

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 «Пластина пружины педали сцепления»

Студент(ка)

Р.Ю. Букреев

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Руководитель

А.В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Консультанты

И.В.Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

И.В. Дерябин

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Нормоконтроль

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

- Студент Букреев Роман Юрьевич
1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Пластина пружины педали сцепления»
 2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы _____
 3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____
 4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Аннотация. Содержание. Введение. 1. Состояние вопроса; 1.1. Базовая технология изготовления; 1.2. Анализ технологичности детали; 1.3. Задачи бакалаврской работы; 2. Разработка технологического процесса; 2.1. Схема предлагаемого технологического процесса; 2.2. Определение формы и исходных размеров исходной заготовки; 2.3. Проектирование рационального раскроя металла и определение КИМ; 2.4. Определение энергосиловых параметров процесса штамповки; 3. Выбор оборудования; 3.1. Выбор оборудования. Основные технические характеристики; 3.2. Выбор средств автоматизации. Основные технические характеристики и требования, накладываемые на технологию штамповки и конструкцию штампа; 3.3. Планировка проектируемой линии; 4. Разработка конструкции штамповой оснастки; 4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки; 4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов; 4.3. Определение числа и расположение упругих элементов в штампе; 4.4. Определение центра давления в штампе; 4.5. Определение исполнительных размеров инструмента; 5. Безопасность и экологичность проекта; 6. Экономика. Выводы. Список используемой литературы. Приложения
 5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. Комплекс оборудования.	2 листа А1
2. Сравнительный технологический процесс.	1 лист А1
3. Способы чистовой вырубki	1 лист А1
4. Анализ технологичности.	1 лист А1
5. Штамп для пуклевки, вырубki (разрез А-А).	1 лист А1
6. Штамп для пуклевки, вырубki (разрез Б-Б).	1 лист А1
7. Штамп для пуклевки, вырубki (план низа).	1 лист А1
8. Штамп для пуклевки, вырубki (план верха).	1 лист А1
9. Диаграмма движения ползуна гидравлического пресса Файнтул 4МН	1 лист А1

6. Консультанты по разделам _____

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

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

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной квалификационной работы

_____ (подпись)

А.В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

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

МАШИНОСТРОЕНИЕ

(институт, факультет)

«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

В.В Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____

2017г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы¹**

Студента Букреева Романа Юрьевича

по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Пластина пружины педали сцепления»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Состояние вопроса	20.02.2017	20.02.2017	выполнено	
Разработка технологического процесса	13.03.2017	17.04.2017	выполнено	
Выбор оборудования	18.04.2017	20.04.2017	выполнено	
Разработка конструкции штамповой оснастки	22.04.2017	5.05.2017	выполнено	
Безопасность и экологичность проекта	6.05.2017	8.05.2017	выполнено	
Экономика	8.05.2017	1.06.2017	выполнено	

Руководитель выпускной квалификацион-
ной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

(подпись)

Р.Ю. Букреев

(И.О. Фамилия)

Аннотация

В данном бакалаврском проекте усовершенствован технологический процесс и конструкция штамповой оснастки для изготовления детали «Пластина пружины усилителя педали сцепления» автомобиля ВАЗ 2101.

В технологической части проекта определены форма и размеры исходной заготовки, коэффициент использования металла, также были рассчитаны энергосиловые параметры по операциям. Далее в проекте был произведен выбор требуемого технологического оборудования и средств автоматизации. Под выбранное оборудование была сконструирована штамповая оснастка и произведены прочностные расчеты штампа, определены исполнительные размеры рабочих частей штампа и центр давления штампа.

Так же были изложены мероприятия по охране труда при штамповке на гидравлическом прессе Файнтул 4МН. Рассчитали себестоимость получаемой детали и срок окупаемости оборудования и штамповой оснастки. Были произведены патентные исследования на тему – Исследование вида техники «Устройства для подачи полосового и ленточного материала в рабочую зону прессы».

Объем пояснительной записки составляет _____ листов, а объем графического материала _____ листов.

Содержание.

Введение.	5
1. Состояние вопроса.	6
1.1. Базовая технология изготовления.	6
1.2. Анализ технологичности детали.	6
1.3. Задачи бакалаврской работы.	27
2. Разработка технологического процесса.	29
2.1. Схема предлагаемого технологического процесса.	29
2.2. Определение формы и исходных размеров исходной заготовки.	29
2.3. Проектирование рационального раскроя металла и определение КИМ.	34
2.4. Определение энергосиловых параметров процесса штамповки.	36
3. Выбор оборудования.	40
3.1. Выбор оборудования. Основные технические характеристики.	40
3.2. Выбор средств автоматизации. Основные технические характеристики и требования, накладываемые на технологию штамповки и конструкцию штампа.	41
3.3. Планировка проектируемой линии.	42
4. Разработка конструкции штамповой оснастки.	46
4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки.	46
4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов.	49
4.3. Определение числа и расположение упругих элементов в штампе.	51
4.4. Определение центра давления в штампе.	52
4.5. Определение исполнительных размеров инструмента.	55
5. Безопасность и экологичность проекта.	55
6. Экономика.	61
Выводы.	
Список используемой литературы.	
Приложения.	

Статья I. Введение

Одним из самых прогрессивных методов обработки материалов давлением считается холодная листовая штамповка имеющая ряд преимуществ по сравнению с другими видами обработки.

С технической стороны:

1. Возможность получения деталей сложных форм;
2. Создание прочных, но легких деталей;
3. Получение деталей с высокой точностью и возможностью взаимозаменяемости.

С экономической стороны:

1. Материал используется экономнее;
2. Оптимизация процессов с высокой производительностью;
3. Большое количество и меньший ценовой диапазон.

В последние годы область применения листовой штамповки значительно расширилась за счет штамповки малопластичных и труднодеформируемых металлов и сплавов, а так же за счет широкого применения ее в серийном, мелко-серийном и даже единичном производстве.

Современное листоштамповочное производство развивается по пути разработки новых экономичных технологических процессов, создания совершенного высокопроизводительного оборудования, совершенствование существующих технологических процессов и оборудования.

Главные направления повышение технического уровня листоштамповочного оборудования: совершенствование конструкции машин, внедрение прогрессивных технологических процессов, механизация и автоматизация производства.

В данной бакалаврской работе мы добьемся снижения себестоимости изготовления детали «Пластина пружины усилителя педали сцепления» за счет экономии материала при раскрое.

1. Состояние вопроса

К данному бакалаврскому проекту прилагаются: базовый технологический процесс, технические и экономические показатели, а так же условия труда работников.

1.1. Базовая технология изготовления

В базовой технологии изготовления детали «Пластина пружины усилителя педали сцепления» происходит в следующей последовательности:

Операция 10: Вырубка заготовки (см. рис. 1.1)

Вырубка заготовки производится из полосы 4x88.

Операция 20: Снятие заусенцев. Эта операция выполняется с целью удаления шероховатой поверхности среза и получения точных размеров, острых кромок и гладкой поверхности среза.

Операция 30: Пуклевка (см. рис. 1.2)

Пуклевка необходима для лучшего сваривания деталей при дальнейшей их сварке.

Операция 40: Гибка (см. рис. 1.3)

Отгибается часть детали под углом 90 градусов.

Операция 50: Правка радиусов 1,5мм (см. рис. 1.4).

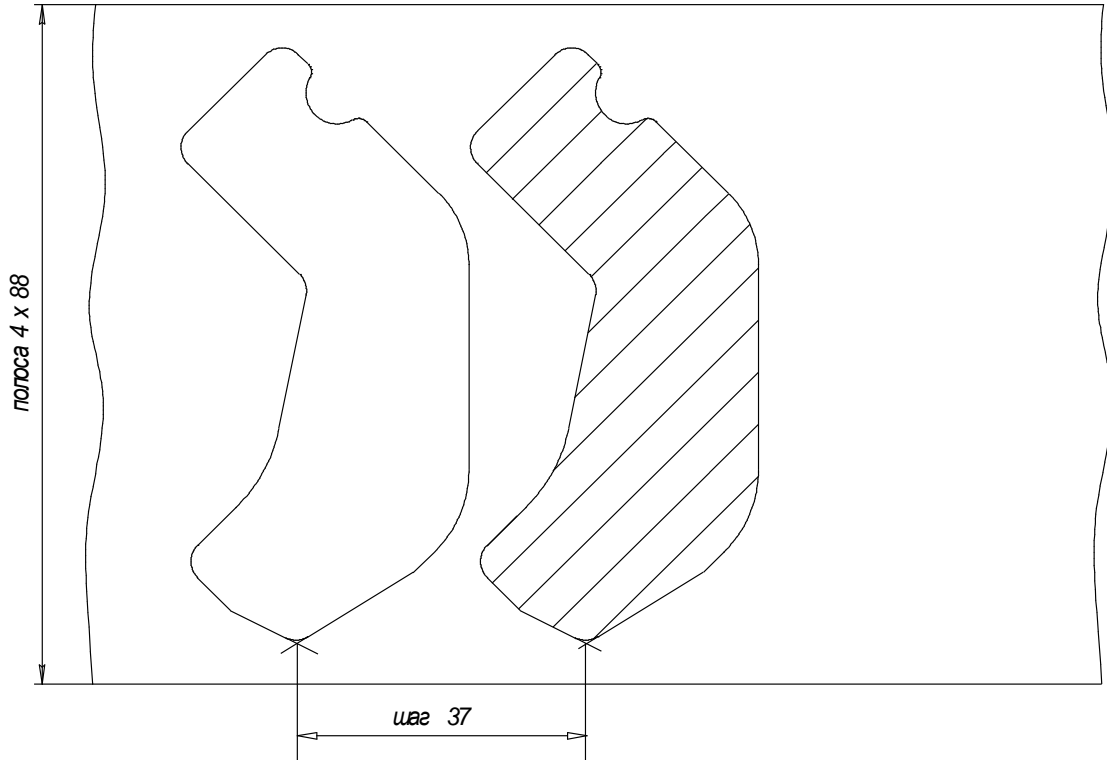
Недостатками данного технологического процесса является:

1. Не экономичный расход материала;
2. Низкая производительность;
3. Вырубка заготовки применяется традиционная и требует в дальнейшем зачистной операции, а, следовательно, дополнительного оборудования и обслуживающего персонала.

1.2. Анализ технологичности детали

В холодной штамповке технологические процессы могут быть более рациональными лишь при создании технологической конструкции, а так же формы детали, имеющей наиболее экономичное и простое изготовление.

Вырубка заготовки



Контур вырубки

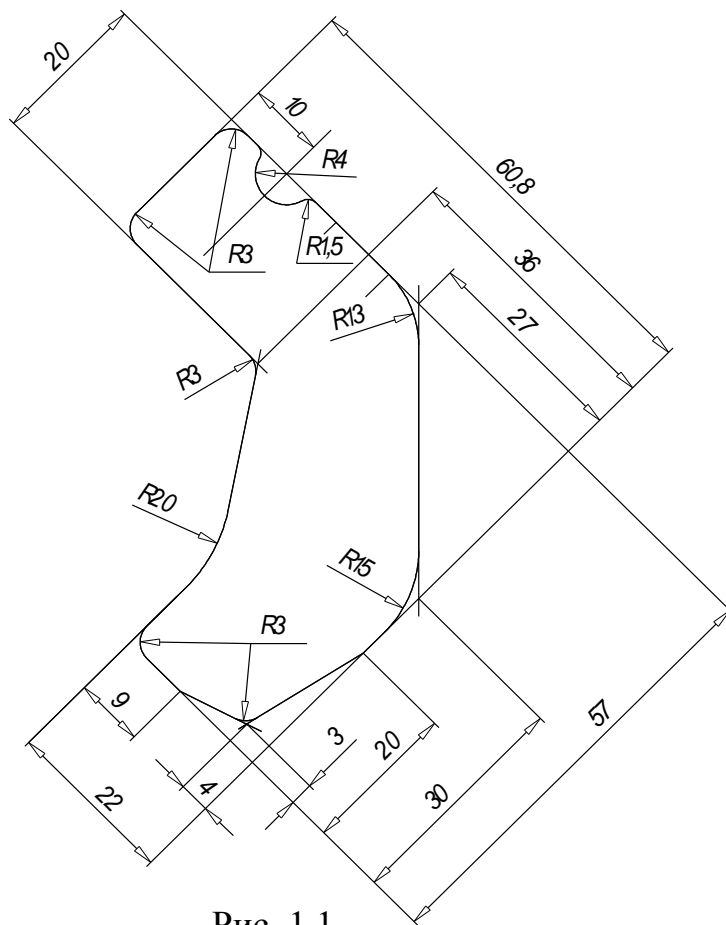


Рис. 1.1

Пуклевка

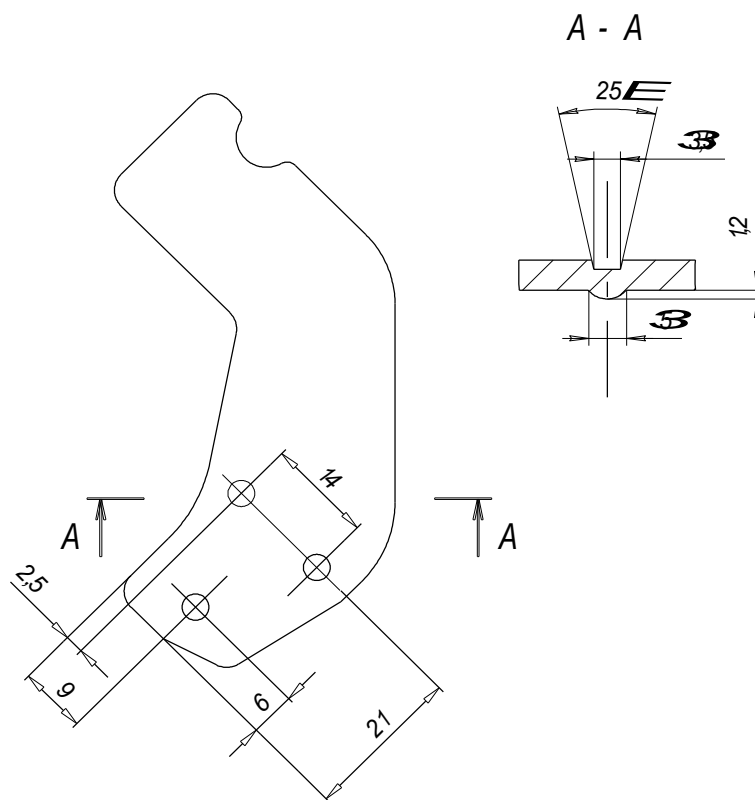


Рис. 1.2

Гибка

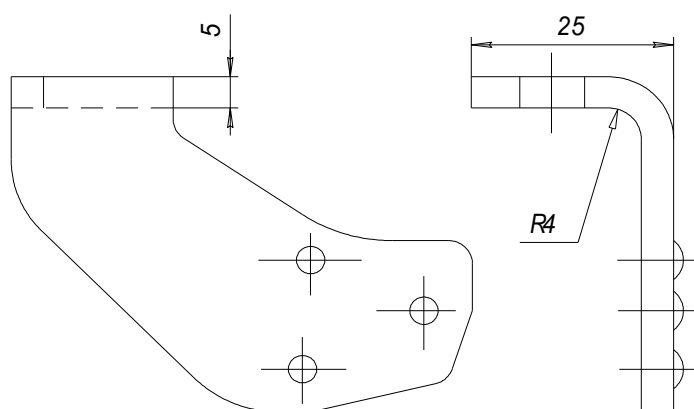


Рис. 1.3

Правка радиусов 1,5мм

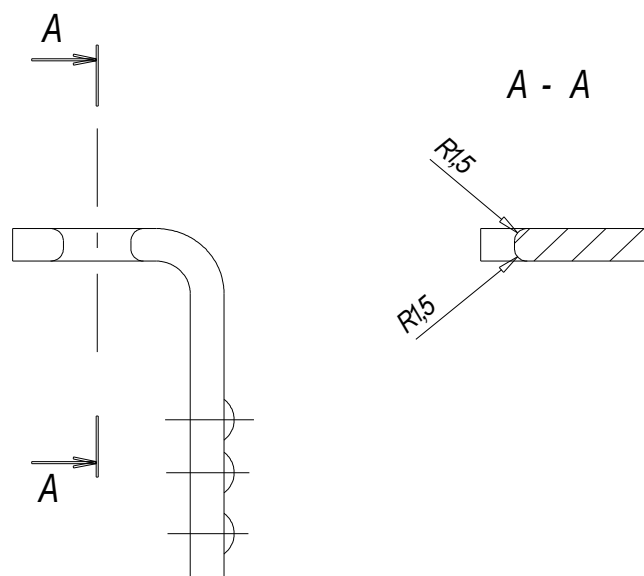


Рис. 1.4

В связи с этим технологичность деталей полученных листовой штамповкой является наиболее прогрессивной и экономичной для производства.

Технологичность – комбинация свойств и элементов, обеспечивающая одну из самых простых и дешевых для изготовления деталей. Необходимо соблюдать технические и эксплуатационные условия.

Эксплуатация – технические требования деталям, полученным листовой штамповкой следующие:

1. Соответствие требуемой прочности, жесткости при минимальном расходе металла;
2. Использование детали по назначению;
3. Соответствовать специальным требованиям детали, таким как химические, физические и технологические.
4. Соответствие необходимой точности и взаимозаменяемости;

Основными показателями технологичности деталей полученных листовой штамповкой является:

1. Меньшая трудоемкость и меньшие усилия операций;
2. Наименьший расход материала;
3. Меньшее количество оборудования;
4. Отсутствие обработки механическим путем;
5. Увеличение производительности операций и цеха;
6. Сокращение затрат и сроков производства.

В новом технологическом процессе мы собираемся предложить заменить традиционную вырубку чистовой вырубкой.

1. Необходимо избежать сложных конфигураций с узкими и длинными вырезами контура или очень узкими прорезями (см. рис.1.5)

Диаграмма зависимости размеров пазов от марки и толщины материала

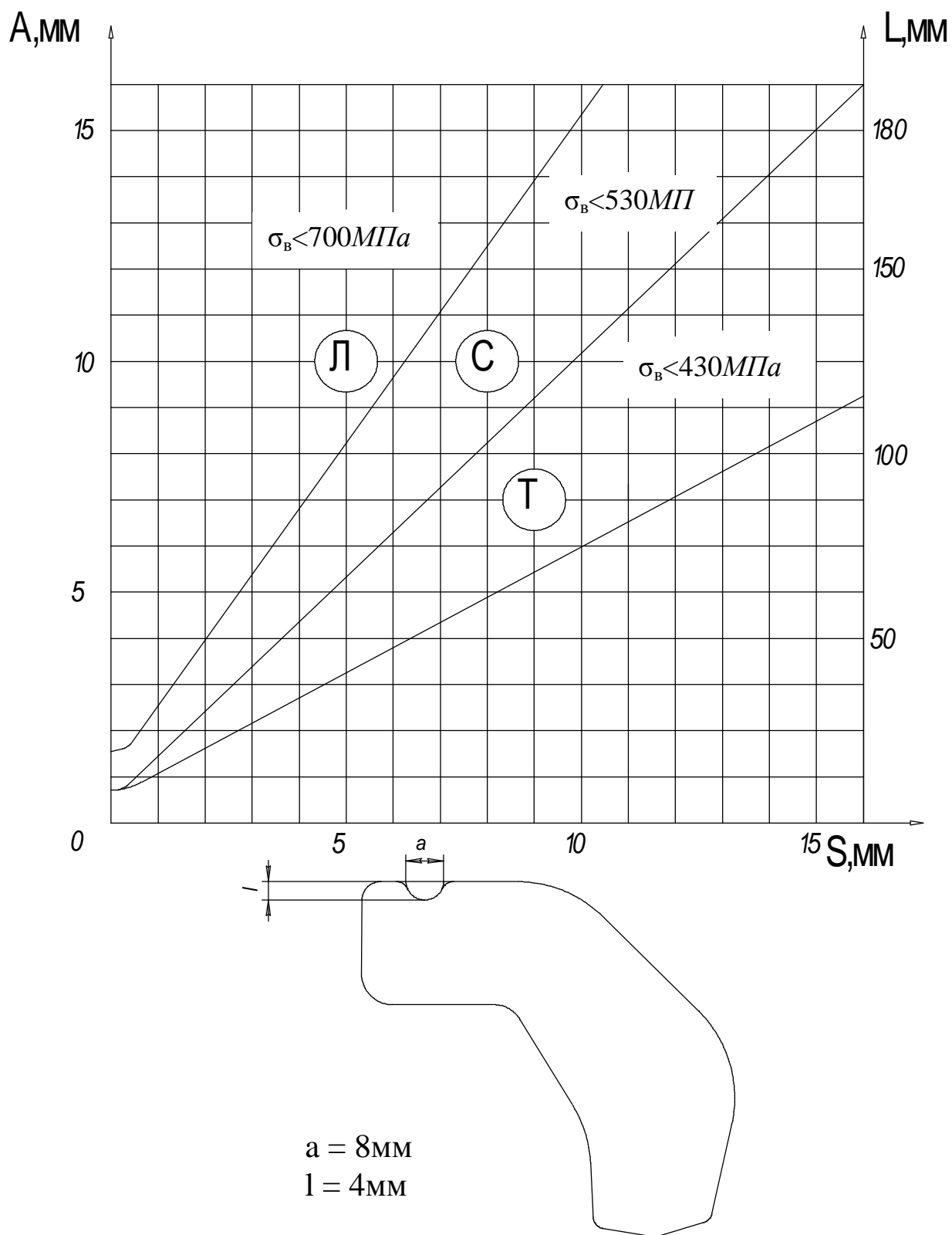


Рис. 1.5

2. Вырубку заготовок, подлежащих гибке, следует производить при таком расположении на ленте, чтобы линиягиба проходила поперек или под углом не менее 45° к направлению волокон проката.
3. Для получения качественной детали при чистовой вырубке-пробивке должна соблюдаться зависимость размеров и геометрической формы детали от толщины и марки штампуемого материала (см. рис. 1.6 и рис. 1.7). В соответствии с этим на диаграммах можно выделить три зоны по сложности получения чистового среза и стойкости штампа.

В легкой Л можно штамповать детали из материалов с пределом прочности при растяжении σ_v до 700МПа с хорошим качеством поверхности среза и сохранением высокой стойкости рабочих частей штампа.

В средней зоне С Качество поверхности среза и стойкость рабочих частей штампа ниже, чем в легкой зоне.

В тяжелой зоне Т возможно изготовление деталей, но при этом качество поверхности среза и стойкость рабочих частей штампа удовлетворительные.

Из рисунков видно, что наша деталь по своей конструкции, толщине металла и пределу прочности находится в легкой зоне Л.

4. Вырубку заготовок следует производить в таком направлении, чтобы при гибке заусенцы были направлены внутрь угла гибки, то есть в сторону пуансона.
5. Для получения качественной поверхности среза необходимо правильно выбрать зазор резания (см. рис. 1.8).

Так как после вырубки заготовка гнется, то сформулируем основные требования к конструкции изогнутых листовых деталей (см. рис. 1.9).

1. Применять меньшие радиусы гибки в случае крайней нужности. Иногда радиусы гибки увеличивают $r \geq S$.
2. Наименьшая высота отгибаемой полки должна быть $h=35\text{мм}$. У нас $h=25\text{мм}$, то есть $25 \geq 12$ – требование выполняется.

Диаграмма зависимости диаметра пробиваемого отверстия от марки и толщины материала

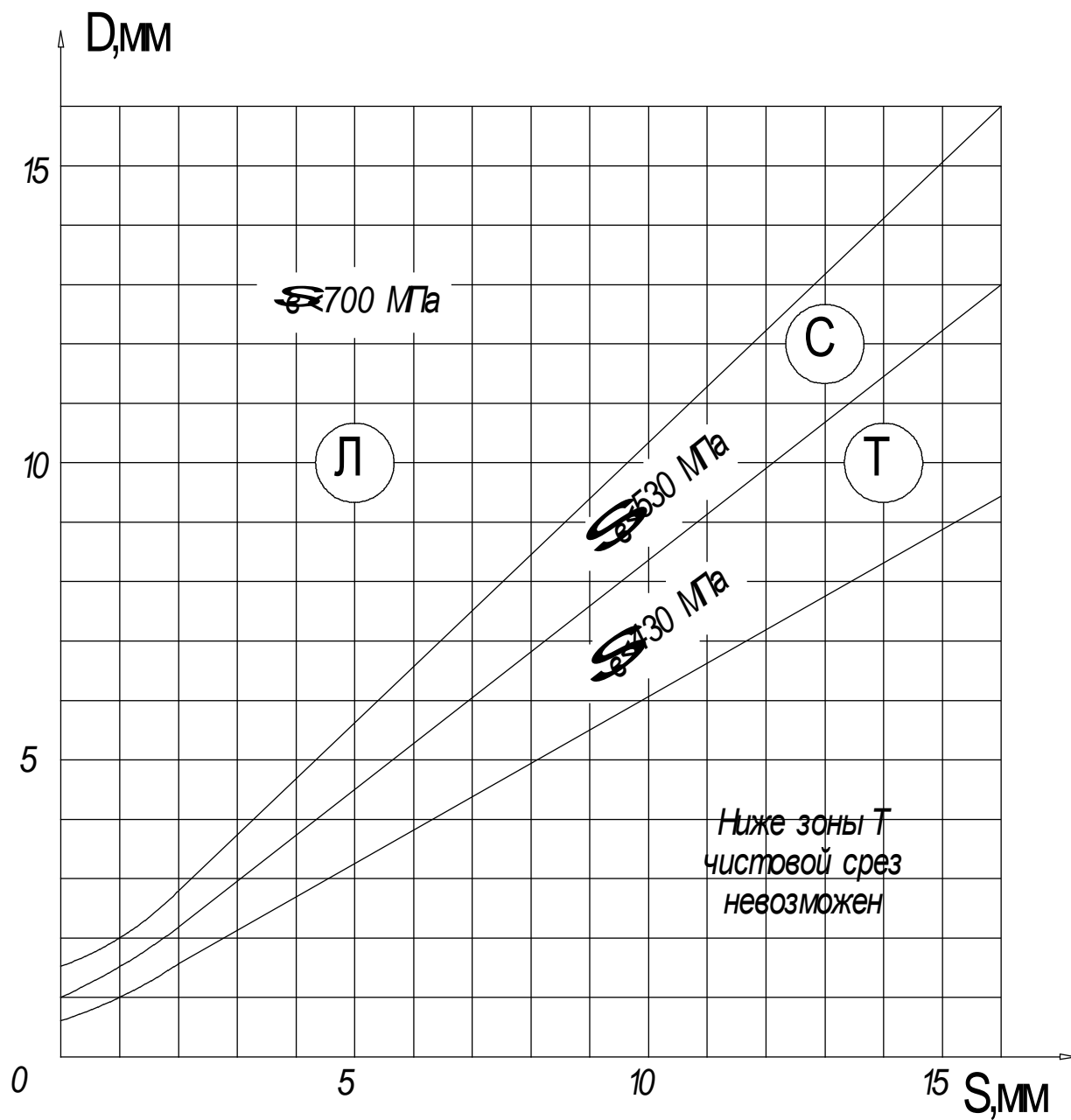


Рис. 1.6

Диаграмма зависимости радиуса контура детали от угла сопряжения $\alpha=120^\circ$ и марки и толщины материала

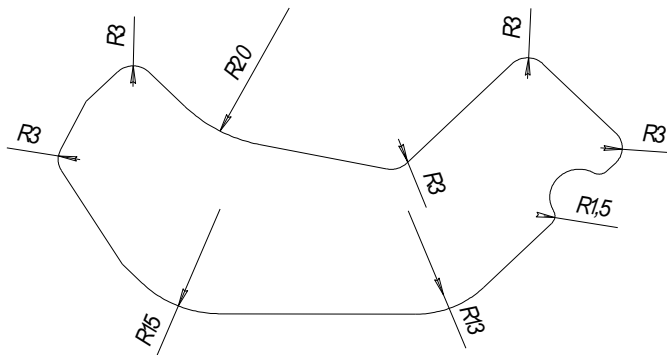
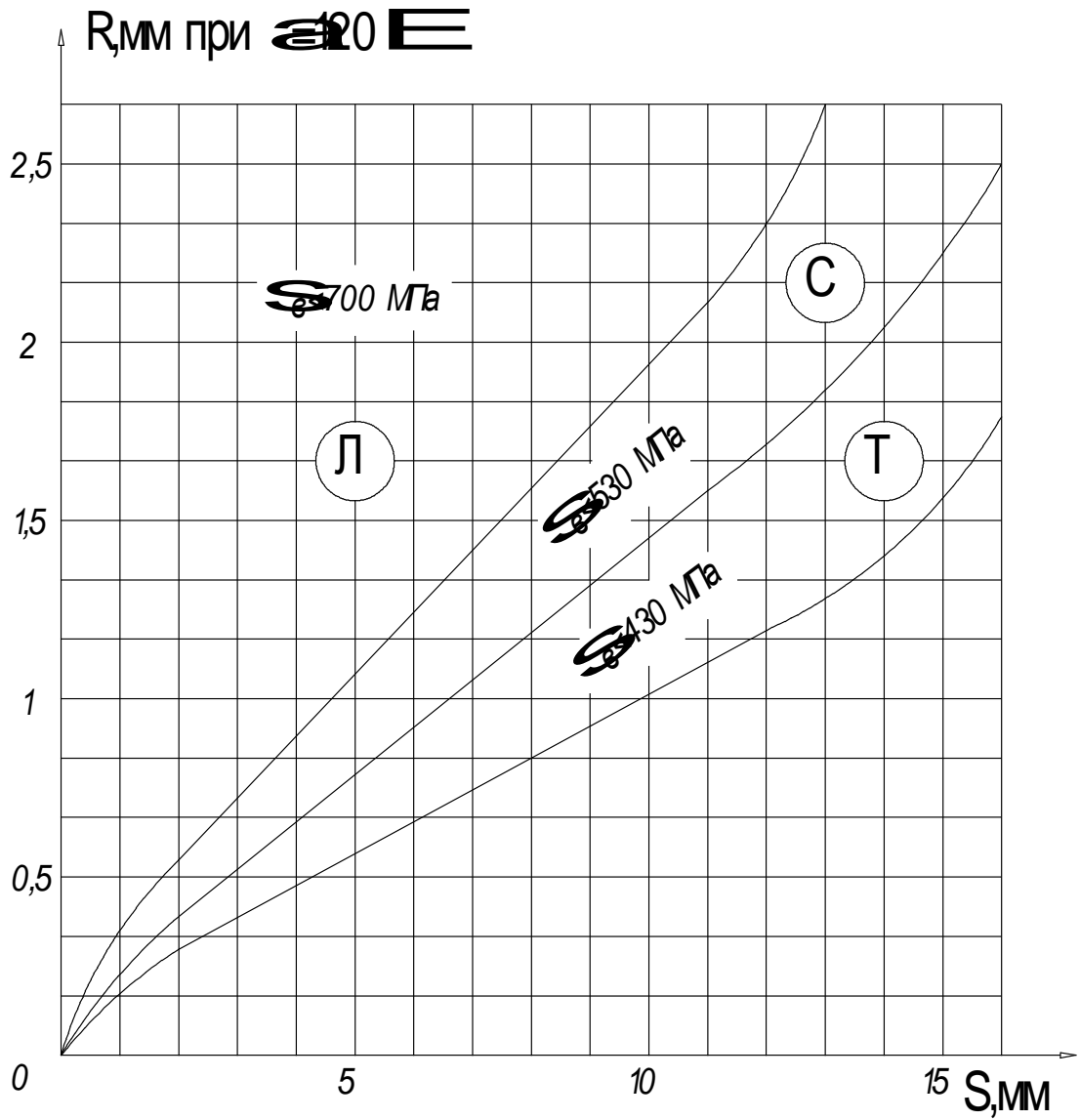
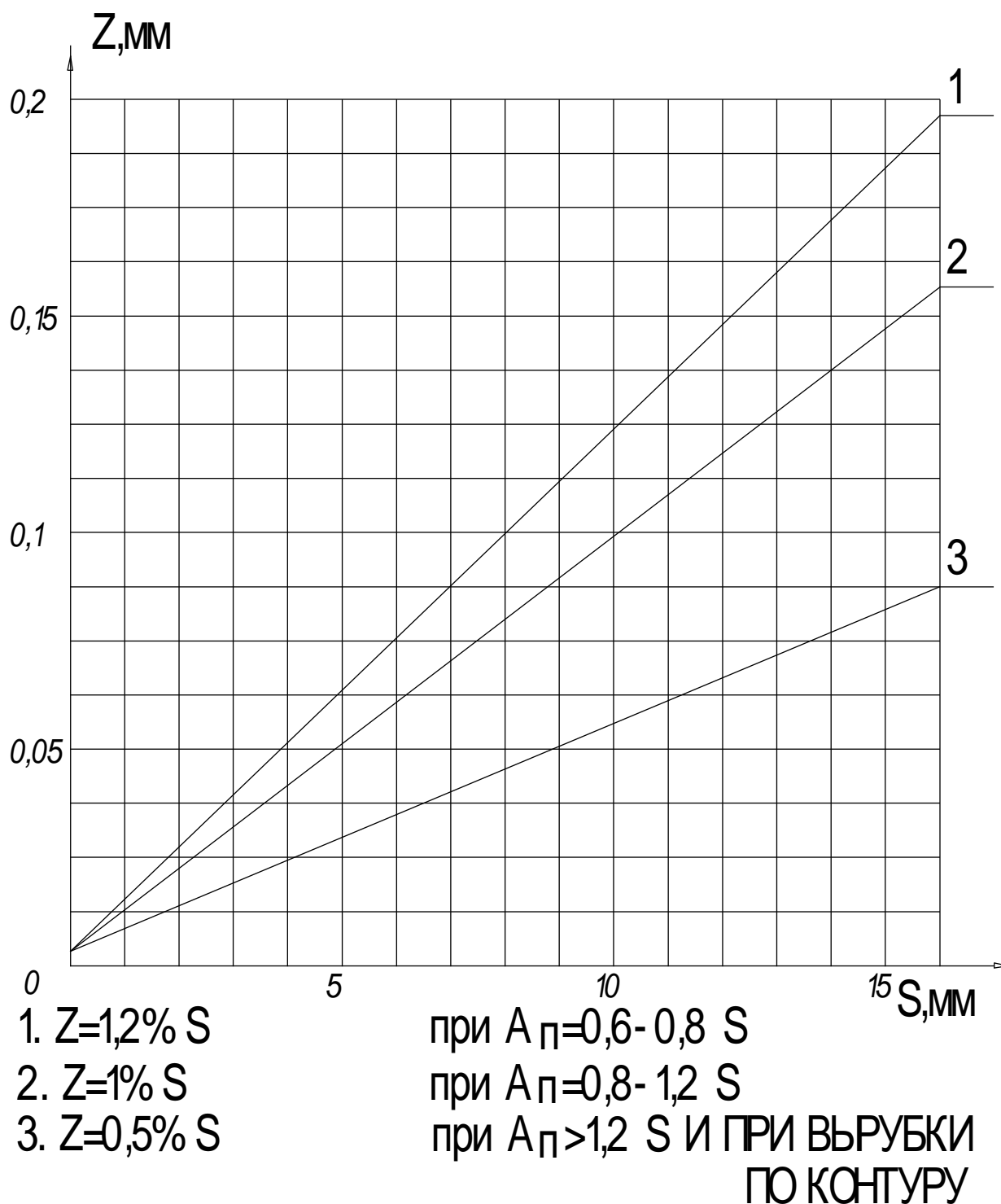


Рис. 1.7

График зависимости зазора резания z оси от толщины материала S



$A_{п}$ – исполнительный размер пуансона;

z – односторонний размер резания.

Рис. 1.8

Гибка

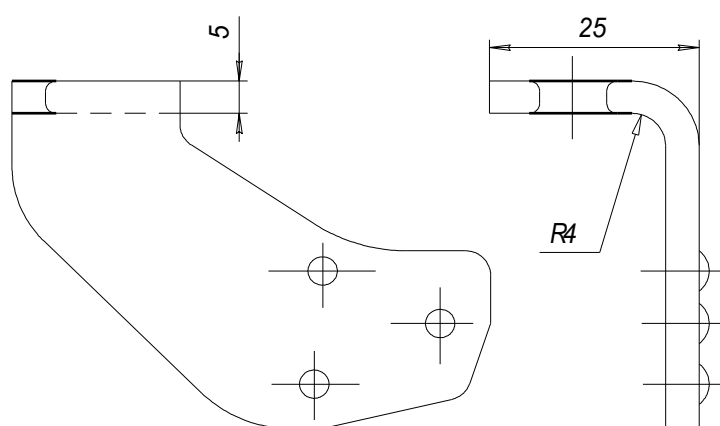


Рис. 1.9

Делая вывод, по технологическим требованиям, можно сказать, что данная деталь технологична.

Так как существует несколько способов чистовой вырубki, то проанализируем каждый из них и выберем наиболее приемлемый.

1.2.1. Анализ способов чистовой вырубki

Обычная резка и пробивка листового материала дает неровную, слегка изогнутую и шероховатую поверхность. В случае отступления от нормальных зазоров при вырубке, на поверхности среза дополнительно получаются завалы, сколы, значительные заусенцы. Такие неровности и дефекты нежелательны при изготовлении деталей сложного контура и штампуемых из толстолистового материала. Наиболее экономичным способом, обеспечивающим устранение перечисленных недостатков в крупносерийном и массовом производстве, является чистовая вырубка.

Методы отделки резки должны создавать давление на заготовку и в зоне резания изменять состояние металла. После этого в процессе резания не возникают трещины сдвига, разрез получается чистым по всей толщине заготовки.

Рассмотрим пять способов чистовой вырубki:

1. Вырубка клиновыми ребрами (см. рис.1.10).

В этом способе способ локального прессования клипа, имеющего

Клиновое ребро, проходящее по внешней конфигурации пуансона [73]. Когда ребро прижимается, металл заготовки смещается режущими кромками и создает интенсивное гидростатическое давление в зоне резания. Режущая головка после ее вырезания разрезает деталь с гладкой и перпендикулярной поверхности.

Для материала толщиной до 4 мм клинообразное ребро делается только

Вырубка с клиновыми ребрами

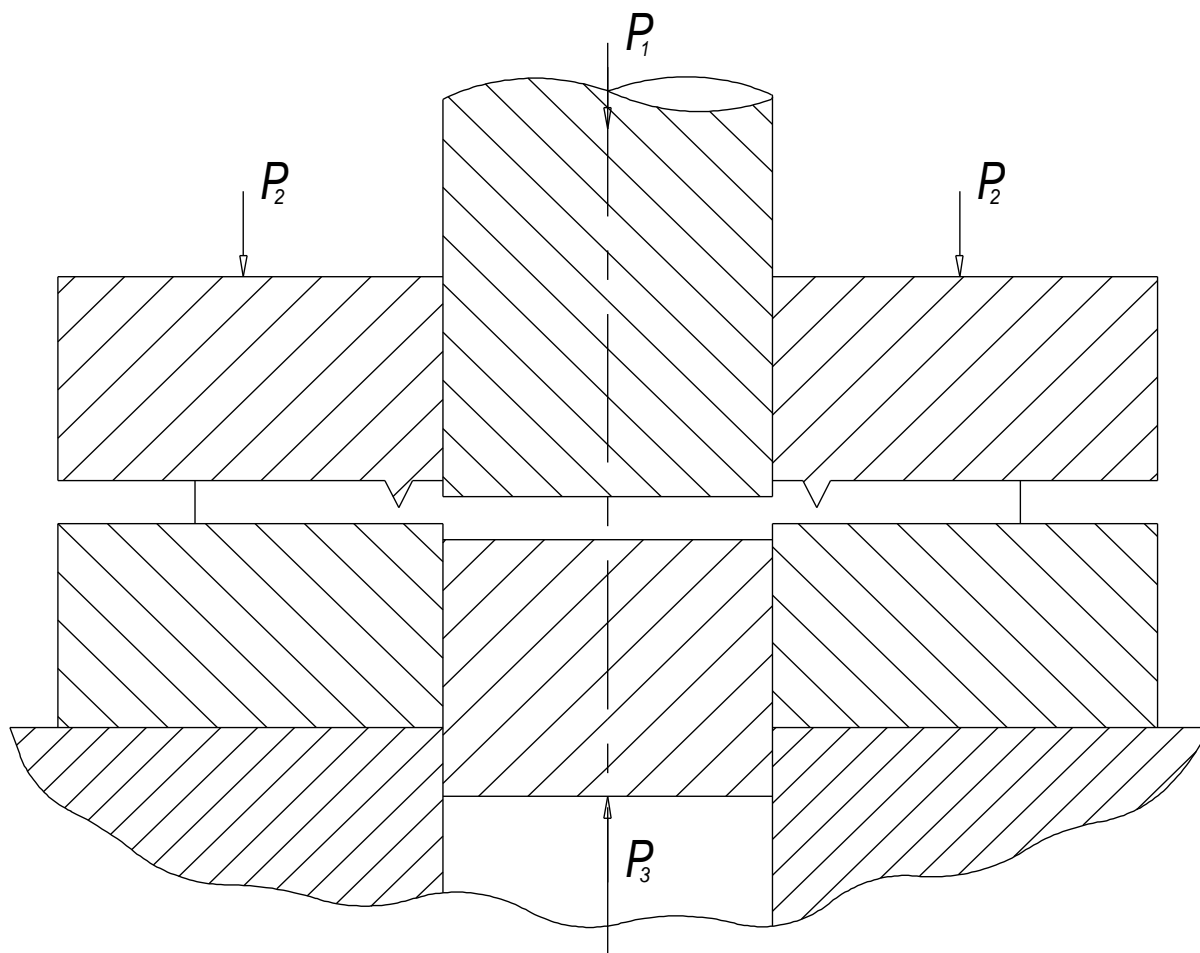


Рис. 1.10

на зажиме, а для материалов толщиной более 4 мм - с обеих сторон: как на зажиме, так и на матрице.

Усилие вырубки для данного способа рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{в}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{кр}} + P_{\text{пд}} + P_{\text{выт}} \quad (1.1),$$

где P_B - усилие вырубки, кН;

$P_{пр}$ - усилие прижима, кН;

$P_{кр}$ – усилие вдавливания клинового ребра, кН;

$P_{пд}$ – усилие противодействия, кН;

$P_{выт}$ – усилие выталкивания детали из матрицы, кН;

$$P_B = 1,5 \cdot \sigma_B \cdot l \cdot S \quad (1.2),$$

где l – длина линии резания, $l=210$ мм;

σ_B – предел прочности, $\sigma_B=75$ кг/мм²;

$$P_B = 1,5 \cdot 75 \cdot 210 \cdot 4 = 54 \text{ т.с.} = 540 \text{ кН};$$

$$P_{пр} = k \cdot P_B = 0,6 \cdot 540 = 324 \text{ кН};$$

$$P_{п.д.} = 0,2 \cdot P_B = 0,2 \cdot 540 = 108 \text{ кН};$$

$$P_{к.р.} = k_1 \cdot \sigma_B \cdot l_{к.р.} \cdot h = 4 \cdot 75 \cdot 2,8 \cdot 3 = 2,52 \text{ т.с.} = 25,2 \text{ кН};$$

где $k_1=3 \dots 4$ (в зависимости от σ_B), $h=3$ мм;

$$P_{выт.} = 0,15 \cdot P_B = 540 \cdot 0,15 = 81 \text{ кН};$$

$$P_{общ} = 540 + 324 + 25,2 + 81 + 108 = 1,2 \text{ МН};$$

Недостатками является то, что применение клиновых ребер ведет к увеличению перемычек между деталями, а, следовательно, и к увеличению расхода материала.

2. Вырубка пуансоном больше матрицы (см. рис. 1.11).

По этому способу при незначительном перекрытии (на одну сторону) торцом пуансона отверстие матрицы в $< 0,105$ можно считать, что здесь так же как и при обычной штамповки, образуются скальвающие трещины, идущие от пуансона к матрицы, но с обратным углом наклона. В этом случае имеется как бы обратный отрицательный зазор между пуансоном и матрицей.

Пуансон в начале работы осуществляет вырубку детали. В дальнейшем выполняется зачистка. В связи с тем он не должен доходить до

Вырубка пуансоном больше матрицы

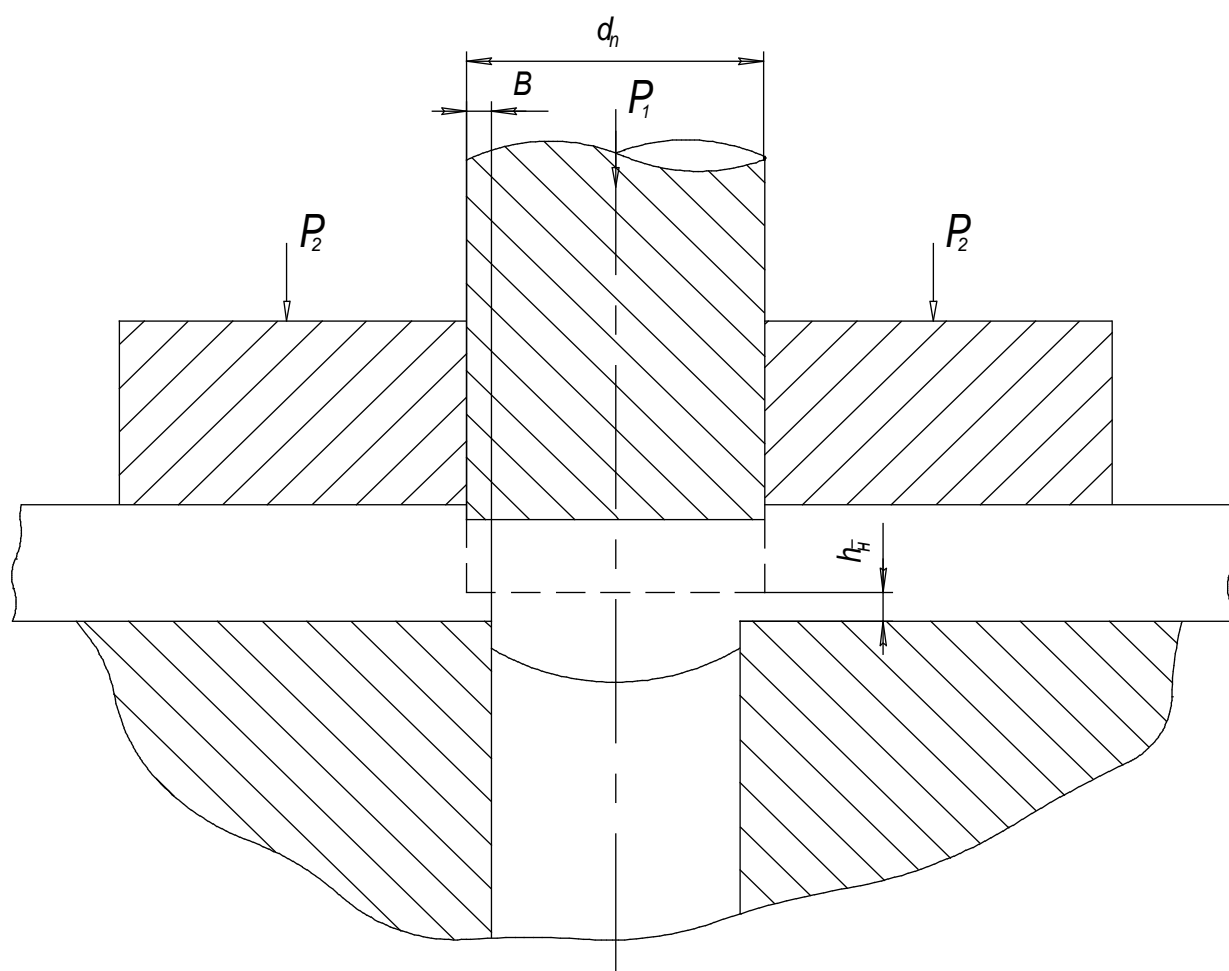


Рис. 1.11

зеркала матрицы на величину называемую – «недоход» h_n равную $(0,10...0,15)S$, то последняя зачистка и выдавливание детали через отверстие в матрице. Из-за образования отхода – тонким ободком, лежащим на ней, производится последующей деталью.

При применении вырубки, где матрица меньше пуансона можно добиться блестящей и гладкой срезаной поверхности.

Усилие чистой вырубке пуансона большей матрицей подсчитывается по формуле [1]:

$$P_{\text{выр}}=(2.5 \dots 2.8) \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{\text{в}} + P_{\text{пр}} \quad (1.3)$$

где l – длина контура реза, мм, $l=210$ мм;

S – толщина металла, мм, $S=4$ мм;

$\sigma_{\text{в}}=75$ кг/мм²;

$P_{\text{пр}}$ – Усилие прижима, кН;

$$P_{\text{в}}=2,8 \cdot 210 \cdot 75 \cdot 4=1,68 \text{ МН}$$

$$P_{\text{пр}}=k \cdot P_{\text{в}}=0,6 \cdot 1,68=1,008$$

$$P_{\text{выр}}=1,68+1,008=2,70 \text{ МН}$$

Недостатки:

1. Требуется большое усилие;
2. Затруднение при вырубке контуров, имеющих глубокие впадины;
3. Пониженная стойкость штампа;
4. Увеличенный заусенец.

3. Реверсивная вырубка (см. рис. 1.12).

Реверсивная чистовая вырубка происходит следующим образом. Рабочие части штампа опускаются и зажимают заготовку. Далее пуансон врезается на 20 – 25% толщины материала. Затем пуансон движется на $1.5S$, и срезает контур.

Реверсивная вырубка

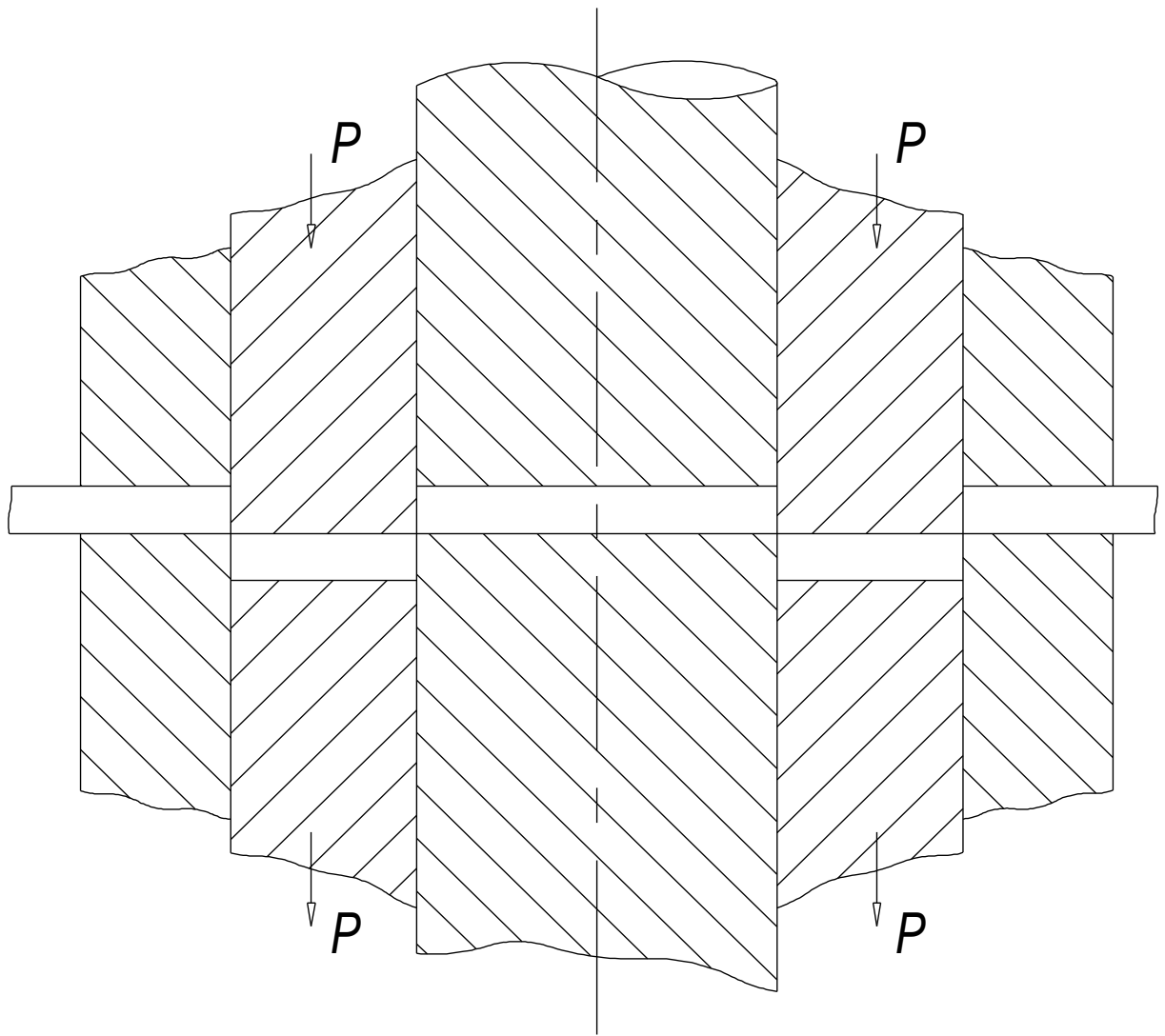


Рис. 1.12

Усилие для этого способа чистовой вырубki находится по формуле:

$$P = P_B + P_{\text{пр}} + P_{\text{выт}} \quad (1.4)$$

где $P_B = 1,5 \cdot \sigma_B \cdot l \cdot S = 1,5 \cdot 75 \cdot 210 \cdot 4 = 540 \text{ кН}$;

$$P_{\text{пр}} = k \cdot P_B = 0,6 \cdot 540 = 324 \text{ кН};$$

$$P_{\text{выт}} = 0,15 \cdot P_B = 0,15 \cdot 540 = 81 \text{ кН};$$

$$P = 540 + 324 + 81 = 1,1 \text{ МН}.$$

Недостаток: Требуется специальное оборудование – гидравлические прессы тройного действия.

4. Вырубka ступенчатым пуансоном (см. рис. 1.13)

Суть этого метода заключается в том, что пуансон имеет высоту плеча меньше глубины углубления пробивки, прежде чем формируется чип ($\Delta h > h_n$).

Поэтому, когда выступ прижимается к заготовке, трещины не возникают.

Во время рабочего удара пуансона выполняется штамповка $d \cdot n$, матрица большого размера. Фокус деформации увеличивается, металл экструдируется в радиальном направлении и создаются радиальные сжатия, что препятствует образованию трещин сдвига. Усилие чистовой вырубki ступенчатым пуансоном рассчитывается по формуле [1]:

$$P = P_B + P_{\text{пр}} + P_{\text{выт}}$$

где P_B – Усилие вырубki, кН;

$P_{\text{выт}}$ – усилие выталкивания детали из матрицы, кН;

$P_{\text{пр}}$ – Усилие прижима, кН.

$$P_{\text{выр}} = (2,5 \dots 2,8) \cdot l \cdot S \cdot \sigma_B$$

где l – длина линии резания, мм, $l = 210 \text{ мм}$;

S – толщина металла, мм, $S = 4 \text{ мм}$;

$$P_B = 2,7 \cdot 210 \cdot 75 \cdot 4 = 1,62 \text{ МН};$$

$$P_{\text{выт}} = 0,15 \cdot P_B = 0,15 \cdot 1,62 = 0,243 \text{ МН};$$

Вырубка ступенчатым пуансоном

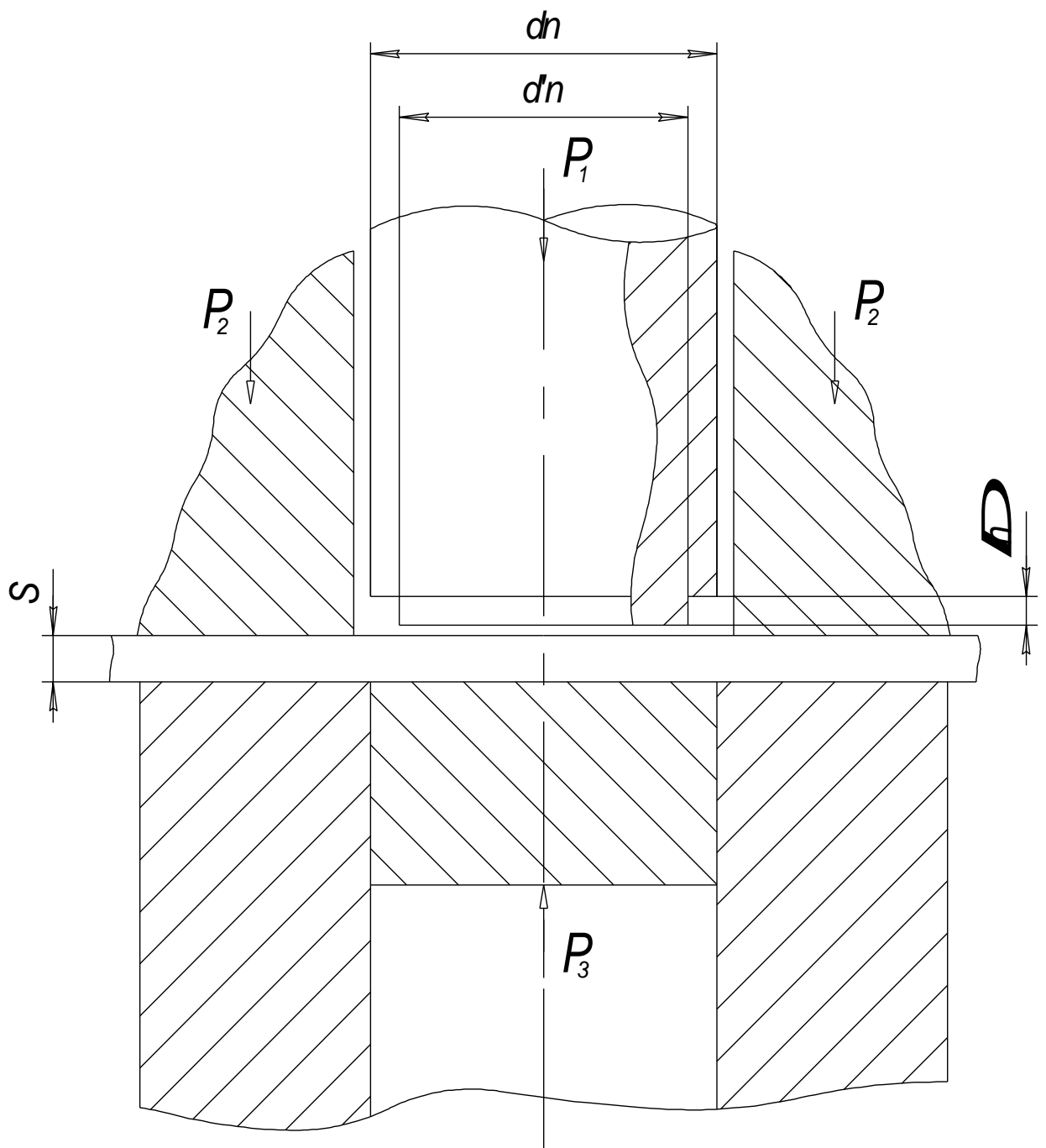


Рис. 1.13

$$P_{\text{пр}}=k \cdot P_{\text{в}}=0,6 \cdot 1,62=0,972 \text{ МН};$$

$$P_{\text{общ}}=1,62+0,243+0,972=2,84 \text{ МН}.$$

Недостатками данного способа является:

- 1) Точная регулировка прессы повышенной жесткости;
- 2) Увеличенные заусенцы;
- 3) Требуется большое усилие.

5. Вырубка со сжатием (см. рис. 1.14).

Суть этого метода необходимо создать высокое давление на заготовку и изменить схему напряженного состояния металла в зоне резания.

В результате, материал врезается в пуансон и происходит вырубка детали с гладкой и перпендикулярной поверхностью среза.

Усилие вырубки определяется по формуле:

$$P_{\text{общ}}=P_{\text{в}}+P_{\text{пр}}+P_{\text{п.д}}+P_{\text{выт}} \quad (1.6)$$

$$P_{\text{общ}}=540+324+108+81=1,05 \text{ МН}.$$

1.3. Задачи бакалаврской работы

Для выполнения, ранее указанной цели бакалаврского проекта мы должны решить следующие задачи:

1. Разработать новый технологический процесс, в котором будут учтены недостатки базового технологического процесса;
2. По рассчитанному усилию и работе выбрать наиболее подходящее оборудование;
3. Под выбранное оборудование должны сконструировать штамповую оснастку;
4. Выбрать средства автоматизации;
5. Проверить проект на безопасность и экологичность;
6. Рассчитать себестоимость получаемой детали и срок окупаемости вводимого оборудования и штамповой оснастки.

Вырубка со сжатием

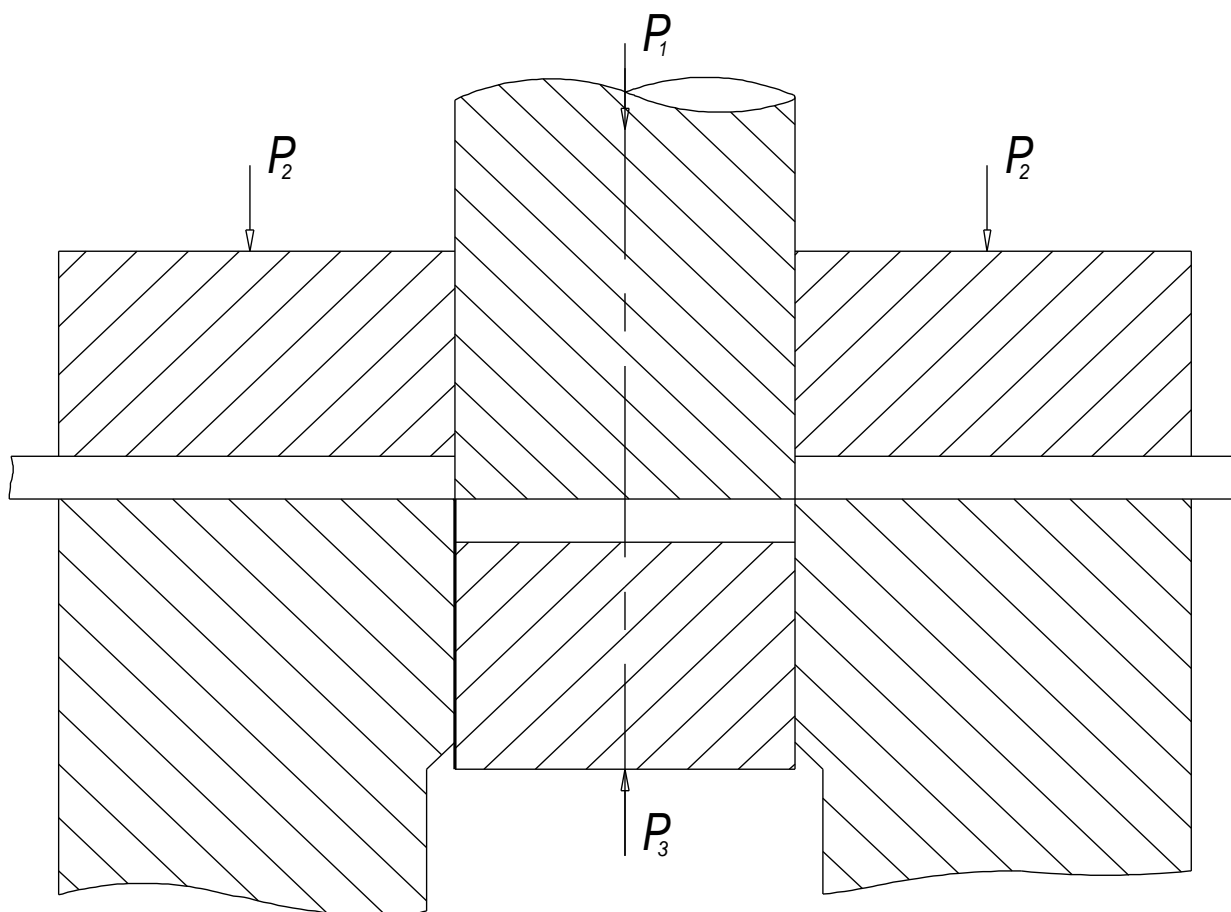


Рис. 1.14

2. Разработка технологического процесса

2.1. Схема предлагаемого тех. процесса

В данном технологическом процессе для получения детали «Пластина пружины усилителя педали сцепления» мы объединили две операции: вырубка заготовки и пуклевка и стали выполнять их на гидравлическом прессе Файнтул. Отпала необходимость в зачистной операции, так как была применена чистовая вырубка. Уменьшилось количество оборудования, а следовательно и численность рабочих занятых на выполнении данного технологического процесса.

Так же в предлагаемом технологическом процессе изменялся раскрой материала и за один рабочий ход стали вырубать две детали, уменьшились перемены между деталями, а следовательно увеличилась экономия материала. Изменили вид заготовки и стали применять штамповку из ленты в автоматическом режиме, что повысило безопасность производства.

Предлагаемый мной тех. процесс выполняется в следующей последовательности:

Операция 10: Вырубка пробивка (см. рис. 2.1)

Операция 20: Гибка (см. рис. 2.2)

Операция 30: Правка радиусов 1,5мм (см. рис. 2.3)

Операция 40: Выборочный контроль образцов.

2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки

Размеры гибки определяются равенством длинны нейтрального слоя уже изогнутой части и сводится к определению положения нейтрального слоя и его длины в зависимости от относительного радиуса изгиба r/S .

Длина заготовки определяется по формуле [1] (см. рис. 2.4):

$$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi}{2}(r + x \cdot S) \quad (2.1)$$

Пуклевка, вырубка

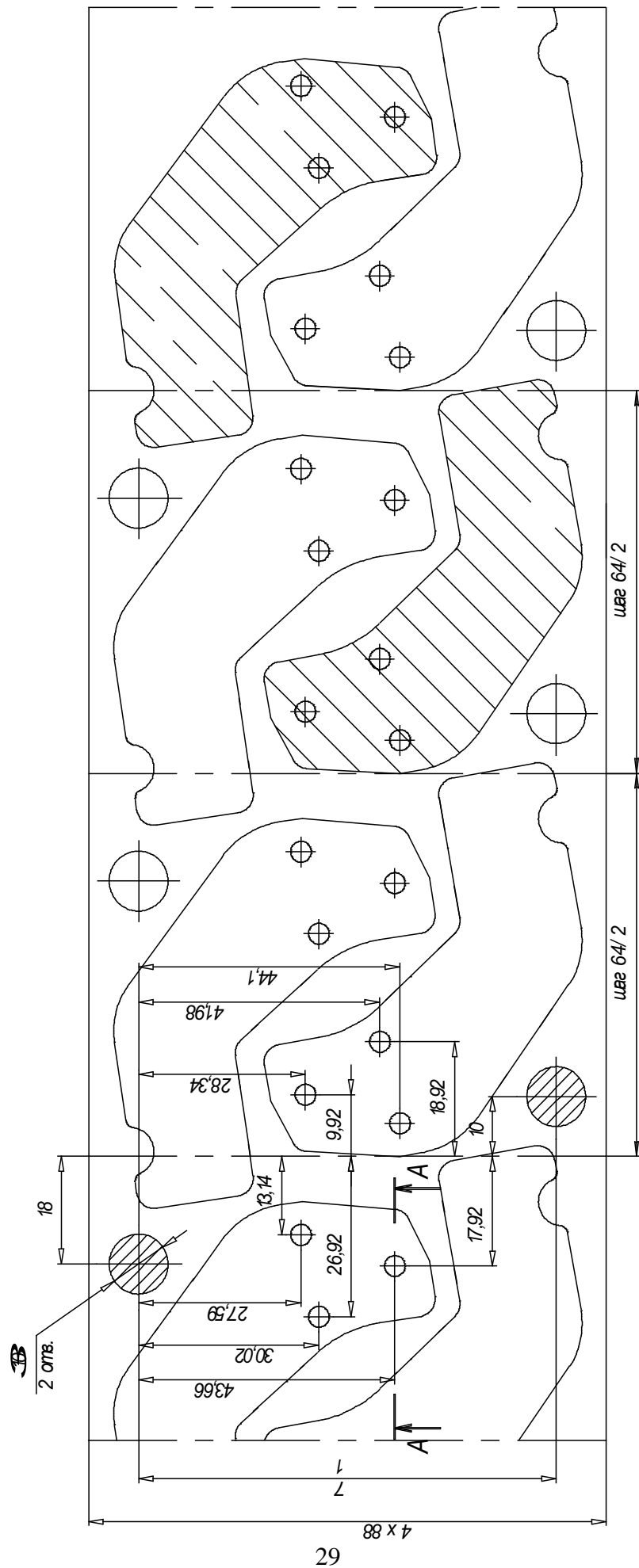


Рис. 2.1

Гибка

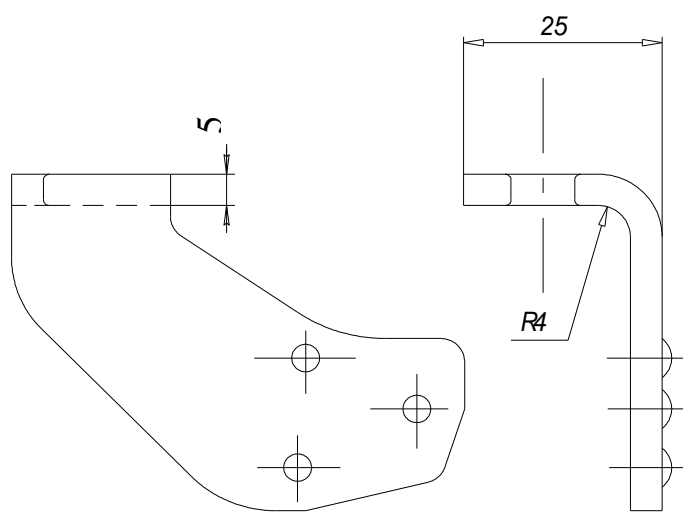


Рис. 2.2

Правка радиусов 1.5мм

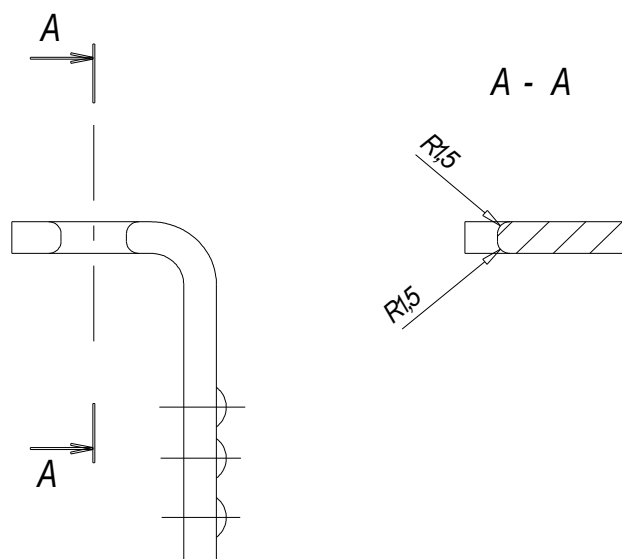
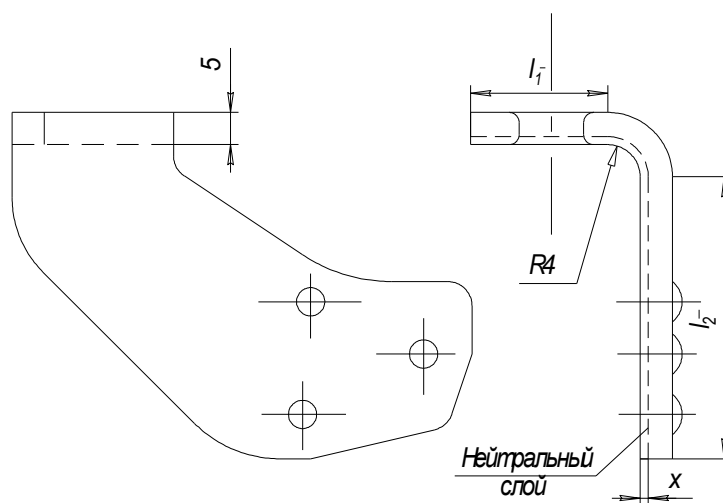


Рис. 2.3

Определение формы и размеров исходной заготовки



Исходная заготовка

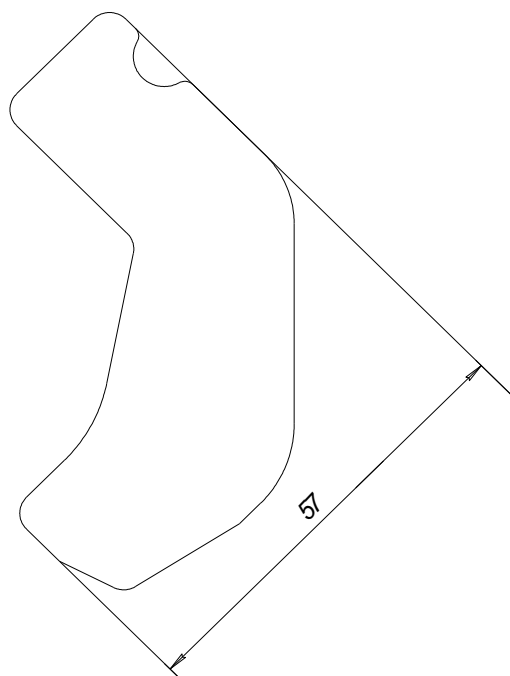


Рис. 2.4

где l_1, l_2 – длина прямолинейных участков, мм;

x – коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя, находится по таблице 16 [1], $x=0,420$;

r – радиус гибки, $r=4$ мм;

S – толщина, $S=4$ мм.

$$L = 16 + 32 + \frac{3.14}{2}(4 + 0.42 \cdot 4) = 57 \text{ мм}$$

2.3. Проектирование рационального раскроя металла и определение КИМ

Выбор разрезания материала в большей степени зависит от конструкции детали, это следует учитывать при разработке конструкции детали.

Технологичность компонента, его расположение на ленте, минимальное значение моста между частями увеличивает общий коэффициент использования материала во время резки.

Надрез листового металла на заготовки - первая операция, связанная с потерей металла в форме отхода.

При раскрое необходимо выполнять следующие правила:

1. Вырезать заготовки с указаниями в раскройных картах;
2. В массовом производстве небольших деталей заменять листовой металл холоднокатаной лентой;
3. Вырезать заготовки для гибки по волокнам проката.

Соблюдая выше перечисленные правила, выбираем наклонный двурядный тип раскроя (см. рис. 2.5).

Определим ширину ленты и шаг подачи:

$$B = 57 + 2b = 57 + 2 \cdot 4 + 20 + 4 = 88 \text{ мм};$$

$$t = 57 + a = 57 + 7 = 64 \text{ мм};$$

Проектирование рационального раскроя

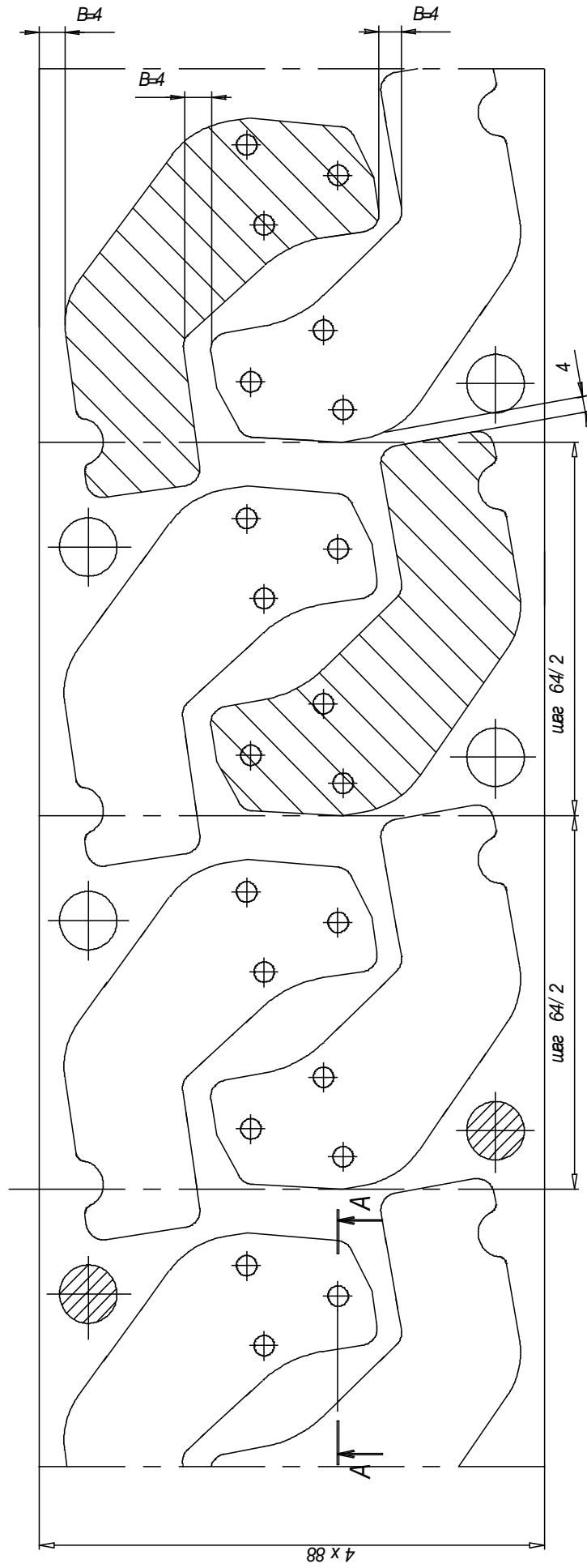


Рис. 2.5

где a и b – величина перемычек, находится по табл.139 [1].

В соответствии с ГОСТ503-71 выбираем ленту шириной 88мм.

Коэффициент использования металла для данного раскроя (см. рис. 2.5) находим по формуле:

$$\eta = \frac{F \cdot g}{B \cdot t} \cdot 100; \quad (2.2)$$

где Fg - площадь вырубаемой детали, $Fg=1650\text{мм}^2$;

$$\eta = \frac{1650 \cdot 2}{88 \cdot 64} \cdot 100 = 70\% .$$

2.4. Определение энергосиловых параметров процесса штамповки

Первая операция предлагаемого технологического процесса – пуклевка, вырубка.

Сначала пробивались два технологических отверстия.

Усилии пробивки определяется по формуле [1].

$$P_{\text{пр}} = 1,2 \cdot l \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \quad (2.3)$$

где l – длина пробиваемого контура на первой позиции, $l = \pi(10+10) = 62,83\text{мм}$;

S – толщина, $S = 4\text{мм}$;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление операции резки, $\sigma_{\text{ср}} = 60\text{кгс/мм}$ [I, табл. 220];

$$P_{\text{пр}} = 1,2 \cdot 62,83 \cdot 4 \cdot 60 = 18,1\text{тс} = 181\text{кН}.$$

Кроме усилия реза определяются технологические усилия, связанные со схемой штамповки.

Усилие снятия полосы с пуансона:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P_{\text{пр}} \quad (2.4)$$

где $k_{\text{сн}} = 0,06 \dots 0,08$ [I, табл. 6]

$$P_{\text{сн}} = 181 \cdot 0,08 = 14,48\text{кН};$$

Усилие выталкивания отхода из матрицы;

$$P_{\text{выт}} = 0,15 \cdot P_{\text{пр}} = 0,15 \cdot 181 = 27,15\text{кН};$$

Тогда суммарное усилие:

$$P_{\Sigma} = 181 + 14,48 + 27,15 = 222,63\text{кН};$$

Затем следует операция пуклевка.

Усилие пуклевки определяется по формуле [1]

$$P = F \cdot S^2 \cdot k \quad (2.5)$$

где F – площадь рельефа штамповки;

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 6 \cdot d^2}{4} = 346,4 \text{ мм}^2;$$

S – толщина, $S=4$ мм;

$k=(15 \dots 20)$ кгс/мм² [1]

$$P = 346,4 \cdot 16 \cdot 15 = 83,13 \text{ т.с.} = 831,3 \text{ кН}$$

Далее следует вырубка детали. Вырубка производится чистовым способом.

Усилие чистовой вырубки определяется по формуле [1]:

$$P = P_{\text{выр}} + P_{\text{приж}} + P_{\text{п.д.}} + P_{\text{выт}} \quad (2.6)$$

$$P_{\text{выр}} = 1,5 \cdot \sigma_B \cdot l \cdot S \quad (2.7)$$

где l – длина контура резания, $l=210$ мм;

S – толщина материала;

σ_B – предел прочности, $\sigma_B=75$ кгс/мм²;

$$P_{\text{выр}} = 1,5 \cdot 75 \cdot 4 \cdot 210 = 54 \text{ т.с.} = 540 \text{ кН};$$

$$P_{\text{приж}} = k \cdot P_{\text{выр}} = 0,6 \cdot 540 = 324 \text{ кН};$$

$$P_{\text{п.д.}} = 0,2 \cdot P_{\text{выр}} = 0,2 \cdot 540 = 108 \text{ кН};$$

$$P_{\text{выт}} = 0,15 \cdot 540 = 81 \text{ кН};$$

Суммарное усилие будет равно:

$$P_{\Sigma} = (540 + 324 + 108 + 81) \cdot 2 = 2106 \text{ кН};$$

Тогда усилие, затрачиваемое на выполнение данной операции, будет определяться по формуле:

$$P_{\text{оп}} = P_{\text{пр}} + P_{\text{пукл}} + P_{\text{выр}} = 222,63 + 831,3 + 2106 = 3,1593 \text{ Мн}$$

Работа резания при пробивке определяется по формуле [1]:

$$A_{\text{пр}} = \lambda \cdot \frac{P \cdot S}{1000} \quad (2.8)$$

где $\lambda=0,3$ – выбирается из [I, табл. 7]

$$A = 0,3 \cdot \frac{222,63 \cdot 4}{1000} = 0,267 \text{ кДж}$$

Работа пуклевки определяется по формуле [1]:

$$A_{\text{пукл}} = \frac{P \cdot h}{1000} = 997,56 \text{ Дж} \quad (2.9)$$

Работа вырубки определяется по формуле [1]:

$$A_{\text{выр}} = \lambda \cdot \frac{P \cdot S}{1000} = 0,3 \cdot \frac{2106 \cdot 4}{1000} = 2,53 \text{ кДж} \quad (2.10)$$

Тогда работа необходимая для выполнения данной операции будет:

$$A = A_{\text{пр}} + A_{\text{пукл}} + A_{\text{выр}} = 267,15 + 997,56 + 2527 = 3791,91 \text{ Дж} = 3,79 \text{ кДж}$$

Следующей операцией технологического процесса является гибка.

Усилие гибки определяется по формуле [1]:

$$P = \frac{B \cdot S^2 \cdot \sigma_B}{r + S} \quad (2.11)$$

где B – длина линии гiba, мм;

S – толщина, $S=4$ мм;

σ_B – прочностной предел, $\sigma_B=75$ кгс/мм²;

r – радиус гибки, $r=4$ мм;

$$P = \frac{21 \cdot 16}{4 + 4} \cdot 75 = 3,15 \text{ т.с.} = 31,5 \text{ кН}$$

$$P_{\text{max}} = 1,3 \cdot P = 40,9 \text{ кН}$$

Работа при гибки определяется по формуле [2]:

$$A = \frac{P_{\text{max}} \cdot h}{2 \cdot 1000} \quad (2.12)$$

где P_{max} – максимальное усилие гибки, кН;

h – величина полного перемещения пуансона в матрицу,

$$h = \ell_0 + r_n + r_m = 20 + 6 + 1,5 = 27,5 \text{ мм}$$

ℓ_0 – глубина матрицы, $\ell_0=20$ мм [табл. 9]

r_n, r_m – радиус пуансона и матрицы соответственно [2, табл. 9]

$$A = \frac{40,95 \cdot 27,5}{2 \cdot 1000} = 563,06 \text{ Дж}$$

Следующей операцией является правка радиусов.

Усилие правки определяется по формуле [1]:

$$P = p \cdot F \quad (2.13)$$

где P – давление, находим по таблице 114 [1], $P=20\text{кгс/мм}^2$;

F – поверхность детали, $F=50.27\text{мм}^2$;

$$P = 20 \cdot 50.27 = 1.005\text{т.с.} = 10,05\text{кН}$$

$$A = \frac{P \cdot h}{1000} = \frac{10.05 \cdot 1.5}{1000} = 15.075\text{Дж} \quad (2.14)$$

3. Выбор оборудования

3.1. Выбор оборудования. Основные технические характеристики

Для выбора пресса руководствоваться следующими параметрами:

- 1) Соответствие пресса выполняемым операциям;
- 2) Усилие пресса необходимо больше расчетного;
- 3) Мощность должна быть больше расчетного;
- 4) Достаточная жесткость для операций;
- 5) Соответствующая высота штампа;
- 6) Возможность ремонта и реконструкции, а так же беспрепятственное удаление отхода;
- 7) Обязательная высокая производительность пресса;
- 8) Дополнительные приспособления для работы
- 9) Безопасность работы.

Выбор пресса осуществляют по необходимому для операций усилию.

Достаточное усилие пресса находится по формуле:

$$P_{п} = 1,25 \cdot P_{общ} \leq P_{п.ном}$$

$$P_{п} = 1,25 \cdot 3,159 = 3,95 \text{ МН}$$

В связи с тем, что прессы выполняют в определенном интервале по номинальному усилию (100кН; 2000кН; 4000кН и т. д.). Потому пресс заранее берут мощнее. Большой пресс обеспечивает дополнительную жесткость и стойкость. Большее усилие пресса предохраняет пресс от поломок.

Мы выбрали пресс Файнтул 4МН. Проверяем пригодность пресса.

Необходимая работа определяется по формуле [I, табл. 158]:

$$A_{пр.н} = 0,224 \cdot \sqrt{P^3} = 0,224 \cdot \sqrt{400^3} = 1792 \text{ т.с} \cdot \text{мм} = 17920 \text{ кДж} \quad (3.1)$$

$$A_{пр.н} \geq 1,25 A_{общ}$$

$$A_{пр.н} \geq 1,25 \cdot 3,79 = 4,74 \text{ кДж}$$

$$17920 \text{ кДж} \geq 4,74 \text{ кДж}$$

Видно, что пресс так же пригоден по работе.

Основные технические характеристики пресса Файнтул 4МН.

Усилие	пресса	4МН
	прижима	1МН
Ход	ползуна	160мм max
	прижима	40мм
Регулировка	хода ползуна	80мм
Скорость	быстрого хода	120мм/сек
	вырубки	40мм/сек
	обратного хода	135мм/сек
Закрытая высота	рекомендуемая	365мм

3.2. Выбор средств автоматизации. Основные технические характеристики и требования, накладываемые на технологию штамповки и конструкции штампа

Автоматизация производства позволяет ускорить работу прессов и повысить безопасность производства.

Когда автоматизация затратна следует применять простейшие средства автоматизации, такие как автоматическая подача ленты и удаление отхода.

Автоматизация производства происходит по нескольким пунктам:

- 1) Автоматизация на универсальных прессах;
- 2) Штамповкой на универсальных штамповочных аппаратах;
- 3) Штамповкой на специальных штамповочных автоматах;
- 4) Комплексной автоматизацией с автоматическими и автоматизированными линиями;

Для автоматизации работы на обычных прессах применяют следующие типы механизмов автоматической подачи заготовок: для ленточного материала – валковая, клещевая, клинораликовая и крючковая.

Подача валками осуществляется 1-2 валками. В случае с одновалковой подачей, валки устанавливаются позади или перед штампом. Применение двухвалковой подачи более распространено. Имеется возможность самостоятельно-

го регулирования углов поворота выходной пары валков, что позволяет учесть некоторые увеличение длины отходов ленты при вырубке.

Суть клещевой подачи материала состоит в перетаскивании ленты колодками. Обратных ход осуществляется двумя другими колодками.

Клинороликовая подача является разновидностью клещевой подачи. Она выполняется как односторонняя толкающая или тянущая подача.

Выбираем двухстороннюю валковую подачу как наиболее приемлемую.

Основные технические характеристики.

Сила тяги	max	3кН
Шаг подачи	$\frac{\text{Лента}}{\text{Полоса}}, \text{мм}$	$\frac{1-999,9}{1-500}$
Точность подачи	мм	0,1
Скорость подачи	Мах, мм/сек	800
материал	$\frac{\text{ширина}}{\text{толщина}}$	$\frac{40-350}{0,5-16}$

Смазка ленты – распылением.

3.3. Планировка проектируемой линии

Производительность напрямую зависит от организации рабочего места на производстве.

Безопасность производства и качество деталей зависят от наладки оборудования.

Организация рабочего места:

- 1) Наличие материалов;
- 2) Удобное расположение рабочего места;
- 3) Обеспечение необходимыми инструментами;
- 4) Поддержание исправности и рабочей готовности пресса и штампа;
- 5) Поддержание чистоты и порядка.

Планирование и организация места для работы зависит от конфигурации заготовки (полоса, лента, лист, штучный полуфабрикат), степени механизации работ и способа подачи заготовок (ручная, автоматическая).

Так как в нашем случае штамповка производится из ленты в автоматическом режиме, то выбираем планировку и организацию рабочего места показанную на рис. 3.1

где 1 – пресс;

3 – ящик для готовых деталей;

7 – катушка с лентой;

8 – ящик с отходам.

Работа проектируемой линии осуществляется следующим образом (см. рис. 3.2).

Лента намотана в рулон 1 подается в правильно-подающий блок 2, затем образуя компенсационную петлю 3 подается в полость пресса 6 с помощью валковой подачи 4. управление прессом осуществляется с помощью пульта управления 7. Отход режется на полосы с помощью ножа (на рисунке не показан) и складывается.

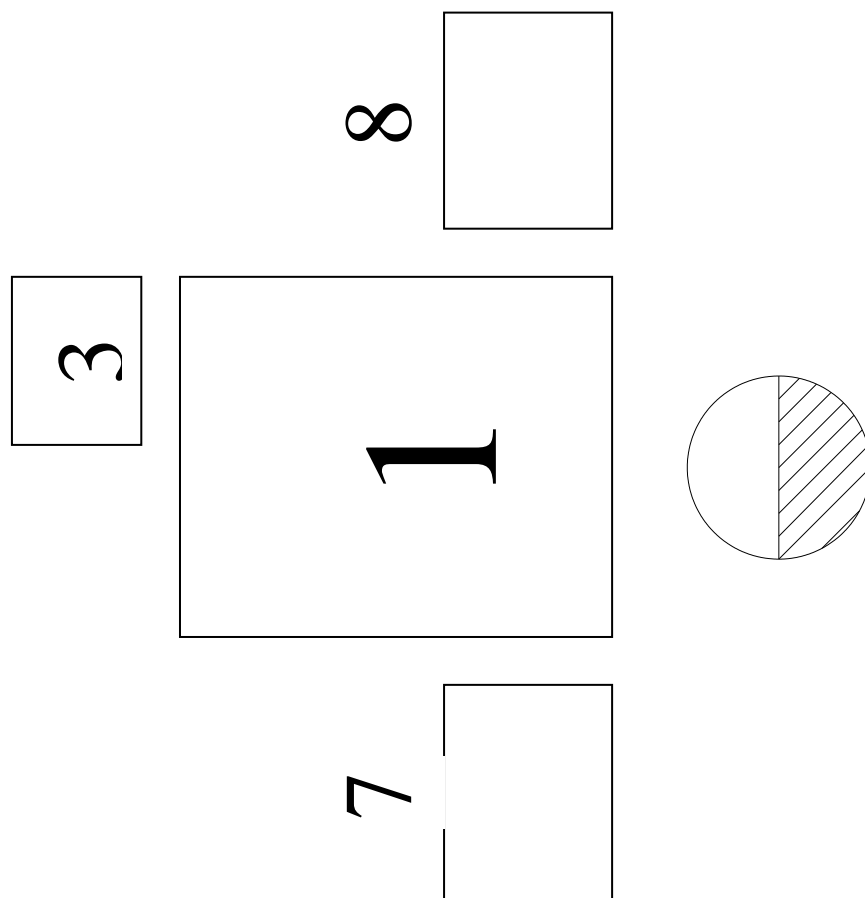


Рис. 3.1

Планировка проектируемой линии

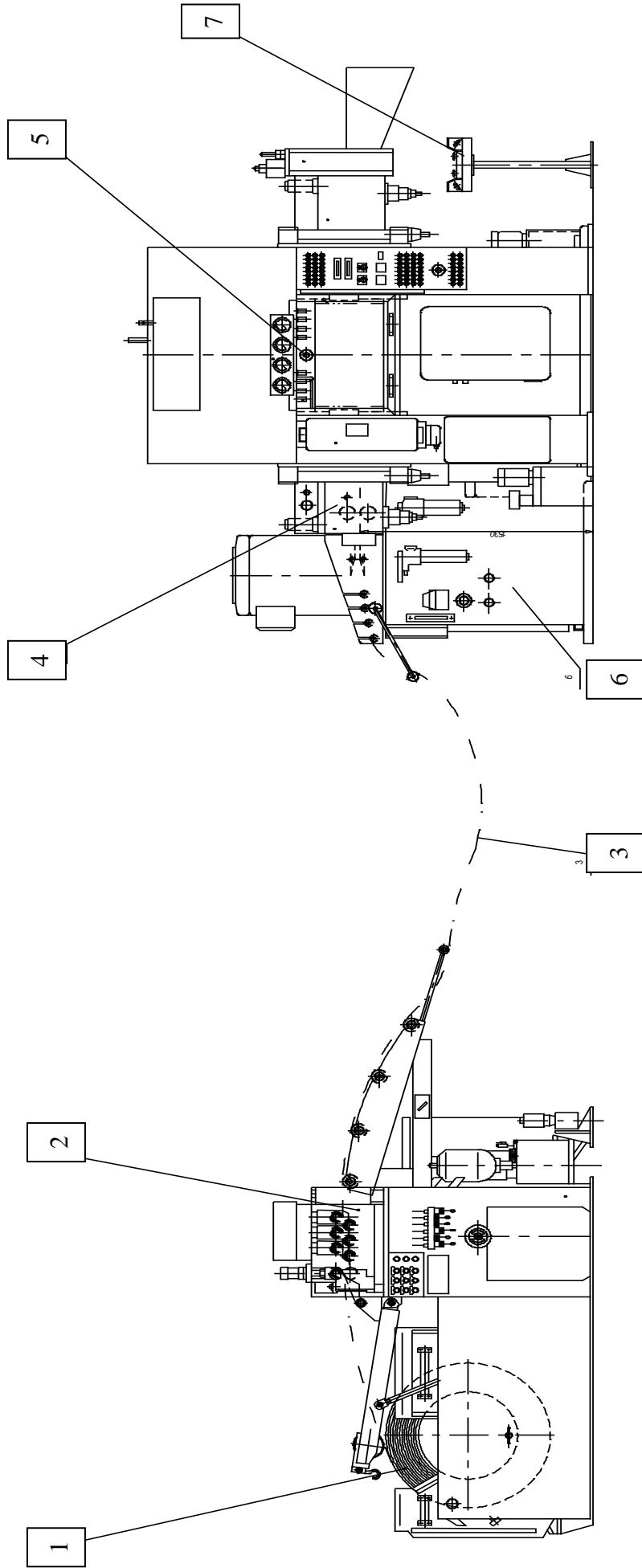


Рис. 3.2

4. Разработка конструкции штамповой оснастки

4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки (см. рис. 4.1).

Штампы для чистовой вырубки, пуклевки состоит из верхней 10 и нижней 17 плиты, связанных между собой четырьмя колонками 18 и втулками 19 с шариковым направлением 20 (см. рис. 4.2). К верхней плите крепится держатель 9, в который запрессованы пуансоны для пробивки 5 и для пуклевки 6, а так же, опираясь на каленую прокладку, крепится вырубной пуансон 2. В верхней части штампа находится прижимная плита 3. В нижней плите расположена секционная матрица для вырубки детали 1. В секции матрицы 13 находится матрица для пробивки 7. Выталкиватель отхода 210 перемещается в матрицу по скользящей посадке. Так же в матрице для (пробивки)вырубки расположен ловитель на отверстие 209 и выталкиватель детали 4, в котором расположен отпатель 205, на случай если деталь прилипает к выталкивателю. Матрица крепится к нижней плите с помощью винтов и штифтов. Усилие противодействия создается с помощью выталкивателей 210 и 4, которые приводятся в действие толкателями, работающие от гидросистемы пресса.

Работа на этом штампе происходит следующим образом.

Лента подается в полость штампа с помощью валковой подачи. При движении стола пресса с нижней плитой, лента прижимается к прижиму, который под действием давления уходит вверх на некоторую величину. При этом пуансоны начинают выступать за плоскость прижима. На первой позиции происходит пробивка технологического отверстия, на второй пуклевка, далее лента фиксируется в штампе с помощью ловителя и на третьей позиции вырубается деталь.

Отход и деталь выталкивается из матриц и убирается с зеркала штампа пневмосдувом.

Конструкция штамповой оснастки.

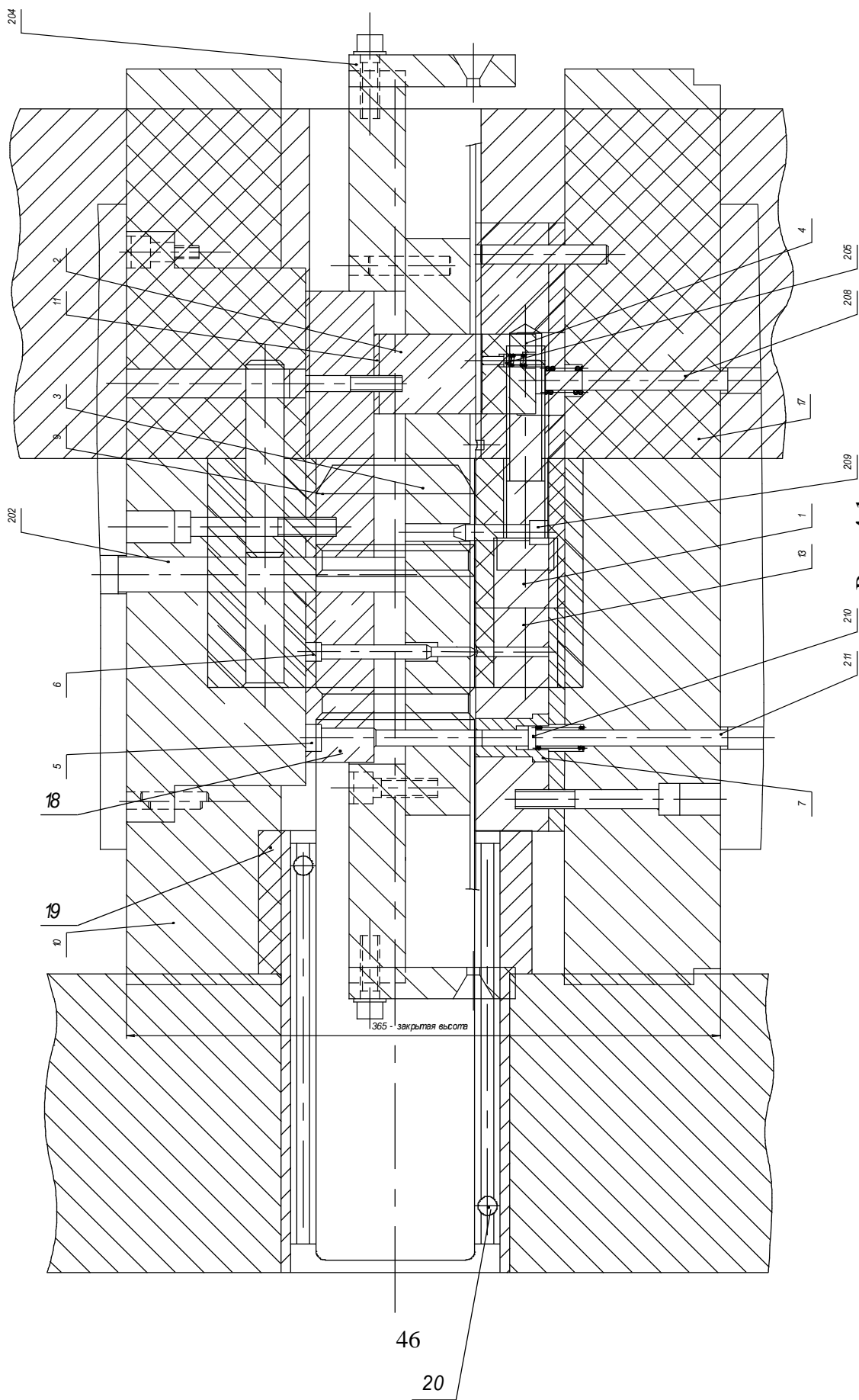


Рис. 4.1

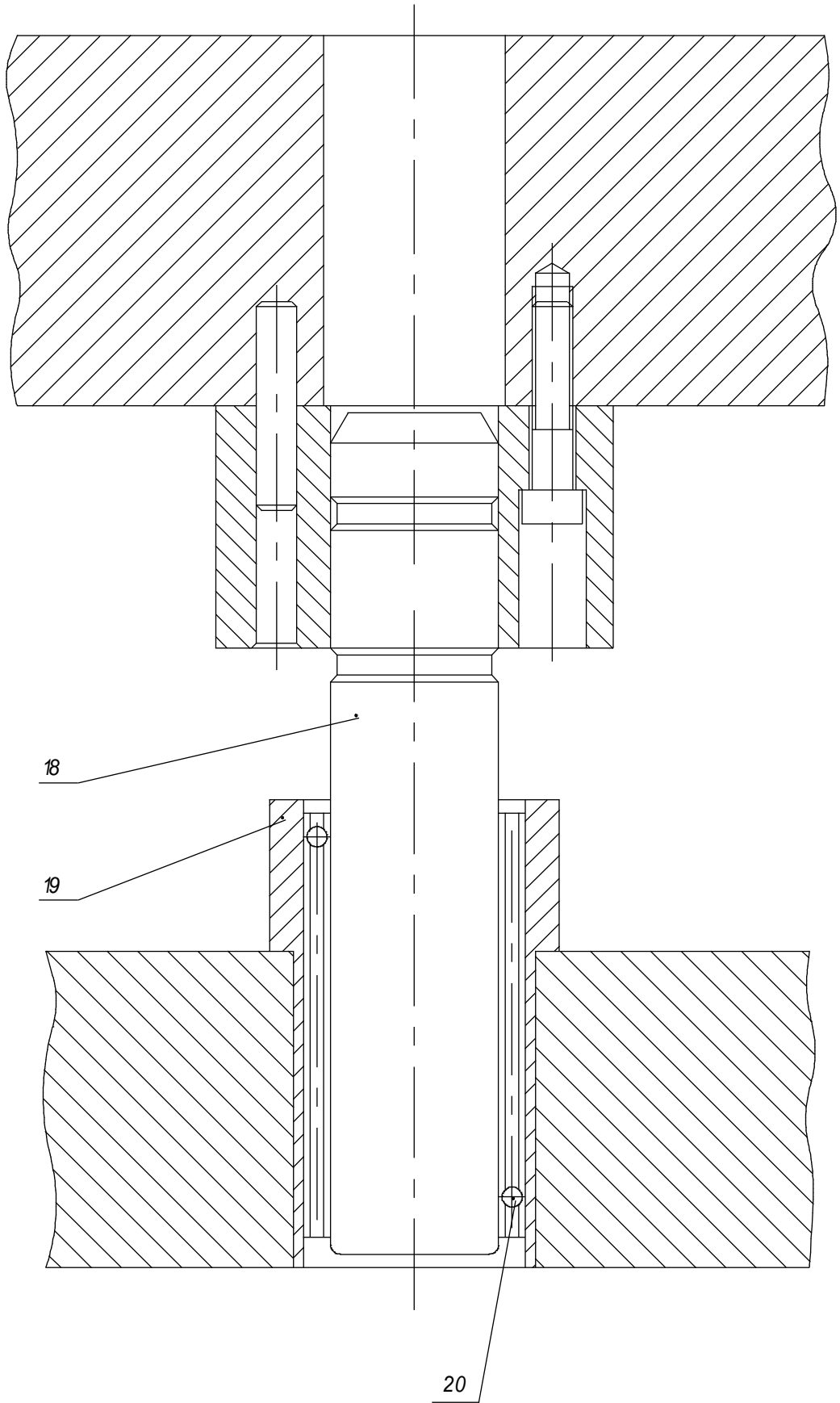


Рис. 4.2

4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов деталей штампов.

Для расчетов на прочность требуется нагрузить пуансоны для пробивки небольших размеров (см. рис. 4.3)..

Пробивка отверстий с размером примерно равным толщине материала происходит с увеличением нагрузки на кромки пуансона в 2 раза большей, чем на кромке матрицы.

Расчет пуансона на прочность производим по табл. 208 [1]:

1. Расчет поверхности шляпки пуансона на замятие:

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

где P – усилие пробивки;

F – поверхность опоры пуансона, мм².

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 16^2}{4} = 201.6 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{cm} = \frac{222,63}{201,6} = 1,1 \text{ кН / мм}^2 = 0,11 \text{ МПа}$$

2. Расчет на сжатие пуансона в наименьшем сечении.

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

где f – площадь наименьшего сечения, мм²;

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 10^2}{4} = 78.5 \text{ мм}^2$$

$[\sigma_{сж}]$ – максимальное напряжение сжатия, $[\sigma_{сж}] = 200 \dots 300 \text{ кгс / мм}^2$

$$\sigma_{сж} = \frac{222,63}{78,5} = 2,84 \text{ кН / мм}^2 = 0,11 \text{ МПа}$$

3. Расчет длины на продольный изгиб.

$$l = 4.43 \sqrt{\frac{E \cdot I}{n \cdot P}} \quad (4.3)$$

где E – модуль упругости ($2,2 \cdot 10^6 \text{ кгс / см}^2$);

I – момент инерции, см⁴;

n – коэффициент безопасности (n=3);

Пуансон для пробивки.

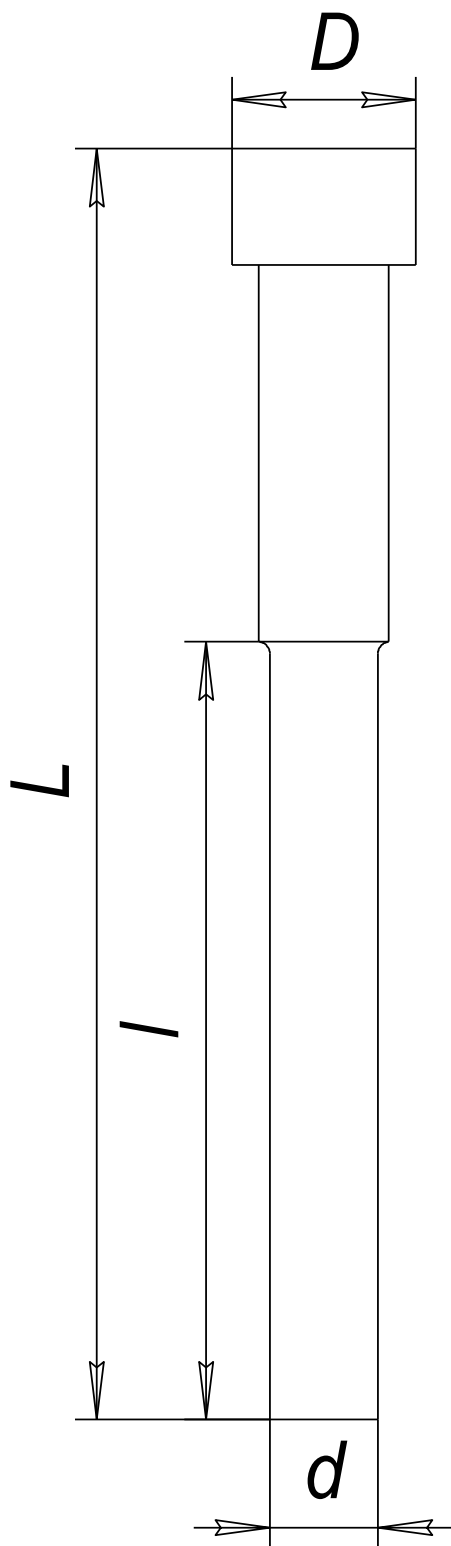


Рис. 4.3

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{4} = \frac{3.14 \cdot 1.0^4}{4} = 0.7853 \text{ см}^4$$

$$l = 4.43 \sqrt{\frac{2.2 \cdot 10^6 \cdot 0.7853}{3 \cdot 222.63}} = 22,5 \text{ см}$$

К рабочим частям разделительных штампов требуются определенные требования. Главными в которых: сохранять свои прочностные качества и внешний рельеф при длительной эксплуатации.

Вырубку-пробивку деталей простейшей формы с толщиной до 3мм применяют углеродистую инструментальную сталь У8А, У10А. Для деталей сложной конфигурации толще 4мм применяют инструментальную легированную сталь Х12, Х12М, 9ХВГ. В связи с использованием чистовой вырубки прочность оборудования обязана быть большей, чтобы процесс проходил без поломок. Следовательно матрицы и пуансоны будут выполнены из стали марки Х12М.

Рабочие части разделительных штампов выполняют из следующих марок материалов: плиты пакетных штампов выполняются из сталей марок 35 – 40; Колонки направляющие и втулки выполняются из сталей марок 15 – 20; держатель пуансона и прижим выполнены из сталей марок 40 – 45; прокладка пуансона и штифты выполнены из сталей 40Х; толкатель выполнен из стали 40 – 45; болты и винты выполнены из стали 40 – 45.

4.3. Определение числа и расположение упругих элементов в штампе

Для удаления отходов с пуансона и полного удаления отходов используются пружины разной конфигурации.

Для штампов работающих на сжатие используют цилиндрические винтовые пружины: прямоугольного, круглого, квадратного и др. В основном применяют круглые и квадратные.

Пружины в нашем штампе поддерживают толкатель от выпадения.

Определим массу толкателей и выберем соответствующую пружину.

Толкатель позиция 208 (см. рис. 4.1):

$$M = 0,119 \cdot 1,187 \cdot 7,85 = 1,1 \text{ кг}$$

Выбираем 6 пружин $17 \times 1,6 \times 38,8$

Толкатель позиция 211:

$$M = 0,099 \cdot 1,187 \cdot 7,85 = 0,922 \text{ кг}$$

Выбираем две пружины $13 \times 1 \times 36$

Толкатель позиция 217

$$M = 0,159 \cdot 1,5 \cdot 7,85 = 1,87 \text{ кг}$$

Выбираем 4 пружины $20 \times 1,6 \times 65,4$

4.4. Определение центра давления в штампе

Ось и центр давления хвостовика должны совпадать для сбалансированной работы штампа. Иначе в штамп перекашивается, теряет симметрию, появляется износ направляющих, притупление кромок резания, а так же к поломке штампа.

Для многопозиционных пробивных, последовательных комбинированных, а так же вырубных штампов важно нахождение центра давления.

Определим центр давления штампа аналитическим способом.

Так как наш штамп симметричен относительно оси X, то расстояние от центра тяжести до OX будет равно нулю.

В связи с симметричностью штампа по оси X, расстояние между X и OX равняется 0.

Составим уравнение моментов сил, действующих на нижнюю половину штампа (см. рис. 44).

Рассматриваем сложный профиль вырубаемой детали на третьей позиции как простые элементы, с известным положением центров. Положение осей X и Y выбираются произвольно.

$$\sum M_y = P_1 \cdot x_1 + P_2 \cdot x_2 + P_3 \cdot x_3 + P_5 \cdot x_5 + P_6 \cdot x_6 + P_7 \cdot x_7 + P_8 \cdot x_8 + P_9 \cdot x_9 + P_{10} \cdot x_{10} + P_{11} \cdot x_{11} + P_{12} \cdot x_{12} + P_{13} \cdot x_{13} + P_{14} \cdot x_{14} + P_{15} \cdot x_{15} + P_{16} \cdot x_{16} + P_{17} \cdot x_{17} + P_{18} \cdot x_{18} + P_{19} \cdot x_{19} + P_{20} \cdot x_{20} + P_{21} \cdot x_{21} + P_{22} \cdot x_{22} + P_{23} \cdot x_{23} + P_{24} \cdot x_{24} + P_{25} \cdot x_{25} + P_{26} \cdot x_{26} + P_{27} \cdot x_{27} + P_{28} \cdot x_{28} + P_{29} \cdot x_{29} + P_{30} \cdot x_{30} + P_{31} \cdot x_{31} + P_{32} \cdot x_{32} + P_{33} \cdot x_{33} + P_{34} \cdot x_{34} + P_{35} \cdot x_{35} + P_{36} \cdot x_{36} + P_{37} \cdot x_{37} + P_{38} \cdot x_{38} + P_{39} \cdot x_{39} + P_{40} \cdot x_{40} = R x_c$$

где $P_1, P_2 \dots P_{40}$ – Усилия вырубки, пуклевки и пробивки элементов контура;

$x_1, x_2 \dots x_{40}$ – расстояние от линии действия силы до оси Y.

В данном случае получаем:

$P_1=124,41 \text{ кН}$	$x_1=-131 \text{ мм}$
$P_2=124,41 \text{ кН}$	$x_2=-103 \text{ мм}$
$P_3=30,72 \text{ кН}$	$x_3=-103,08 \text{ мм}$
$P_4=30,72 \text{ кН}$	$x_4=-107,86 \text{ мм}$
$P_5=30,72 \text{ кН}$	$x_5=-94,08 \text{ мм}$
$P_6=30,72 \text{ кН}$	$x_6=-75,92 \text{ мм}$
$P_7=30,72 \text{ кН}$	$x_7=-62,14 \text{ мм}$
$P_8=30,72 \text{ кН}$	$x_8=-66,92 \text{ мм}$
$P_9=L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}=42 \text{ кН}$	$x_9=15 \text{ мм}$
$P_{10}=9 \cdot 4 \cdot 75=27 \text{ кН}$	$x_{10}=20 \text{ мм}$
$P_{11}=6 \cdot 4 \cdot 75=18 \text{ кН}$	$x_{11}=22,5 \text{ мм}$
$P_{12}=9 \cdot 4 \cdot 75=27 \text{ кН}$	$x_{12}=34 \text{ мм}$
$P_{13}=8 \cdot 4 \cdot 75=24 \text{ кН}$	$x_{13}=31 \text{ мм}$
$P_{14}=19 \cdot 4 \cdot 75=57 \text{ кН}$	$x_{14}=44 \text{ мм}$
$P_{15}=9,4 \cdot 4 \cdot 75=28,8 \text{ кН}$	$x_{15}=53 \text{ мм}$
$P_{16}=17,5 \cdot 4 \cdot 75=52,5 \text{ кН}$	$x_{16}=65 \text{ мм}$
$P_{17}=9,4 \cdot 4 \cdot 75=28,8 \text{ кН}$	$x_{17}=75 \text{ мм}$
$P_{18}=14 \cdot 4 \cdot 75=42 \text{ кН}$	$x_{18}=78 \text{ мм}$
$P_{19}=7,8 \cdot 4 \cdot 75=23,4 \text{ кН}$	$x_{19}=72 \text{ мм}$
$P_{20}=12,5 \cdot 4 \cdot 75=37,5 \text{ кН}$	$x_{20}=71 \text{ мм}$
$P_{21}=12 \cdot 4 \cdot 75=36 \text{ кН}$	$x_{21}=60 \text{ мм}$
$P_{22}=10 \cdot 4 \cdot 75=30 \text{ кН}$	$x_{22}=44 \text{ мм}$
$P_{23}=29 \cdot 4 \cdot 75=87 \text{ кН}$	$x_{23}=32 \text{ мм}$
$P_{24}=16,3 \cdot 4 \cdot 75=48,9 \text{ кН}$	$x_{24}=17 \text{ мм}$
$P_{25}=14 \cdot 4 \cdot 75=27 \text{ кН}$	$x_{25}=71 \text{ мм}$
$P_{26}=7,8 \cdot 4 \cdot 75=23,4 \text{ кН}$	$x_{26}=79 \text{ мм}$
$P_{27}=12,5 \cdot 4 \cdot 75=37,5 \text{ кН}$	$x_{27}=90 \text{ мм}$
$P_{28}=12 \cdot 4 \cdot 75=36 \text{ кН}$	$x_{28}=102 \text{ мм}$
$P_{29}=10 \cdot 4 \cdot 75=30 \text{ кН}$	$x_{29}=113 \text{ мм}$

4.5. Определение исполнительных размеров инструмента

Размеры матриц и пуансонов для операций разделения определяются из точности, размеров и характера износа изделия.

Крайне важно помнить про выбор зазоров и допусков на размеры штампа. Размеры рабочих частей штампа должны быть заданы в пределах, для получения оптимальных зазоров.

Определяем размеры пробивного пуансона:

Для размера $\text{Ø}10^{+0,1}$

$$A_n = (A + \Delta)_{-сн} = (10 + 0,1)_{-0,027} = 10,1_{-0,027}$$

Получаем размер рабочего отверстия:

$$(10 + z)^{+см} = (10 + 0,04)^{+0,027} = 10,14^{+0,027}$$

Режущий контур пуансона и матрицы, форма и размеры которого определяются мастер-моделью, выполняется проектирование всех элементов с мастер модели с точностью $\pm 0,25\text{мм}$ если чертежом изделия оговорены особые требования.

5. Безопасность и экологичность проекта

В данной бакалаврской работе мы используем пресс «Файнтул» усилием 4МН. Этот пресс является гидравлическим, работающий от индивидуального, относящегося только к данному прессу привода. Приводная система снабжает гидропрессовую установку жидкостью высокого давления. Это определяет характер требований безопасности работы на этом виде оборудования. Штамповка производится из ленты в автоматическом режиме.

5.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

При обслуживании прессового оборудования могут возникнуть следующие ОПФ и ВПФ:

1. Опасная зона оборудования (движущиеся и вращающиеся части);

Стоит остерегаться опасных зон и быть предельно внимательным. При попадании в опасную зону штампа можно получить травму, к примеру из-за вылета деталей из штампа при поломке. Для избежания подобных последствий предусмотрены устройства ограждающие от подобного.

Для предотвращения падения деталей их складывают в специальную тару. Также данный гидропресс работает в автоматическом режиме, что уменьшает вероятность попадания человека в опасную зону оборудования.

2. При поражении электротоком работающий может получить электротравмы и электроудары различных степеней;

Для предотвращения поражения электротоком на электрооборудовании предусмотрено защитное заземление, защитное зануление, защитное отключение (предохранители) и двойная изоляция электропроводки. Токоведущие части рубильников, выключателей, плавких предохранителей, клеммы электродвигателей закрыты сплошными кожухами. Дверцы электрического шкафа блокированы с действием вводного выключателя, что исключает возможность его открытия.

3. Доставка заготовок к месту штамповки и вывоз готовых деталей производится автопогрузчиком.

В следствии неумелого управления, при падении тары с автопогрузчика данный транспорт представляет большую опасность травмирования работников или наезд на них. На данных участках установлены бордюры не менее полу метра. Так же предусмотрены белые полосы для движения межцехового транспорта шириной не менее двух с половиной метров.

Скорость движения транспорта устанавливается в пределах 5 км/ч.

4. Пожар может привести к большим материальным потерям и человеческим жертвам. По пожароопасности (согласно ОМТП-24-86) цех холодной штам-

повки можно отнести к категории Д. Причинами пожара могут стать: нарушения тех. режима, возгорание электропроводки, промасленные ветоши, курение в неположенных местах.

Для избежания пожара, в шкафах управления предусмотрена специальная блокировка. Защита электрооборудования пресса от тока короткого замыкания осуществляется автоматическим включением и плавким предохранителем. В цехах имеется противопожарные щиты. Из первичных средств пожаротушения применяют огнетушитель ОХП-10, а так же воздушно-пенный.

Для предотвращения пожара принимают следующие меры:

- 1) Правильная эксплуатация установок;
- 2) Специальные места для курения;
- 3) Участок снабжают противопожарными щитами с огнетушителями ОУБ-3;
- 4) Для предотвращения пожара от электрооборудования производится регулярная профилактика установок токоведущих частей;
- 5) Проводится противопожарный инструктаж;
- 6) Имеется план эвакуации обслуживающего персонала на случай пожара.
5. Большая концентрация вредных газов, примесей в воздухе является источником загазованности и запыленности. Для удаления пыли и выхлопов газа внутри цехового помещения предусмотрены приточные отсосы, находящиеся непосредственно на рабочем месте. Зимой предусмотрена система воздушного отопления, совмещенная с вентиляцией. Допустимые параметры: температура в цеху не выше 25°С и не ниже 19, влажность не должна превышать 75%, а скорость воздуха движущегося в цеху не должна превышать 0,2м/с.
6. Недостаточное освещение может привести к утомляемости, потери зрения, что в свою очередь отражается на качестве обработки материалов, производительности труда.

В цеху, предназначенном для штамповки используется местное освящение, а так же общее, расположенное на оборудовании. Чаще всего используют люминесцентные лампы, не требующим частой замены и отличной светопередаче.

Цветовая гамма на рабочем месте очень влияет на утомляемость глаз и организма в целом, так как недостаточная или избыточная цветовая гамма утомляет глаза и ухудшает зрение. Верх стен окрашивается в светлые тона, низ – в темные. Неподвижные части прессового оборудования окрашиваются в зеленый цвет, подвижные – в желтый. Опасные в отношении травматизма части машин окрашиваются красным или оранжевым цветом, а рукоятки и кнопки управления – красным, оранжевым или зеленым.

5.2. Мероприятия по охране труда

В гидравлических прессах все линии давления собираются из цельнотянутых стальных труб, предварительно испытанных на давлении в 1,5 раза выше номинального. Трубопроводы должны иметь свой опознавательный цвет, в зависимости от давления в них, так: трубы высокого давления покрашены в красный цвет, низкого – в зеленый, линии смазывания должны быть окрашены в желтый, а в голубой покрашены воздушные трубопроводы. Баки-компенсаторы установлены в систему во избежание гидравлических ударов.

Подвижная траверса пресса должна скользить по колонкам с минимальным зазором. Нельзя допускать перекоса, который может привести к поломке колонн.

Во избежании заклинивания, траверса не должна приближаться своего верхнего положения на величину 30-40мм, в связи с этим пресс оборудуют конечными выключателями; кроме того, на колоннах устанавливают специальные ограничители хода вниз.

Для безопасности работы на гидравлических прессах сети гидропередач, насосы, аккумуляторы, трубопроводы, рабочие гидравлические цилиндры, а так же ползуны, траверсы, штампы, приспособления и крепления должны соответ-

ствовать мощности прессы и удовлетворять правилам и техническим условиям их эксплуатации.

Пресс должен быть снабжен устройством в виде металлического корыта для улавливания стекающей смазочной смеси и рабочей жидкости, просачивающиеся в следствии не плотности сальников. Вытекание рабочей жидкости и смазки ухудшает условия труда, создает грязь, делает рабочее место скользким.

Для предотвращения опускания ползуна при падении давления в сети служат подпорные клапаны. При падении давления в трубопроводе или при его разрыве клапан под действием пружины закрывается. Жидкость в цилиндрах обратного хода оказывается запертой, в связи с чем траверса не опускается.

Трубопроводы высокого давления не должны подводиться со стороны рабочего места оператора.

Для индивидуальной защиты рабочих от механических повреждений используют костюмы, состоящие из х/б брюк и куртки, ботинок с утолщенной подошвой и носками, защитных рукавиц.

К средствам защиты органов слуха в прессовом производстве относятся ушные вкладыши – «беруши» и наушники.

К организационным мероприятиям относятся:

- 1) Эстетическое оформление оборудования;
- 2) Проведение экзаменов по знанию рабочего места через определенные промежутки времени;
- 3) Проведение инструктажа по технике безопасности для вновь поступивших на работу;
- 4) Установка предупреждающих щитов и табличек;
- 5) Отдых рабочих в комнатах эмоциональной разгрузки.

5.3. Расчет производственного освещения

Правильное освещение на рабочих местах и в производственных цехах крайне важно. Правильное освещение способно улучшить санитарные и гигие-

нические условия труда, а так же уменьшает травматизм и помогает в более производительной работе.

Расчет искусственного освещения производится методом светового потока.

- 1) Высота подвеса светильников (см. рис. 6.1);

$$H_c = H - (h_c + h_p) \quad (6.1)$$

где H – высота от пола до крыши цеха, м;

h_c – расстояние от пола до светильников, м;

h_p – высота до поверхности для работы, м;

$$H_c = 50 - (3 + 1,350) = 45,65 \text{ м}$$

- 2) Расстояние между светильниками выбираем равные 1,4 м ($L = 1,4 \text{ м}$);

- 3) Определяем количество светильников;

$$n = \frac{S}{L^2} \quad (6.2)$$

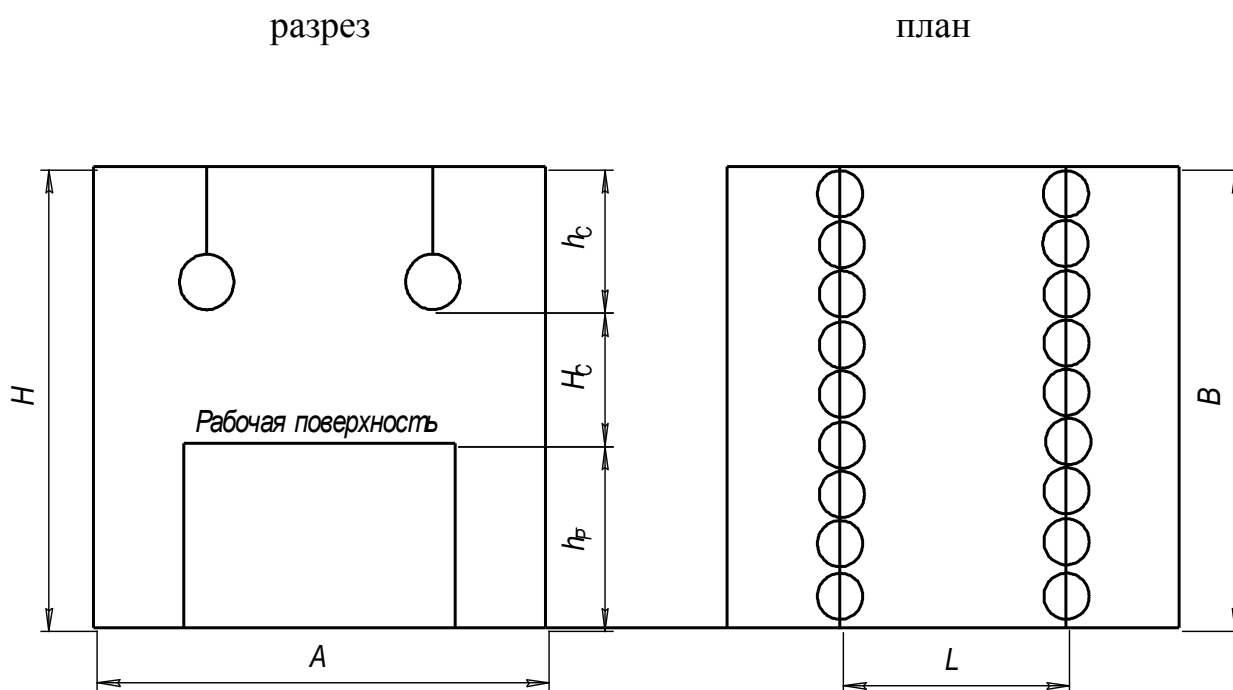


Рис. 6.1

где S – площадь участка, занимаемого данным оборудованием, m^2 ;

$$n = \frac{75}{14^2} = 38шт$$

- 4) Определяем показатель помещения;

$$i = \frac{A \cdot B}{H_c (A + B)} \quad (6.3)$$

где A и B – параметры освещаемого участка, м;

$$i = \frac{75}{45,65 \cdot (12,44 + 6,02)} = 0,09$$

По полученному значению выбираем по табл.10 [4] коэффициент использования осветительной установки η ($\eta=0,23$).

- 5) Определим световой поток по формуле:

$$F = \frac{S \cdot E \cdot Z \cdot k}{n \cdot \eta} \quad (6.4)$$

где S – площадь освещаемого участка, m^2 ($S=75m^2$);

E – заданная минимальная освещенность, $лк$ ($E=300лк$);

Z – коэффициент неравномерности освещения ($Z=1,1 \dots 1,2$);

k – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещения в следствии процесса эксплуатации ($k=1,1 \dots 1,3$);

η – число светильников.

$$F = \frac{75 \cdot 300 \cdot 1,15 \cdot 1,2}{38 \cdot 0,23} = 3552,6лм$$

- 6) Подбираем тип лам и светильника по табл. 5 [4]:

Подбираем ближайшую стандартную лампу ЛДЦ 80.

- 7) $N_{о.уст} = n \cdot N_{л}$ – мощность всей осветительной системы.

$$N_{о.уст} = 80 \cdot 38 = 3040Вт$$

Вывод: Данный технологический процесс удовлетворяет всем требованиям безопасности и экологичности.

6. Экономическая часть

6.1. Сравнительный анализ технологических вариантов

«В этом разделе я провела анализ сравнения двух вариантов изготовления «Пластина пружины педали сцепления».

Основной вариант - традиционная тиснение выполняется с подачей ленты вручную и имеет неэкономичную резку.

Тип производства - серийный. Условия работы тяжелые (ручные).

Проектный вариант - последовательная пробивка на Файнтул 4МН.

Тип производства - серийный. Условия работы нормальные.

6.2 Калькуляция на штамповую оснастку

Таблица 6.1 – Расчет изготовления штамповой оснастки

Материальные затраты М 606057 руб.

Транспортно-заготовительные расходы ТЗР 12122 руб. 0,03% от М

Основная заработная плата рабочих ЗПЛОСН. 123756 руб. Ст = 145р/ч Т = 569 н/ч

Отчисления на социальные нужды Сс 38363 руб. 31% от ЗПЛОСН.

Расходы на содержание оборудования РСО 95133 руб. 6,88% от ЗПЛОСН.

Цеховые расходы Рцех 103944 руб. 83,98% от ЗПЛОСН.

Цеховая себестоимость Сцех 980001 руб

Расчетные данные

1. Эффективный фонд времени работы оборудования:

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

$T_{\text{см}}$ – длительность смены;

C – кол-во смен;

$D_{\text{р}}$ – рабочие дни;

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

$T_{\text{сок}}$ – сокращение в предпраздничные дни;

B – коэффициент, время ремонта оборудования.

$$\Phi_{\text{э}} = (247 * 8 - 5 * 1) * 2(1 - 0,05) = 3809 \text{ ч.}$$

2. Эффективный фонд времени рабочего:

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% * \Phi_{\text{э}} = 1142 \text{ ч.}$$

6.3. Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численности рабочих-операторов и необходимого число штамповой оснастки

Таблица 6.2-Исходные данные

Годовая программа выпуска, шт. $N_g 300001$
 Эффективный фонд времени работы, час:
 -оборудования
 -рабочего $\Phi_{э} = 3808$ $\Phi_{э.p.} = 1141$
 Коэффициент выполнения норм $1,1$
 Коэффициент многостаночного обслуживания $K_{мн} 1,0$
 Коэффициент потерь времени на отпуск работников, $\% K_o 11,8$
 Коэффициент монтажа:
 -в расчете себестоимости $1,1$
 -в расчете капитальных вложений $0,1$ $K_{монт}$
 Цена материала, руб./кг. $C_m 35,74$
 Цена отходов (металл), руб./кг. $C_{отх} 1,143$
 Масса заготовки, кг. $M_z 0,042$ и $0,037$
 Масса отходов, кг. $M_{отх} 0,015$ и $0,01$
 Коэффициент транспортно – заготовительных расходов $K_{tz} 1,0141$
 До часового фонда зарплаты $K_{доп} 1,081$
 За профессиональное мастерство $K_{пф} 1,151$
 За условия труда $K_u 1,21$
 За вечерние и ночные часы $K_n 1,11$
 Премияльные $K_{пр} 1,11$
 На социальные нужды $K_c 1,311$
 Итого общий коэффициент доплат $K_{зпл} 2,221$
 Коэффициент загрузки оборудования по мощности $K_m 0,81$
 Коэффициент загрузки оборудования по времени $K_{вн} 0,71$
 Коэффициент потерь в сети $K_{п} 1,031$
 Коэффициент одновременной работы электродвигателей $K_{од} 0,81$
 Выручка от реализации, %:отЦ
 :-изношенного оборудования $V 5$
 р-изношенного штампа V_r и 15
 Норма амортизации, $\% N_a 10$
 Коэффициент общепроизводственных(цеховых) расходов $K_{цех} 1,721$
 Часовая тарифная ставка, руб./час.:
 -3 разряд рабочего $С_т 66,711$
 -5 разряд наладчика $С_т 79,891$
 Цена электроэнергии, руб./кВтЦэ $3,81$
 Цена площади, руб./м²Цпл $4 500$
 Норматив экономической эффективности $E_n 0,331$

Таблица 6.3-Эксплуатационные данные оборудования

БВК 63 0,63МН 0,005тшт 0,02тмаш 30кВт 2,3 м² 1 584 023
 Файнтул 4МН 0,019тшт 0,015тмаш 26кВт 40м² 3 570 202

Таблица 6.4-Исходные данные о штамповой оснастке

Базовый
 Вырубной 400 001 ударов 450 001руб.
 Гибочный 310 001 ударов 110 001руб.
 Проектный
 Последовательный штамп 800 001 ударов 980 001руб.

6.4 Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки

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

Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.

$$n_{об} = t_{шт} * N_r / (\Phi_3 * K_{нв})$$

$$n_{об}^{баз1} = 0,051 * 300\ 000 / (3809 * 1,1 * 60) = 3,6 \approx 4 \text{ оп.} \quad 4$$

$$n_{об}^{баз2} = 0,03751 * 300\ 000 / (3809 * 1,1 * 60) = 2,7 \approx 3 \text{ оп.} \quad 3$$

$$n_{об}^{пр} = 0,0191 * 300\ 000 / (3809 * 1,1 * 60) = 1,4 \approx 2 \text{ оп.} \quad 2$$

Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции

$$K_3 = n_{об}^{Расч.} / n_{об}^{Прин.}$$

$$K_3^{баз1} = 3,6 / 4 = 0,9$$

$$K_3^{баз2} = 2,7 / 3 = 0,9$$

$$K_3^{пр} = 1,4 / 2 = 0,7$$

Численность рабочих-операторов

$$P_{оп} = [t_{шт} * N_r * (1 + k_0 / 100)] / (\Phi_{эр} * K_{мн})$$

$$P_{оп}^{баз1} = [0,051 * 300\ 000 * (1 + 11,8 / 100)] / (1142 * 1) = 1,61 \approx 1 * 1 \text{ оп} * 2 \text{ см.} \quad 4$$

$$P_{оп}^{баз2} = [0,03751 * 300\ 000 * (1 + 11,8 / 100)] / (1142 * 1) = 1,26 \approx 1 * 1 \text{ оп} * 2 \text{ см.} \quad 4$$

$$P_{оп}^{пр} = [0,0191 * 300\ 000 * (1 + 11,8 / 100)] / (1142 * 1) = 0,63 \approx 1 * 1 \text{ оп} * 2 \text{ см.} \quad 2$$

Число штампов для выпуска годовой программы, шт.

$$N_{шт} = N_r / T_{и}^{шт.}$$

$$N_{шт}^{баз}^{оп.1} = 300\ 001 / 400\ 001 = 0,75 \approx 1 \quad 1$$

$$N_{шт}^{баз}^{оп.2} = 300\ 001 / 310\ 001 = 0,96 \approx 1 \quad 1$$

$$N_{шт}^{пр}^{оп.1} = 300\ 001 / 800\ 001 = 0,37 \approx 1 \quad 1$$

6.5 Расчет капитальных вложений

Таблица 6.6-расчет капитальных вложений

Прямые капитальные вложения в оборудование

$$K_{об} = n_{об} * \Pi_{об} * K_3$$

$$K_{об}^{баз1} = 1 * 1\ 584\ 023 * 0,0591 \quad 93457,421$$

$$K_{об}^{баз2} = 1 * 190\ 001 * 0,0441 \quad 8360$$

$$K_{об}^{пр} = 1 * 3\ 570\ 202 * 0,0221 \quad 78544,421$$

Сопутствующие капитальные вложения

Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.

$$K_m = K_{об} * K_{монт}$$

$$K_m^{баз1} = 93457,421 * 0,1 \quad 9345,731$$

$$K_m^{баз2} = 8361 * 0,1 \quad 836$$

$$K_m^{пр} = 78544,421 * 0,1 \quad 7854,441$$

Затраты на спец. оснастку, руб.

$$K_n = \Pi_{шт.} * n_{шт.}$$

$$K_n^{баз} = 450\ 001 * 1 + 110\ 000 * 1 \quad 560\ 001$$

$$K_n^{пр} = 980\ 001 * 1 \quad 980\ 001$$

Затраты на производственную площадь

$$K_{пл} = n_{об} * S_y * \Pi_{пл} * K_3$$

$$K_{пл}^{баз1} = 1 * 2,3 * 4501 * 0,059 \quad 610,651$$

$$K_{пл}^{баз2} = 1 * 8 * 4501 * 0,044 \quad 1\ 583$$

$$K_{пл}^{пр} = 1 * 110 * 4501 * 0,022 \quad 10\ 891$$

Итого		
$K_{\text{соп}} = K_{\text{м}} + K_{\text{и}} + K_{\text{пл}}$		
$K_{\text{соп}}^{\text{баз}} = 8360 + 560\,000 + 610,65$		561 446,651
$K_{\text{соп}}^{\text{пр}} = 7\,854,42 + 980\,000 + 10890$		998 744,441
Общие капитальные вложения, руб.		
$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{соп}}$		
$K_{\text{общ}}^{\text{баз}} = 8360 + 561\,446,65$		569 806,651
$K_{\text{общ}}^{\text{пр}} = 78\,544,42 + 998\,744,44$		1 077 288,81
Удельные капитальные вложения, руб.		
$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / N_{\text{г}}$		
$K_{\text{уд}}^{\text{баз}} = 569\,806,65 / 300\,000$		1,891
$K_{\text{уд}}^{\text{пр}} = 1\,077\,288,8 / 300\,000$		3,591

6.6 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Таблица 6.7- Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали

Материальные затраты, руб.		
$M = (M_{\text{з}} * C_{\text{м}} * K_{\text{тз}}) - (M_{\text{отх}} * C_{\text{отх}})$		
$M^{\text{баз}} = (0,0421 * 35,74 * 1,014) - (0,015 * 1,143)$		1,51
$M^{\text{пр}} = (0,0371 * 35,74 * 1,014) - (0,01 * 1,143)$		1,33
Зарплата рабочих-операторов, руб.		
$Z_{\text{пл}} = P * C_{\text{т}} * \Phi_{\text{э.р.}} * K_{\text{зпл}} * K_{\text{з}} / N_{\text{г}}$		
$Z_{\text{пл}}^{\text{баз1}} = 2 * 66,711 * 1142 * 1,22 * 3,6 / 300\,000$		2,23
$Z_{\text{пл}}^{\text{баз2}} = 2 * 66,711 * 1142 * 1,22 * 2,7 / 300\,000$		1,85
$Z_{\text{пл}}^{\text{пр}} = 2 * 79,891 * 1142 * 1,22 * 1,4 / 300\,000$		0,86
Затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования, руб.		
$P_{\text{А}} = [(C_{\text{об}} * (1 - B_{\text{р}})) * H_{\text{а}} * t_{\text{шт}} * 1,3] / (\Phi_{\text{э}} * K_{\text{вн}} * 60 * 100)$		
$P_{\text{А}}^{\text{баз1}} = [(1584024 * (1 - 0,05)) * 10 * 0,051 * 1,3] / (3809 * 1,1 * 60 * 100)$		0,04
$P_{\text{А}}^{\text{баз2}} = [(190000 * (1 - 0,05)) * 10 * 0,03751 * 1,3] / (3809 * 1,1 * 60 * 100)$		0,003
$P_{\text{А}}^{\text{пр}} = [(3570201,1 * (1 - 0,051)) * 10 * 0,019 * 1,3] / (3809 * 1,1 * 60 * 100)$		0,03
Расходы на электроэнергию, руб.		
$P_{\text{э}} = (M_{\text{у}} * t_{\text{маш}} * K_{\text{од}} * K_{\text{м}} * K_{\text{в}} * K_{\text{п}} * C_{\text{э}}) / (КПД * 60)$		
$P_{\text{э}}^{\text{баз1}} = (30 * 0,0201 * 0,8 * 0,8 * 0,7 * 1,03 * 3,8) / (0,7 * 60)$		0,025
$P_{\text{э}}^{\text{баз2}} = 4 * [(5,501 * 0,1 * 0,8 * 0,8 * 0,7 * 1,03 * 3,8) / (0,7 * 60)]$		0,004
$P_{\text{э}}^{\text{пр}} = (11,201 * 0,4 * 0,8 * 0,8 * 0,7 * 1,03 * 3,8) / (0,7 * 60)$		0,09
Расходы на амортизацию штампового инструмента, руб.		
$P_{\text{И}} = (C_{\text{шт}} * [1 - B_{\text{р.и.}}]) / T_{\text{и.шт.}}$		
$P_{\text{И}}^{\text{баз1}} = (450\,000 * [1 - 0,15]) / 400\,000$		
$P_{\text{И}}^{\text{баз2}} = (110\,000 * [1 - 0,15]) / 310\,000$		1,25
$P_{\text{И}}^{\text{пр}} = (980\,000 * [1 - 0,15]) / 800\,000$		1,04
Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.		
$P_{\text{пл}} = S_{\text{у}} * n_{\text{об}} * C_{\text{пл}} * K_{\text{з}} / N_{\text{г}}$		
$P_{\text{пл}}^{\text{баз1}} = 2,31 * 1 * 4500 * 0,059 / 300\,000$		0,002
$P_{\text{пл}}^{\text{баз2}} = 8 * 4 * 4500 * 0,044 / 300\,000$		0,005
$P_{\text{пл}}^{\text{пр}} = 110 * 1 * 4500 * 0,022 / 300\,000$		0,0036
Расходы на зарплату наладчика, руб.		
$Z_{\text{нал}} = (n_{\text{об}} * C_{\text{т}} * \Phi_{\text{э.р.}} * K_{\text{зпл}} * K_{\text{з}}) / (n_{\text{обс}} * N_{\text{г}})$		
$Z_{\text{нал}} = 1 * 79,891 * 1142 * 2,22 * 0,129 / (15 * 300\,000)$		0,0009
Технологическая себестоимость, руб.		
$C_{\text{тех}} = M + Z_{\text{пл}} + P_{\text{А}} + P_{\text{э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{нал}}$		
$C_{\text{тех}}^{\text{баз}} = 1,506 + 0,06 + 0,05 + 0,04 + 0,03 + 0,025 + 0,004 + 0,95 + 0,34$		2,9
$C_{\text{тех}}^{\text{пр}} = 3,76 + 0,07 + 0,43 + 0,05 + 4,7 + 0,02$		2,52
Общепроизводственные расходы, руб.		
$P_{\text{цех}} = Z_{\text{пл}} * K_{\text{цех}}$		
$P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 0,06 * 1,72$		0,103
$P_{\text{цех}}^{\text{пр}} = 0,03 * 1,72$		0,05
Общепроизводственная (Цеховая) себестоимость, руб.		
$C_{\text{цех}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}$		
$C_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 0,103 + 2,9$		3,00
$C_{\text{цех}}^{\text{пр}} = (0,051 + 2,52) / 2 = 2,57 / 2$		1,2

6.7 Структура себестоимости

Таблица 6.8- структура себестоимости

Материалы	1,54	1,32	50,8	64,7	
Основная зарплата	0,12	0,04	3,5	2,8	
Затраты на амортизацию	0,044	0,04	1,5	2,8	
Расходы на электроэнергию	0,028	0,017	0,8	1,6	
Затраты на амортизацию штампового инструмента	1,26	1,05	41,7	50,6	
Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей	0,008	0,013	0,23	1,2	
Общепроизводственные расходы		0,103	0,052	3,5	4,8
Общепроизводственная (Цеховая) себестоимость	3,003	1,027	100	100	

6.8 Экономическая активность

Таблица 6.9-Экономическая активность

Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	
$\mathcal{E}_{yr} = (C_{цех}^{баз} - C_{цех}^{пр}) * N_r = (3,30031 - 1,28) * 300\ 000$	516 901
Приведенные затраты, руб.	
$Z_{пр} = C_{цех} + E_n * K_{уд}$	
$Z_{пр}^{баз} = 3,0031 + 0,33 * 1,89$	3,631
$Z_{пр}^{пр} = 1,2 + 0,33 * 3,59$	2,461
Годовой экономический эффект, руб.	
$\mathcal{E}_r = (Z_{пр}^{баз} - Z_{пр}^{пр}) * N_r = (3,63 - 2,46) * 300\ 000$	351 001
Срок окупаемости капвложений, год	
$T_{ок} = K_n^{пр} / \mathcal{E}_r = 980\ 001 / 351\ 000$	3,1
» [1].	

Выводы

В этом бакалаврском проекте мы разработали новый технологический процесс. В соответствии с рассчитанными усилиями было выбрано оборудование - гидравлический пресс Файнтул усилием 4МН. Мы взяли средства автоматизации. Для выбранного оборудования был установлен штамп. Мы проверили проект на безопасность и экологичность. Рассчитана стоимость полученных частей и срок окупаемости оборудования и штампованного оборудования.

Можно сделать вывод, что цель - снижение затрат на изготовление деталей была достигнута.

Список используемой литературы

1. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Общая часть (утв. Постановлением Госстроя СССР, Госкомтруда СССР и Секретариата ВЦСПС от 05.12.1986 N 43/512/29-50).
2. Зубцов М. Е. Листовая штамповка. -Л: Машиностроение 1980г.-431с.
3. Кузнечно-штамповочное оборудование (под ред. А. Н. Банкетова и д-ра техн. наук. проф. Е. Н. Ланского) М., Машиностроение, 1982г.-574с.
4. Н. К. Полтев. Охрана труда в машиностроении. –М.: Высшая школа, 1980,-294с.
5. Техника безопасности и производственная санитария в кузнечно-прессовых цехах (Золотников С. Л. И др.) –М.: Машиностроение, 1984г-256с.
6. Техника безопасности и производственная санитария в кузнечно-прессовых цехах (Золотников С. Л. И др.) –М.: Машиностроение, 1984г-256с.
7. Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев. Технология холодной штамповки. -М; Машиностроение, 1989г.-304с.
8. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. -Л., 1979г.-520с.
9. Власов Б.В. Организация вспомогательных служб машиностроительного завода, М., Машиностроение, 1979 год.
10. Плеханов И.П. Автомобиль, М., Просвещение, 1966 год.
11. Седова А.П. Краткий автомобильный справочник, М., Транспорт, 1982 год.
12. Ройтман И.А. Машиностроительное черчение с элементами конструирования, Минск, Вышэйная школа, 1977 год.
13. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя, М., Машиностроение, 1967 год.

14. ГОСТы. Единая система конструкторской документации, М., Издательство стандартов, 1973 год.
15. Черняк В.З. Бизнес планирование, М., РДЛ, 2003 год.
16. Попов В.М. Сборник бизнес-планов с комментариями и рекомендациями, М., Финансы и статистика, 1998.
17. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение, Ленинград, Машиностроение, 1986 год.
18. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы, М., Финансы и статистика, 1997 год.
19. Бизнес-план инвестиционного проекта ОАО Уралмаш, разработчик: Хорьков Д.В., 2001 год.
20. Крупницкий Э.И. Справочник молодого слесаря, М., Высшая школа, 1973 год.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Код документа	Код	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Всего
03.26.398.01.00.000			<u>Документация</u>			
			<u>Детали</u>			
Состав №	1	03.26.398.13.01.001	Матрица	1		
	2	03.26.398.13.01.002	Пуансон	2	Паковка	
	3	03.26.398.13.01.003	Прижим	1		
	4	03.26.398.13.01.004	Выталкиватель детали	2		
	5	03.26.398.13.01.005	Пуансон	2		
	6	03.26.398.13.01.006	Пуансон пуклебочный	6		
	7	03.26.398.13.01.007	Матрица	2		
	8	03.26.398.13.01.008	Опора верхняя	1	Паковка	
	9	03.26.398.13.01.009	Держатель	1		
	Варианты	10	03.26.398.13.01.010	Плита верхняя	1	
		11	03.26.398.13.01.011	Прокладка	14	
		12	03.26.398.13.01.012	Подкладка	9	
		13	03.26.398.13.01.013	Секция матрицы	1	
	Варианты	14	03.26.398.13.01.014	Подкладка	9	
		15	03.26.398.13.02.015	Ролик	4	
		16	03.26.398.13.02.016	Заглушка	4	
		17	03.26.398.13.02.017	Плита нижняя	1	
	Варианты	18	03.26.398.13.02.018	Держатель		
		19	03.26.398.13.02.019	Колонка	4	
		20	03.26.398.13.02.020	Втулка	4	
03.26.398.13.00.000						
№ документа	Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Всего	
	Разраб.	Б.Ковалев Р.Ю.				
	Проф.	Скалочев А.В.				
	И.контр.					
И.тв.						
Штамп для пуклейки, бырубки (спецификация)				Лист	Лист	
				1	3	
Копирован				Формат А4		

Рисунок А.1 – Первый лист спецификации

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Изм.		Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
					03.26.398.13.00.000	
					Капитал	Формат А4
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2
Изм. №	Лист	№ докум.	Дата	Поим.	Лист	2

Рисунок А.2 – Второй лист спецификации

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Код	Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Кол.	Примечание
03.26.398.00.00.000	Документация				
	Общий вид				
03.26.398.00.00.001	Сборочный чертеж				
	Станина			1	
03.26.398.00.00.002	Пробильно-подающий блок			1	
	Направляющий рулона			1	
03.26.398.00.00.003	Направляющий рулона			1	
03.26.398.00.00.004	Рулон			1	
03.26.398.00.00.005	Направляющие на входе			1	
03.26.398.00.00.006	Валки подающего устройства на входе			1	
	Фотозащита			1	
03.26.398.00.00.007	Постоянная подача воздуха			1	
	Подача сжатого воздуха			1	
03.26.398.00.00.008	Щиток с манометром			1	
03.26.398.00.00.009	Фиксатор инструмента			1	
03.26.398.00.00.010	Штамп			1	
03.26.398.00.00.011	Валки подающего устройства на входе			1	
	Нож для разрубки отхода			1	
03.26.398.00.00.012	Маслобак			1	
03.26.398.00.00.013	Поддон №1			1	
03.26.398.00.00.000					
Изм.	Исполн.	№ докум.	Дата		
Разраб.	Викторов Р.Ю.			Лист	Листов
Проф.	Скряпичев А.В.			1	2
И.контр.				Комплекс оборудования (спецификация)	
Смет.					
Копирован				Формат А4	

Рисунок Б.1 – Первый лист спецификации

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Коды	Знач	Изм	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
	18		03.26.398.00.00.019	Аккумулятор высокого давления	1	
	19		03.26.398.00.00.020	Поддон №2	1	
	20		03.26.398.00.00.021	Клапан наполнительный	1	
	21		03.26.398.00.00.021	Устройства для смазки ленты распылением	1	
			03.26.398.00.00.000			Лист 2
Изм	Лист	№ докум.	Лист	Дата		

Изд. № 0000

Лист 1 из 1

Изм. № 0000

Лист 1 из 1

Изд. № 0000

Лист 1 из 1

03.26.398.00.00.000

Лист 2

Контакт Формат А4

Рисунок Б.2 – Второй лист спецификации