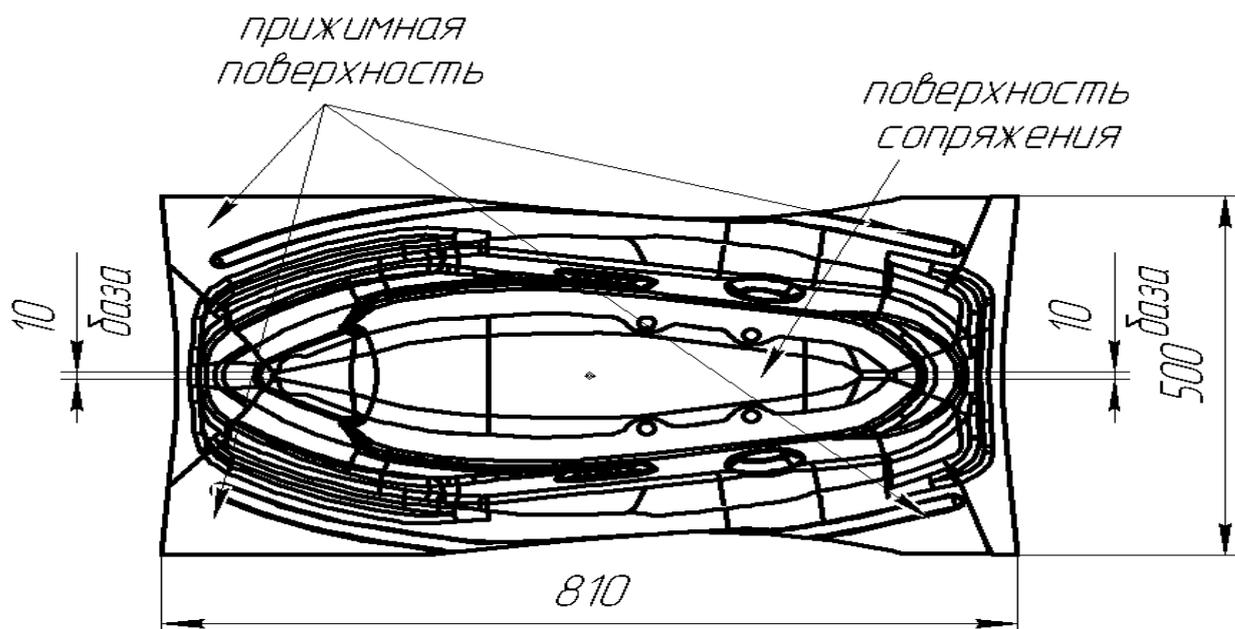


Рисунок 2.8 - Проектирование вытяжного перехода

Проведя все расчеты, получаем действительные размеры и форму заготовки. Форму выбираем прямоугольную, размером 500 x 810 мм.

2.3. Проектирование рационального раскроя металла и определение коэффициента использования металла

«Экономия металла и уменьшение отходов в холодной листовой штамповке имеют весьма большое значение, особенно в крупносерийном и массовом производстве, так как при больших масштабах производства даже незначительная экономия металла на одном изделии даёт в итоге большую экономию.

Раскрой листового металла на штучные заготовки и полосы является первой операцией, связанной с потерями металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов. При раскрое листов необходимо руководствоваться следующими правилами.

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

- 1) раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму;
- 2) малоотходный раскрой, когда вырезается или отрезается часть контура детали, а в отход идет или перемычка между двумя вырезками, или только боковая перемычка;
- 3) безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается путём прямолинейной или криволинейной отрезки без образования перемычек [8]».

Учитывая все вышеизложенное и форму исходной заготовки, выбираем второй способ раскроя - тип прямой.

Определяем ширину ленты и шаг подачи:

$$B = 500 \text{ мм}$$

$$t = 810 \text{ мм}$$

Выбираем рулон шириной 520 мм.

Найдем КИМ:

$$\eta = \frac{F_{\text{дет.}}}{B \cdot t} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

где η -КИМ,

$F_{дет.}$ - площадь детали, $F_{дет.} = 178718,6 \text{ мм}^2$

B - ширина ленты, $B = 520 \text{ мм}$

t - шаг подачи, $t = 810 \text{ мм}$.

$$\eta = \frac{178718,6}{405000} \cdot 100\% = 44,2\%$$

КИМ = 44%, что на 9% больше, чем в существующем варианте (35%).

2.4. Определение энергосиловых параметров штамповки

2.4.1. Определение усилий

Операция 010 - Резка

На данном этапе выполняется порезка рулона на карточки. «Процесс резания состоит из трех стадий: упругой, пластической и скалывания. Необходимое для резки усилие зависит от длины периметра изделия, толщины и механических свойств материала, величины зазора и состояния режущих кромок [8]».

$$P = 0,5 \frac{S^2}{\text{tg}\varphi} \cdot \sigma_{ср}, \quad (2.2)$$

где $\text{tg}\varphi$ – угол раствора для гильотинных ножниц $\varphi = 2 \div 6^\circ$;

S – толщина материала; $S = 1,8 \text{ мм}$;

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

$$P = 0,5 \frac{1,8^2}{\text{tg}3^\circ} \cdot 25 = 773 \text{ кгс} = 7,73 \text{ кН}$$

Операция 020¹ - Вытяжка

На данной операции формируется рельеф заготовки. Усилие вытяжки считается по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{в} \cdot \text{кн} \quad (2.3)$$

где P – усилие вытяжки;

L – периметр изделия (смотри рисунок 2.9);

$$L = 2 \cdot (l1 + l2 + l3 + l4 + l5 + l6 + l7 + l8 + l9 + l10 + l11 + l12) = 1890 \text{ мм}$$

σ_6 – предел прочности; $\sigma_6 = 30 \text{ кгс/мм}^2 = 300 \text{ МПа}$

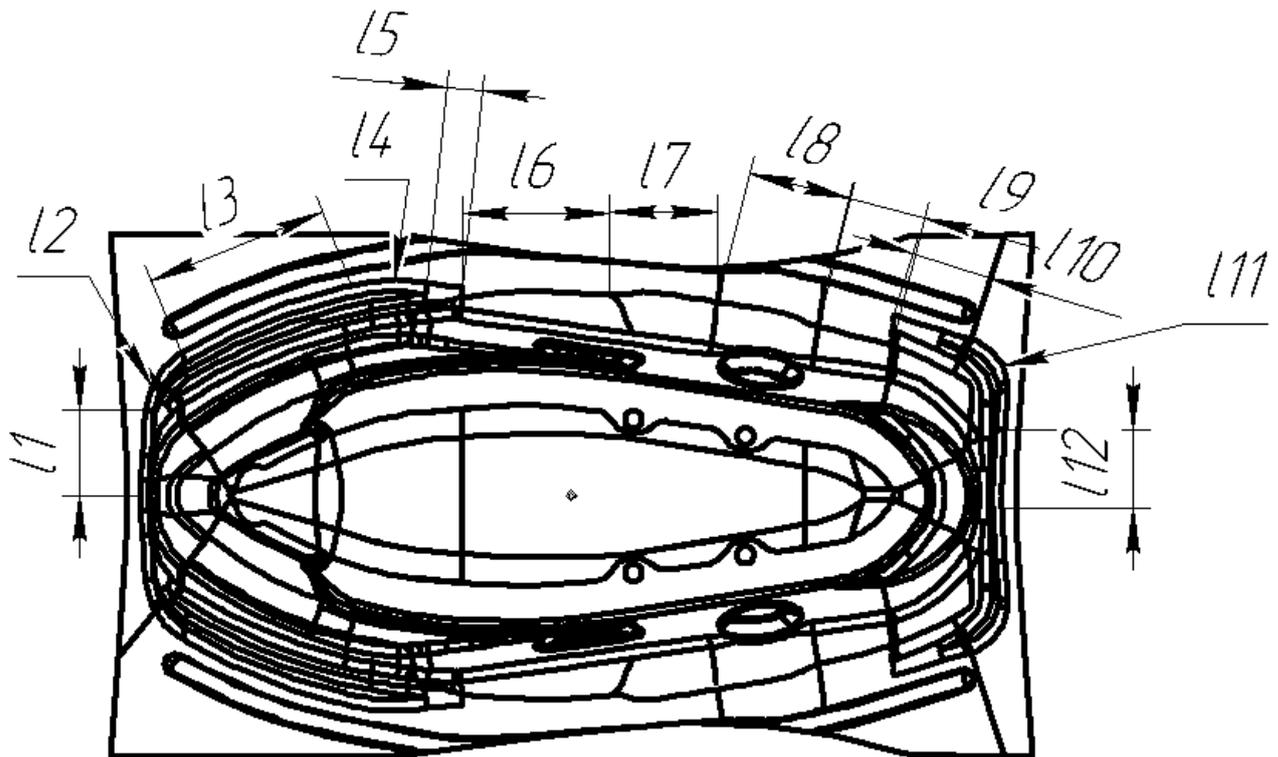


Рисунок 2.9- Определение периметра вытягиваемого изделия

κ_n – коэффициент; $\kappa_n = 1,2$

$$P = 1890 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 1,2 = 68040 \text{ кгс} = 680 \text{ кН},$$

Усилие прижима находим по следующей формуле:

$$Q = F \cdot q \quad (2.4)$$

где Q – усилие буфера;

F – площадь заготовки под прижимом; $F = 53615 \text{ мм}^2$

$$Q = 53615 \cdot 0,25 = 13403,9 \text{ кгс} = 134 \text{ кН},$$

$$P_{об}^6 = Q + P = 134 + 680 = 814 \text{ кН},$$

Общее усилие операции 020^1 рассчитываем так: $P^{об20} = P_{об}^6 = 814 \text{ кН}$

Операция 020^2 - Обрезка, пробивка

На данной операции выполняется частичная обрезка контура заготовки, пробивка четырех отверстий диаметром 16 мм и пробивка 2-х фасонных отверстий в зоне сопряжения деталей. Усилие обрезки вычисляем по формуле:

$$P = LS\sigma_{\varphi} = 1342 \cdot 1,8 \cdot 25 = 60390 \text{ кгс} = 604 \text{ кН} \quad (2.5)$$

где L – длина обрезаемого контура (смотри рисунок 2.10);

$$L=2 \cdot (l_1+l_2+l_3+l_4+l_5+l_6+l_7+l_8) = 1342 \text{ мм}$$

Усилие снятия с пуансона рассчитываем:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P = 0,06 \cdot 604 = 36 \text{ кН} \quad (2.6)$$

Усилие проталкивания через матрицу находим:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 604 \cdot 1 = 36 \text{ кН} \quad (2.7)$$

Общее усилие обрезки считает по следующей формуле:

$$P_{\text{об}}^{\text{об}} = P + P_{\text{приж}} + P_{\text{прот}} = 604 + 36 + 36 = 676 \text{ кН}$$

Усилие пробивки круглых отверстий диаметром 16 мм рассчитываем по формуле:

$$P = \pi d S \sigma_{\text{ср}} \quad (2.8)$$

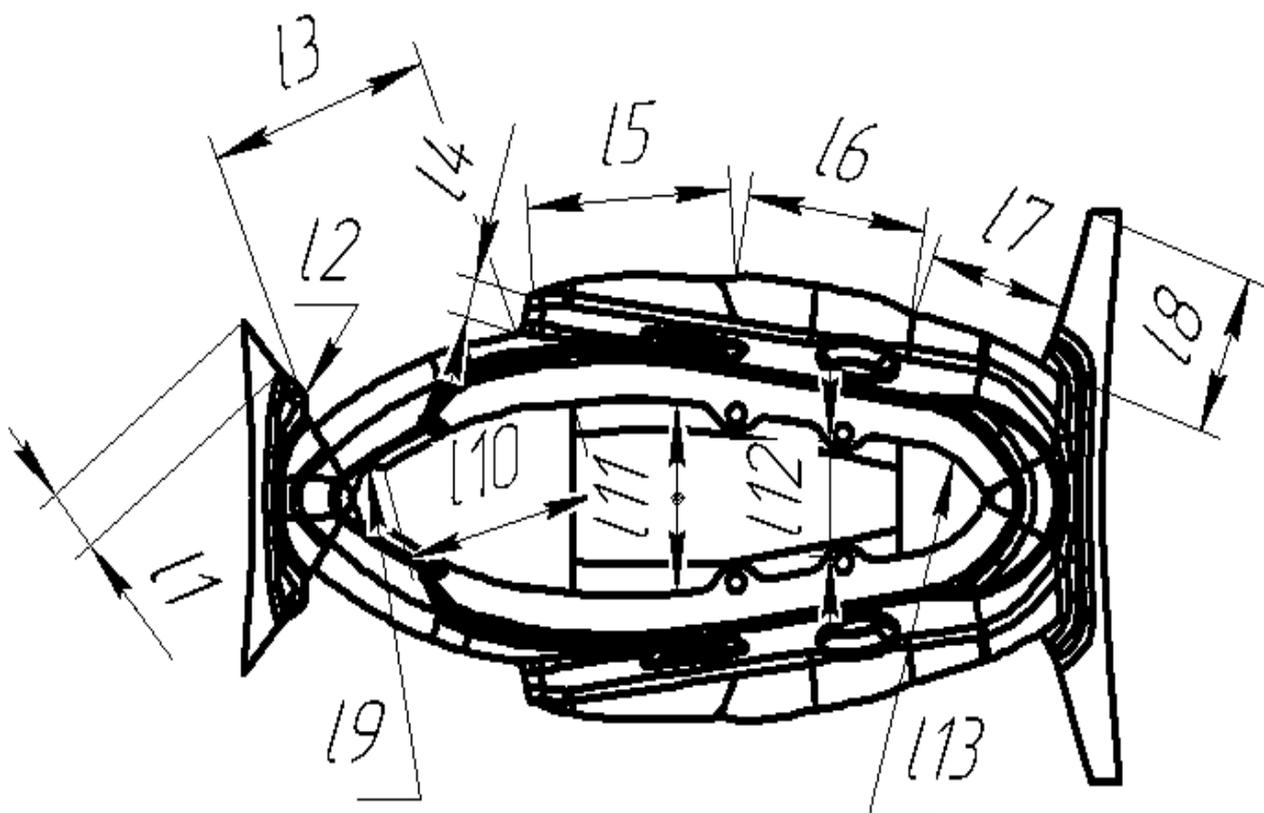


Рисунок 2.10 - Определение длины обрезаемого контура

$$P = 3,14 \cdot (16+16) \cdot 1,8 \cdot 25 = 4522 \text{ кгс} = 45 \text{ кН}$$

Усилие прижима = 10% от P и составит: $P_{\text{приж}} = 452,2 \text{ кгс} = 4,5 \text{ кН}$

Усилие снятия с пуансонов диаметром 16 мм рассчитываем по следующей формуле:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 4522 = 271 \text{ кгс} = 2,71 \text{ кН} \quad (2.9)$$

Усилие проталкивания отхода через матрицу рассчитываем по ранее выбранной формуле 2.7:

$$P_{np} = k_{np} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 4522 \cdot 4 = 1084 \text{ кгс} = 10,84 \text{ кН}$$

Общее усилие пробивки четырех отверстий находим по следующей формуле:

$$P_{об}^{np} = P + P_{приж} + P_{прот} = 4522 + 271 + 1084 = 5877 \text{ кгс} = 59 \text{ кН}$$

Усилие пробивки фасонных отверстий рассчитываем по ранее определенной формуле 2.5:

$$P = LS\sigma_{cp} = 340 \cdot 1,8 \cdot 25 = 15300 \text{ кгс} = 153 \text{ кН}$$

где L – длина обрезаемого контура (смотри рисунок 2.10);

$$L = 2 \cdot (l9 + l10 + l13) + l11 + l12 = 340 \text{ мм}$$

Усилие снятия с пуансона будем рассчитывать по формуле:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 153 = 9,2 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания через матрицу определяем по следующей формуле:

$$P_{np} = k_{np} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 153 \cdot 1 = 9,2 \text{ кН}$$

Общее усилие пробивки находится по следующей формуле:

$$P_{об}^{об} = P + P_{сн} + P_{np} = 153 + 9,2 + 9,2 = 171,4 \text{ кН}$$

Суммарное усилие операции 020² определяем по следующей формуле:

$$P^{on20} = P_{об}^{об} + P_{об}^{np} + P_{об}^{пр} = 676 + 59 + 171,4 = 906,4 \text{ кН}$$

Операция 020³ - Обрезка, пробивка

На данной операции происходит окончательная обрезка контура заготовки и пробивка боковых отверстий. Усилие обрезки вычисляем по формуле ранее выбранной формуле 2.5:

$$P = LS\sigma_{cp} = 380 \cdot 1,8 \cdot 25 = 16200 \text{ кгс} = 162 \text{ кН}$$

где L – длина обрезаемого контура (смотри рисунок 2.11);

$$L = 2 \cdot (l1 + l2 + l3 + l4) = 380 \text{ мм}$$

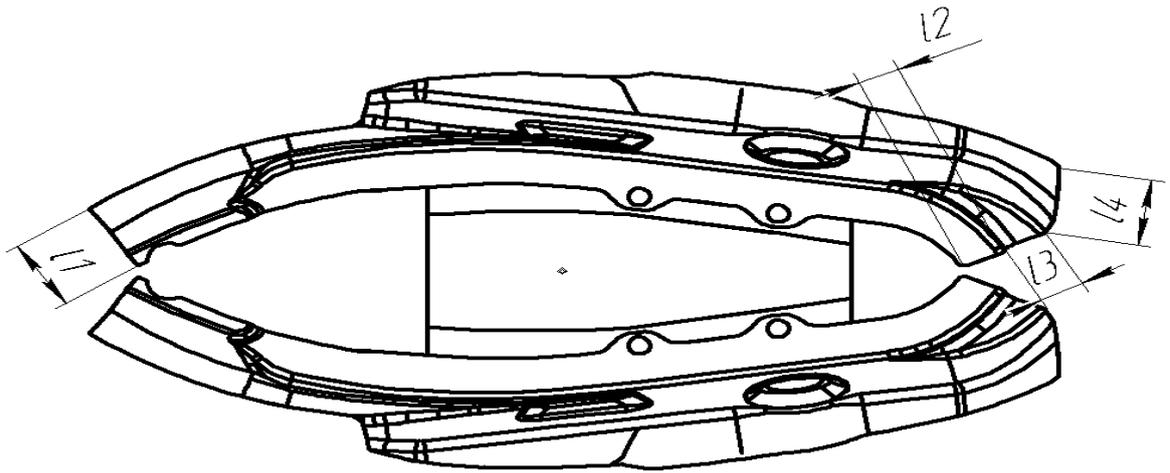


Рисунок 2.11 - Определение длины обрезаемого контура

Усилие снятия с пуансона считаем по ранее выбранной формуле 2.9:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 16200 = 972 \text{ кгс} = 9,72 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания через матрицу рассчитываем по ранее выбранной формуле 2.7:

$$P_{пр} = k_{пр} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 16200 \cdot 1 = 972 \text{ кгс} = 9,72 \text{ кН}$$

Общее усилие обрезки считается по следующей формуле:

$$P_{об}^{об} = P + P_{сн} + P_{пр} = 16200 + 972 + 972 = 18144 \text{ кгс} = 181,4 \text{ кН}$$

Усилие пробивки четырех круглых отверстий диаметром 6,5 мм рассчитываем по следующей формуле:

$$P = \pi d S \sigma_{ср}$$

$$P = 3,14 \cdot 6,5 \cdot 4 \cdot 1,8 \cdot 25 = 3673 \text{ кгс} = 37 \text{ кН}$$

Усилие прижима = 10% от P и равно $P_{приж} = 367,3 \text{ кгс} = 3,7 \text{ кН}$

Усилие снятия с пуансонов диаметром 6,5 мм высчитываем по следующей формуле:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 3673 = 220 \text{ кгс} = 2,2 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания отхода через матрицу считаем по ранее выбранной формуле 2.7:

$$P_{пр} = k_{пр} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 3673 \cdot 4 = 880 \text{ кгс} = 8,8 \text{ кН}$$

Общее усилие пробивки 4-х отверстий находим по следующей формуле:

$$P_{об}^{np} = P + P_{приж} + P_{прот} = 3673 + 220 + 880 = 4773 \text{ кгс} = 48 \text{ кН}$$

Усилие пробивки 2-х прямоугольных отверстий находим по следующей формуле:

$$P = LS\sigma_{cp} = 216 \cdot 1,8 \cdot 25 = 9720 \text{ кгс} = 97,2 \text{ кН}$$

где L – длина обрезаемого контура (смотри рисунок 2.12);

$$L = 2 \cdot (2 \cdot l1 + 2 \cdot l2) = 216 \text{ мм}$$

Усилие снятия с пуансона считаем по ранее выбранной формуле 2.9:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 9720 = 583 \text{ кгс} = 5,8 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания через матрицу по ранее выбранной формуле 2.7:

$$P_{np} = k_{np} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 9720 \cdot 2 = 1166 \text{ кгс} = 11,7 \text{ кН}$$

Общее усилие пробивки считается по следующей формуле:

$$P_{об}^{об} = P + P_{сн} + P_{np} = 9720 + 583 + 1166 = 11469 \text{ кгс} = 115 \text{ кН}$$

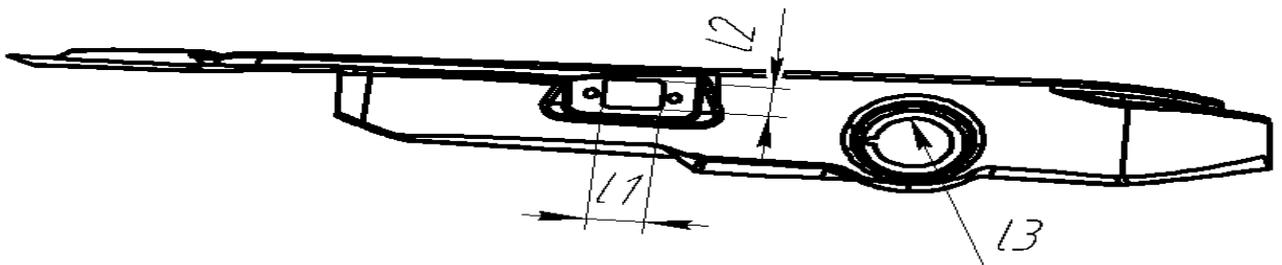


Рисунок 2.12 - Определение длины обрезаемого контура

Усилие пробивки 2-х фасонных отверстий находим по формуле

$$P = LS\sigma_{cp} = 264 \cdot 1,8 \cdot 25 = 11880 \text{ кгс} = 118,8 \text{ кН}$$

где L – длина обрезаемого контура (смотри рисунок 2.12);

$$L = 2 \cdot l3 = 264 \text{ мм}$$

Усилие снятия с пуансона определяем по ранее выбранной формуле 2.9:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 11880 = 712 \text{ кгс} = 7,1 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания через матрицу считаем по ранее выбранной формуле 2.7:

$$P_{np} = k_{np} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 11880 \cdot 2 = 1425 \text{ кгс} = 14,2 \text{ кН}$$

Общее усилие пробивки считается по следующей формуле:

$$P_{об}^{об} = P + P_{сн} + P_{np} = 11880 + 712 + 1425 = 14017 \text{ кгс} = 140,2 \text{ кН}$$

Суммарное усилие операции 020³ считается по следующей формуле:

$$P^{он20} = P_{об}^{об} + P_{об}^{np} + P_{об}^{np} + P_{об}^{np} = 18144 + 4773 + 11469 + 14017 = 48403 \text{ кгс} = 484 \text{ кН}$$

Операция 020⁴ - Правка

На данной операции происходит правка форм, и оформляются радиусные зоны детали.

Усилие правки считаем по следующей формуле:

$$P_{np} = p \cdot F, \quad (2.10)$$

где p – давление, кгс/мм²; «определяем по таблице 114 [8]»,

$$p = 15 \dots 20 \text{ кгс/мм}^2$$

F – Поверхность детали, мм²; $F = 89409 \text{ мм}^2$.

$$P_{np} = p \cdot F = 15 \cdot 89409 = 134114 \text{ кгс} = 1341,4 \text{ кН}$$

Операция 020⁵ - Разрезка

Разрезка осуществляется путем удаления зоны сопряжения.

Усилие для обрезки отхода определяем по ранее выбранной формуле 2.5:

$$P = LS\sigma_{ср} = 130 \cdot 1,8 \cdot 25 = 5850 \text{ кгс} = 58,5 \text{ кН}$$

где L – длина обрезаемого контура (смотри рисунок 2.13);

$$L = 2 \cdot (l1 + l2 + l3 + l4 + l5) = 130 \text{ мм}$$

Усилие снятия с пуансона определяем по ранее выбранной формуле 2.9:

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P = 0,06 \cdot 5850 = 351 \text{ кгс} = 3,5 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания через матрицу находим по ранее выбранной формуле 2.7:

$$P_{np} = k_{np} \cdot P \cdot n = 0,06 \cdot 5850 \cdot 1 = 351 \text{ кгс} = 3,5 \text{ кН}$$

Общее усилие обрезки считаем следующим образом:

$$P_{об}^{об} = P + P_{сн} + P_{np} = 5850 + 351 + 351 = 6552 \text{ кгс} = 65,5 \text{ кН}$$

Суммарное усилие необходимое для всех операций считается по следующей формуле:

$$P_{\text{сум}} = P^{\text{оп1}} + P^{\text{оп2}} + P^{\text{оп3}} + P^{\text{оп4}} + P^{\text{оп5}} = 814 + 906,4 + 484 + 1341,4 + 65,5 = 3612 \text{ кН} = 3,6 \text{ МН}$$

2.4.2. Определение работы

Операция 010 - Резка

Работу определяем по следующей формуле:

$$A = x \frac{PS}{1000}, \quad (2.11)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения $x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$ ($P_{\text{ср}}$ – усредненное усилие вырубки), выбираем по таблице 7;

$$x = 0,65 \dots 0,6;$$

P – усилие данной операции; $P = 773$ кгс;

$$A = 0,6 \frac{773 \cdot 1,8}{1000} = 0,835 \text{ кгс м} = 8,3 \text{ Дж}$$

Операция 020¹ - Вытяжка

$$A = \frac{CPh}{1000}, \quad (2.12)$$

где C – коэффициент, по опытным данным его величина составляет $0,6 \dots 0,8$;

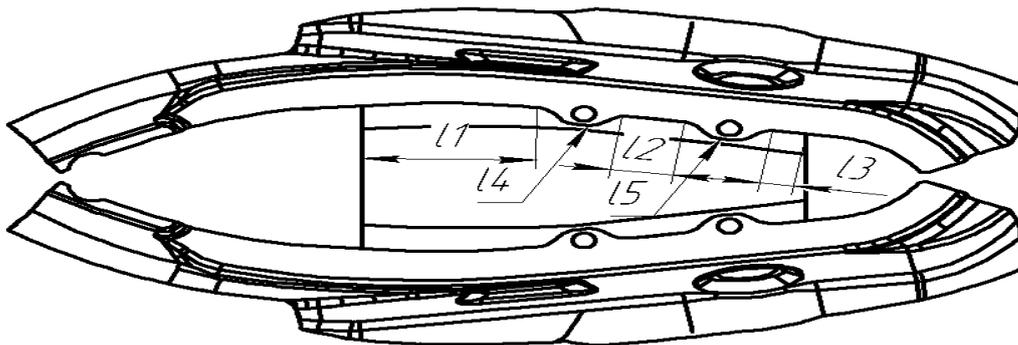


Рисунок 2.13 - Определение длины обрезаемого контура

$$C = 0,7$$

P – усилие данной операции; $P = 68040$ кгс;

h – глубина вытяжки; $h = 80$ мм;

$$A = \frac{0,7 \cdot 68040 \cdot 80}{1000} = 3810 \text{ кгс м} = 38,1 \text{ кДж}$$

Работу прижима определяем по формуле:

$$A^{\text{приж}} = P \cdot H, \quad (2.13)$$

где P – усилие прижима; $P = 13404$ кгс;

H – ход прижима; $H = 90$ мм.

$$A^{\text{приж}} = 13404 \cdot 90 = 1206,4 \text{ кгс} \quad m = 12,1 \text{ кДж}$$

Работа данной операции определяется по следующей формуле:

$$A^{\text{Op20}} = A^{\text{в}} + A^{\text{приж}} = 38,1 + 12,1 = 50,2 \text{ кДж}$$

Операция 020² - Обрезка, пробивка

Работа рассчитывается по ранее выбранной формуле 2.10:

$$A = \chi \frac{PS}{1000} = 0,6 \frac{90649 \cdot 1,8}{1000} = 97,9 \text{ кгс} \quad m = 979 \text{ Дж},$$

где $P = 90649$ кгс – суммарное усилие данной операции.

Операция 020³ - Обрезка, пробивка

Работа рассчитывается по ранее выбранной формуле 2.11:

$$A = \chi \frac{PS}{1000} = 0,6 \frac{48403 \cdot 1,8}{1000} = 69,7 \text{ кгс} \quad m = 697 \text{ Дж},$$

где $P = 48403$ кгс – усилие данной операции.

Операция 020⁴ - Правка

Работа определяется по следующей формуле:

$$A = \chi \frac{PS}{1000} = 0,6 \frac{134114 \cdot 1,8}{1000} = 145 \text{ кгс} \quad m = 1,5 \text{ кДж},$$

где $P = 134114$ кгс – усилие данной операции.

Операция 020⁵ - Разрезка

Работа рассчитывается по ранее выбранной формуле 2.11.:

$$A = \chi \frac{PS}{1000} = 0,6 \frac{6552 \cdot 1,8}{1000} = 7,1 \text{ кгс} \quad m = 71 \text{ Дж},$$

где $P = 6552$ кгс – усилие данной операции.

Суммарная работа считается по следующей формуле:

$$\begin{aligned} A &= A^{\text{on10}} + A^{\text{on20}^1} + A^{\text{on20}^2} + A^{\text{on20}^3} + A^{\text{on20}^4} + A^{\text{on20}^5} = \\ &= 8,3 + 50200 + 979 + 697 + 1500 + 71 = 53455,3 \text{ Дж} = 53,5 \text{ кДж} \end{aligned}$$

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1. Выбор типоразмера и основные технические характеристики

«При выборе прессы исходят из следующих соображений:

- 1) тип прессы и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- 2) номинальное усилие прессы должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;
- 3) мощность прессы должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- 4) пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций - также повышенной точностью направляющих;
- 5) закрытая высота прессы должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;
- 6) 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;
- 7) число ходов прессы должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;
- 8) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений;
- 9) удобство и безопасность обслуживания прессы должны соответствовать требованиям охраны труда [8]».

«Также необходимым параметром для выбора прессы является величина хода прессы. Производительность прессов измеряется числом ходов в минуту. Выбор прессы по величине хода имеет особое значение для вытяжных и гибочных работ, требующих большого хода прессы. Обычно величина хода прессы для вытяжки берется в 2,5 раза больше высоты вытягиваемой детали,

чтобы обеспечить удобство установки заготовки и удаление готовой детали [8]».

В данном случае усилие =3,6 МН. В общем случае номинальное усилие прессы находится следующим образом:

$$P_{np} = 1,5 \cdot P_{on} = 1,5 \cdot 3612 \text{ кН} = 5417 \text{ кН} = 5,4 \text{ МН} \approx 10 \text{ МН}$$

Учитывая все выше изложенное, выбираем подходящее оборудование (таблица 3.1) – многопозиционный пресс-автомат Мюллер Вайнгартен – 1000, с усилием 10 МН и 7-ью рабочими позициями.

Таблица 3.1 - Основные характеристики оборудования

Характеристика	Значение
1. Общее усилие	10 МН
2. Максимальное усилие на каждой позиции	3 МН
3. Количество ходов в минуту	8 – 16
4. Количество рабочих позиций	7
5. Расстояние между позициями	600 мм
6. Ход ползуна	550 мм
7. Регулировка ползуна	80 мм
8. Регулировка клиновых механизмов (плит) на каждой позиции	8 мм
9. Максимальная закрытая высота между болстером и ползуном	1150 мм
10. Размеры ползуна (ширина x глубина)	580x1200мм

3.2. Выбор средств автоматизации и основные характеристики

«Автоматизация процессов листовой штамповки позволяет существенно улучшить производственные и экономические показатели (такие как коэффициент загрузки оборудования, штучное время изготовления детали,

технологическую себестоимость и т.д.), в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечить полную безопасность работ на прессах.

При ручной подаче заготовок и ручном удалении изделий и отходов число ходов пресса используется лишь на 25-30%. При полной автоматизации коэффициент использования числа ходов пресса составляет 80-95% (потеря времени наблюдается при замене штампов, при установке пакета заготовок).

Устройства автоматизации выбираются из конкретных условий технологического процесса и вида материала. В зависимости от вида материала применяются следующие типы автоматических устройств для подачи заготовок в зону обработки:

- 1) для рулонного и полосового материала – автоматизация подачи при помощи устройств валкового и крючкового типов;
- 2) для листового материала – механизация и автоматизация подъема и направления листа в штамп (листозагрузочные устройства);
- 3) для штучных заготовок – автоматизация подачи при помощи бункерных и грейферных устройств.

К средствам автоматизации данного технологического процесса относятся устройство для подачи штучных заготовок и система грейферной передачи заготовок между позициями многопозиционного пресса.

В результате применения питающего устройства и грейферных линеек значительно возрастает загрузка оборудования по времени, сокращается трудоемкость изготовления детали, высвобождается несколько операторов-штамповщиков, которые были заняты в действующем варианте технологического процесса. При разработке технологического процесса необходимо также согласовать взаимодействия механизмов средств автоматизации и самого технологического процесса [8]».

«Грейферные механизмы могут быть однокоординатными, которые имеют лишь возвратно-поступательное движение. Захваты таких механизмов выполнены в виде подпружиненных односторонних скоб. В двухкоординатном механизме грейферные линейки совершают четыре движения: захват заготовки, перемещение ее на следующую позицию, разжим заготовки, возврат линеек в исходное положение. В трехкоординатном механизме грейферные линейки совершают уже шесть движений, т. е. к перечисленным выше добавляются подъем отштампованного полуфабриката и опускание его на следующую позицию [2]».

Таблица 3.2 - Основные технические характеристики

Грейферная подача	
Шаг подачи	600 мм
Ход зажима на одной стороне	180 мм
Ход подъема	120 мм
Внутреннее расстояние между грейферными линейками:- max, - min	1320 мм 600 мм
Максимальный вес захвата (без заготовки)	120 кг
Высота от верхней кромки болстера до низа грейферных линеек (подъем вниз)	575 мм
Листоагрузчик	
Габариты листовых заготовок ширина x длину по направлению транспортирования	300 – 900 x 150 – 500 мм
Толщина листовых заготовок	0,5 – 3 мм
Максимальный вес заготовки	10 кг
Число рабочих ходов в минуту	12 – 25

4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

«Конструкция штампа должна обеспечивать заданную производительность и качество получаемых деталей. Для этого должна быть выбрана оптимальная схема штампа, необходимая конструкция отдельных его частей, должна быть четкая и надежная фиксация заготовки в штампе, надежное удаление отходов, удобное и надежное изъятие детали из зоны штамповки. Также конструкция штампа должна предусматривать оптимальную металлоемкость, максимально использовать шаблонные детали и узлы, необходимо обеспечить перевозку штампа в целом и отдельных его крупногабаритных деталей, и узлов.

К штампам, которые работают в составе автоматических линий, предъявляется ряд дополнительных критериев:

- 1) метод фиксации заготовки в штампе должен определяться формой захватных элементов транспортирующих механизмов;
- 2) в случае подачи заготовки толкающим способом (шиберная подача) в штампе необходимо предусматривать проводки;
- 3) нужны опорные элементы при использовании крупногабаритных и тонколистовых заготовок;
- 4) узлы, которые обеспечивают удаление заготовок, не должны мешать работе транспортных механизмов;
- 5) направляющие элементы должны находиться в верхней части штампа, чтобы обеспечить беспрепятственную работу транспортных механизмов;
- 6) все штампы, установленные в один пресс-автомат, должны обеспечивать один и тот же уровень поднятия заготовки для дальнейшей ее транспортировки механизмами передачи полуфабриката с предшествующей позиции на следующую [8]».

4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

Вытяжной штамп состоит из двух элементов: нижней и верхней плиты. К нижней плите закрепляется вытяжной пуансон посредством крепежных полок.

Для крепления пуансона назначаем четыре крепежные полки с двумя штифтами для более точного позиционирования на каждой. Полки, которые расположены вдоль длинных сторон, крепятся с помощью четырех винтов, а в направлении «фронт-тыл» – по три винта с каждой из сторон.

В теле пуансона предусмотрены три резьбовых отверстия, необходимые для наладки и транспортировки пуансона, а также служащие каналами для отвода воздуха, излишки которого образуются в процессе вытяжки. Данные отверстия расположены в зоне отхода, поэтому на качество поверхности не влияют.

Пуансон располагается в теле прижима, который опирается на двенадцать маркетных толкателей. Они проходят сквозь нижнюю и монтажную плиты к маркерным шпилькам, а те упираются в поршень пневматической подушки прессы, посредством которой и осуществляется движение прижима. Для ограничения хода прижима этой конструкцией штампа предусмотрены штырьевые ограничители.

Пружинные подъемники, которые встроены в прижим служат для поднятия детали на уровень подхвата рейферных леек. В подъемники вставлены магниты, для исключения сдвига заготовки при опускании ее рейферными линейками на поверхность подъемников.

Матрица данного вытяжного штампа изготовлена заодно с верхней плитой. Здесь еще имеется отверстие для отвода излишнего воздуха, который образуется в процессе вытяжки.

Подпружиненные отлипатели необходимы для выталкивания заготовки из матрицы в случае ее залипания к рабочей поверхности.

Для точного позиционирования и перемещения верхней половины штампа относительно нижней применяются направляющие колонки и втулки.

В плитах штампа предусмотрены пустоты-карманы для того, чтобы облегчить вес штампа.

Крепление нижней плиты к прессу осуществляется с помощью винтов и Т-образных пазов. Верхняя плита крепится с помощью клемм – гидрозажимов,

которые являются принадлежностью пресс-автомата. Для этого на верхней плите штампа предусмотрены специальные небольшие чисто обработанные накладки, которые крепятся к плите при помощи винтов.

Принцип действия штампа:

Заготовка подается в штамп при помощи грейферных леек. Прижим находится в верхнем положении, над его поверхностью приподняты подъемники, на которые попадает заготовка при опускании грейферных леек, принимая нужное положение в штампе, благодаря фиксаторам. Верхняя половина штампа начинает свое движение вниз. Матрица давит на подпружиненные подъемники, которые вместе с заготовкой, размещенной на них опускаются в углубления прижима. Заготовка прижимается матрицей к плоскости прижима, который под давлением матрицы утапливается, преодолевая усилие пневмоподушки прессы, заготовка обтягивается по пуансону – поэтому происходит вытяжка.

При обратном ходе верхняя половина штампа с матрицей поднимается, вслед за которой поднимается прижим, обеспечивая съём детали с пуансона.

При подъеме прижима до ограничителей ход его прекращается, подпружиненные подъемники, двигаясь вслед за матрицей приподнимают деталь над плоскостью прижима, обеспечивая возможность подхвата детали грейферными линейками. При этом подпружиненные отлипатели верхней части штампа обеспечивают отлипание полуфабриката от поверхности матрицы. Далее полуфабрикат подхватывается грейферными линейками, приподнимается выше ловителей-фиксаторов и переносится грейферами на следующую позицию для выполнения следующей операции.

Поэтому же принципу была спроектирована конструкция штампа для осуществления заключительной операции проектируемого технологического процесса – резки сдвоенных деталей.

4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов

«Прочностному расчету на прочность подлежат в основном наиболее нагруженные пробивные пуансоны небольших размеров.

Установлено, что при пробивке отверстий, размеры которых соизмеримы с толщиной металла, локальная удельная нагрузка на режущие кромки пуансона в два раза больше, чем на режущей кромке вырубной матрицы [8]».

Исходя из вышеизложенного, расчет на прочность будем производить на примере пробивного пуансона меньшего диаметра, применяемого для пробивки круглых отверстий диаметром 6,5мм. Приближенный расчет пуансона на прочность производим по таблице 208.

4.2.1. Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие

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

где P – усилие пробивки; P = 1884 кгс;

F – опорная поверхность пуансона, мм²;

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6,5^2}{4} = 132,67 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{918}{132,67} = 6,92 \text{ кгс/мм}^2$$

Рассчитанное напряжение близко к допустимому 10 кгс/мм², и поэтому под опорную головку пуансонов устанавливаем подкладные плиты, которые в свою очередь увеличат площадь распределения нагрузки.

Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении рассчитывается по следующей формуле:

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

где f – площадь наименьшего сечения пуансона, мм²;

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6,5^2}{4} = 33,2 \text{ мм}^2$$

[σ_{сж}] – допускаемое напряжение на сжатие, [σ_{сж}]=160 кгс/мм²

$$\sigma_{сж} = \frac{918}{33,2} = 27,65 \text{ кгс/мм}^2$$

Сжимающее напряжение $27,65 \text{ кгс/мм}^2$ в разы меньше допускаемого $160 \text{ (кгс/мм}^2)$, следовательно, можно сделать вывод, что условие прочности на сжатие удовлетворяется.

4.2.2. Выбор материалов деталей штампа

«К рабочим частям штампов (пуансонам и матрицам) предъявляются определенные требования. Основными из которых являются следующие:

- 1) способность металла противостоять большому давлению и ударам;
- 2) хорошо сопротивляться износу от трения;
- 3) сохранять острые режущие кромки без разрушения и затупления возможно больший период времени [8]».

«Не рабочие детали штампов изготавливаются из следующих материалов с соответствующей термической обработкой: [2]»

Таблица 4.1 - Материалы, применяемые для изготовления деталей штампа

Наименование детали	Марка материала	Термическая обработка
1	2	3
1. Верхние и нижние плиты пакетных штампов	Отливка	Отжечь
2. Направляющие колонки и втулки	Сталь 20Х	58– 60HRC Э
3. Держатель	Сталь 45	-
4. Рабочие части: пуансоны, матрицы, секции верха	X12M,У10А	55 – 59 HRC Э
5. Прокладка под пуансон	Сталь 45	40 – 45 HRC Э
6. Толкатели, подъемники, втулки	Сталь 40 – 45	42 – 46 HRC Э
7. Прижим	Сталь 40 - 45	28 – 32 HRC Э
8. Винты, болты	Сталь 40 – 45	30 – 35 HRC Э
9. Штифты, ловители	У8А	55 – 60 HRC Э
10. Пружины	Проволока Б-2-2,00; полиуретан	28 –32 HRC Э

4.3. Определение числа и расположения упругих элементов

«Для прижима штампуемого материала, для снятия материала с пуансона, для выталкивания отхода и готовых изделий из матрицы и т.д. применяются различные пружины.

Винтовые цилиндрические пружины для штампов, работающие на сжатие, изготавливаются из проволоки различных сечений: круглого, квадратного, прямоугольного и др. Чаще всего для пружин применяется проволока круглого или квадратного сечений [8]».

В рассматриваемом разделительном штампе пружины необходимы для обеспечения усилия прижима.

Первоначально определяется усилие, необходимое для выполнения операции по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k, \quad (4.1)$$

где L – длина линии реза ($L= 320\text{мм}$);

S – толщина разрезаемого материала ($S= 1,8\text{мм}$);

$\Sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление среза для штампуемого материала ($\sigma_{\text{ср}} = 25\text{кг/мм}^2$);

k – коэффициент, учитывающий затупление режущих кромок ($k = 1,1 \dots 1,25$).

$$P = 320 \cdot 1,8 \cdot 25 \cdot 1,1 = 5760 \cdot 2 = 11520 \text{ кгс} = 115 \text{ кН}.$$

Затем определяем усилие, необходимое для выталкивания отхода из матрицы:

$$P_{\text{сн}} = P \cdot k_{\text{сн}}, \quad (4.2)$$

где P – рассчитанное операционное усилие ($P = 115\text{кН}$);

$k_{\text{сн}}$ – коэффициент снятия ($k_{\text{сн}} = 0,15$).

$$P_{\text{сн}} = 115 \cdot 0,15 = 17,25 \text{ кН}$$

Исходя из необходимого усилия, выбираем определенные пружины и задаем их количество.

Геометрические размеры пружины:

$d = 7,0$ мм – диаметр проволоки;

$D = 42$ мм – наружный диаметр пружины;

$P = 224 \text{ кгс} = 2,24 \text{ кН}$

Данные пружины обеспечивают необходимую величину хода. Выбираем необходимое количество пружин. Для обеспечения усилия выталкивания нам потребуется 8 пружин.

Суммарное усилие восьми пружин:

$P = 8 \cdot 2,24 = 17,92 \text{ кН} > 17,25 \text{ кН}$ - запас по усилию обеспечен.

4.4. Определение центра давления штампа

«Большое значение для вытяжных, вырубных, пробивных, гибочных и правочных штампов имеет нахождение центра давления штампов. В противном случае в штампе возникают перекосы, несимметричность зазора, износ направляющих, быстрое притупление режущих кромок, а возможно и переналадка штампа. Существует два способа определения центра давления штампа: графический и аналитический [2]».

В данной работе «центр давления штампа определяется аналитическим способом. Он основан на равенстве момента равнодействующий нескольких сил сумме моментов этих сил относительно одной и той же оси [8]».

Однако так как деталь является симметричной, ось X будет совпадать с осью плиты пресса (рисунок 4.1). Осталось определить координату X местонахождения оси Y.

$$Y = \frac{P_1 \cdot a + P_2 \cdot b + P_3 \cdot c + P_4 \cdot d + P_5 \cdot g}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5},$$

где $P_1 = 814 \text{ кН}$ - усилие операции 020¹;

$P_2 = 906,4 \text{ кН}$ - усилие операции 020²;

$P_3 = 484$ кН- усилие операции 020³;

$P_4 = 1341,3$ кН- усилие операции 020⁴;

$P_5 = 65,5$ кН- усилие операции 020⁵;

a, b, c, d, g – соответствующие расстояния от принятой (вспомогательной) оси до осей Y штампов.

$$\begin{aligned} Y &= \frac{814 \cdot 3,89 + 906,4 \cdot 2,69 + 484 \cdot 1,49 + 1341,3 \cdot 0,89 + 65,5 \cdot 0,29}{814 + 906,4 + 484 + 1341,3 + 65,5} = \\ &= \frac{3166,46 + 2438,22 + 721,16 + 1193,85 + 19}{3611,3} = 2,0875 \text{ м} = 2087,5 \text{ мм} \end{aligned}$$

Таким образом, получаем, что при данном распределении рабочих и холостых позиций центр давления ползуна совпадает с центром плиты пресса, а значит, обеспечивается высокая точность позиционирования, и перекосы в ползуне невозможны.

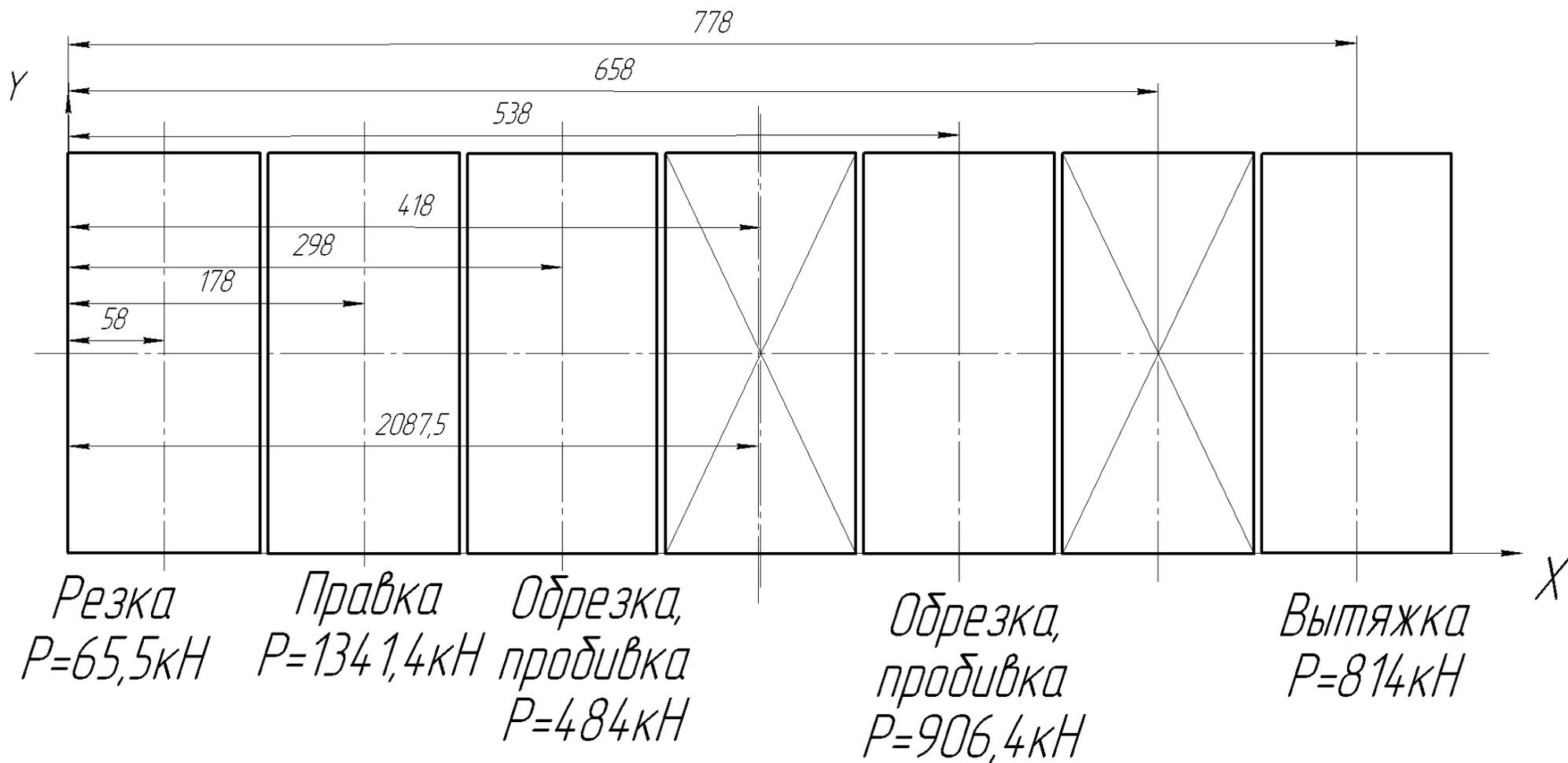


Рисунок 4.1 - Определение центра давления штампа

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

5.1. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.1 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	2	3
Работа пресс-автомата «Мюллер Вайнгартен»	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
Работа линии автоматизации, осуществление штамповочных операций.	Физический-повышенный уровень шума	Работа прессы. Работа штампов. Штамповочные операции.
Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы, осуществление штамповочных операций	Психофизиологические воздействия	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочих зон, повышенный уровень шума и вибраций, качество освещения.
Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химический-токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования, штамповой оснастки и заготовок

5.2. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.2 - Организационно технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	2	3
Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа, средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	Ушные вкладыши (беруши), наушники
Психофизиологическое воздействие	Инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, изоляция токоведущих частей, и расположение их на недоступной высоте, Ограждение штамповочного пространства прессы - фотоэлементами, останавливающими пресс в случае пересечения каким-либо предметом светового луча, встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случае заклинивания грейферной подачи. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха: отопление, вентиляция, кондиционирование. Контроль параметров микроклимата. Светильники, источники света. Расчет освещения.	Спецкостюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы. Применение средств защиты органов дыхания и органов зрения.

Продолжение таблицы 5.2

Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	2	3
Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.	Респираторы, маски

5.3. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5.3 –Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Автоматизированная линия	Пресс-автомат Мюллер Вайнгартен	В,Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных зонах)	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

5.4. Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Таблица 5.4 -Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель	Пожарный автомобиль	Водяная установка пожаротушения	Дымовой датчик	Пожарный рукав	Противогаз	Пожарный багор	Оповещатель о пожаре (звуковой речевой)
Песок	Пожарная мотопомпа	Газовая установка пожаротушения	Тепловой датчик	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарный топор	Световой указатель "ВЫХОД"
Кошма	Приспособленные специальные средства (тягач, прицеп и тд.)	Порошковая установка пожаротушения	Приемно-контрольный прибор	Колонка пожарная	Защитный костюм	Лопата штыковая	Ручной пожарный извещатель

5.5. Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 5.5 –Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Листовая штамповка деталей	Обучение персонала требованиям ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения

5.6. Идентификация экологических факторов технического объекта

Таблица 5.6 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологическог о процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие техническог о объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Многопозиционная штамповка	Пресс-автомат Мюллер Вайнгартен	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанной смазки, масла и скопление пыли	-	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологически х агрегатах и ряде подобных случаев

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

Таблица 5.7 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	1	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	2	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	3	Очистные сооружения сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	4	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям, имеющим лицензии на работу с отходами

Вывод:

«В разделе безопасность и экологичность технического объекта приведена характеристика технологического изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери», перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материалы. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки детали «Усилитель внутренней панели передней двери» видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень вибрации и шума, производственный травматизм, токсическое воздействие. 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. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация классов пожара и опасных факторов пожара и разработка средств и мер обеспечения пожарной безопасности и обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте. Идентифицированы технологические факторы) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте [14]».

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

6.1. Характеристика сравниваемых вариантов

«Экономический расчет целесообразности внедрения нового технологического процесса будет производиться в соответствии с комплектностью изделий – левый и правый усилитель внутренней панели передней двери на автомобиль. Существующий вариант по организационным причинам формирования оптимального производственного цикла изготовления изделия осуществляется на двух параллельных поточных линиях традиционного технического исполнения (на каждом рабочем месте один человек) с полным комплектом штамповой оснастки [16]».

Действующий технологический процесс состоит из 6-ти операций:

- 1) Вытяжка
- 2) Пробивка, обрезка первая
- 3) Обрезка вторая
- 4) Пробивка
- 5) Правка формы
- 6) Пробивка

«Условия труда тяжелые – загрузка заготовок и полуфабрикатов в рабочую зону штампа и штамповка деталей осуществляет вручную[14]».

Проектный техпроцесс состоит из 5-ти операций:

- 1) Вытяжка
- 2) Пробивка, обрезка
- 3) Пробивка клиновья
- 4) Правка
- 5) Разрезка

«Условия труда средней тяжести – присутствуют элементы автоматизации технологического процесса, но не без элементов ручного труда (укладка отштампованных деталей, ручная загрузка устройства для подачи заготовок) [14]».

6.2. Расчет себестоимости штамповой оснастки

Таблица 6.1 - Калькуляция изготовления вытяжного штампа

Наименование	Обозначение	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3	4
1. Материалы	М	427 820	
2. Транспортно-заготовительные расходы	ТЗР	6 674	0.02% от М
3. Основная заработная плата	$Z_{пл}^{осн.}$	142 710	$Z_{пл}^{осн.} = Ст \cdot Тн/ч = 145 \cdot 1402 = 142 710$
4. Единый социальный налог	Сс	38 532	31% от $Z_{пл}^{осн.}$
5. Расходы на содержание оборудования	РСО	210 040	76,87% от $Z_{пл}^{осн.}$
6. Цеховые расходы	$P_{цех}$	186 080	83,99% от $Z_{пл}^{осн.}$
<i>Итого</i> цеховая себестоимость	$C_{цех}$	966 695	-

Калькуляции остальных штампов рассчитываются аналогично [14]».

6.3. Расчет себестоимости изготовления и производства продукции

Таблица 6.2 - Исходные данные для расчета себестоимости продукции

а) Общие исходные данные

Показатель	Обозначение	Значение	
1	2	3	
1. Годовая программа выпуска, шт.		141340	
2. Эффективный фонд времени работы рабочего и оборудования	$\Phi_{\text{э.р.}}$	1 142	
	$\Phi_{\text{э.об.}}$	3809	
3. Коэффициент выполнения норм	$K_{\text{вн}}$	1,1	
4. Коэффициент многостаночного обслуживания	$K_{\text{мн}}$	1,0	
5. Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %	K_o	11,8	
6. Коэффициент монтажа: - в себестоимости - в капитальных вложениях	$K_{\text{монт}}$	1,1	
		0,1	
7. Цена материала, руб./кг	$\Pi_{\text{м}}$	27	
8. Цена отходов, руб./кг	$\Pi_{\text{отх}}$	1,143	
9. Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{\text{тз}}$	1,014	
10. Коэффициенты доплат по заработной плате		3 р.	5 р.
А) До часового фонда зарплаты	$K_{\text{доп}}$	1,08	1,08
Б) За профессиональное мастерство	$K_{\text{пф}}$	1,12	1,2
В) За условия труда	K_y	1,2	1,2
Г) За вечерние и ночные часы	K_n	1,1	
Д) Премияльные	$K_{\text{пр}}$	1,1	
Е) На социальные нужды	K_c	1,31	
Итого общий коэффициент доплат $K_{\text{зпл}} = K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пф}} \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_c =$ $1,08 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,26 = 2,269$	$K_{\text{зпл}}$	2,18	2,41
11. Коэффициент загрузки оборудования по мощности	K_m	0,8	

Продолжение таблицы 6.2

Показатель	Обозначение	Значение
1	2	3
12. Коэффициент загрузки оборудования по времени	K_B	0,7
13. Коэффициент потерь в сети	K_{Π}	1,03
14. Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{од}$	0,8
15. Выручка от реализации, % от Ц: - изношенного оборудования	B_p	5
- изношенного штампа	$B_{p.и.}$	15
16. Норма амортизации, %	$Н_а$	8
17. Коэффициент цеховой	$K_{цех}$	1,72
18. Часовая тарифная ставка, руб./час. - рабочего	C_T	66,71
- наладчика		79,89
- инструментальщика		145
19. Цена электроэнергии, руб./кВт	$Ц_э$	3,8
20. Цена площади, руб./м ²	$Ц_{пл}$	4 500
21. Норматив экономической эффективности	E_n	0,33

Таблица 6.3 б) - Эксплуатационные данные оборудования

Наименование	Усилие, МН	$T_{штук}$, мин.	$T_{машин}$, мин.	M_y , кВт	Пл., м ²	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7
GrandyMotory (ГМ)	2,5	0,14	0,0350	18,5	1,56	400 000
MullerWeingarten (МВ)	10	0,09	0,07	172	12	9 850000

Таблица 6.4 в) - Исходные данные об оснастке

Наименование	Стойкость штампа $T_{и}^{шт.}$, тыс. ударов	Стоимость штампа $C_{шт.}$, руб.
1	2	3
Действующий		
1. Вытяжной	250 000	630 090
2. Обрезной, пробивной	250 000	590 870
3. Обрезной	250 000	580 605
4. Пробивной	250 000	590 650
5. Правка формы	250 000	615 400
6. Пробивной	250 000	593 700
Проектный		
1. Вытяжной	250 000	966 695
2. Обрезной, пробивной	250 000	980 765
3. Пробивной (клиновой)	250 000	993 670
4. Правочный	250 000	985 500
5. Разрезной	250 000	1 000 430

Расчетные данные

- Номинальный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{н} = (D_{р} \cdot T_{см} - D_{пр} \cdot T_{сок}) \cdot C, \text{ где}$$

$D_{р}$ – рабочие дни;

$T_{см}$ – продолжительность смены;

$D_{пр}$ – предпраздничные дни;

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

C – количество смен [14]».

$$\Phi_{э} = (247 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 2(1 - 0,05) = 3809$$

- Эффективный фонд времени оборудования:

$$\Phi_{эп} = 30\% \Phi_{э} = 1142$$

Таблица 6.5 - Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Существ	Проект
1	2	3	4
1. Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.	$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{Г} / (\Phi_{Э} \cdot K_{ВН} \cdot 60)$ $n_{об}^{сущ.} = 0,14 \cdot 141\,340 / (3\,809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,08 \approx 1 = 6 \times 2 = 12$ $n_{об}^{пр} = 0,09 \cdot 141\,340 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,05 \approx 1$	6 × 2	1
2. Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об.}^{Расч} / n_{об.}^{Прин.}$ $K_3^{сущ.} = 0,08 / 1 = 0,08$ $K_3^{пр} = 0,05 / 1 = 0,05$	0,08	0,05
3. Численность рабочих-операторов, необходимых для производства годовой программы деталей, чел.	$P_{ОП} = [t_{шт} \cdot N_{Г} \cdot (1 + K_{О}/100)] / (\Phi_{Эр} \cdot K_{МН} \cdot 60)$ $P_{ОП}^{сущ.} = [0,14 \cdot 141\,340 \cdot (1+0,118)] / (1\,142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,22 = 1 \cdot 7 = 7$ $P_{ОП}^{пр} = [0,09 \cdot 141\,340 \cdot (1+0,118)] / (1\,142 \cdot 1 \cdot 60) = 0,014 = 1 \cdot 3$	7*×2×2см =28	3×2см =6
4. Число штампов для выпуска годовой программы, шт.	$n_{ШТАМП} = N_{Г} / T_{и.шт.}$ $n_{ШТАМП}^{сущ.} = 141\,340 / 250\,000 = 1 \cdot 6 = 6 \times 2$ $n_{ШТАМП}^{пр} = 141\,340 / 250\,000 = 1 \cdot 5 = 5$	6×2	5

* На последней операции необходимо два человека[14]».

Таблица 6.6 - Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

Показатели	Расчеты и формулы	Значение показателей	
		Существующий	Проектный
1	2	3	4
1.Основные материалы, руб.	$M = (M_{\text{зат.}} \cdot \Pi_{\text{мат.}} \cdot K_{\text{гзр.}}) - (M_{\text{отход.}} \cdot \Pi_{\text{отх}})$ $M^{\text{сущ}} = (3,029 \cdot 27 \cdot 1,014) - (1,949 \cdot 1,143) = 79 \times 2 = 158$ $M^{\text{проект}} = (5,604 \cdot 27 \cdot 1,014) - (3,605 \cdot 1,143) = 131$	158	131
2. Зарплата рабочих-операторов, руб.	$Z_{\text{плата}} = P \cdot C_{\text{т}} \cdot \Phi_{\text{Э.р.}} \cdot K_{\text{зпл}} \cdot K_{\text{з}} / N_{\text{год}}$ $Z_{\text{плата}}^{\text{сущ}} = 28 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,18 \cdot 0,08 / 141340 \cdot 2 = 1,75$ $Z_{\text{плата}}^{\text{проект}} = (2 \cdot 66,71 + 1 \cdot 79,89) \cdot 2 \cdot 1142 \cdot 2,41 \cdot 0,05 / 141340 = 0,54$	2,38	0,54
3. Затраты на амортизацию и текущий ремонт, руб.	$P_{\text{аморт.}} = [(\Pi_{\text{обор.}} \cdot (1 - B_p) \cdot N_{\text{ат.}} \cdot t_{\text{штук}} \cdot 1,3)] / (\Phi_{\text{э}} \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot 100)$ $P_{\text{А}}^{\text{сущ.}} = 400000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 7 \cdot 0,14 \cdot 1,3 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,24$ $P_{\text{А}}^{\text{проект.}} = 400000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 7 \cdot 0,09 \cdot 1,3 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,32$	0,24	0,32
4. Расходы на электроэнергию, руб.	$P_{\text{э.э.}} = (M_{\text{у}} \cdot t_{\text{машин.}} \cdot K_{\text{одл.}} \cdot K_{\text{маш.}} \cdot K_{\text{вр.}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{энерг.}}) / (КПД \cdot 60)$ $P_{\text{э}}^{\text{сущ.}} = (18,5 \cdot 0,035 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / (0,8 \cdot 60) = 0,001 \cdot 12 = 0,012$ $P_{\text{э}}^{\text{проект.}} = (172 \cdot 0,07 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 3,8) / (0,8 \cdot 60) = 0,02$	0,03	0,02

Продолжение таблицы 6.6

Показатель	Расчет и формула	Значение показателя	
		Существующий	Проектный
1	2	3	4
5. Расходы на штамповый инструмент, руб.	$P_{И} = (\Pi_{шт.} \cdot [1 - B_{р.и.}]) / T_{и. шт.}$ $P_{И}^{сущ}_1 = 630090 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 2,14 \times 2 = 4,28$ $P_{И}^{сущ}_2 = 590870 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 2,01 \times 2 = 4,02$ $P_{И}^{сущ}_3 = 580605 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 1,97 \times 2 = 3,94$ $P_{И}^{сущ}_4 = 590650 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 2,01 \times 2 = 4,02$ $P_{И}^{сущ}_5 = 615400 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 2,09 \times 2 = 4,18$ $P_{И}^{сущ}_6 = 593700 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 2,02 \times 2 = 4,04$ $P_{И}^{пр}_1 = 1011856 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 3,44$ $P_{И}^{пр}_2 = 980765 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 3,33$ $P_{И}^{пр}_3 = 993670 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 3,38$ $P_{И}^{пр}_4 = 985500 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 3,35$ $P_{И}^{пр}_5 = 1000430 \cdot (1 - 0,15) / 250000 = 3,40$	<p>4,28+4,02+</p> <p>+3,94+4,02+</p> <p>+4,18+4,04=</p> <p>=24,48</p>	<p>3,44+3,33+</p> <p>3,38+3,35+</p> <p>+3,40=</p> <p>=16,9</p>
6. Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.	$P_{пл} = S_{уу} \cdot n_{об} \cdot \Pi_{пл} \cdot K_3 / N_{г}$ $P_{пл}^{сущ} = 1,56 \cdot 12 \cdot 4500 \cdot 0,08 / 141340 \cdot 2 = 0,04$ $P_{пл}^{пр} = 12 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,05 / 141340 = 0,03$	0,04	0,03
7. Расходы на зарплату наладчика, руб.	$З_{нал} = (n_{об} \cdot C_{т} \cdot \Phi_{э.р.} \cdot K_{зпл} \cdot K_3) / (n_{обс} \cdot N_{г})$ $З_{нал}^{сущ} = (12 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,41) / (1 \cdot 141340 \cdot 2) = 9,39$	9,39	-
Итого: Технологическая себестоимость, руб.	$C_{тех} = M + З_{пл} + P_A + P_3 + P_{И} + P_{пл} + З_{нал}$ $C_{тех}^{сущ} = 158 + 2,38 + 0,24 + 0,03 + 24,48 + 0,04 + 9,39 = 194,5$ $C_{тех}^{пр} = 131 + 0,54 + 0,32 + 0,02 + 16,9 + 0,03 = 148,8$	194,5	148,8
8. Цеховые расходы, руб.	$P_{цех} = З_{пл} \cdot K_{цех}$ $P_{цех}^{сущ} = 2,38 \cdot 1,72 = 3,99$ $P_{цех}^{пр} = 0,54 \cdot 1,72 = 0,93$	3,99	0,93
Всего: Цеховая себестоимость, руб.	$C_{цех} = P_{цех} + C_{тех}$ $C_{цех}^{сущ} = 3,99 + 194,52 = 198,5$ $C_{цех}^{пр} = 0,93 + 148,8 = 149,74$	198,5	149,74

Таблица 6.7 - Структура себестоимости продукции сравниваемых вариантов

«Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
	Существующий	Проектный	Существующий	Проектный
1	2	3	4	5
1. Материалы	158	131	79,59	87,48
2. Основная зарплата	2,38	0,54	1,2	0,46
3. Расходы на содержание оборудования	0,24	0,32	0,16	0,36
4. Расходы на электроэнергию	0,03	0,02	0,01	0,02
5. Расходы на производственную площадь	0,04	0,03	0,02	0,02
6. Расходы на штамповую оснастку	24,48	16,9	12,3	11,28
7. Зарплата наладчика	9,39	-	-	-
7. Цеховые расходы	3,99	0,93	2,0	0,62
Цеховая себестоимость	198,5	149,74	100	100

6.4. Расчет параметров экономической эффективности сравниваемых вариантов

6.4.1. Расчет капитальных вложений

Таблица 6.8

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Существующий	Проектный
1	2	3	4
1. Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об. сущес.} = n_{обор.} \cdot C_{обор.} \cdot K_3$ $12 \cdot 400000 \cdot 0,08 = 384\ 000$ $K_{об. проект.} = 1 \cdot 9850000 \cdot 0,05 = 492\ 500$	384 000	492 500

Продолжение таблицы 6.8

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Существующий	Проектный
1	2	3	4
2. Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_{\text{монт.}} = K_{\text{обор.}} \cdot K_{\text{монт}}$ $K_{\text{монт.}}^{\text{сущ.}} = 384000 \cdot 0,25 = 96\ 000$ $K_{\text{монт.}}^{\text{проект.}} = 492500 \cdot 0,25 = 123\ 125$	96 000	123 125
Затраты на специальную оснастку, руб.	$K_{\text{инс.}} = \sum C_{\text{штук}} \cdot n_{\text{штук}}$ $K_{\text{инс.}}^{\text{сущ.}} = (630090 + 590870 + 580605 + 90650 + 615400 + 593700) \cdot 2 = 7\ 202\ 630$ $K_{\text{инс.}}^{\text{проект.}} = 966695 + 980765 + 993670 + 985500 + 1000430 = 4\ 972\ 221$	7 202 630	4 972 221
Затраты на производственную площадь	$K_{\text{пл.}} = n_{\text{обш.}} \cdot S_{\text{у}} \cdot C_{\text{пл.}} \cdot K_3$ $K_{\text{пл.}}^{\text{сущ.}} = 12 \cdot 1,56 \cdot 4500 \cdot 0,08 = 11\ 232$ $K_{\text{пл.}}^{\text{проект.}} = 1 \cdot 12 \cdot 4500 \cdot 0,05 = 4500$	11 232	4 500
Итого	$K_{\text{соп.}} = K_{\text{монт.}} + K_{\text{инс.}} + K_{\text{пл.}}$ $K_{\text{соп.}}^{\text{сущ.}} = 96\ 000 + 7\ 202\ 630 + 11\ 232 = 7\ 309\ 862$ $K_{\text{соп.}}^{\text{проект.}} = 123\ 125 + 4\ 972\ 221 + 4\ 500 = 5\ 099\ 846$	7 309 862	5 099 846
3. Общие капитальные вложения, руб.	$K_{\text{общ.}} = K_{\text{об.}} + K_{\text{соп.}}$ $K_{\text{общ.}}^{\text{сущ.}} = 384000 + 7\ 309\ 862 = 7\ 693\ 862$ $K_{\text{общ.}}^{\text{проект.}} = 492500 + 5\ 099\ 846 = 5\ 592\ 346$	7 693 862	5 592 346
4. Удельные капитальные вложения, руб.	$K_{\text{уд.к}} = K_{\text{общ.}} / N_{\Gamma}$ $K_{\text{уд.к}}^{\text{сущ.}} = 7\ 693\ 862 / 141340 \cdot 2 = 27,22$ $K_{\text{уд.к}}^{\text{проект.}} = 5\ 592\ 346 / 141340 = 39,57$	27,22	39,57

6.4.2. Расчет показателей экономической эффективности

проектируемого варианта

Таблица 6.9

Показатель	Расчет	Значение	
1	2	3	
1. Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\mathcal{E}_{\text{усл.г.}} = (C_{\text{цех}}^{\text{дсв.}} - C_{\text{цех}}^{\text{птн}}) \cdot N_{\text{год}} = (198,5 - 149,74) \cdot 141340 = 6\,891\,734$	6 891 734	
2. Приведенные затраты, руб.	$Z_{\text{прив.}} = C_{\text{цех}} + E_n \cdot K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пр}}^{\text{дсв.}} = 198,5 + 0,33 \cdot 27,22 = 207,48$ $Z_{\text{пр}}^{\text{птн}} = 149,74 + 0,33 \cdot 39,57 = 162,79$	207,48	162,79
3. Срок окупаемости капитальных вложений, год	$T_{\text{окуп.}} = K_{\text{и}}^{\text{дсв.}} / \mathcal{E}_{\text{уг}}$ $= 4\,972\,221 / 6\,891\,734 = 0,72 \approx 1$	1	
4. Годовой экономический эффект, руб.	$\mathcal{E}_{\text{год}} = (Z_{\text{пр}}^{\text{дсв.}} - Z_{\text{пр}}^{\text{птн}}) \cdot N_{\text{г}} = (207,48 - 162,79) \cdot 141\,340 = 6\,316\,484$	6 316 484	

Вывод:

При внедрении проектного техпроцесса изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» легкового автомобиля было выявлено, что себестоимость комплекта детали снизилась на 24,8% (т.е. на 48,76 руб.).

На основе расчета и анализа затрат на изготовление продукции, можно сделать вывод, что снижение себестоимости происходит за счет:

- 1) снижения трудоемкости с 0,14 мин до 0,09 мин;
- 2) снижения затрат на штамповую оснастку с 24,48 руб. до 16,9 руб., в связи с осуществлением одновременной штамповки двух симметричных деталей;
- 3) снижения затрат на материалы за счет увеличения КИМ;
- 4) снижения затрат на основную заработную плату рабочих за счет уменьшения их численности.

При этом технологический эффект (условно годовая экономия) составит 6 891 734 рублей; годовой экономический эффект составит 6 316 484 рублей при сроке окупаемости штамповой оснастки год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном дипломном проекте процесс изготовления детали «Усилитель внутренней панели передней двери» автомобиля был переведен в автоматический режим. Был проведен выбор оборудования для проведения штамповочных операций – многопозиционный пресс-автомат, подобраны средства автоматизации, сконструирована штамповая оснастка, рассмотрена безопасность и экологичность проекта и его экономическая эффективность.

Как показали расчеты и исследования автоматизация технологического процесса, имеет ряд преимуществ. Так детали являются более качественными, уменьшается трудоемкость, стойкость штамповой оснастки увеличивается, освобождаются производственные площади, в результате всего значительно уменьшается себестоимость изготовления детали. Исследования по безопасности и экологичности проекта показали, что данный технологический процесс является более предпочтительным, чем используемый в производстве, так как устраняются многие опасные и вредные производственные факторы, условия работы рабочих улучшаются. Таким образом, были достигнуты цели и задачи дипломного проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агарков А. П. Управление качеством [Электронный ресурс]: учебник / А. П. Агарков. - Москва: Дашков и К°, 2014. - 204 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02226-5.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Гусев А. А. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс]: учебник / А. А. Гусев, И. А. Гусева. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Машиностроение, 2013. - 413 с. - (Для вузов). - ISBN 978-5-94275-722-9.
4. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. - Саратов: Вузовское образование, 2015. - 459 с. - (Высшее образование).
5. Беспалов А. В. Деформация в условиях сверхпластичности — инновационная технология обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: [учеб. пособие] / А. В. Беспалов, А. В. Соколов, А. П. Петров. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 56 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102498-0
6. Золотухин П. И. Основные положения теории обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П. И. Золотухин, И. М. Володин; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2013. - 239 с. - ISBN 978-5-88247-624-2.
7. Технология листовой штамповки [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. И. Бер [и др.]. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 168 с.: ил. - ISBN 978-5-7638-2650-0.
8. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973. - 408 с.

9. Солнцев Ю. П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. для студентов вузов / Ю. П. Солнцев, Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен; под ред. Ю. П. Солнцева. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2014. - 503 с. - ISBN 978-5-93808-238-3.
10. Золотухин П.И. Основные положения теории обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П. И. Золотухин, И. М. Володин; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2013. - 239 с. - ISBN 978-5-88247-624-2.
11. Скрипачев А. В. Вытяжка листового материала [Электронный ресурс]: электрон. учеб. -метод. пособие / А. В. Скрипачев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2016. - 51 с.: ил. - Библиогр.: с. 45. - Прил.: с. 46-51. - ISBN 978-5-8259-0966-0.
12. Огаджанян О.И. Технологические процессы сборки и изготовления деталей штампов [Электронный ресурс]: методическая разработка к выполнению практических занятий и заданий по дисциплинам «Проектирование и эксплуатация штампов» и «Технология производства изделий в машиностроении»/Огаджанян О.И.— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 32 с.
13. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти изд-во ТГУ, 2016
14. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Безъязычный В.Ф.— Электрон. текстовые данные. — М.: Машиностроение, 2013. — 568 с.
15. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В.Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007. -19 с.

16. Сергель Н. Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. - 732 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-540-3.
17. Огаджанян О. И. Технологические процессы сборки и изготовления деталей штампов [Электронный ресурс]: метод. разработка к выполнению практ. занятий и заданий по дисц. «Проектирование и эксплуатация штампов» и «Технология производства изделий в машиностроении» / О. И. Огаджанян; Липецкий государственный технический университет. - Липецк: ЛГТУ, 2014. - 32 с.
18. Сухов С.В. Основы проектирования технологий листовой штамповки [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. В. Сухов, А. В. Соколов, М. В. Жаров. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 124 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010615-1.
19. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
20. 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.
21. 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.
22. Methods of Optimization of Sheet Metal Forming Processes Concerning The Reduction of spring back Charity Borden Alexandra– the Annals of “Dunarear De Joss” University Of Galati Fascicle V, Technologies in Machine Building, Isn't 1221- 4566, 2009.
23. Development and Manufacture of Dies for Car Body Production, 1997, K. Siegert, T. Alton, T. Nakagawa.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Фигуры Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	
						№
Лесб. леснич.						
					Документация	
	40	17.БР.СОМДыРП.596.00.000.СБ	Комплекс оборудования			
					Сборочные единицы	
Склад №	1	17.БР.СОМДыРП.596.01.000	Листоагрегатчик	1		
	2	17.БР.СОМДыРП.596.02.000	Пресс	1		
	3	17.БР.СОМДыРП.596.03.000	Тележка для сборочных заготовок	1		
	4	17.БР.СОМДыРП.596.04.000	Нижнее устройство смазки маслом	1		
	А1	5	17.БР.СОМДыРП.596.05.000	Штмпн для выжимки	1	
		6	17.БР.СОМДыРП.596.06.000	Штмпн для обрезки 1-ой пробки 1-ой	1	
		7	17.БР.СОМДыРП.596.07.000	Штмпн для обрезки 2-ой пробки 2-ой	1	
		8	17.БР.СОМДыРП.596.08.000	Штмпн для пробки	1	
		9	17.БР.СОМДыРП.596.09.000	Штмпн для разделения	1	
		10	17.БР.СОМДыРП.596.10.000	Подъемные ворота	2	
		11	17.БР.СОМДыРП.596.11.000	Привод	2	
		12	17.БР.СОМДыРП.596.12.000	Отдельный транспортер	1	
		13	17.БР.СОМДыРП.596.13.000	Вал отбора мощности	1	
		14	17.БР.СОМДыРП.596.14.000	Тележки для готовых деталей	2	
		15	17.БР.СОМДыРП.596.15.000	Грейферные линейки	2	
		16	17.БР.СОМДыРП.596.16.000	Выкатной стол (болстер)	2	
17.БР.СОМДыРП.596.61.00.000СБ						
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ	Лазуцкий Д.Г.					
Проб	Смолин Е.Л.					
Исполн	Риткалова А.Г.					
Чит	Ельцова В.В.					
Комплекс оборудования (вид общий)				Лист	Листов	
				14	1 1	
				ТГУИМ гр.МСБз-1231		
Копировал				Формат А4		