

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

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

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления
детали «Усилитель опоры пружины подвески» легкового автомобиля

Студент(ка)	С.П. Кокодеев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Е.Л. Смолин	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	И.В. Краснопевцева	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	И.В. Дерябин	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	В.Г. Виткалов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., доцент В.В. Ельцов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2017

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «СОМДиРП»

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент: Кокодеев Сергей Павлович

1. Тема: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель опоры пружины подвески» 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»

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Анализ технологии изготовления детали, 2. Разработка технологического процесса изготовления детали, 3. Выбор оборудования, 4. Разработка конструкции штамповой оснастки, 5. Безопасность и экологичность технического объекта, 6. Экономическая часть.

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

6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта
(И.В. 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

(подпись) Е.Л. Смолин
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись) Кокодеев С.П.
(И.О. Фамилия)

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

_____ В.В. Ельцов

«___» _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента: Кокодеева С.П.

По теме: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Усилитель опоры пружины подвески» легкового автомобиля».

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. -15.06.17			

Аннотация к бакалаврской работе.

«В выпускной, бакалаврской работе выполнен технологический процесс производства изделия «Усилитель опоры пружины подвески» легкового автомобиля»[2].

«Показан нынешний технологический процесс производства данного изделия и были обнаружены его недостатки, в следствии которых сделана цель работы и определены основные задачи. Рассчитаны основные параметры представленной технологии, найдены энергосиловые параметры каждой операции нового варианта техпроцесса. Было выбрано новое автоматическое технологическое оборудование с новыми средствами автоматизации; спроектирован штамп для гибки и выполнены расчеты на прочность его рабочих частей» [4].

«Рассмотрены условия рабочего труда на данном участке штамповки и изложены меры по безопасности охраны труда, так же было проведено исследование по экологичности проекта. Для ввода данной проектной технологии была подсчитана ее экономическая эффективность» [3].

Содержание

Введение.....	7
1) Исследование технологичности изготовления изделия.....	9
1.1. Исследование технологичности изделия.....	9
1.2. Действующая технология изготовления изделия.....	13
1.3. Недостатки действующих технологий и их критика.....	19
1.4. Задачи бакалаврского задания.....	20
2) Изготовление детали. Разработка технологического процесса.....	21
2.1. Исследование плана предложенного данным технологическим процессом.....	21
2.2. Измерение размеров и формы исходной заготовки.....	22
2.3. Расчет КИМ и планировка рационального раскроя материала.....	25
2.4. Представление технологического процесса.....	28
2.5. Исследование энергосиловых характеристик штамповки.....	30
2.5.1. Исследование энергосиловых Характеристик вырубки и пробивки.....	30
2.5.2. Исследование энергосиловых характеристик первой гибки.....	34
2.5.3. Исследование энергосиловых характеристик второй гибки.....	35
2.5.4. Исследование энергосиловых характеристик третьей гибки.....	36
2.5.5. Исследование суммарных энергосиловых параметров.....	36
3) Подбор оборудования по основным характеристикам.....	37
3.1. Выбор оборудования и его главные характеристики.....	37
3.2. Подбор оборудования с автоматизацией. Важнейшие его характеристики.....	42
3.3. Предоставление разряда и общих черт при работе на автоматической линии.....	43
4) Исследование элементов штампового оснащения.....	44
4.1. Исследование штампового оснащения, конструкция их элементов и работа с ними.....	45
4.2. Подсчет разработки изделия для деталей штампа и расчета прочностных материалов для их изготовления.....	51
4.2.1. Подсчет несущей основы пуансона на деформирование.....	51
4.2.2. Подсчет пуансона на деформирование в мельчайшем сечении.....	52
4.3. Расчет чисел и расположение гибких элементов.....	52
4.4. Определение исполнительных размеров инструмента.....	54

5) Экология и безопасность жизнедеятельности рабочих, объекта и технологического процесса.....	55
5.1. Технологическая характеристика объекта.....	55
5.2. Изучение всех эксплуатационных рисков для производства и технологичности.....	55
5.3. Способы сокращения профессиональных рисков.....	57
5.4. Пожарная безопасность объекта и ее обеспечение.....	59
6) Часть по экономическим расчетам производства.....	64
6.1. Сравнительная характеристика вариантов.....	64
6.2. Расчет для штампа на вторую гибку.....	64
6.3. Начальные сведения для выполнения расчетов для параметров эффективности введения свежей технологии.....	65
6.4. Подсчет численности оборудования, параметров его загрузки, необходимого числа рабочих и нужного количества штампов.....	67
6.5. Подсчет себестоимости продукта в сравнении различных вариантов.....	68
6.6. Подсчет различных вариантов в сравнении.....	71
6.7. Подсчет нормативов экономической действенности планируемого варианта.....	72
6.7.1. Подсчет общих вкладов.....	72
6.7.2. Подсчет нормативов экономической действенности планируемого варианта.....	73
Заключение.....	74
Список используемых источников.....	75
Приложения.....	77

ВВЕДЕНИЕ

«Листовая штамповка — это, изготовление изделий, и полуфабрикатов из листового металлического материала деформированием под действием давления. Холодное штампование подразумевает собой операцию производства более разных, согласно предназначению.

Огромнейшее развитие холодной штамповки объясняется рядом ее положительных сторон. К основным из них представлены:

1. возможность получения достаточно крепких и жестких, и в то же время легких по массе элементов при не большой трате материала;
2. взаимозаменяемость получаемой холодной листовой штамповкой изделий по причине их высочайшей точности;
3. Огромнейшая результативность и сниженная стоимость продуктов;
4. возможность использования неквалифицированной рабочей силы;
5. сравнительно уменьшенные траты примененного материала рядом правильном построении тех. Процесса и раскрое материала;
6. Отличные условия для автоматизации факторов штамповки вплоть до развития автоматических линий и участков»[2].

«За прошедшие года значительно возросла результативность работы в следствии абсолютной либо не полной механизации и автоматизации процессов листовой штамповки, а помимо этого нынешних и высокоскоростных методов штамповки. Получили очень большое пользование многопозиционные прессы-автоматы и автоматические линии, в которых прессовое оборудование работает совместно с разными средствами автоматизации, делающими множество операций. В отдельности стоит напомнить о многопозиционных прессах - автоматах, средства автоматизации в которых включены в конструкцию прессы, вследствие чего штамповка проходит с максимально большой производительностью, так как трата времени на передачу заготовок между штампами и их закладку в

штампы сведены к наименьшему кол-ву. Другое превосходство многопозиционных прессов-автоматов – это высокая точность штамповки вследствие размещения всех штампов на едином столе прессы («болстере»). Вследствие отличительным чертам его конструкции, монтаж штампов и их замена производятся незамедлительно, что также уменьшает трату времени.

В массовом холодно-штамповочном производстве находят использование специальные производственные робото-технологические комплексы, базирующиеся в максимально возможной автоматизации производства, когда контроль над технологическим процессом осуществляется с помощью электронных измерителей, окончательных выключателей, светодиодов и т.д. Подобные сложные комплексы применяются с целью осуществления разных тех.процессов, похожих по выбору и последовательности штамповочных операций, что имеет место при выпуске конкретной номенклатуры изделий»[2].

Задача выпускной квалификационной работы – понижение себестоимости изготовления изделия “Усилитель опоры пружины подвески” для легкового автомобиля в расчет снижения трудоемкости производства по средствам внедрения средств автоматизации.

1. Исследование технологичности изготовления изделия.

1.1. Исследование технологичности изделия.

«Под технологичностью подразумевается комплекс качеств и конструктивных компонентов, которые гарантируют более простое и экономичное изготовление изделия при следовании в технических и эксплуатационных условий к ней»[2].

«ключевые характеристики технологичности штампованного изделия:

- наибольший показатель использования материала (КИМ);
- наименьшее число и не высокая трудоемкость действий
- отсутствие последующей механической обработки изделия;
- наименьшее число требуемого оборудования и производственных площадей;
- наименьшее число оснастки и не высокие расходы на ее производство;
- большой коэффициент производительности труда»[1].

«Для изготовления «Усилителя опоры пружины» используется распространенная в автомобилестроении пластичная кузовная сталь марки **08 кп**, толщина стали – 3,5 мм»[1].

«Усилитель изготавливается на нескольких операциях. В осуществлении любой из них накладываются персональные условия, выполнение каких содействует высококачественному осуществлению штамповочной операции. С целью выполнения подробного разбора технологичности рассмотрим все действия тех. Процесса и сделаем анализ технологичности их исполнения»[3].

1) Требование к детали при вырубке-пробивке:

- «Контур вырубки соответствует условиям технологичности: отсутствуют ненужные конфигурации с не широкими и длинными вырезами контура.

- Пробиваемые отверстия $\varnothing 11$ мм. находятся на достаточном расстоянии от кромки заготовки. Конструкция данной детали соответствует этому требованию: $a \approx$ от 30 до 85 миллиметров между краями круглых отверстий. Минимальный объем пробиваемых отверстий при значении границы предела прочности $\sigma_B = 300$ МПа обязан составить: $d_{\min} = 1,5$ миллиметр; в нашем случае отверстия имеют $\varnothing 11$ миллиметров.
- Размеры фасонного округлого отверстия 17×21 миллиметра технологичны; радиус закруглений $R = 8,5$ мм считается подходящим ширине отверстия»[1].

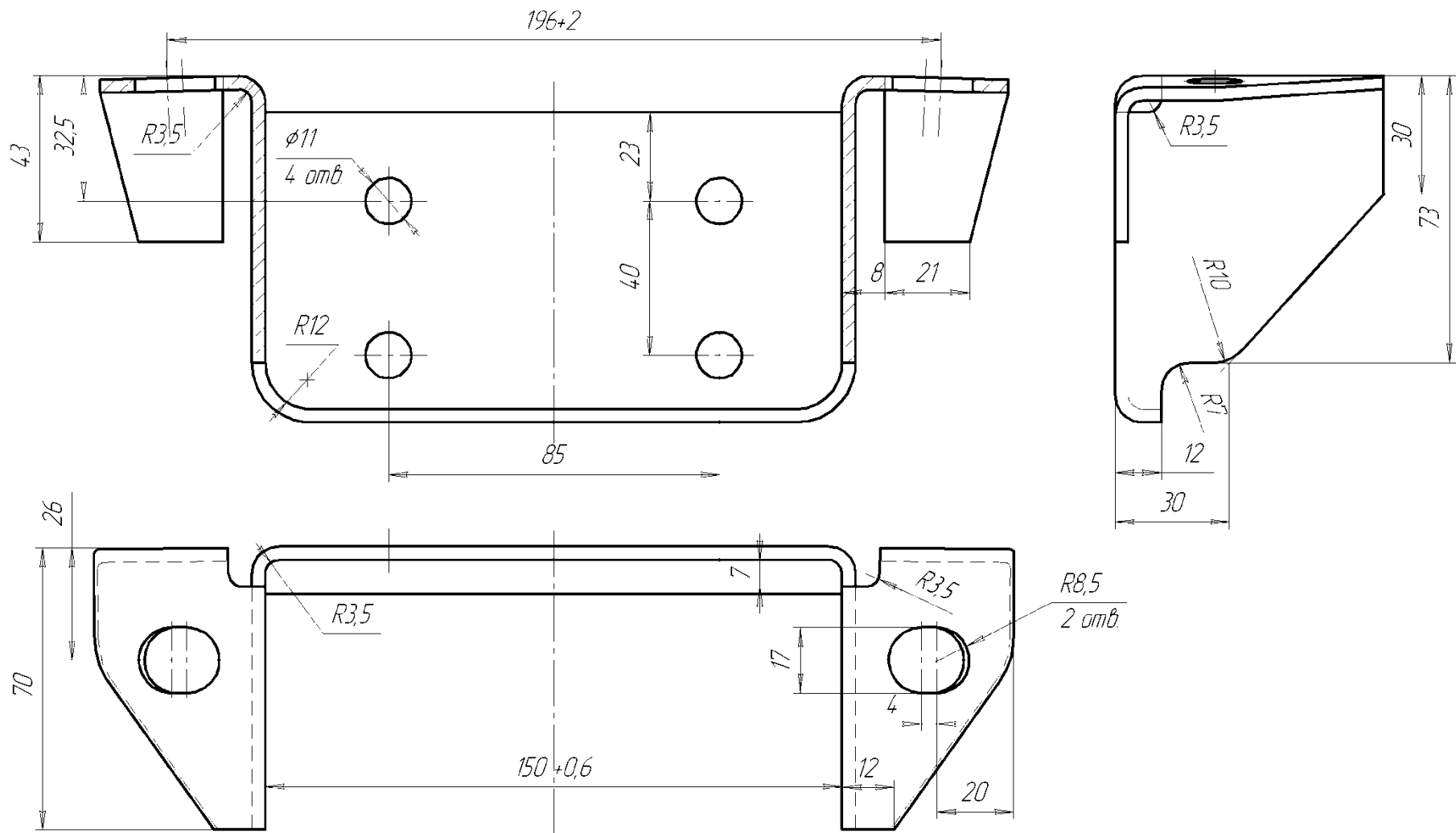


рисунок 1.1 “Усилитель опоры пружины”

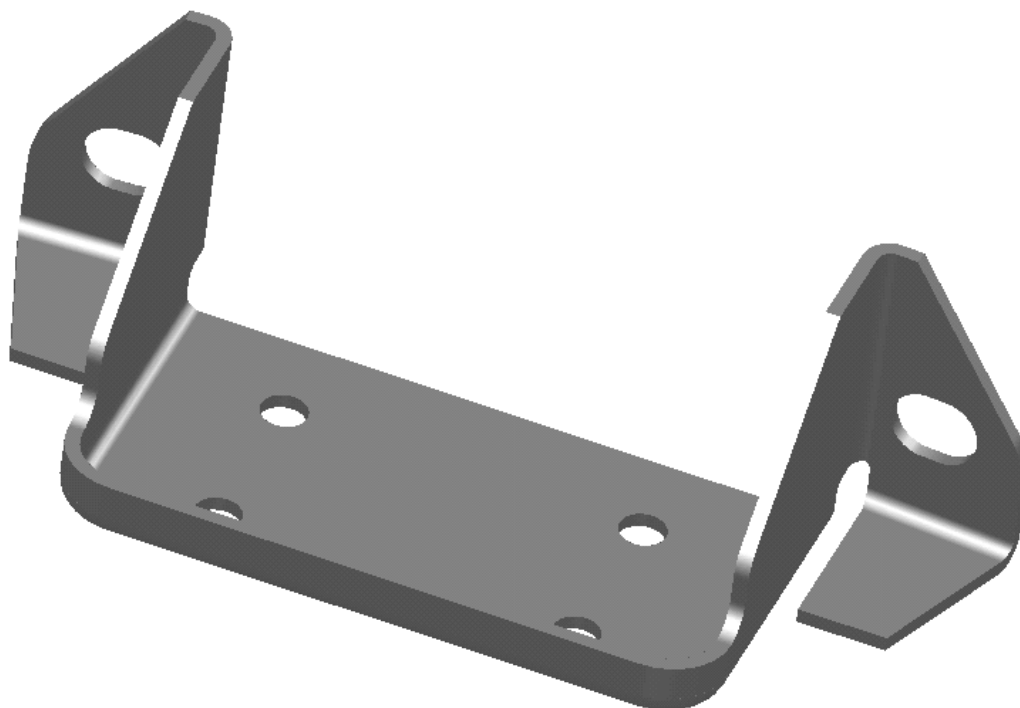


рисунок 1.2“Усилитель опоры пружины”

2) Технологические требования к детали при гибке:

- «Минимальный допустимый радиус гибки для пластичных материалов составляет $R > S = 3,5$ миллиметра, направление волокон при этом не учитывается ; условие выполняется « $R_{\min} = 3,5$ миллиметра».
- Наименьший уровень огибаемой полки обязан отвечать требованию $h > 3 \cdot S = 10,5$ миллиметров ; при постепенной гибке полки размер h только в единичном случае является $h_{\min} = 10$ миллиметров, а в оставшихся – заведомо более, что благоприятствует требованию.
- Для предотвращения преломления формы отверстия нужно брать расстояние от центра радиуса гибки до края пробитого отверстия: $a \geq 2 \cdot S$ равна 7 миллиметрам; в нашем случае для отверстия $\varnothing 11$ миллиметров, расположение до линии гибки $a = 7$ миллиметров, что является верным условием»[1].

- «Выше упомянутое условие производится и для пробиваемых фасонных отверстий овальной формы, круглый край которых находится от центра радиуса гибки на 7 миллиметров»[1].

«Коэф-т применения материала для описанной далее имеющейся технологичности составляет около 59 процентов, что немного усугубляет технологичность изделия, так как, нужно понимать, что именно КИМ считается главным показателем технологичности приготовления штампованной детали»[3].

«Делаем вывод, что деталь «Усилитель опоры пружины » удовлетворяет общим требованиям технологичности, предъявляемым к конструкциям листовых штампованных деталей»[4].

1.2. Действующая технология изготовления изделия.

«Первая операция существующей технологии изготовления изделия – вырубка-пробивка – происходит на прессе модели К-3034 с усилием 2,5 МН, оснащенного разматывающим устр-м и устр-м подачи в зону обработки, и удаляющим устр-м, изготовленного в виде лоткового съемника маятникового типа»[3].

«На этом этапе одновременно производится вырубка заготовки из ленты шириной 155 миллиметров с шагом 290 миллиметров и пробивка четырех отверстий диаметром 11 миллиметров. Раскрой металла – однорядный, ось симметрии заготовки расположена поперек ленты»[2].

« Оставшиеся рубежи изготовления изделия происходит на линии прессов К-3132 усилием 1,6 МН. Заготовка после окончания технологического процесса переходит для транспортировки следующих операций производится мех-ми транспортерами. Закладка в штампы –

полностью лежит на руках рабочего. Удаление из рабочей зоны на транспортер происходит при помощи пневматического сдува.

Вторая операция тех. Процесса - первая гибка: получают две симметричные полки; загиб происходит поперек оси заготовки на угол составляющий 90° .

В третьей операции применяется - вторая гибка: получают две симметричные полки, но изгиб делается вдоль оси заготовки; в то же время вдоль длинной стороны заготовки выполняется изгиб буртика высотой 12 миллиметров, формирующий жесткость конструкции изделия; угол изгиба похож на предшествующую гибку – 90° .

В четвертой операции происходит третья гибка: выполняется загиб двух симметричных полок, направленность изгиба – вдоль оси заготовки; угол изгиба тот же – 90° .

На окончательной, пятой операции происходит пробивка двух округлых отверстий размером 17×21 миллиметр»[4].

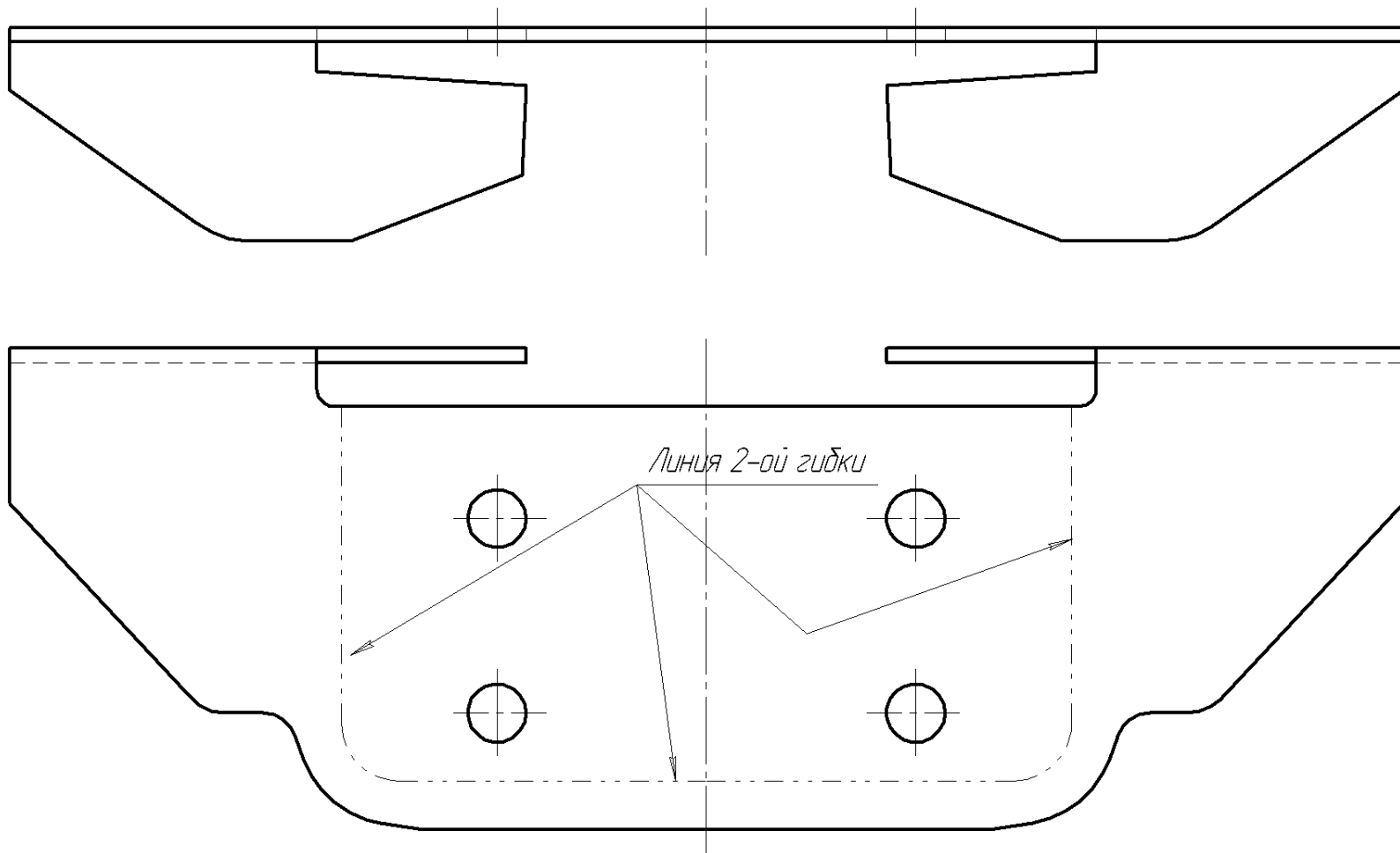


Рисунок 1.4
Операция 20 по первой гибке

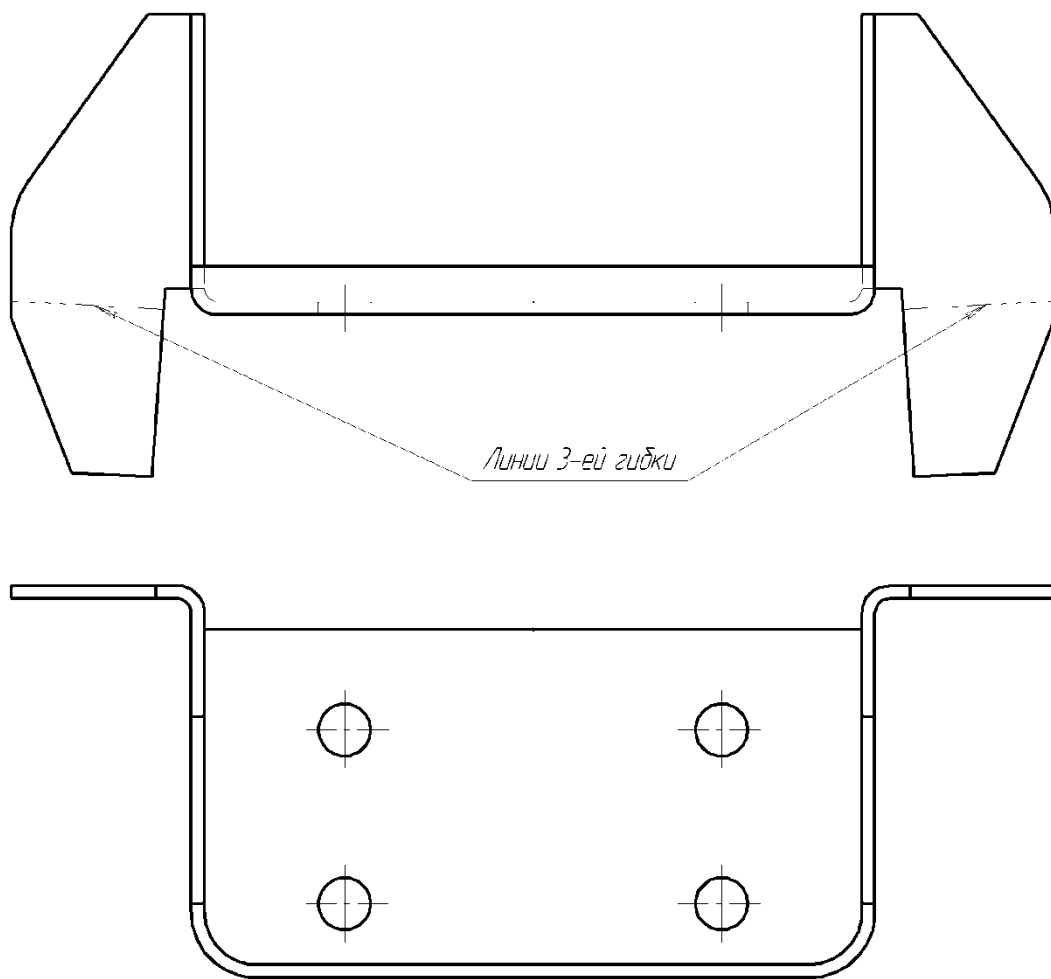


Рисунок 1.5 Операция 30 по второй гибке

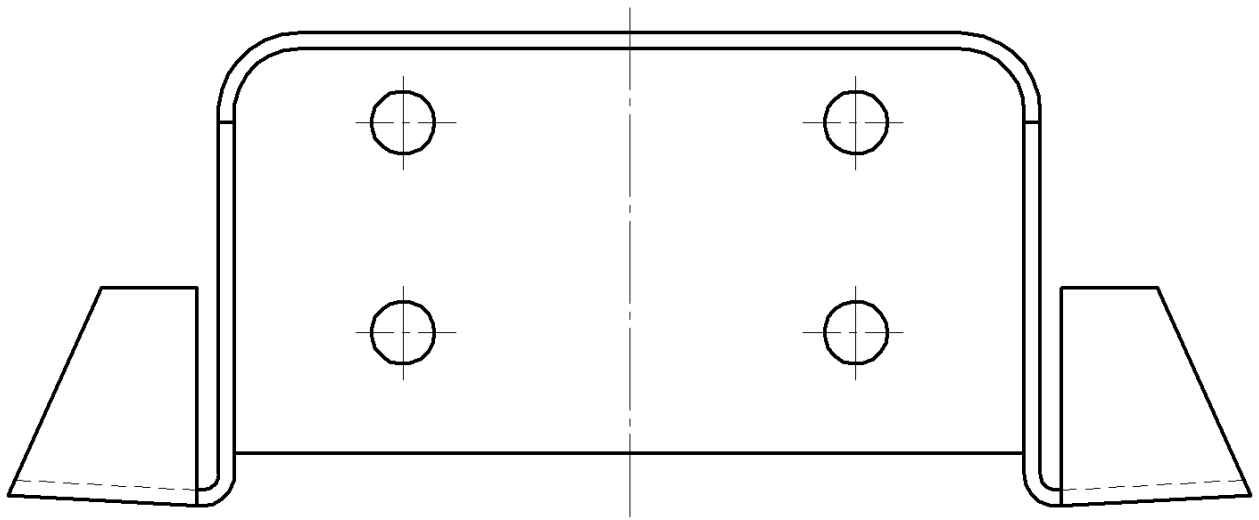


Рисунок. 1.6 Операция 40 по третьей гибке

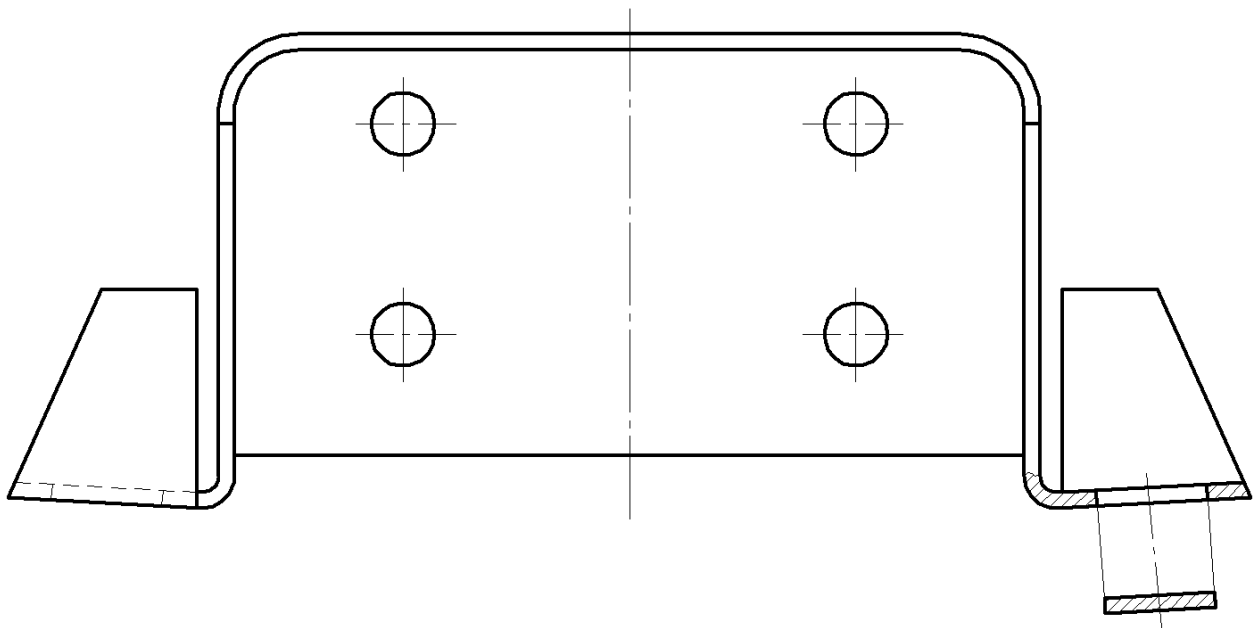


Рисунок. 1.7 Операция 50 по пробивке четырех отверстий

1.3. Недостатки существующих технологий и их критика.

«Анализ существующего тех. Процесса показал его будущие недостатки:

- 1) производительность на предварительной операции во многом превосходит производительность последующих штамповочных операций – на сумму около девятиста заготовок в час для подготовительной операции и порядка пятьсот пятидесяти деталей в час для линии прессов, собственно это приводит к тому, что наибольший объем заготовок отвозят на склад лишь доля поступает к линии кривошипных прессов К-3132; в результате производительность выпуска деталей низкая – находится в зависимости от темпа штамповки на линии прессов»[4].
- 2) «проявляется межоперационный задел из-за разной производительности между первой и второй операциях, появляются издержки по часам на транспортно-складские операции, и вырастают траты на починку и сервис автопогрузчиков;
- 3) Погружение заготовок в штампы и установка их в штампах вручную, сильно понижает рабочее время процесса;
- 4) Используя ручной труд рабочих, увеличивает затраты на оплату труда что приводит к повышению стоимости изделия.
- 5) Используя поточную ручную штамповку приводит к повышению травматизма и снижению культуры труда – что приводит к стремительному утомлению рабочих»[2].

«Принимая во внимание отмеченные минусы рассмотренного тех. Процесса, приходим к заключению: следует совершить переход процесса изготовления данной детали на более совершенную технологическую схему. Рационально применение в новейшем виде тех. процесса многопозиционную штамповку на пресс-автомате, который оснащен устройством автоматической передачи заготовок, к примеру грейферной подачи»[3].

«Подобным способом, необходимо создать новый тех. процесс, не обладающий недостатками существующей технологии. Это даст возможность

достигнуть поставленной цели и снизить себестоимость изготовления «Усилителя опоры пружины» для легкового автомобиля»[5].

1.4. Задачи бакалаврского задания.

«Для того чтобы достигнуть представленным целям важно решить последующие задачи:

- Поменять применяемую схему раскроя материала для увеличения эффективности его применения ;
- Подсчитать энергосиловые характеристики процессов штамповки с применением новейшей технологической схемы;
- Выбрать оборудование и оснастку, и средство автоматизации, предоставляющие высококачественное и производительное исполнение новейшего тех.Процесса;
- Подготовить новейшую штамповую оснастку, при этом рассчитывая новые характеристики выбранного технологического оснащения;
- Произвести анализирование критериев условий труда, создать мероприятия по их повышению;
- Произвести оценивание финансовой производительности свежего варианта тех. Процесса»[6].

2. Изготовление детали. Разработка технологического процесса.

2.1. Исследование плана предложенного данным технологическим процессом.

«При разработке схемы предусматривают характеристики, в прямую направленные на образ и его содержание:

- Годичная программа выпуска деталей;
- Конфигурация и размеры изделия и заготовки;
- Толщина и качество материала заготовки;
- Предъявляемые запросы к качеству поверхности детали, точности приготовления и эксплуатационным чертам детали.

При изготовлении совершенно новых схем тех. Процесса с вычетом недостатков существующих технологий, был выявлен один из ведущих дефектов – очень малая производительность штамповых операций.

Для повышения производительности надо сделать отказ от использования обычной штамповки и сделать выбор в пользу многопозиционной автоматической штамповки с использованием подающего - передающего устройства – грейферной подачи. Специфичность данной работы грейферных линий воздействуют на новый тех. Процесс в лучшую сторону. Многопозиционная штамповка учитывает ряд неотъемлемых операций, которые предоставят высшую точность и качество детали.

Первая операция в тех. схеме – неотъемлемая установка заготовок в нужное положение относительно штампов и грейферных линеек. Данная технология не вынуждает прибегать к ручной ориентации заготовок, потому и нужна точнейшая закрепление деталей в штампах. Возможно и использование конструктивных отверстий в деталях, которые предусмотрены для попадания ловителей и фиксирования заготовок в каждом последующем штампе по ходу тех. Процесса»[6].

«Анализирование технологии изделия показал, что полученные овальные отверстия не подвержены деформации формы при загибке полков. Поэтому нам

следует поменять схему штамповки. Нужно перенести операцию пробивки округлых отверстий в начало штамповки тем самым объединив ее с операциями вырубки-пробивки заготовки. Это во многом упростит штамповочные операции в целом и понизит общее число штамповочных операций»[4].

2.2. Измерение размеров и формы исходной заготовки.

«Для выгодного раскроя материала нужно произвести расчет исходных данных заготовки и задать ей начальную форму. Нахождение размеров плоских заготовок, принадлежащих гибке, приведено на основе равенства длины заготовки, длине нейтрального слоя деформированной детали» [16].

Заготовка изгибается в поперечном и в продольном направлении

Длину развертки в обоих направлениях определим сложением длин прямых сторон и длин нейтрального слоя изогнутых участков сечений.

1) Длина развертки продольного сечения изделия равна сумме длин трех сторон: двух прямолинейных и одного радиусного:

$$L_{\text{Сечение A-A}} = L_1 + 2L_2 + 2R_1 ,$$

где L_1 – длина прямого участка , части сечения , равна 150-ти миллиметрам ;

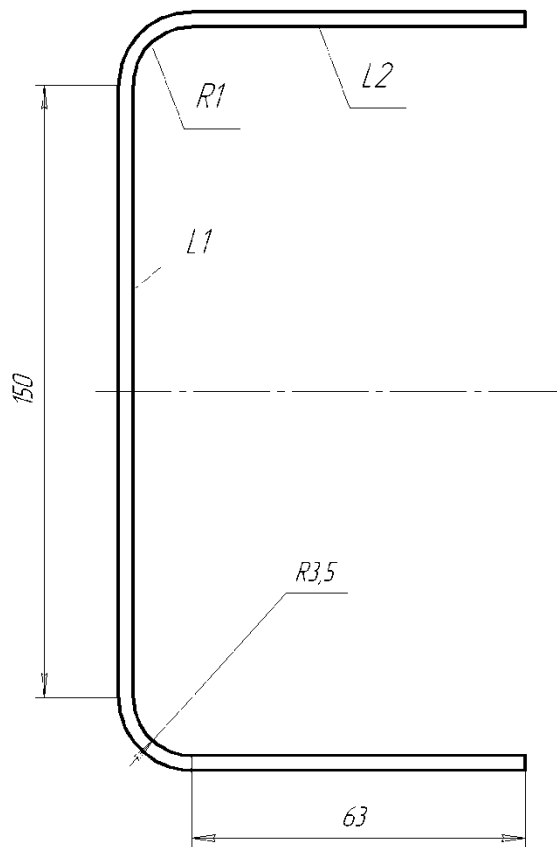


Рисунок 2.1. К определению развертки: длина продольного сечения

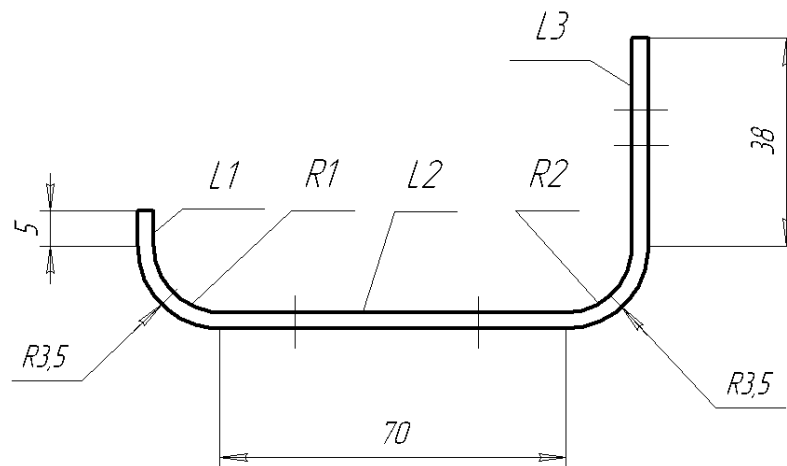


Рисунок 2.2. К определению развертки: длина поперечного сечения

L_2 – длина вертикальной стенки; длина сечения: $L_2 = 63$ миллиметра,

R_1 – длина радиусного участка сечения: $R_1 = 2 \cdot \rho \cdot 3.14 \setminus 4$

ρ – длина не деформируемого слоя:

$$\rho = r + x \cdot S = 3,5 + 0,42 \cdot 3,5 = 4,97 \text{ миллиметра [2.1]}$$

r – Радиус гибки; $r = 3,5$ миллиметра;

x –Размер смещения нейтрального слоя от средней линии; зависит от соотношения $r \setminus S$; $x=0,42$

S – толщина материала; $S = 3,5$ миллиметра.

$R_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,97 \setminus 4 = 7,8$ миллиметра.

В результате, длина наибольшего продольного сечения составила:

$$L_{\text{Сечение А-А}} = 150 + 2 \cdot 63 + 2 \cdot 7,8 = 285 \text{ миллиметров} \gg [7].$$

2) «Длина развертки поперечного сечения детали - это сумма длин 5 сторон: трех прямолинейных и двух радиусных:

$$L_{\text{Сечение}} = L_1 + R_1 + L_2 + R_2 + L_3,$$

где L_1 – длина вертикальной полки; $L_1 = 5$ миллиметров;

R_1 – длина радиусного участка сечения: $R_1 = 2 \cdot \rho \cdot 3.14 \setminus 4$

$$\rho = r + x \cdot S = 3,5 + 0,42 \cdot 3,5 = 4,97 \text{ миллиметра ,}$$

r – радиус гибки; $r = 3,5$ миллиметра;

x – величина смещения нейтрального слоя от средней линии; $x=0,42$ – из справочника» [8].

S – толстота материала; $S = 3,5$ миллиметра.

$R_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,97 \setminus 4 = 7,8$ миллиметра.

L_2 – длина горизонтального участка; $L_2 = 70$ миллиметров,

R_2 – длина другого радиусного участка: $R_2 = R_1 = 7,8$ миллиметра.

L_3 – длина вертикального участка; $L_3 = 38$ миллиметров.

В заключении, длина наивысшего поперечного сечения составляет:

$$L_{\text{Сечение Б-Б}} = 5 + 2 \cdot 7,8 + 70 + 2 \cdot 7,8 + 38 \approx 134 \text{ миллиметра.}$$

В этом случае, максимальные размеры заготовки равны: 285 ×134 миллиметров» [8].

«Было принято решение взять в использование иную схему раскрой. Раскрой останется тем же – однорядным; изменяется лишь расположение развертки изделия в ленте. Развертку изделия было решено разместить так, чтобы ось симметрии совпала с направлением штамповки.

Нужно предусмотреть технологические перемычки. Ее размер нужно назначить в зависимости от толщины материала:

$$b \geq S = 3,5 \text{ миллиметра.}$$

Наибольший габарит развертки определяет Ширину рулонного материала:

$$B = 285 + 3,5 * 2 = 292 \text{ миллиметра.}$$

Нужно выбрать ближнюю по значению ширину ленты: B = 295 миллиметров» [7].

2.3. Расчет КИМ и планировка рационального раскроя материала.

«При штамповке по новейшей схеме выбран однорядный раскрой, выбранный тип раскроя наиболее подходящий для полученной развертки. Поменяем расположение развертки в ленте. В счет этого обязан, вырасти (КИМ) по сравнению со значением по имеющийся технологии.

Экономичность раскроя рассматривают по коэффициенту раскроя:

$$K_p = F_0 * n_p \setminus (B * H). [2.2], \text{ формула взята из учебника Зубцова М.Е.}» [1].$$

где F_0 – площадь вырубленной заготовки, считая отверстия;

H – шаг вырубки; B – ширина ленты; n_p – кол-во рядов раскроя.

Чем ближе выйдет значение K_p к единице, тем идеальнее получится и сам раскрой.

Коэффициент раскроя не предоставляет полнейшего вида об общей величине полезного использования металла. Для этого определяют КИМ.

$$K_{и} = F \cdot n \setminus (B * H)» [2.3].$$

где F – площадь детали с вычетом площадей отверстий;

H – шаг вырубки; B – ширина ленты; n – кол-во фактически получаемых из заготовки деталей.

«Чем ближе приблизится число КИМ к единице, тем идеальнее выйдет раскрой.

Самое время найти значение площади F_0 для расчета коэффициента раскроя, а также значение площади $F_{ЗАГ}$. Обозначим простые площади»[3].

$$F_0 = F_{КАРТОЧКИ} - 2 * (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5) - F_6 - F_7.[2.4]$$

$$F_{ЗАГ} = F_{КАРТОЧКИ} - 2 * (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5) - F_6 - F_7 - 4F_8 - 2F_9[2.5]$$

$$F_{КАРТОЧКИ} = 285 * 134 = 38257 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_1 = (43 * 40) \setminus 2 = 860 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_2 = 65 * 20 = 1300 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_3 = 20 * 20 - (\pi * 20^2) \setminus 4 = 86 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_4 = (44 * 31) \setminus 2 = 682 \text{ миллиметра}^2;$$

$$F_5 = (36 * 14) \setminus 2 = 252 \text{ миллиметра}^2;$$

$$F_6 = 74 * 35 = 2590 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_7 = 160 * 12,5 = 2000 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_8 = (\pi * 11^2) \setminus 4 = 95 \text{ миллиметров}^2;$$

$$F_9 = 17 * 4 + \pi * 8,5^2 = 295 \text{ миллиметров}^2.$$

$$F_0 = 38257 - 2 * (860 + 1300 + 86 + 682 + 252) - 2590 - 2000 = 27307 \text{ миллиметров}^2.$$

$$F_{ЗАГ} = F_0 - 4F_8 - 2F_9 = 27307 - 4 * 95 - 2 * 295 = 26337 \text{ миллиметров}^2.$$

«Данные значения площади F_0 и $F_{ЗАГ}$ схожи для базовых и для проектных технологий.

В следствии мы рассчитаем КИМ для этих двух вариантов тех. Процесса. При операции вырубке за один проход пресса вырубается всего одна заготовка. Нужно определить коэффициенты КР и КИМ при базовой и новой технологий» [4].

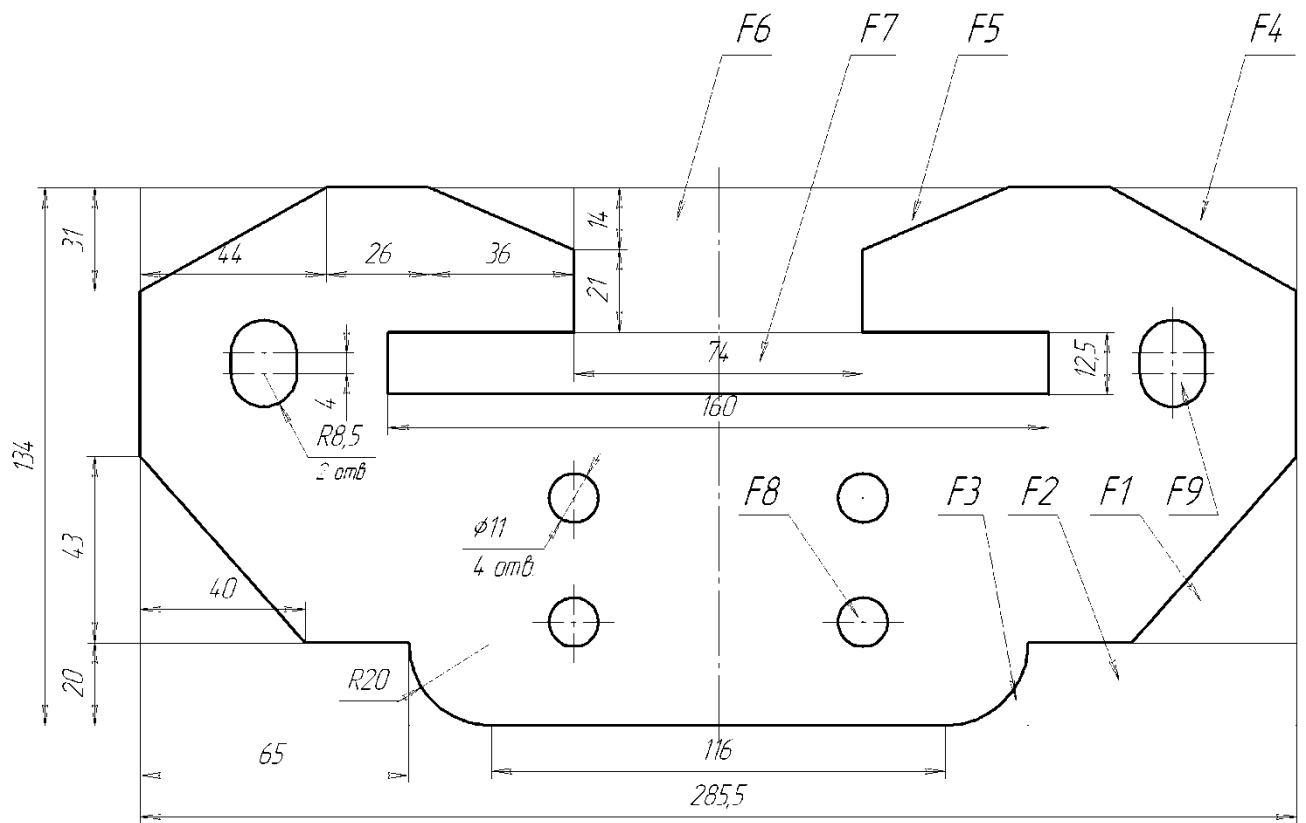


Рисунок 2.3. К определению коэффициента использования материала (КИМ)

1) Старая схема раскроя:

«Вырубка заготовок осуществляется из ленты шириной $B = 155$ миллиметров, шаг вырубки $H = 290$ миллиметров» [15].

«Определить коэффициент раскроя:

$$K_p = F_0 \cdot n_p \setminus (B \cdot H) = 27307 \cdot 1 \setminus (155 \cdot 290) = 0,607.$$

Находим КИМ:

$$K_{И} = F_{ЗАГ.} \cdot n \setminus (B \cdot H) = 26337 \cdot 1 \setminus (155 \cdot 290) = 0,586 = 58,6 \text{ проц.(\%)} \text{» [3].}$$

2) Предложенная схема раскроя

«Вырубка заготовок происходит из ленты шириной $B = 295$ миллиметр, шаг вырубки $H = 135$ миллиметр.

Определим коэффициент раскроя:

$$K_p = F_0 \cdot n_p \setminus (B \cdot H) = 27307 \cdot 1 \setminus (295 \cdot 135) = 0,686.$$

$$\text{КИМ: } K_{И} = F_{ЗАГ.} \cdot n \setminus (B \cdot H) = 26337 \cdot 1 \setminus (295 \cdot 135) = 0,661 = 66,1 \text{ проц.}$$

(%)» [8]

Сделаем вывод: после замены схем по раскрою число КИМ стало в целом ближе к единице, т.е. увеличилось от 0,586 до 0,661, а это означает, что была подобрана более подходящая схема рационального раскроя.

2.4. Представление технологического процесса.

«Все операции тех. Процесса делаются на одном и том же прессе. Пришла пора приступить к изготовлению детали, данный вид технологического процесса происходит с автоматическим поступление рулонного сырья на прессовое оборудование. Материал вырубается размером по ширине 295 миллиметров с шагом подачи 135 миллиметров. Вместе с вырубкой происходит пробивка 6-ти отверстий: 4 круглых диаметром 11 миллиметров и 2 округлых» [7].

«Фиксирование заготовок происходит по отверстиям диаметром 11 миллиметров, которые были сделаны в начальной стадии при вырубке заготовки» [5].

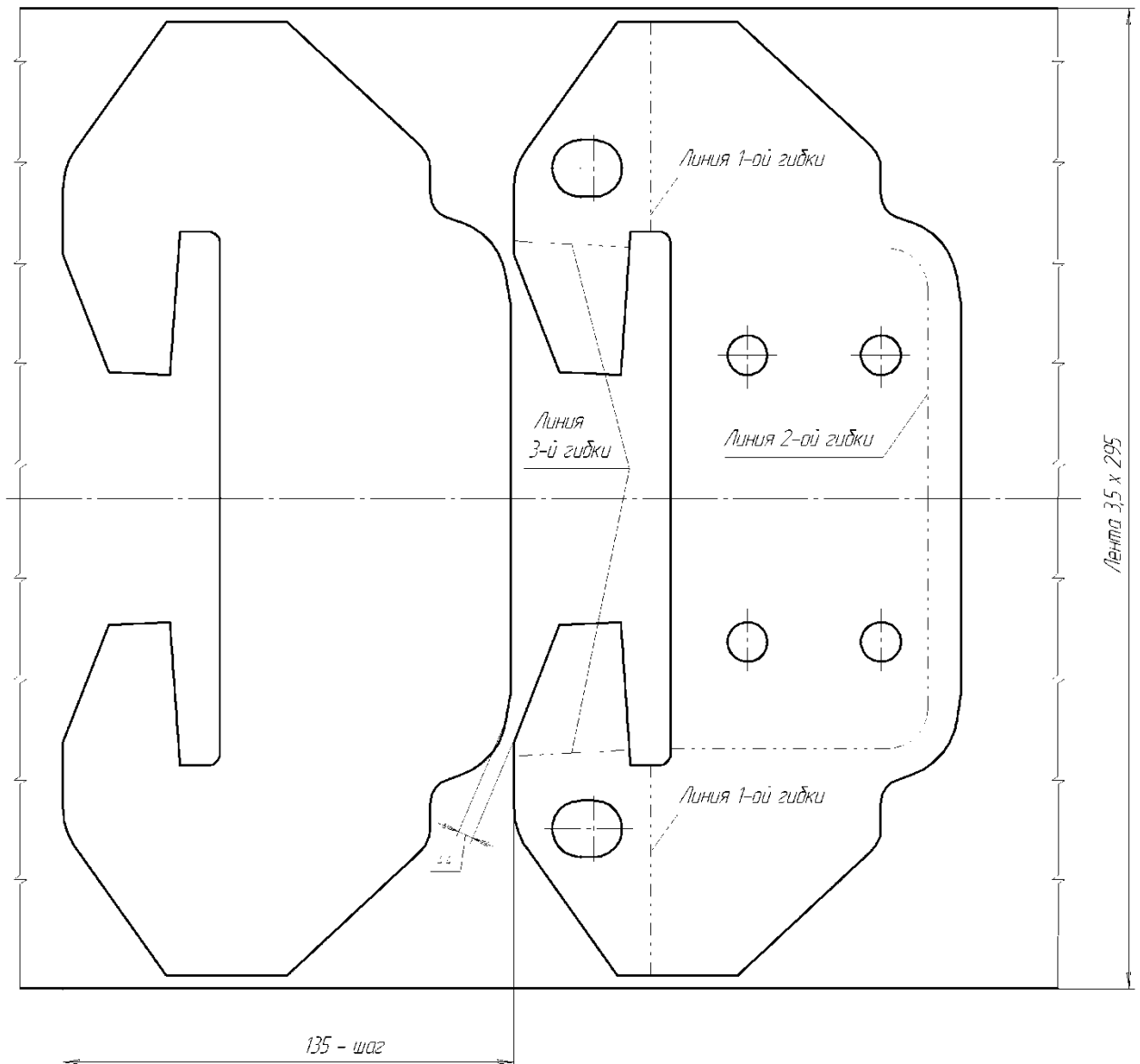


Рисунок. 2.4 Операция 10.1 – вырубка заготовки и пробивка отверстий

«Вторая операция предложенного тех. Процесса изготовления изделия – первая гибка: получают две равные относительно оси - полки; изгиб выполняется поперек оси заготовки на угол 90°.

На третьей операции выполнена вторая гибка: получены две абсолютно симметричные полки, но изгиб пошел вдоль длинного бокового ребра заготовки, где подгибается буртик на высоту 12 миллиметров с углом загиба в 90°» [14].

На четвертой операции выполняется третья гибка: производится подгиб двух равноудаленных полок, подгиб – вдоль оси заготовки; угол загиба тот же – 90°» [10].

2.5. Исследование энергосиловых характеристик штамповки

«При проектировании тех. Процесса всегда нужно определять усилия, которые будут необходимы для выполнения каждой из операций, и нахождение работы деформирования на данных этапах, чтобы вследствие верно можно было подобрать оборудование по усилию, и по мощности» [4].

2. 5. 1. Исследование энергосиловых характеристик вырубки-пробивки

«Напряжение для разделительных операций на инструмент с параллельными режущими кромками определяется по формуле» [2]:

$$P = k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, [2.5]$$

$\sigma_{\text{ср}} = 25 \text{ кг/миллиметр}^2 = 250 \text{ МПа}$ – сопротивление металла срезу» [2];

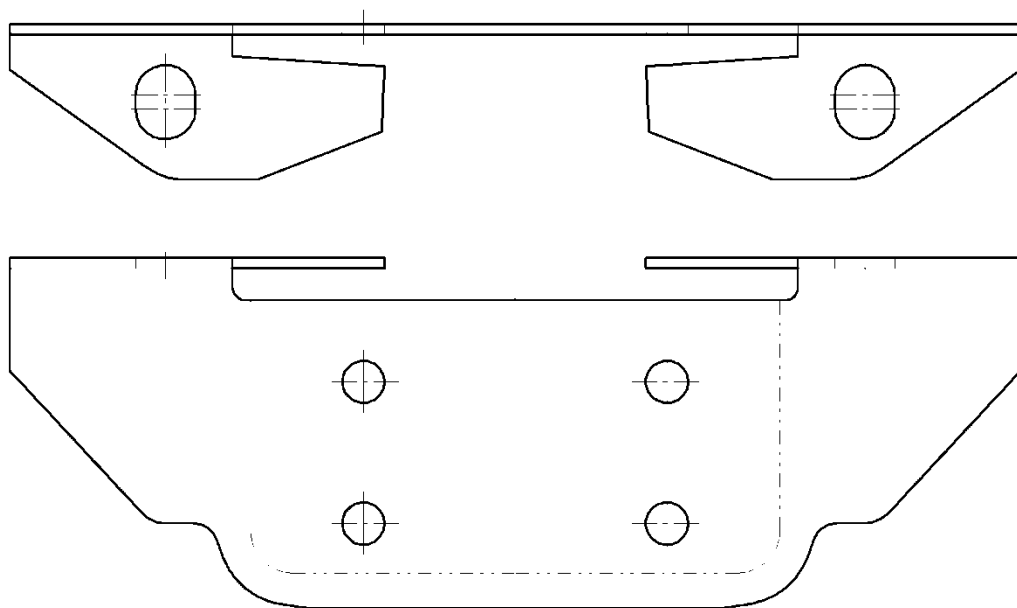


Рисунок 2.5 Операция 10.2 – Гибка 1-я

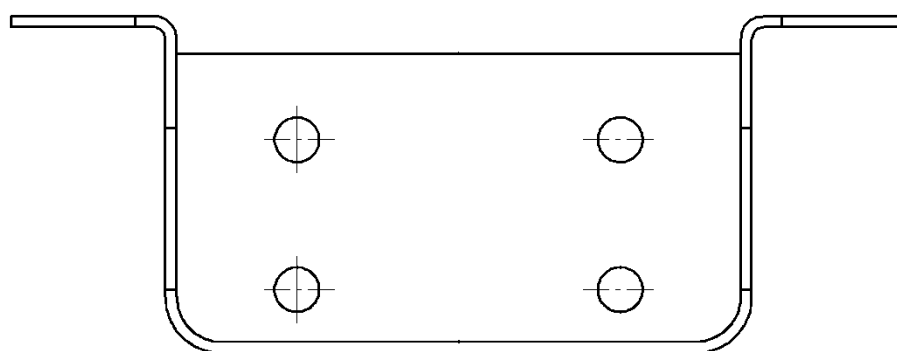
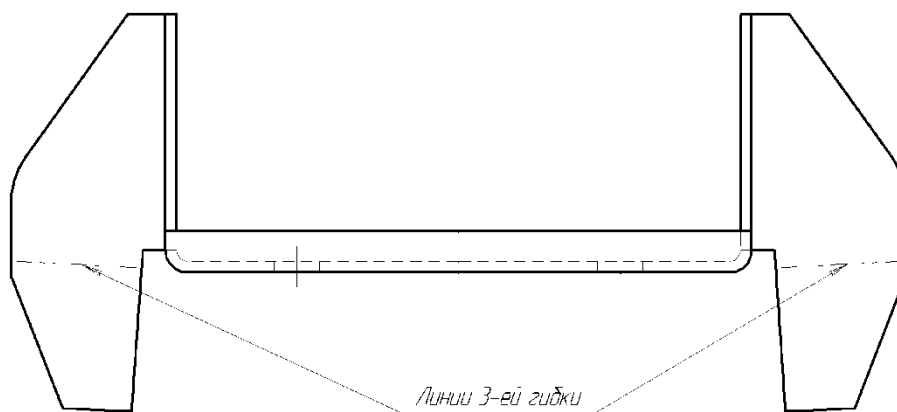


Рисунок 2.6 Операция 10.3 – Гибка 2-я

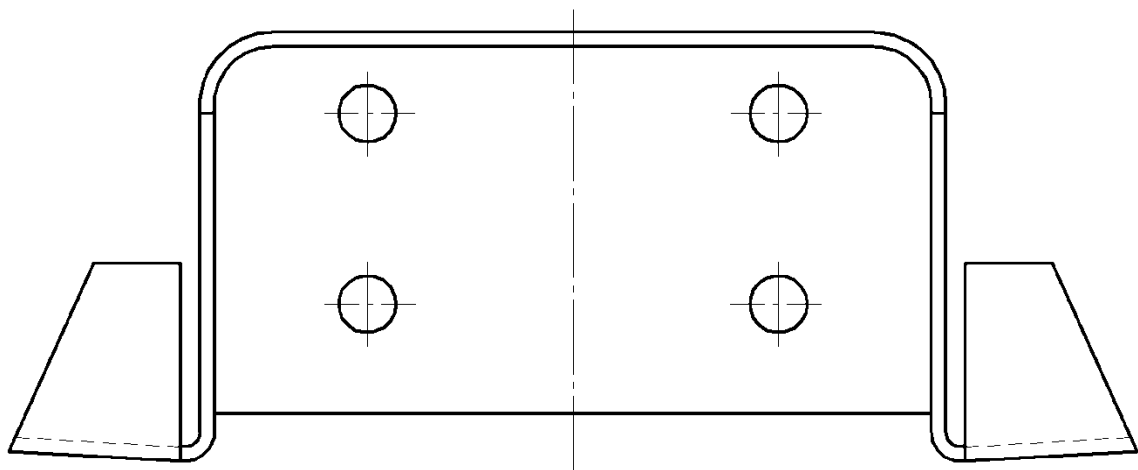


Рисунок 2.7 Операция 10.4 – Гибка 3-я

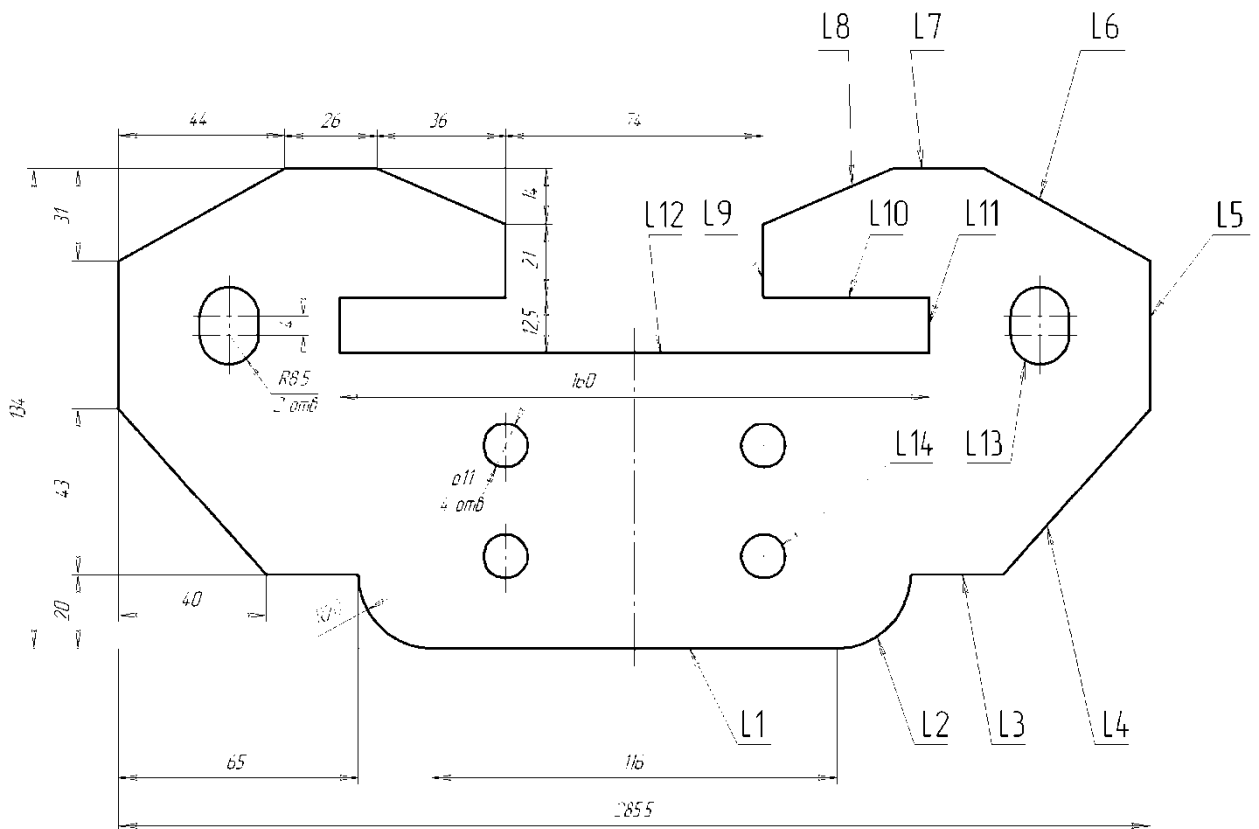


Рисунок 2.8 Определение периметра вырубki-пробивки

«На первой операции должен вырубаться контур и пробиваются отверстия: четыре отверстия диаметром 11 миллиметров и два фасонных.

Контур вырубки-пробивки:

$$L = L_1 + L_{12} + 4 \cdot L_{14} + 2 * (L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8 + L_9 + L_{10} + L_{11} + L_{13})$$

$$L_1 = 116 \text{ миллиметров};$$

$$L_2 = \pi * R \setminus 2 = 3,14 * 20 \setminus 2 = 31,5 \text{ миллиметр};$$

$$L_3 = 25 \text{ миллиметров};$$

$$L_4 = \sqrt{(25^2 + 43^2)} = 50 \text{ миллиметров};$$

$$L_5 = 134 - (20 + 43 + 31) = 40 \text{ миллиметров};$$

$$L_6 = \sqrt{(44^2 + 31^2)} = 54 \text{ миллиметра};$$

$$L_7 = 26 \text{ миллиметров};$$

$$L_8 = \sqrt{(36^2 + 14^2)} = 39 \text{ миллиметров};$$

$$L_9 = 21 \text{ миллиметр};$$

$$L_{10} = (160 - 74) \setminus 2 = 43 \text{ миллиметра};$$

$$L_{11} = 12,5 \text{ миллиметров};$$

$$L_{12} = 160 \text{ миллиметров};$$

$$L_{13} = 2 * \pi * R + 2 * 4 = 2 * \pi * 8,5 + 2 * 4 = 61,5 \text{ миллиметр};$$

$$L_{14} = \pi * R = \pi * 11 = 34,5 \text{ миллиметров} \gg [8].$$

«Общая длина контура показала: $L = 1223$ миллиметров.

Мощность вырубки-пробивки:

$$P_{\text{вырубка-пробивка}} = 1,25 * 1223 * 3,5 * 30 = 156072 \text{ кгс} \approx 1561 \text{ кН} \gg [3].$$

Рассчитаем отдельно силу, необходимую только при операции пробивки:

$$P_{\text{ПРОБ.}} = k * L_{\text{проб.}} * S * \sigma_{\text{ср}},$$

$$L_{\text{проб.}} = 2 * L_{13} + 4 * L_{14} = 265 \text{ миллиметров} - \text{периметр пробиваемых отверстий} \gg [7].$$

$$\ll P_{\text{ПРОБ.}} = 1,25 * 265 * 3,5 * 30 = 32870 \text{ кгс} = 329 \text{ кН}.$$

Усилие сжатия пружин определяем по формуле:

$$P_{\text{СН}} = K_{\text{СН}} * P_{\text{ПРОБ.}} \ll [2.6]$$

$K_{\text{СН}}$ – коэффициент снятия; при $S = 1 \dots 5$ мм:

$$K_{\text{СН}} = 0,12 \dots 0,15 - \text{по таблице данной в пособии Романовского В.П.} \gg [2].$$

$$P_{CH} = 0,15 * 329 = 49 \text{ кН.}$$

«Усилие проталкивания отхода определим по формуле:

$$P_{ПР} = K_{ПР} * P_{ПРОБ.} * n, [2.7].$$

$K_{ПР}$ – коэффициент проталкивания;

$K_{ПР} = 0,05...0,1$ при штамповке на провал;

$P_{ПРОБ.}$ – часть усилия, которая нужна лишь для пробивки: n – число одновременно проходящих сквозь матрицу элементов; $n = 3$.

$$P_{ПР} = 0,10 * 329 * 3 = 99 \text{ кН.}$$

Нужно найти заключающее число полного технологического усилия, нужного при первом этапе тех. Процесса:

$$P_{\Sigma \text{ ВЫР-ПРОБ.}} = P_{\text{вырубка-проб.}} + P_{CH} + P_{ПР} = 1561 + 49 + 99 = 1809 \text{ кН.}$$

Нужно произвести расчет работы, совершаемой прессом при вырубке-пробивке, по формуле:

$$A = \lambda * P_{\Sigma} * S \setminus 1000, [2.8].$$

где $\lambda = 0,7...0,6$ – коэффициент, зависящий от σ_{cp} и S , по таблице;

P_{Σ} – суммарное усилие вырубке-пробивки, кгс;

S – толщина материала, миллиметр»[2].

$$A_{\text{ВЫРУБКА-ПРОБИВКА}} = 0,7 * 180900 * 3,5 \setminus 1000 = 492 \text{ кг*м} = 4920 \text{ Дж.}$$

2. 5. 2. Исследование энергосиловых характеристик первой гибки.

«Напряжение односторонней гибки с прижимом примерно можно определить по формуле:

$$P = 1,25 * B * S * \sigma_b * k, [2.9]$$

где B – длина линии изгиба; $B = 285 - 160 = 125$ миллиметров;

S – толщина материала;

$S = 3,5$ миллиметра;

σ_b – предел прочности;

$$\sigma_b = 30 \text{ кг/миллиметр}^2 = 300 \text{ МПа};$$

к – коэффициент; зависящий от размеров пуансона и матрицы к толщине материала: $r_m \setminus S$ и $r_{II} \setminus S$ - из таблицы Романовского В.П.[2];

$$k = 0,18.$$

Усилие первой гибки:

$$P_{\text{ГИБКА-1}} = 1,25 * 125 * 3,5 * 30,0 * 0,18 = 2970 \text{ кгс} = 29,7 \text{ кН}.$$

Нужно определить работу пресса при гибке.

Работа на формообразующих операциях определяется по обобщенной формуле:

$$A = P * h \setminus 1000, \quad (2.10)$$

где P – суммарное усилие формообразующей операции, кгс;

h – раб. ход инструмента, миллиметр;

$$h \approx 25 \text{ мм}[2] \gg.$$

$$A_{\text{ГИБКА-1}} = 2970 * 25 \setminus 1000 = 76 \text{ кг*м} = 760 \text{ Дж}.$$

2. 5. 3. Исследование энергосиловых характеристик второй гибки.

«Усилие гибки с прижимом будем высчитывать по формуле[2.9]:

$$P = 1,25 * B * S * \sigma_b * k,$$

где B – длина линии изгиба;

$$B = 77 * 2 + 150 + 2 * (\pi * 12 \setminus 4) = 327 \text{ миллиметров};$$

S – толщина материала; S = 3,5 мм;

σ_b – предел прочности; $\sigma_b = 300 \text{ МПа}$;

к – коэффициент; k = 0,18.

Усилие второй гибки:

$$P_{\text{ГИБКА-2}} = 1,25 * 327 * 3,5 * 30,0 * 0,18 = 7640 \text{ кгс} = 76,4 \text{ кН}.$$

Необходимо определить работу пресса при второй гибке по формуле [2.10]:

$$A = P * h \setminus 1000,$$

где P – суммарное усилие формообразующей операции, кгс;

h – рабочий ход инструмента; h \approx 35 миллиметров.

$$A_{\text{ГИБКА-2}} = 7640 * 35 \setminus 1000 = 267 \text{ кг*м} = 2670 \text{ Дж} \gg [2].$$

2. 5. 4. Исследование энергосиловых характеристик третьей гибки.

«Вычислим усилие гибки – исходя из формулы [2.9]:

$$P = 1,25 * B * S * \sigma_B * k,$$

где B – длина линии изгиба;

$$B = 2 * (21 + 14) = 70 \text{ миллиметров};$$

$$S = 3,5 \text{ миллиметра};$$

$$\sigma_B = 300 \text{ МПа};$$

$$k – \text{коэффициент}; k = 0,18;$$

Производим расчет, усилия третьей гибки:

$$P_{\text{ГИБКА}} = 1,25 * 70 * 3,5 * 30,0 * 0,18 = 1660 \text{ кгс} = 16,6 \text{ кН}.$$

Определим работу прессы при третьей гибке по формуле 2.10:

$$A = P * h \setminus 1000 ,$$

где P – примерное усилие операции, кгс;

h – рабочий ход инструмента; $h \approx 25$ миллиметров.

$$A_{\text{ГИБКА-3}} = 1654 * 25 \setminus 1000 = 41,4 \text{ кг*м} = 414 \text{ Дж} \gg [3].$$

2. 5. 5. Исследование суммарных энергосиловых характеристик.

«Суммарные числа усилия и работы по всем данным операциям, выполняемым на одном общем прессе определяется суммированием. Суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma \text{ ВЫР.-ПРОБ.}} + P_{\text{ГИБКА-1}} + P_{\text{ГИБКА-2}} + P_{\text{ГИБКА-3}}$$

$$P_{\Sigma} = 1809 + 29,7 + 76,4 + 16,6 = 1934 \text{ кН} = 1,93 \text{ МН}.$$

Суммарная работа, совершаемая многопозиционным прессом для выполнения всех штамповочных операций равна:

$$A_{\Sigma} = A_{\text{ВЫРУБКА.-ПРОБИВКА}} + A_{\text{ГИБКА-1}} + A_{\text{ГИБКА-2}} + A_{\text{ГИБКА-3}}$$

$$A_{\Sigma} = 4920 + 760 + 2670 + 414 = 8764 \text{ Дж} \gg [4].$$

3. Подбор оборудования по основным характеристикам.

«Теперь будучи, зная усилия, которые будут нужны при каждой из операций, можно выбирать пресс, и выбирать все нужные способы автоматизации. Кроме всего этого, важно сделать совместную работу прессы и средств автоматизации, для чего нужно сделать цикловую диаграмму работы автоматической линии» [3].

3.1. Выбор оборудования и его главные характеристики.

«При выборе прессы будем исходить из следующего:

- тип прессы и величина его хода обязаны соответствовать нашим технологическим операциям;
- номинальное напряжение прессы обязано быть намного больше усилия, которое потребуется для выполнения операций штамповки;
- для выполнения работы, требуемой для всех штамповочных операций мощность прессы должна быть достаточной;
- пресс должен быть достаточно прочен;
- закрытая высота прессы должна как минимум соответствовать, а лучше всего превышать закрытую высоту штампа;
- размеры стола и ползуна обязаны предоставлять возможность установки и закрепления штампов;
- нужно чтобы число ходов обеспечивало требуемую производительность;
- обслуживание прессы обязано соответствовать всем требованиям ТБ» [2].

«Выбор по усилию производится, исходя из рассчитанного полного усилия. В обобщенном случае номинальное усилие прессы определяется:

$$P_{\text{ПРЕССА}} = 1,5 * P_{\text{СУММ.}}, \quad (3.1)$$

где $P_{\text{СУММ.}}$ – полное тех. усилие;

1,5 – коэффициент запаса.

«Рассчитаем рекомендуемое усилие выбираемого пресс-автомата» [3],

$$P_{\text{ПРЕССА}} = 1,5 * 1,93 = 2,9 \text{ МН};$$

«Выбор оборудования осуществляется исключительно из производственного парка прессов. Выбираем многопозиционный пресс-автомат» [5].

«Обдумываем повышение эффективности использования линии, за счет увеличения коэффициентов ее загрузок за счет перевода изготовления детали» [4].

«По нашему параметру идеально подходит пресс-автомат FT2-60 с усилием 6,0 МН. Самое важное, что у этого пресса есть самостоятельная вырубная позиция, которую возможно применить при штамповании из рулонного материала. Его усилия будут достаточны для первой операции – вырубки заготовок $P = 1,8 \text{ МН}$. Есть разница в усилиях, она значительная – пресс будет недогружен. Мощность двигателя $N = 90 \text{ кВт}$ соответствует. Выбираем данный пресс для новой технологии. Более мощный пресс имеет огромную жесткость станины, что отлично повлияет на увеличение стойкости штампов» [1].

Ниже представленные технические характеристики выбранного пресса.

«Технические характеристики пресс-автомата FT 2-60:

Номинальное усилие прессы, МН	6.
Мощность электродвигателя, кВт	9.
Размеры заготовки, миллиметр:	
- большие	420 × 580.
- малые	200 × 300.
толщина заготовки, миллиметр	0,6...4.
Число позиций	8.
Расстояние между позициями, миллиметр	500.
Ход ползуна, миллиметр:	
- на основных позициях	400.
- на вырубной позиции	80.
Число ходов ползуна в минуту:	
- при штамповке из рулона	12...25.
- при двух координатах	12...32 .
- при трех координатах	18 max.
Закрытая высота прессы, мм:	
- основной ползун	840.
- ползун вырубной позиции	490.
Уровень транспортировки заготовки, мм	530.
Усилие маркетных подушек, кН:	
- на позициях 2 – 3	300.
- на позициях 4 – 5	200.
- на позициях 6 – 8	100.
Длина хода маркерных подушек, миллиметр	160.
Усилие вспомогательных подушек, кН	3.
Длина хода вспомогательных подушек, миллиметр	160» [2].

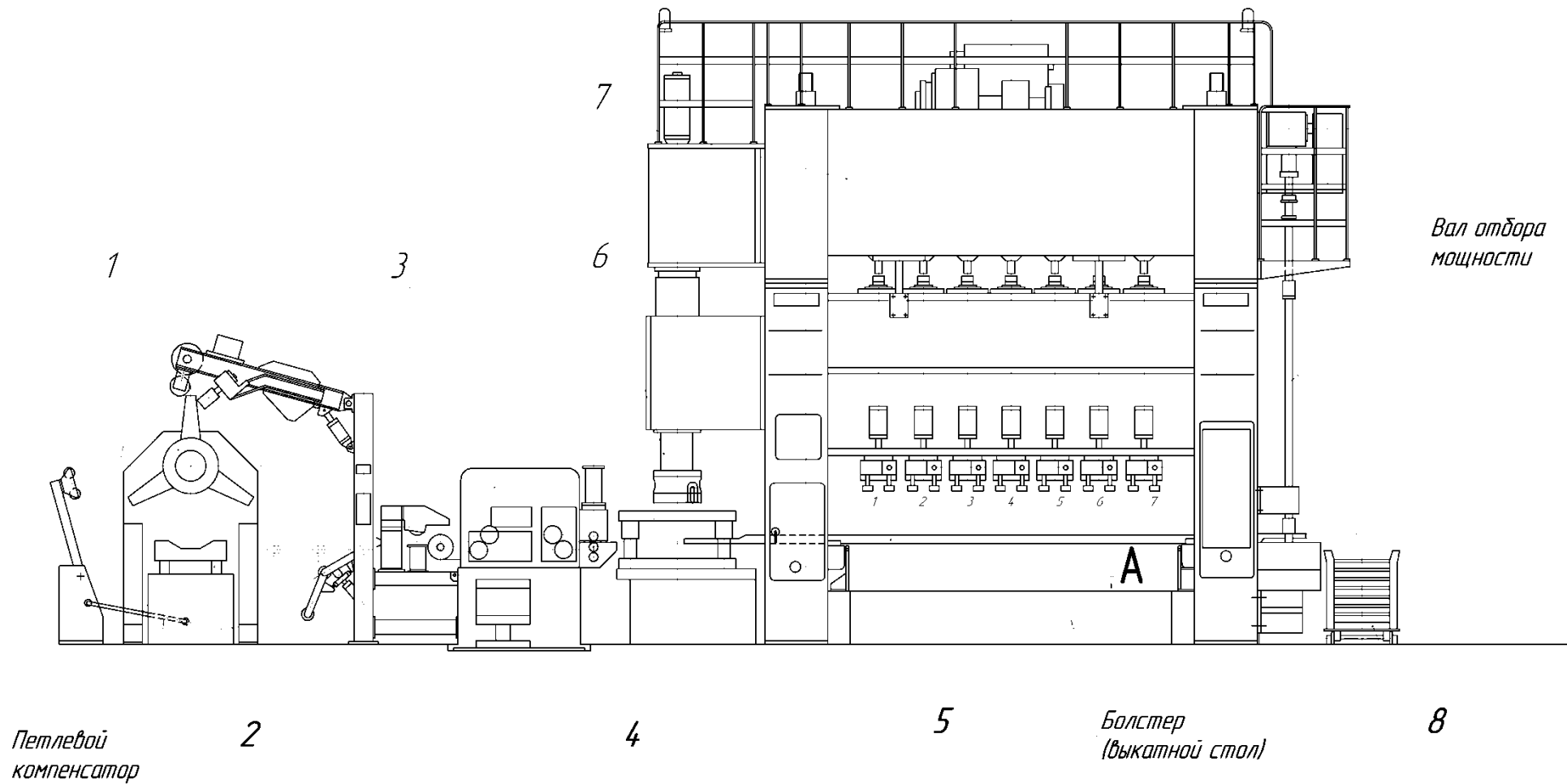


Рисунок 3.1 Многопозиционный пресс-автомат FT 2-60 для штамповки из рулонного материала

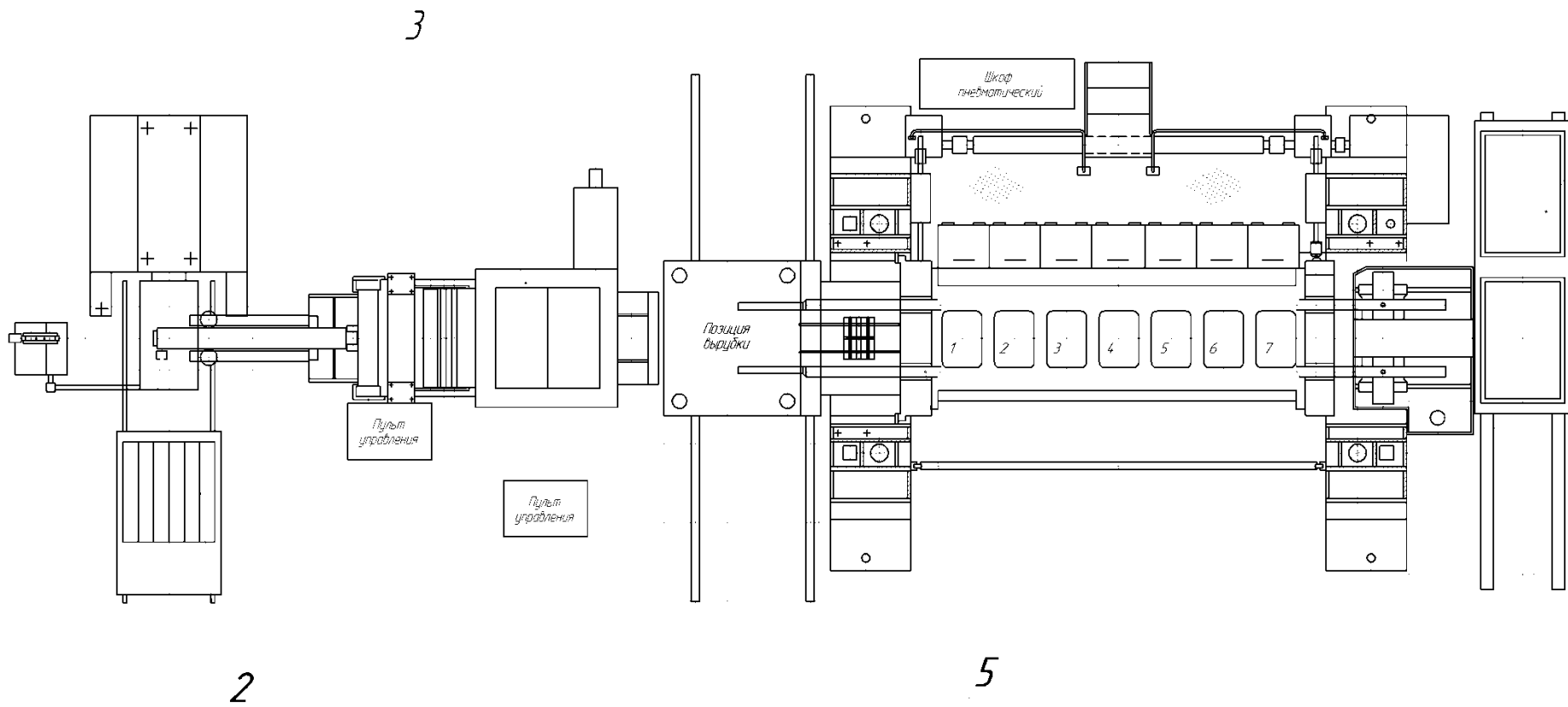


Рисунок. 3.2 Вид сверху на рабочую зону прессы

3.2. Подбор оборудования с автоматизацией. Важнейшие его характеристики.

«Автоматизация процессов листовой штамповки позволяет в некоторое количество раз увеличить производительность труда, а также может обеспечить полнейшую безопасность работы на прессах» [3].

«Применяя полную автоматизацию, коэффициент использования числа ходов пресса будет составлять 80-95. Не считая того, что автоматизация процесса штамповки позволяет увеличить номинальное число ходов пресса без его особой модернизации в среднем на 20-30%» [2].

«В зависимости от вида материала могут применяться следующие типы устройств подачи:

- 1) Для рулонных материалов – автоматизация подачи при помощи устройств валковых и крючковых типов;
- 2) Для листового материала – подъем и направление листа в штамп;
- 3) Для штучных заготовок – подача бункерными и грейферными устройствами» [5].

«Из всех видов устройств автоматизации процесса передачи в многопозиционных прессах более подходящая для предлагаемого тех. Процесса считается грейферная подача, которая в комплексе с оборудованием и другими вспомогательными способами автоматизации образуют завершённую автоматическую линию» [7].

3.3. Предоставление разряда и общих черт при работе на автоматической линии.

«Пресс FT2-60 представлен на рис. 3.1. В его состав входит разматывающее устройство приводного типа, к которому перемещается тележка с установленным ранее рулоном. Далее размещено правильное устройство с валковым подающим устройством. В нашем технологическом процессе используется вырубная позиция которая используется при штамповке из рулонного материала или из прямоугольных карточек. Грейферная подача работает одновременно с многопозиционным прессом, используя специализированный привод от прессы. Грейферы проходят сквозь всю рабочую зону прессы. В нашем тех. Процессе используются 4 из 8 позиций: 1. вырубка-пробивка, 2. гибка первая, 3. гибка вторая, 4. гибка третья. Несколько позиций в прессе не будут задействованы – они будут работать холостыми. Передача заготовок между штампами выполняется грейферными линейками» [4].

После прохода всех штампов готовое изделие направляется в тару для уложения деталей» [8].

4. Исследование элементов штампового оснащения.

«С целью исполнения тех. Процесса следует изготовить штамповую оснастку, элементы которой станут принимать во внимание требованиям и особенностям тех. Процесса» [6].

«Конструкция штамповой оснастки должна соответствовать следующим технологическим требованиям:

- 1) Обеспечивать заданную установленную эффективность процессов;
- 2) Изготовление изделия которая будет соответствовать чертежу, без недостатков;
- 3) Выполнять прочное закрепление или направленность заготовки в штампе перед основанием и в ходе процесса технологической операции;
- 4) Обеспечивать безопасное извлечение остатков и изделия из рабочих зон;
- 5) Обеспечивать защищенность, безопасность деятельность и надежность» [8].

«Помимо этого система конструкции штампа обязана принимать во внимание отличительная черта техпроцессов особенности, если станут применяться ресурсы автоматизации. Система штампа обязана гарантировать прочную фиксацию заготовки в штампе без вмешательства человека, а кроме того предоставить возможность средствам автоматизации легко вначале укладывать заготовку в штамп, а после изъять деталь из штампа» [2].

«В новейшем виде технологии будут пользоваться схемами автоматической штамповки, по этой причине надо создать штамп, какой станет выполнять работы в многопозиционном прессе-автомате» [1].

4.1. Исследование штампового оснащения, конструкция их элементов и работа с ними.

«Проанализируем систему штампа. Относительно разделим штамп на верхнюю и нижнюю части. На верхней и нижней плитах пребывают элементы штампа.

Рассмотрим нижнюю часть штампа. В плите создана полость размерами 290×250 миллиметров, в нее приспособлены три сектора матрицы. Между фиксатором и секциями матрицы находится прижим. На высшей поверхности прижима приспособлены два ловителя которые способны ориентировать изделие по отверстиям диаметром 11 миллиметров и четыре магнитных подъемника, которые вынимают отштампованную деталь на уровень грейферных захватов [5]».

«Проанализируем верхнюю часть штампа. К плите верха через подкладную плиту крепится пуансон. В нем установлены три грибковых подпружиненных толкателя, которые могут вертикально перемещаться для поджима заготовки со стороны пуансона до начала гибки» [4].

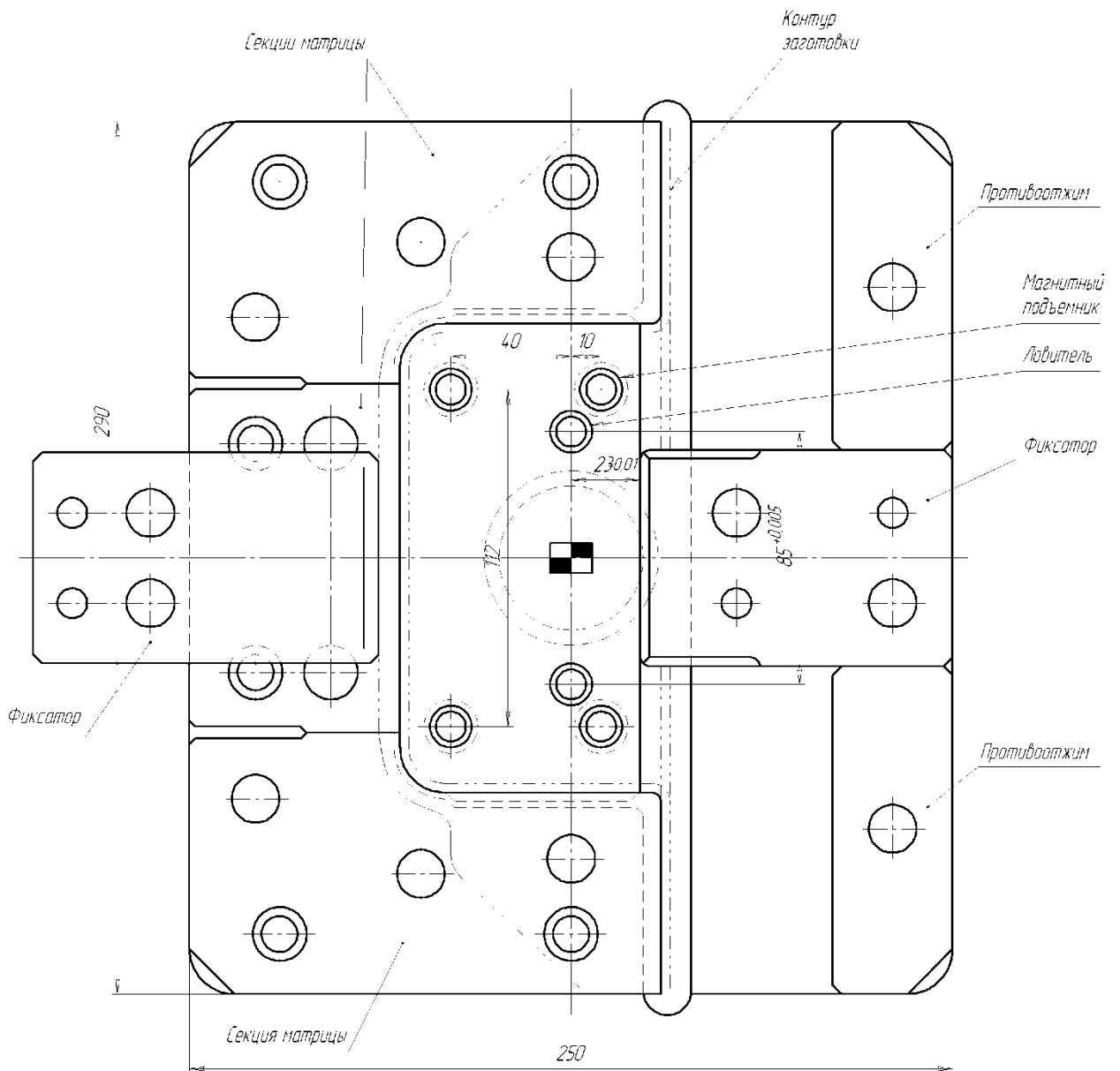


Рисунок 4.1 Штамп для 2-ой гибки
(Фрагмент плана низа)

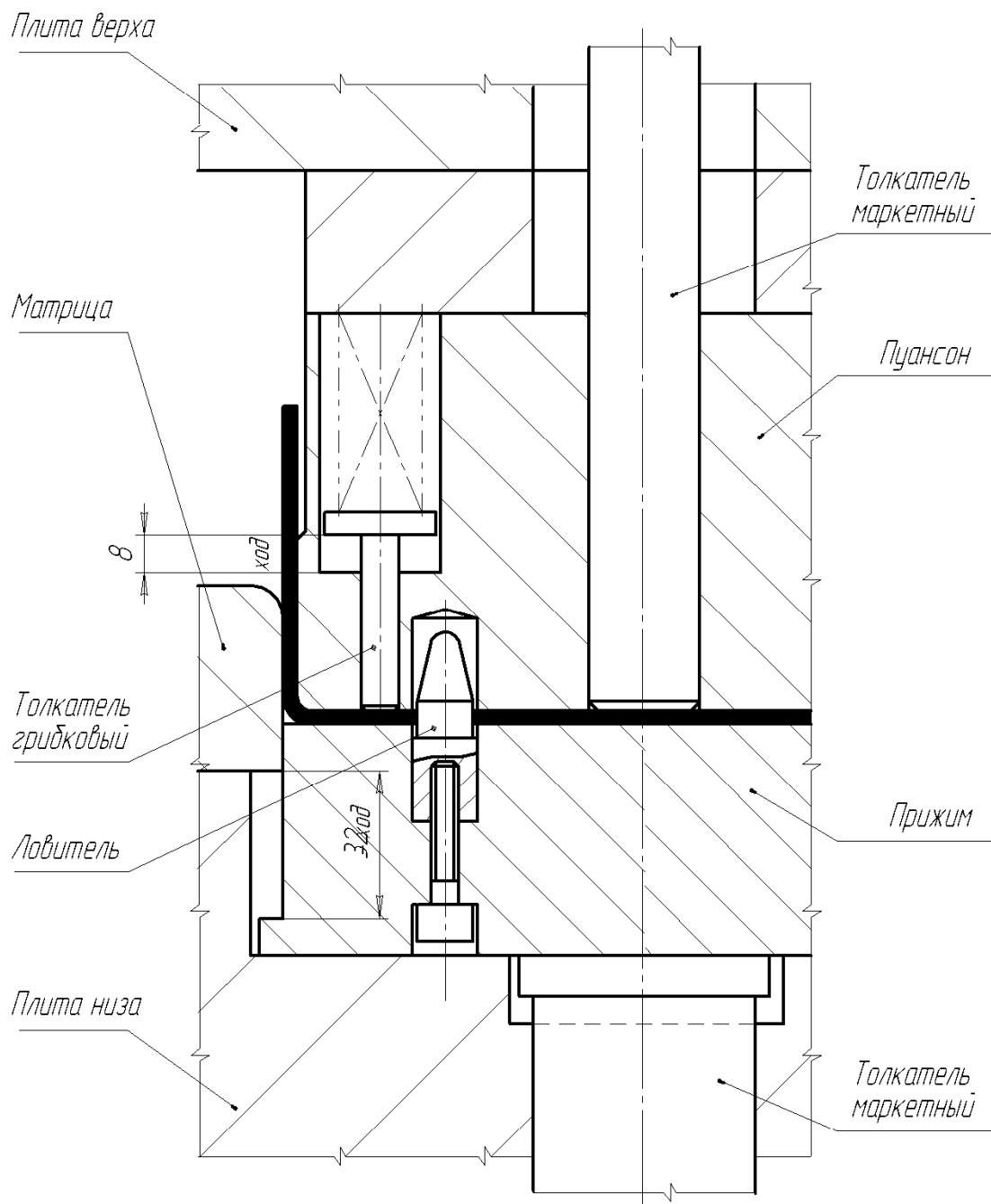


Рисунок 4.2 Штамп для 2-ой гибки

«Не маловажную значимость в штампе имеют направляющие элементы. На данном штампе расположение верхней и нижней плит выполняется четырьмя парами направляющих колонок и втулок. Закрепление штампа к столу прессы и к ползуну производится винтиками, для этого в плитах расположены по четыре паза. Для перевозки штампа существуют грузовые штыри» [3].

«Монтаж штампа в многопозиционном пресс-автомате выполняется в дальнейшей последовательности:

1. Штамп прикрепляется к выкатному столу прессы и прикручивается к монтажной плите двумя штифтами диаметром 16 миллиметров;
2. С помощью винтиков нижняя часть штампа устанавливается к столу прессы;
3. болстер переходит в рабочую зону прессы;
4. В режиме наладки опускается ползун прессы и затем крепится верхняя часть штампа винтами к ползуну» [9].

«Штамп функционирует следующим способом. При движении вниз ползуна верхние толкатели касаются заготовки, предоставляя не большой нажим на заготовку сверху. Далее проходит контакт пуансона с заготовкой. Толкатель диаметром 48 миллиметров в плите идет вниз под надавливанием ползуна, после чего сдвигается вниз и прижим. Заготовка, закрепленная пуансоном сверху и ловителями внизу, начинает движение вниз и начинает вступать в контакт с секциями матрицы. Таким образом, и выполняется гибка» [4].

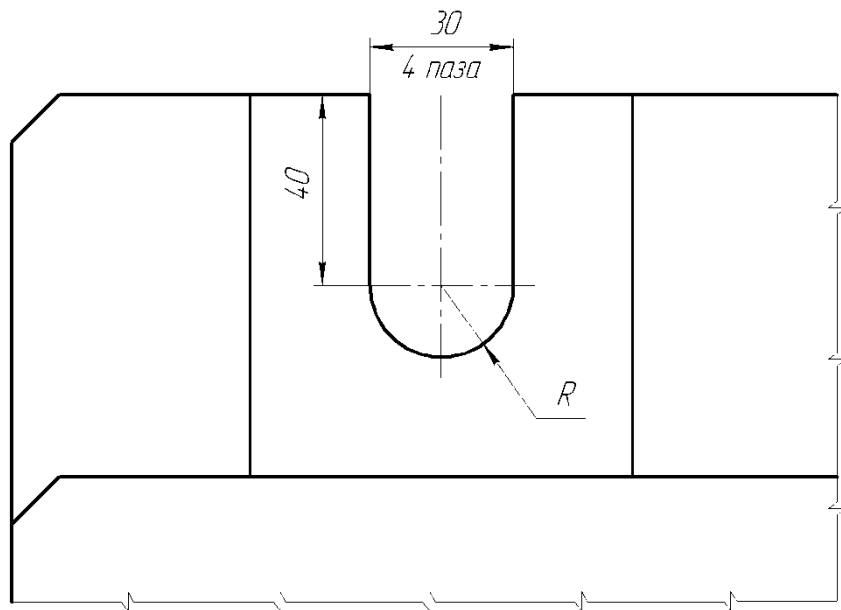


Рисунок 4.3 Крепежные пазы в плите низа

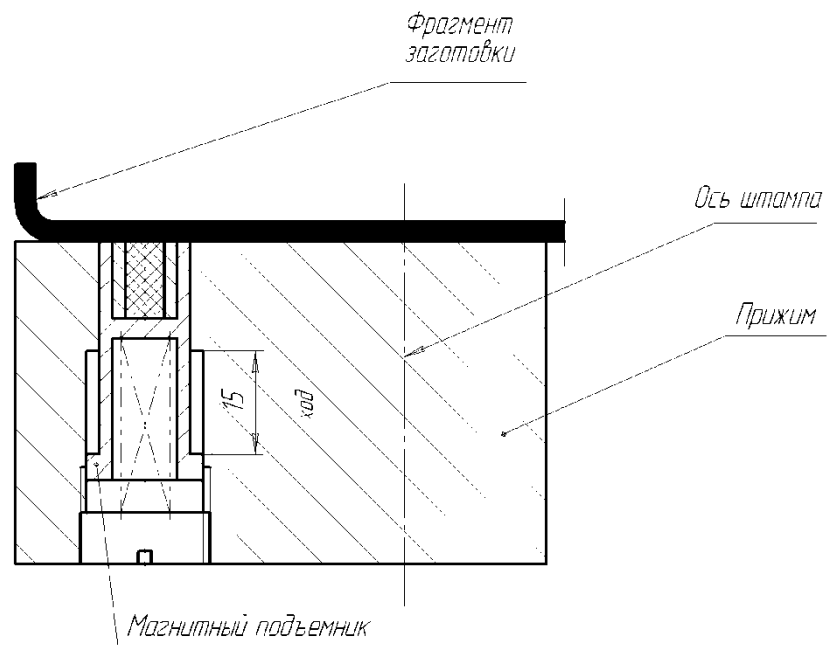


Рисунок 4.4 Магнитные подъемники

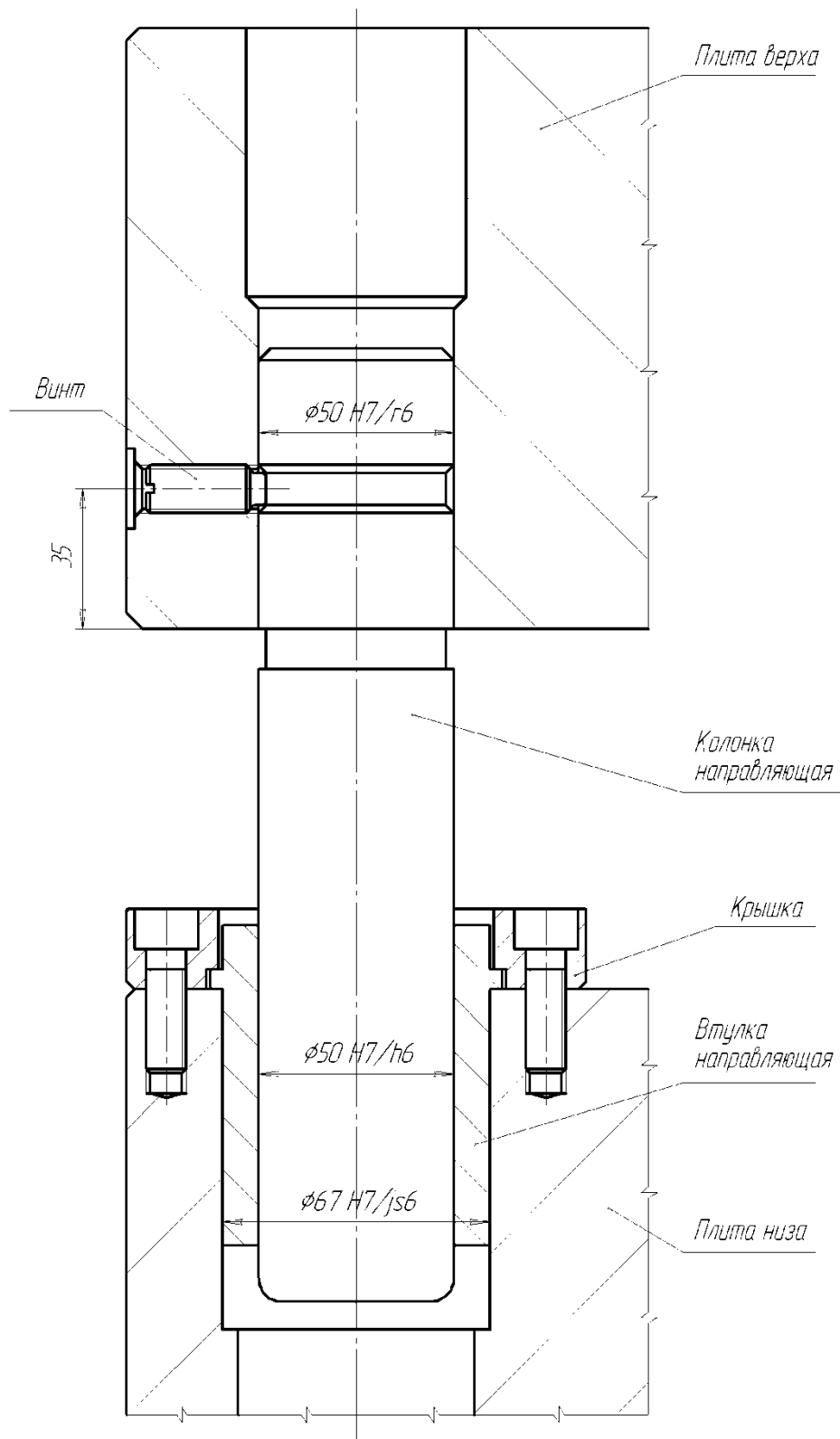


Рисунок. 4.5 Направляющие элементы в штампе

4.2. Подсчет разработки изделия для деталей штампа и расчета прочностных материалов для их изготовления.

«Большая часть не родных, сложных деталей штампов не подлежат расчетам на жесткость, их конфигурации можно определить по формулам и соотношениям, сделанным в основе практических опытов.

Рассмотрим пробивной пуансон диаметром 11 миллиметров, который был использован при первом этапе техпроцесса. Попробуем рассчитать его на упрочненность» [3].

4.2.1. Подсчет несущей основы пуансона на деформирование.

«Поверхность пуансона принимает нагрузки, отдаваемые на поверхность плиты. Твердость плиты должна быть твердой ибо в процессе работы может произойти вдавливание опорной поверхности пуансона в плиту. Наибольшее напряженность на основной поверхности пуансона:

$$\sigma_{\text{см}} = P/F,$$

Где P – усилие, нужной для пробивания отверстия (2.5):

$$P = k * L * S * \sigma_{\text{ср}}, \text{ где,}$$

k – коэффициент запаса, $k = 1,2$

L – Длина окружности;

$L = \pi d$, где d – диаметр отверстия.

$S = 3,5$ миллиметра – толщина ленты;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление материала срезу, для стали 08кп ($S=3,5$ миллиметра):

$$\sigma_{\text{ср}} = 29 \text{ кг/миллиметров}^2 = 290 \text{ МПа.}$$

Определяем силу пробивания отверстия:

$$P = 1,2 * (3,14 * 11) * 3,5 * 29 = 4207 \text{ кг} \approx 42,1 \text{ кН.}$$

F – Опорная поверхность головки:

$$F = \pi d^2 \setminus 4 = 3,14 * 16^2 \setminus 4 = 201 \text{ миллиметр}^2.$$

Узнаем число усилия смятия:

$$\sigma_{см} = 4207 \setminus 201 = 20,9 \text{ кг} \setminus \text{миллиметр}^2 = 209 \text{ МПа}.$$

Усилие смятия $\sigma_{см}$ не как не обязаны быть выше возможного = 100 МПа. Если число усилия выходит больше, необходимо под основную поверхность пуансона приспособить стальную прокладку, делающую увеличение площади распределения давления.

По вычислениям мы выяснили, что без данной прокладки не обойтись» [6].

4.2.2. Подсчет пуансона на деформирование в мельчайшем сечении

«Наибольшее число усилий в опасном сечении:

$$\sigma_{сж} = P \setminus f \leq (\sigma_{сж}), \quad (4.2)$$

где, P – технологическое усилие на операции; P = 42,1 кН.

f – Площадь рабочей части пуансона: $f = 3,14 \cdot 11^2 / 4 = 95 \text{ миллиметров}^2$.

$$\sigma_{сж} = 4207 / 95 = 44,3 \text{ кг} / \text{миллиметра}^2 = 443 \text{ МПа};$$

Число возможного усилия $\sigma_{сж}$ для пуансонов из инструментальной стали является $160 \text{ кг} / \text{миллиметр}^2 = 1600 \text{ МПа}$. Подсчитанное усилие значительно меньше возможного, что может сказать нам о высокой прочности пуансона» [7].

4.3. Подсчет чисел и расположение гибких элементов.

«К эластичным элементам штампа относятся пружины. Обыденно применяют стальные спиральные и полиуретановые пружины.

В штампе обычно используют пружины для снятия отштампованной заготовки. Кроме того, пружины в гибочном штампе исполняются для поднятия изделия на уровень транспортировки» [14].

«При подсчете нужного кол-ва пружин в штампе принимают во внимание:

- пружины обязаны исполнять усилие, которое было бы достаточным для снятия отхода с пуансона;
- пружины обязаны делать нужный ход съемника;
- кол-во пружин обязано быть подходящим» [1].

«Прежде было подсчитано напряженность пружин для изъятия изделия с пуансона:

$$P_{CH} = 4910 \text{ кгс} = 49,1 \text{ кН.}$$

Выбираем пружины так, чтобы выполнялось условие:

$$P_{\Sigma \text{ пружин}} \geq 0,05 P_{CH} \quad (4.3)$$

$P_{\Sigma \text{ пружин}}$ – суммарное усилие, создаваемое тремя пружинами.

По ГОСТ 18793-80 были подобраны подходящие пружины, которые способны обеспечить усилие поджима. Было принято решение внедрить три пружины. Нами была выбрана пружина со следующими пар-ми:

$P = 125 \text{ кг} = 1,25 \text{ кН}$ – усилие пружины;

$H_0 = 56,2$ миллиметров – высота в свободном состоянии;

$\Delta H = 15,5$ миллиметров – высота сжатия пружины;

$D = 28,0$ миллиметров – наружный диаметр пружины;

$d = 5,0$ миллиметров – диаметр проволоки.

Проверим условие (4.3):

$$P_{\Sigma \text{ пружин}} = 3 * 125 > 0,05 * 4910 \text{ кгс.}$$

$$375 \text{ кгс} > 246 \text{ кгс; условие будет выполняться.}$$

«Выбранные пружины обязаны перемещаться в достаточной мере для подъема изделия на нужную высоту» [3].

Выбрали пружину со следующими параметрами:

$P = 2 \text{ кг} = 20 \text{ Н}$ – усилие пружины;

$H_0 = 41,2$ миллиметра – высота в свободном состоянии;

$\Delta H = 18,2$ миллиметра – высота сжатия пружины;

$D = 8$ миллиметров – наружный диаметр пружины;

$d = 0,8$ миллиметра – диаметр проволоки.

4.4. Определение исполнительных размеров инструмента

«При подсчете исполнительных размеров приборов для разделительных операций принимают следующие условия:

- 1) При вырубке по наружному контуру изделие должно формироваться матрицей. Величина матрицы считается равной минимальному размеру изделия;
- 2) При пробивке отверстий его размер задает пуансон. Размер пуансона принято считать равным максимальному размеру отверстия» [5].

«Определим исполнительные размеры пуансонов и матриц:

Для пробивки отверстия диаметром $11^{+0,2}$ миллиметров:

$$\text{Диаметр пуансона: } d_{\text{П}} = (d_{\text{ОТВ}} + \Delta)^{-\delta}, \quad (4.4)$$

где Δ – допуск на отверстие по чертежу; $\Delta = 0,15$ миллиметра;

δ – допуск на изготовление пуансона по 6 качеству (h6); $\delta = -0,011$ миллиметр» [2].

$$d_{\text{П}} = (11 + 0,15)^{-0,011} = 11,15^{-0,011} \text{ миллиметр.}$$

$$\text{Диаметр матрицы: } d_{\text{М}} = (d_{\text{П}} + Z)^{+\delta}, \quad (4.5)$$

где Z – двусторонний зазор резания; $Z = 0,1 \cdot S = 0,1 \cdot 3,5 = 0,35$ миллиметр;

δ – допуск на изготовление матрицы по 7 качеству (H7); $\delta = +0,018$ миллиметр.

$$d_{\text{М}} = (11,15 + 0,35)^{+0,018} = 11,5^{+0,018} \text{ миллиметров.}$$

5. Экология и безопасность жизнедеятельности рабочих, объекта и технологического процесса.

5.1. Технологическая характеристика объекта

Как при любом производстве, а пресовое не является исключением, располагают в специально отведенных площадях для различных станочных прессов, разных размеров, серийности и количества. Обязательным условием является оснащение цехов, дополнительными складскими помещениями для сырья и отдельно для выпускаемой продукции. Так же неотъемлемым условием в цехах дополнительно размещают помещения для проектирования, ремонта, обслуживания штампов и оборудования, и размещения грузового транспорта и погрузочно-разгрузочного транспорта (погрузчики, мультикары и т.д.).

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция	Должность рабочего который выполняет тех. Процесс.	Оборудование, устройство, приспособление	Марка стали
1.	Изготовление детали "Усилитель опоры пружины"	Многопозиционная штамповка детали за четыре операции.	Штамповщик-оператор	Пресс-автомат ФТ-2/60, грейферные механизмы, штамповая оснастка	Сталь 08Ю

5.2 - Изучение всех эксплуатационных рисков для производства и технологичности.

Основными причинами тяжелых и нежелательных производственных опасностей представляет механическое и электромеханический травматизм с разными уровнями тяжести. Механический травматизм можно получить при несоблюдении правил безопасности касанием режущих материалов,

инструментов, и несоблюдение инструкции по безопасному движению. Электромеханический травматизм можно получить при неправильной эксплуатации электрооборудования и несоблюдения инструкции по электробезопасности, а также небрежное обращение самих рабочих.

Таблица 5.2 – Опасные и вредные факторы

№п/п	Производственно–технологическая и/или эксплуатационно–технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Загрузка материала, транспортировка готовой продукции в тару.	Грубая поверхность материала, заостренные ребра заготовок	Грубая поверхность, заостренные ребра
2	Работа на станке	Увеличенная вибрация, и низкая шумоизоляция	Пресса и кузница
3	Перемещение в цехах погрузчиков и мультикаров	Задымленность цеха	Перемещение автотранспорта
4	В рабочих помещениях(цех)	Недостаток света	Электроприборы малой мощности
5	Работа на оборудовании	Опасность при увеличенном напряжении эл.цепи и неисправности, повышенная вероятность получить травмы рабочему	Электронасосы, электродвигатели станка
6	В рабочее время безотрывное транспортировка в ручную заготовок	Раздражительность	Однообразие
7	Безотрывная транспортировка в ручную	Силовые нагрузки	Неизменное положение тела

5.3. Способы сокращения профессиональных рисков.

Таблица 5.3 - Технические способы сокращения опасных и вредных производственных факторов.

Естественной организацией рабочих является ознакомление с правилами производства, всех инструкций. Обязательным правилом имеет место быть организация снова принятых рабочих, не зависимо от ранее полученного образования, профессии и разряда.

Вводного инструктаж – выполняется для всех без исключения рабочих вновь устроившихся на предприятие, не зависимо от ранее полученного образования, профессии и разряда. Первичный инструктаж проводят непосредственно на рабочем месте, с закреплением рабочего старшим для ознакомления спецификой работы. Повторный инструктаж осуществляется для всех работающих на производстве не зависимо от ранее полученного образования, профессии и разряда один раз в год. Внеплановый проводят, если на производстве рабочий получает травму. Все инструктажи в обязательном порядке регистрируются в типовых документах.

Таблица 5.3 – Организационные средства на сокращение тяжелых и нежелательных производственных опасностей.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно–технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Динамические части станка Грубая поверхность материала, заостренные ребра заготовок	–специальные перекрытия станка для защиты рабочего; –предупреждающие сигналы перед каждым началом работы; –инструменты для безопасной транспортировки заготовок –при нештатной ситуации привод оснащенный для остановки;	–костюм х/б; –рукавицы комбинированные; – головной –защитный фартук брезентовый; –нарукавники брезентовые; –очки защитные; –очищающие крема, пасты.
2	Увеличенная вибрация, и низкая шумоизоляция рабочих прессов	–смазка подшипников, рабочих частей станка; –смена рабочих запчастей станка; –оснащение станка виброизоляционных приспособлений.	Вкладыши беруши, противозумные наушники РОСОМЗ СОМЗ-3 ПУМА 60300
3	Задымленность цеха	Некорректное исполнение работ по вентиляционной системы подрядной организацией	Респираторы РУ-60, полумаски фильтрующие ЗМ-8122
4	Недостаток света	Замена электроприборов освещения цехов	–
5	Работа на неисправном оборудовании	Срочное устранение неполадок в электрической сети, ремонт заземления.	Боты диэлектрические, рукавицы диэлектрические
6	Раздражительность	Промежуток времени отдыха между операциями и рабочего времени	–
7	Силовые нагрузки	Временная остановка направленная на заминку	–

5.4. Пожарная безопасность объекта и ее обеспечение.
Таблица 5.4 – Распознавание классов и опасных и вредных факторов
пожара.

Пожаробезопасность — это набор общих правил, руководствуясь которыми, человек значительно снижает потенциальную вероятность возникновения несчастного случая связанного с появлением пожара. Зная и применяя на практике правила электробезопасности человек тем самым заблаговременно предупреждает и в итоге избегает пожара.

Для того чтобы обеспечить содержание цеха, при полной работе техпроцесса, работоспособность средств его противопожарной защиты в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них, необходимо обеспечить выполнение правил пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке, по СНиП 21–01–97 и в том числе ППБ 01. Не допускать изменений конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта, разработанного в соответствии с действующими нормами и утвержденного в установленном порядке.

Сырье для изготовления штампа, это Сталь 08кп, по воспламеняемости имеет степень трудно сгораемым. По этому признаку с твердой уверенностью можем сослаться на СНиП 21–01–97, и определить к категории Д (пониженная пожароопасность).

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех штамповки	Быстроходном вытяжном комплексе БВК-63	В, Д, Е	–открытый огонь; –повышенный температурный режим; –острая нехватка кислорода в воздухе; –резкое падение видимости -выделение токсичных газов.	При появлении пожара, огонь распространяется на строительные материалы, кровлю, так же электроустановки, малогабаритного оборудования.

Таблица 5.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре
Углекислотные огнетушители; порошковые огнетушители ОП2, ОП4, ОП8	Автоцистерны и насосы	Спринклерные установки	Извещатели пожарные	Рукавные разветвления, пожарный кран, стволы	Самоспасатели для защиты органов дыхания и зрения
Немеханизированные инструменты, который находится на пожарных щитках.	Автомобили аварийно-спасательного назначения	Водяные спринклерные установки, Воздушно-водяные системы	Приборы управления пожарные	Пожарный гидрант	Огнестойкая накидка
Специальные противопожарные полотна.	Мотопомпы, Пожарный трактор	Дренчерные установки	Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Модульная установка пожаротушения	Изолирующий портативный дыхательный аппарат

Таблица 5.6 – Противопожарные мероприятия.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно–технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Цех штамповки	<ul style="list-style-type: none"> –обязательное прохождение работников противопожарного инструктажа –исполнять технику безопасности на рабочем месте; –строго следовать технологическому процессу; –обязательное наличие первичных средств пожаротушения; –не допускать на рабочем месте загрязненной ветоши, производить вовремя уборку масляных отходов; –не допускать складирование горючих веществ на участках; –для хранения взрывоопасных веществ строго следовать инструкцией. 	<ul style="list-style-type: none"> –хорошо обученные и инструктируемые работники; –строгий контроль за рабочей системы пожаротушения; -наличие звуковой системы оповещения.

Таблица 5.7 – Экологические факторы объекта.

Название технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Многопозиционная, штамповка	Пресс - автомат, Питатель штучных заготовок, грейферные механизмы, штамповая оснастка	Выделение вредных испарений, газов отработанный смазки, масла и скопление пыли	Утилизация промасленной ветоши, использованных смазочных материалов, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев	Утилизация промасленной ветоши

Таблица 5.8 – Выполненные мероприятия для снижения вредных и антропогенных воздействий на окружающую среду.

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

Подведем итог по «Безопасности и экологичности технического объекта».

В данной главе были описаны и приведены характеристики работы прессового производства, его технологические процессы, возможное оборудование, обязанности сотрудников предприятия, затрачиваемая оснастка оборудования. Рассмотрены тяжелые и нежелательные производственные опасности, и возможные предотвращения производственных травм. Представлены обязательные правила для организация рабочих, то есть изучение инструкций и ведение документации. Необходимость обеспечения работников индивидуальной, бесплатной выдачей специальных средств защиты. Разработанные положения для содержания противопожарной защиты в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них, приведены примеры обеспечения всеми средствами пожаротушения, оповещения, и защиты, присвоен класс точности пожаров. Показана экология прессового производства, рассмотрены неблагоприятные воздействия на окружающую среду, а так же процедура по безопасности.

6. Часть по экономическим расчетам производства.

6.1. Характеристика для сравнений.

«Имеющийся вариант производства изделия «Усилитель опоры пружины» автомобиля –производство на пяти кривошипных прессах: вырубка заготовок на прессе К3034 с усилием 2,5 МН и штамповка на поточной линии прессов К3132 с усилием 1,6 МН. Транспортировку между прессами выполняют ленточные транспортеры» [14].

«Предложенная технология производства состоит из четырех операций, которые выполнены на многопозиционном прессе-автомате FT2-60 с усилием 6 МН» [14]. «Транспортировка заготовок – грейферными линейками» [14]. Расчитываем себестоимость штамповой оснастки» [14].

6.2. Расчет для штампа на вторую гибку.

Таблица 6.1 - Расчет для штампа на вторую гибку.

№	Название	Значение	Доли заработной платы	Обозначение суммы в рублях.
1	Главные материалы и. транспортные расходы	М	111500	
2	Основная заработная плата	$Z_{\text{ПЛ}}^{\text{осн.}}$	91015	$C_T = 145 \text{ р/ч}$ $T_{\text{гибка}}=628\text{н/ч}$
3	Начисления на социальные нужды	Сс	28214	31% от $Z_{\text{ПЛ}}^{\text{осн.}}$
4	Убытки на ремонт оборудования	РСО	70992	76,87% от $Z_{\text{ПЛ}}^{\text{осн.}}$
5	Цеховые затраты	$P_{\text{цех}}$	76448	83,99% от $Z_{\text{ПЛ}}^{\text{осн.}}$
6	Итого цеховая себестоимость	$C_{\text{цех}}$	378211	

6.3. Начальные сведения для выполнения расчетов для параметров эффективности введения свежей технологии.

- 1) Основные материалы, в том числе и транспортные расходы - 111506%;
- 2) Основная зарплата; $Z_{\text{пл}}^{\text{основ}}$; 91019%; Ст= 145рублей в час, $T_{\text{гибка}}= 628$ н/ч;
- 3) Отчисления на социальные нужды - 28215%; 31%) от $Z_{\text{пл}}^{\text{основ}}$;
- 4) Расходы на содержание оборудования - 70995%; 76,87% от $Z_{\text{пл}}^{\text{основ}}$;
- 5) Цеховые расходы - 76447проц(%); 83,99 от $Z_{\text{пл}}^{\text{основ}}$;
- 6) Итого цеховая себестоимость - 378200%.

Исходные данные:

1. Программа выпуска деталей в год – 184500Нг.
2. Фонд времени: оборудования – 3800Фэ; рабочего – 1100Фэ.р.
3. Показатель данный для выполнение нормы – 1,1Квн.
4. Показатель обслуживания станочного оборудования – 1,2Кмн.
5. Время на отдых – 11,8Ко.
6. Монтаж оборудования: себестоимость – 1,1; во вложениях средств – 0,1 К/монт.
7. Масса заготовки изделия – сущ. – 1,265кг; Проектный – 1,090кг.
8. Цена на приобретение материала – 21,86руб/кг.
9. Масса отработанного материала – сущ.- 0,562кг; проектный – 0,384кг.
10. Цена отходов – 0,65руб/кг.
11. Почасовая тарификация операторов 3-го разряда – 66,79руб.
12. Почасовая тарификация наладчиков 5-го разряда – 79,90руб.
13. Показатель доплат по заработной плате:
 - По часам из фонда заработной платы – 1,10Кдоп.
 - По профессиональному мастерству – 1,12Кпф.
 - По вредным условиям труда – 1,2Ку.
 - По ночным и вечерним часам – 1,1Кн.
 - Оплата премии – 1,1Кпр.
 - компенсация на социальное страхование – 1,30.
 - Общий показатель доплат – 2,35Кзпл
14. Выгода продаж:
 - Изношенного оборудования – 5% Вр.
 - Изношенного штампа - 15% Ври.
15. Затраты на электричество – 3,8руб/кВт.ч.
16. Цена производственной площади – 4500руб/м²

17. Амортизация составляет – 8%.

18. Общий цеховой показатель – 1,72Кцех.

Таблица 6.2. - Исходные данные оборудования:

Название			Пресс К3034	Пресс К3132	Пресс- автомат ФТ-2-60
Единичное время на одну операцию	$t_{шт}$	мину ты	0,068	0,109	0,045
Норма технического времени на одну операцию	$t_{маш}$	мину ты	0,034	0,026	0,033
Мощь электродвигателей	M_v	кВт	36	20	90
Площадь, которую занимает один пресс	$S_{уд}$	м ²	16	15	121
Стоимость одного станка	$C_{об}$	рубл ей	495900	457000	9205500
Выручка от продажи устаревшего оборудования	B_p	рубл ей	24795	22850	460275
Норма на работу наладчиков	$n_{обсл}$	штук	8	8	2
КПД	КПД		0,75	0,75	0,70

Таблица 6.3. - главная информация об оснастке:

Название	Стойкость штампа	Стоимость
	$T_{и}$, ударов	$C_{шт.}$ рублей.
Существующее прессовое оборудование		
1. Штамп для производства вырубки и пробивки	55000	585250
2. Штамп для первой гибки	60000	492790
3. Штамп для производства второй гибки	60000	493920
4. Штамп для производства третьей гибки	60000	482044
5. Штамп для производства четвертой гибки	55000	474453
Проектируемое автоматическое оборудование FT2-60		
1. Штамп для производства вырубки и пробивки	95000	493996
2. Штамп для производства первой гибки	95000	467127
3. Штамп для производства второй гибки	95000	378200
4. Штамп для производства второй гибки	95000	486012

6.4. Подсчет численности оборудования, параметров его загрузки, необходимого числа рабочих и нужного количества штампов.

1. Сумма оборудования нужного для производства деталей в год:

$$n_{об} = t_{шт} \cdot N_{Г} / (\Phi_{Э} \cdot K_{ВН} \cdot 60)$$

$$n_{об}^{Базов10} = 0,068 \cdot 184550 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,056 = 1.$$

$$n_{об}^{Базов20-50} = 0,109 \cdot 184550 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,090 = 1.$$

$$n_{об}^{проектир} = 0,045 \cdot 184550 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,037 = 1.$$

1. Параметр загруженности оборудования на выполнение операции:

$$K_3 = n_{\text{об.РАСЧ.}} / n_{\text{об.ПРИН.}}$$

$$K_3^{\text{базовов}} = 0,056 / 1 = 0,056.$$

$$K_3^{\text{базовов}20-50} = 0,090 / 1 = 0,090.$$

$$K_3^{\text{проектир}} = 0,037 / 1 = 0,037.$$

2. Число рабочих для выполнения годовой программы:

$$P_{\text{ОП}} = [t_{\text{шт}} \cdot N_{\Gamma} \cdot (1 + K_0/100)].$$

$$P_{\text{ОП}}^{\text{Базов}} = [0,068 \cdot 184550 / (1673 \cdot 1,2 \cdot 60)] \cdot (1 + 11,8 / 100) = 0,338 = 1.$$

$$P_{\text{ОП}}^{\text{Базов}} = [0,109 \cdot 184550 / (1673 \cdot 1,2 \cdot 60)] \cdot (1 + 11,8 / 100) = 0,498 = 1.$$

$$P_{\text{ОП}}^{\text{проектир}} = [0,045 \cdot 184550 / (1673 \cdot 1,2 \cdot 60)] \cdot (1 + 11,8 / 100) = 0,324 = 1.$$

3. Количество штампов для выпуска годовой программы:

$$n_{\text{ШТАМП}} = N_{\Gamma} / T_{\text{и.ШТ.}}$$

- Вырубка и пробивка:

$$n_{\text{штамп}}^{\text{базов}} = 184550 / 55000$$

$$n_{\text{штамп}}^{\text{проектир}} = 184550 / 95000.$$

- Первая гибка:

$$n_{\text{штамп}}^{\text{базов}} = 184550 / 60000$$

$$n_{\text{ШТ}}^{\text{проектир}} = 184550 / 95000.$$

- Вторая гибка:

$$n_{\text{штамп}}^{\text{базов}} = 184550 / 60000$$

$$n_{\text{штамп}}^{\text{проектир}} = 184550 / 95000.$$

- Третья гибка:

$$n_{\text{штамп}}^{\text{базов}} = 184550 / 60000$$

$$n_{\text{штамп}}^{\text{проект}} = 184550 / 95000.$$

- Пробивка отверстий:

$$n_{\text{ШТ}}^{\text{базов}} = 184550 / 55000.$$

6.5. Подсчет себестоимости продукта в сравнении различных вариантов.

1. Основные материалы за вычетом отходов:

$$M = (M_3 \cdot C_m \cdot K_{T3}) - (M_{\text{ОТХ}} \cdot C_{\text{ОТХ}})$$

$$M^{\text{Базов}} = (1,265 \cdot 21,87 \cdot 1,014) - (0,562 \cdot 0,65) = 28,26 \text{ рублей.}$$

$$M^{\text{Проектир}} = (1,090 \cdot 21,87 \cdot 1,014) - (0,384 \cdot 0,65) = 24,41 \text{ рублей.}$$

2. Подсчет основной заработной платы:

$$З_{ПЛ} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{Э.Р.} \cdot K_{ЗПЛ} \cdot K_3 / N_T$$

$$З_{ПЛ}^{Базов} = (2 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,056 + 10 \cdot 66,71 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,090) / 184550 = 0,44 \text{ рубля.}$$

$$З_{ПЛ}^{Проектир} = 2 \cdot 79,89 \cdot 1142 \cdot 2,36 \cdot 0,037 / 184550 = 0,03 \text{ рубля.}$$

3. Траты на амортизацию и текущее техобслуживание:

$$P_A = [C_{об} \cdot K_M (1 - B_p \cdot N_A \cdot t_{шт} \cdot 1,3)] / (\Phi_{Э} \cdot K_{ВН} \cdot 60 \cdot 100)$$

$$P_A^{Базов} = [((495900 \cdot 1,1 - 24795) \cdot 10 \cdot 0,068 \cdot 1,3) + ((4 \cdot 45700 \cdot 1,1 - 22850) \cdot 10 \cdot 0,109 \cdot 1,3)] / (3890 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,04 \text{ руб.}$$

$$P_A^{Проектир} = (9205500 \cdot 1,1 - 460275) \cdot 10 \cdot 0,045 \cdot 1,3 / (3890 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,06 \text{ рублей.}$$

4. Трата на электричество:

$$P_{Э} = M_y \cdot t_{МАШ} \cdot K_{Од} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{П} \cdot C_{э} \cdot K_{ПД} \cdot 60$$

$$P_{Э}^{Базов} = [(36 \cdot 0,034 + 4 \cdot 20 \cdot 0,026) \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,04 \cdot 3,8] / (0,75 \cdot 60) = 0,25 \text{ рублей.}$$

$$P_{Э}^{Проектир} = 90 \cdot 0,033 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,04 \cdot 3,8 / (0,70 \cdot 60) = 0,14 \text{ рублей.}$$

5. Расходы на штамповый инструмент:

$$P_{И} = C_{шт} / T_{И. шт.}$$

1) Вырубка и пробивка:

$$P_{И}^{Базов} = 585250 / 55000 = 9,04$$

$$P_{И}^{Проектир} = 493996 / 95000 = 4,42.$$

2) Первая гибка:

$$P_{И}^{Базов} = 492790 / 60000 = 6,98$$

$$P_{И}^{Проектир} = 467127 / 95000 = 4,18.$$

3) Вторая гибка:

$$P_{И}^{Базов} = 493120 / 60000 = 7$$

$$P_{И}^{Проектир} = 378200 / 95000 = 5,01.$$

4) Третья гибка:

$$P_{И}^{Базов} = 482044 / 60000 = 8,04$$
$$P_{И}^{Проектир} = 486112 / 95000 = 4,35.$$

5) Пробивка отверстий:

$$P_{И}^{Базов} = 474453 / 55000 = 7,33.$$

Итого:

$$P_{И}^{Базов} = 38,39 \text{ рублей.}$$
$$P_{И}^{Проектир} = 17,96 \text{ рублей.}$$

6) Трата на содержание и эксплуатацию производственной площади:

$$P_{ПЛ} = S_{уд} \cdot n_{об} \cdot C_{ПЛ} \cdot K3 / N_{Г}$$
$$P_{ПЛ}^{Базов} = (16,1 \cdot 0,056 + 15 \cdot 4 \cdot 0,090) \cdot 4500 / 184550 = 0,38 \text{ рублей.}$$
$$P_{ПЛ}^{Проектир} = 121 \cdot 1 \cdot 0,037 \cdot 4500 / 184550 = 0,35 \text{ рублей.}$$

7) Траты на оплату в счет заработной платы наладчика:

$$Z_{НАЛ} = n_{об} \cdot C_{т} \cdot \Phi_{Э.Р.} \cdot K_{ЗПЛ} \cdot K3 / (n_{обс} \cdot N_{Г})$$
$$Z_{НАЛ}^{Базов} = 5 \cdot 68,57 \cdot 1673 \cdot 2,78 \cdot 0,056 / (8 \cdot 184550) = 0,01 \text{ рублей.}$$
$$Z_{НАЛ}^{Проектир} = 1 \cdot 68,57 \cdot 1673 \cdot 2,78 \cdot 0,037 / (2 \cdot 184550) = 0,01 \text{ рублей.}$$

8) Технологическая стоимость тех. Процесса:

$$C_{ТЕХ} = M + Z_{ПЛ} + P_{А} + P_{И} + P_{ПЛ} + Z_{НАЛ}$$
$$C_{ТЕХ}^{Базов} = 28,26 + 0,44 + 0,03 + 0,15 + 38,39 + 0,38 + 0,01 = 67,66 \text{ рублей.}$$
$$C_{ТЕХ}^{Проектир} = 24,41 + 0,03 + 0,04 + 0,14 + 17,96 + 0,35 + 0,01 = 42,94 \text{ рублей.}$$

9) Цеховые Траты:

$$P_{ЦЕХ} = Z_{ПЛ} \cdot K_{ЦЕХ}$$
$$P_{ЦЕХ}^{Базов} = 0,44 \cdot 2,28 = 1 \text{ рублей.}$$
$$P_{ЦЕХ}^{Проектир} = 0,03 \cdot 2,28 = 0,07 \text{ рублей.}$$

10) Цеховая себестоимость:

$$C_{ЦЕХ} = P_{цех} + C_{тех}$$
$$C_{ЦЕХ}^{Базов} = 1,00 + 67,66 = 68,66 \text{ рублей.}$$
$$C_{ЦЕХ}^{Проектир} = 0,07 + 42,94 = 43,01 \text{ рублей.}$$

6.6. Подсчет различных вариантов в сравнении.

Таблица 6.6. – Таблица подсчета вариантов для сравнения:

№	Показатель	Значение в рублях		Проценты	
		Существующие	Проектные	Существующие	Проектные
1	Главные материалы за учетом отходов	28,26рубл й	24,41рубл ей	41,2%	56,8%
2	Зароботная плата рабочих	0,44рубле й	0,03рубле й	0,6%	0,1%
3	Трата на амортизацию и текущий наладку оборудования	0,03рубле й	0,02рубле й	0,1%	0,1%
4	Траты на электричество	0,15рубле й	0,14рубле й	0,2%	0,3%
5	Траты на штамповое оборудование	38,39	17,96	55,9	41,8
6	Траты на использование площади	0,39	0,28	0,5	0,7
7	Траты на заработную плату наладчика	0,01	0,01	0,1	0,1
8	Себестоимость тех. Процесса	67,66	42,94	98,5	99,8
9	Общие цеховые траты	1,00	0,07	1,5	0,2
10	Цеховая себестоимость	68,66	43,01	100	100

6.7. Подсчет нормативов экономической действенности планируемого варианта.

6.7.1. Подсчет общих вкладов

1) Прямые вложения в оборудование:

$$K_{\text{ОБ}} = n_{\text{ОБ}} \cdot C_{\text{ОБ}} \cdot K_3$$

$$K_{\text{ОБ}}^{\text{Базов}} = 1 \cdot 495900 \cdot 0,056 \cdot 4 \cdot 457000 \cdot 0,090 = 192291 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{ОБ}}^{\text{Проектир}} = 1 \cdot 9205500 \cdot 0,037 = 340604 \text{ рублей.}$$

2) Сопутствующие капитальные вложения:

Траты на доставку и установку оборудования:

$$K_{\text{М}} = K_{\text{об}} \cdot K_{\text{МОНТ}}$$

$$K_{\text{М}}^{\text{Базов}} = 192291 \cdot 0,1 = 19229 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{М}}^{\text{Проектир}} = 340604 \cdot 0,1 = 34060 \text{ рублей.}$$

Траты на оснастку:

$$K_{\text{И}} = C_{\text{шт}} \cdot n_{\text{шт}}$$

$$K_{\text{И}}^{\text{Базов}} = 4 \cdot (585250 + 492790 + 493920 + 482484 + 474453) = 10101828 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{И}}^{\text{Проектир}} = 2 \cdot (493966 + 467127 + 559592 + 486012) = 4013454 \text{ рублей.}$$

Траты на производственную площадь:

$$K_{\text{ПЛ}} = n_{\text{ОБ}} \cdot S_{\text{уу}} \cdot C_{\text{ПЛ}} \cdot K_3$$

$$K_{\text{ПЛ}}^{\text{Базов}} = (1 \cdot 16 \cdot 0,056 + 4 \cdot 15 \cdot 0,090) \cdot 4500 = 64566 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{ПЛ}}^{\text{Проектир}} = 1 \cdot 121 \cdot 0,037 \cdot 4500 = 48642 \text{ рублей.}$$

Итого :

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{М}} + K_{\text{И}} + K_{\text{ПЛ}}$$

$$K_{\text{СОП}}^{\text{Базов}} = 19229 + 10101828 + 64566 = 10185623 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{СОП}}^{\text{Проектир}} = 34060 + 4013454 + 48642 = 4096156 \text{ руб.}$$

3) Общие капитальные вложения:

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{СОП}}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{Базов}} = 192291 + 10185623 = 10377914 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{Проектир}} = 340604 + 4096156 = 4436760 \text{ рублей.}$$

4) Капитальные вложения:

$$K_{\text{УД}} = K_{\text{общ}} / N_{\Gamma}$$

$$K_{\text{УД}}^{\text{Базов}} = 10377914 / 184550 = 56,23 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{УД}}^{\text{Проектир}} = 4436760 / 184550 = 24,04 \text{ рублей.}$$

6.7.2. Подсчет нормативов экономической действенности планируемого варианта.

1) Приведенные затраты:

$$Z_{\text{пр. ед}} = C_{\text{цех}} + E_n \cdot K_{\text{уд}}$$

$$Z_{\text{пр. ед}}^{\text{Базов}} = 68,66 + 0,33 \cdot 56,23 = 87,22 \text{ рублей.}$$

$$Z_{\text{пр}}^{\text{проектир}} = 43,01 + 0,33 \cdot 24,04 = 50,94 \text{ рублей.}$$

2) Условно-годовая экономичность от понижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_Г = (Z_{\text{пр}}^{\text{базов}} - Z_{\text{пр}}^{\text{Проектир}}) \cdot N_Г$$

$$\mathcal{E}_Г = (87,22 - 41,11) \cdot 184550 = 4027649 \text{ рублей.}$$

3) Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{Базов}} - C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{Проектир}}) \cdot N_Г$$

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (68,66 - 43,01) \cdot 184550 = 4364608 \text{ рублей.}$$

4) Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{и}}^{\text{Проектир}} / \mathcal{E}_{\text{УГ}}$$

$$T_{\text{ок}} = 4013454 / 4364608 \approx 1$$

Выводы по данному разделу:

1. В результате внедрения нового тех.Процесса изготовления изделия цеховая себестоимость производства одной единицы изделия упала с 68,66 руб. до 43,01 руб. (уменьшилась на 35 процентов).
2. Причины понижения себестоимости:
 - уменьшение трудоемкости: с 0,109 мин. до 0,045 мин.;
 - уменьшение затрат на штамповую оснастку: с 38,42 руб. до 17,90 руб. (за счет повышения их жесткости и выносности при установке на автоматизированное оборудование – пресс-автомат FT2-60).
3. Экономичность по программе изготовления 184550 изделий от внедрения нового тех. Процесса составляет около 4 млн. рублей, при сроке окупаемости вложений в течении одного года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте была разработана прогрессивная технология изготовления детали «Усилитель опоры пружины» автомобиля, для чего был сделан обоснованный перевод изготовления детали на автоматическую линию.

Для предлагаемого техпроцесса были проделаны расчеты основных технологических параметров штамповки, рассчитан КИМ.

Было выбрано технологическое оборудование – пресс-автомат FT2-60 и средства автоматизации. Организована автоматическая линия для штамповки из рулонного материала. Спроектирован участок штамповки. Проведен анализ совместной работы всех модулей автоматической линии путем построения цикловой диаграммы.

Была разработана конструкция новой штамповой оснастки для вытяжной операции с учетом совместной работы со средствами автоматизации. Проведены требуемые прочностные и конструкторские расчеты, подобраны материалы для изготовления деталей штампа.

Был проведен анализ опасных и вредных факторов на участке штамповки; предложены мероприятия по их снижению и устранению.

Экономические расчеты показали, что автоматизация изготовления детали приведет к снижению производственных затрат. Использование пресса-автомата в 1,5...2 раза повышает стойкость штамповой оснастки. Поэтому, снижаются капитальные затраты на изготовление штампов. Из-за этого себестоимость изготовления детали по предлагаемой технологии снизится на 35 %. Годовой экономический эффект от снижения себестоимости составит более 4 млн. руб. Капитальные вложения на новую штамповую оснастку окупятся в течение 1 года.

Список используемых источников:

1. Altan T. Tekkaya E. Sheet Metal Forming: Fundamentals, ASM International, 2012.
2. Marciniak Z. Duncan J.L. Hu S.J. Mechanics of sheet metal forming. Butterworth-Heinemann, 2002, 211 pages.
3. Altan T. Tekkaya E. Sheet Metal Forming: Processes and Applications. ASM International, 2012.
4. Lim Y. Venugopal R. Ulsoy A.G. Process Control for Sheet-metal Stamping. Controller Design and shop-floor Implementation. 2014, pages 79.
5. 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.
6. Кокорин В.Н. «Технологические расчеты в процессах холодной листовой штамповки» – издательство: Ульяновск, Улгту. 2002 год
7. Романовский В.П. «Справочник по холодной штамповке». – 6-е издание переработанное и дополненное. – Машиностроение. Ленинградское отделение, 1979 год. – 520 страниц.
8. Кирилов П.Г. «Теория обработки металлов давлением», 1965 год.
9. Малов А.Н. «Технология холодной штамповки» – Машиностроение, 1969 год. – 568 страниц.
10. Кухтаров В.И. «Холодная штамповка», Издательство: Машгиз. Год выпуска 1962 . – 370 страниц.
11. Мастеров В.А. «Теория пластической деформации и обработка металлов давлением», Издательство: Металлургия. Год выпуска: 1989.
12. Навроцкий Г.А. «Холодная объемная штамповка». Справочник, Издательство: Машиностроение. Год выпуска: 1973.
13. Живов Л.И. «Кузнечно-штамповочное оборудование». Издательство: МГТУ им. М.Э. Баумана. Год выпуска 2006.
14. Нефедов, А.П. «Конструирование и изготовление штампов»: «из опыта Горьковского автомобильного завода» / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973 год. - 408 страниц.

15. Владимиров В.М. «Изготовление штампов и пресс-форм». – Машиностроение, 1981 год. – 431 страниц.
16. Якуничев Е.В. «Технология холодной штамповки». Сборник задач. – Тольятти: ТолПИ, 1991 год.
17. Скрипачев А.В. «Технологичность листовых штампованных деталей». Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В.
18. Скворцов Г.Д. «Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки». Издательство: Машиностроение. Год выпуска: 1972.
19. Смолин, Е.Л. «Основы конструирования штамповой оснастки». – Тольятти: ТГУ, 2002 год. –65 страниц.
20. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебное - методическое пособие Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольяттинское издательство ТГУ, 2016 год.
21. Юсипов З.И. «Обработка металлов давлением и конструкции штампов». Издательство: Машиностроение. Год выпуска: 1981.
22. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н. В. Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007 год. -19 страниц.
23. Трусова, Л. И. Экономика машиностроительного производства. Задачи и ситуации: учебное пособие / Л. И. Трусова, В. В. Богданов, В. А. Щепочкин. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 78 с.

Формат Этап Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист	Лист	Листов
		<u>Документация</u>					
	17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.000СБ	Сборочный чертёж					
		<u>Сборочные единицы</u>					
		Подъемник магнитный	4				
		<u>Детали</u>					
	1 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.001	Плита нижняя	1				
	2 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.002	Плита верхняя	1				
	3 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.003	Адаптер	1				
	4 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.004	Пуансон	1	55-59 HRC			
	5 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.005	Секция матрицы	1	55-59 HRC			
	6 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.006	Секция матрицы	1	59-63 HRC			
	7 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.007	Секция матрицы	1	59-63 HRC			
	8 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.008	Противоотжим лев.	1	59-63 HRC			
	9 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.009	Противоотжим пр.	1	59-63 HRC			
	10 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.010	Подъемник	4				
	11 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.011	Противоотжим	1	59-63 HRC			
	12 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.012	Прижим		59-63 HRC			
	13 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.013	Крышка втулки	1	32-37 HRC			
	14 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.014	Фиксатор	2	32-37 HRC			
	15 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.015	Плита	1				
	16 17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.016	Ловитель	2	32-37 HRC			
17.БР.СОМДиРП.593.62.10.00.000							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Колдеев С.П.						
Проев.	Смолин Е.Л.						
Н.контр.	Виталов В.Г.						
Утв.	Ельцов В.В.						
Штамп для 2-ой гибки					Лит.	Лист	Листов
						1	3
					ТГУ, ИМ ар.МСбз-1231		

Копировал

Формат А4

