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

МАШИНОСТРОЕНИЯ
(институт)
Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
(кафедра)
15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления подготовки, специальности)
направленность «Машины и технология обработки металлов давлением»
(наименование направленности, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Корпус»

Студент	К.Н. Подлипнов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	П.А. Путеев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	В.И. Дерябин	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	И.В. Краснопевцева	
	(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 Подлипнов К.Н.

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Корпус»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы _____

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Базовый техпроцесс изготовления изделия, программа выпуска 100000 изделий год, материал детали сталь 08Ю

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Анализ изделия и базового техпроцесса, Разработка техпроцесса изготовления детали, Выбор оборудования и средств автоматизации, Проектирование конструкции штампа, Безопасность и экологичность объекта, Экономическая часть

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала План низа, План верха, Разрез А-А, Разрез Б-Б, Сравнение технологических процессов

6. Консультанты по разделам В.И. Дерябин И.В. Краснопевцева В.Г. Виткалов

7. Дата выдачи задания «_____»_____20____г.

Заказчик (*указывается должность, место работы*
Ученая степень, ученое звание) _____ _____

Руководитель выпускной квалификационной работы _____ (подпись) П.А. Путеев (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению _____ (подпись) К.Н. Подлипнов (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
Зав. кафедрой «СОМДиРП»
_____ В.В. Ельцов
(подпись) (И.О. Фамилия)
«____»_____20___г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения бакалаврской работы

Студента Подлипнова Константина Николаевича

по теме: «Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Корпус»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ технологичности изделия	15 февраля 2017	15 февраля 2017	Выполнено	
Проектирование техпроцесса	25 февраля 2017	25 февраля 2017	Выполнено	
Подбор пресса и средств автоматизации	10 марта 2017	10 марта 2017	Выполнено	
Проектирование штампа	20 апреля 2017	20 апреля 2017	Выполнено	

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Безопасность и экологичность технического объекта	5 мая 2017	5 мая 2017	Выполнено	
Экономическая часть	10 мая 2017	10 мая 2017	Выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы _____ (подпись) П.А. Путеев (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению _____ (подпись) К.Н. Подлипнов (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В бакалаврской работе для изготовления изделия типа «Корпус» спроектирован техпроцесс и штамп для вытяжки.

В начале работы представлены анализ изделия на технологичность, особенности базовой технологии создания изделия, вычислены размеры заготовки и ее раскрой, а также подсчитаны энергосиловые параметры процесса. Для техпроцесса подобран пресс-автомат по рассчитанным параметрам и представлена информация о средствах автоматизации. Для изготовления изделия спроектирован штамп для операции «Вытяжка», для которого были проведены прочностные расчеты и выбраны материалы деталей. Далее описаны мероприятия, обеспечивающие безопасность труда и рассчитана эффективность от внедрения изделия с новым техпроцессом в производство при заданной годовой программе.

В соответствие с методическими указаниями к бакалаврской работе проведены все необходимые расчеты. Объем работы и графического материала к ней соответствует требованиям.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7

1. АНАЛИЗ ИЗДЕЛИЯ И БАЗОВОГО ТЕХПРОЦЕССА 8

1.1. Технологичность изделия 8

1.2. Анализ базовой технологии изготовления детали 9

1.3. Определение особенностей и недостатки базового техпроцесса детали ... 11

1.4. Задачи работы 11

2. РАЗРАБОТКА ТЕХПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ 13

2.1. Количество и тип операций предлагаемого техпроцесса 13

2.2. Параметры новой заготовки для технологического процесса изготовления детали 14

2.3. Определение параметров раскроя и КИМ 18

2.4. Энергосиловые параметры штамповки 19

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ 28

3.1. Выбор пресса-автомата по базовым показателям 28

3.2. Подбор средств автоматизации изготовления изделия 29

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА 31

4.1. Компоненты и кинематика вытяжного штампа 31

4.2. Расчеты прочности и материалы деталей штампов 36

4.3. Координаты центра давления в штампе 39

4.4. Исполнительные размеры матрицы и пуансона 40

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА 41

5.1. Описание рабочего места, пресса-автомата и техпроцесса 41

5.2. Опасные и вредные производственные факторы в прессовом производстве 41

5.3. Разработка безопасных условий работы 42
5.4. Пожаробезопасность на участке и ее обеспечение 44
5.5. Экологическая экспертиза, влияние на окружающую среду и соответствующие мероприятия 46
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 59
ПРИЛОЖЕНИЯ 62

ВВЕДЕНИЕ

На первоначальных этапах изготовления большинства изделий применяются операции обработки материалов давлением. Штамповка листовых тел обладает рядом особенностей:

1. изготовление пространственных сложных форм изделий;
2. сохранение ряда прочностных характеристик при достаточно небольшой толщине изделий;
3. отсутствие необходимости применять операции механической обработки для достижения требуемых показателей точности и качества.

К особенностям применения операций ОМД с точки зрения рентабельности относятся:

1. экономное использование металлов;
2. повышенная производительность труда;
3. небольшая цена изделий в массовом производстве.

Повышение производительности осуществляется применением разнообразных средств автоматизации производства, что позволяет получить более ощутимый экономический эффект.

Выделяют две основные категории листоштамповочных операций (по технологическому признаку).

1. Разделительные операции. К ним относятся операции, осуществляющие отделение одной части металла от другой (резка, пробивка, вырубка, разделение и т.д.).
2. Формоизменяющие операции. Они позволяют получить изделия сложных форм с помощью таких операций как вытяжка, гибка, формовка и т.д. [15].

Цель выпускной квалификационной работы – снижение себестоимости изделия типа «Корпус» с помощью определения оптимальных размеров заготовки и числа операций штамповки.

1. АНАЛИЗ ИЗДЕЛИЯ И БАЗОВОГО ТЕХПРОЦЕССА

1.1. Технологичность изделия

Создание геометрической формы изделия обусловлено рядом факторов, в сумме описывающихся понятием технологичности изделия. Изменения и анализ технологичности ведутся как правило инженером-технологом и инженером-конструктором.

Деталь является примером типовой детали части внутреннего кузова автомобиля, и не является облицовочной (рис. 1.1). К ней применяются требования достаточной точности. В геометрическом плане деталь описывается как изделие сложной пространственной формы с набором технологических элементов- фланцев, отверстий. Толщина составляет 1 мм, материал 08Ю.

Технологичность – это набор параметров и свойств геометрии, позволяющее создать изделие без сложностей с четом требований качества. При вытяжке подобных изделий есть несколько базовых требований технологичности, которые описаны в таких работах, как [2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 20]. Так как деталь не обладает большими перепадами высот, малыми радиусами скруглений, имеет небольшую глубину вытяжки, а расстояние и размер отверстий, пробиваемых в изделии, являются также небольшими, то деталь признана технологичной.

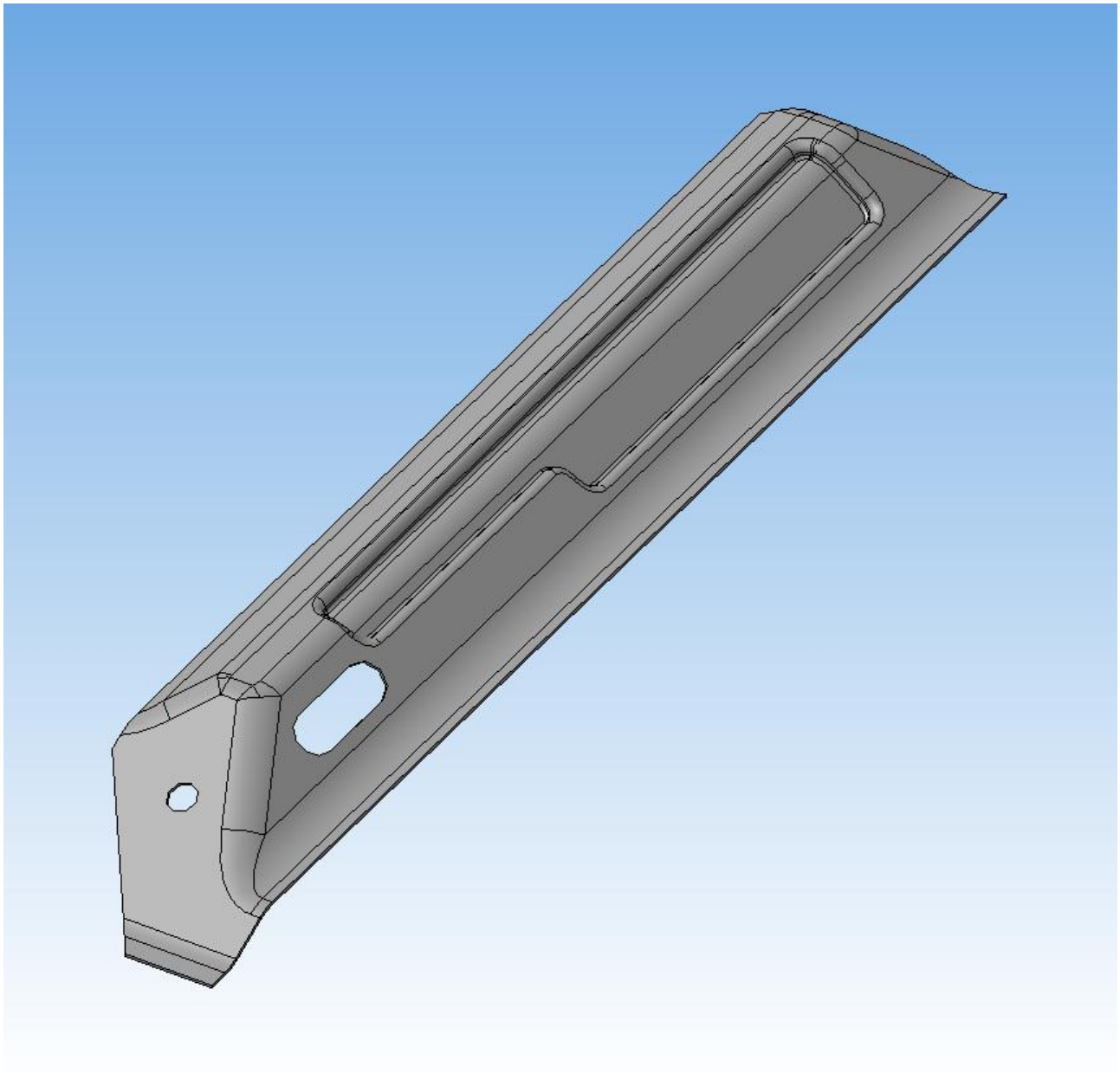

Рис. 1.1 – Вид изделия

1.2. Анализ базовой технологии изготовления детали

Для анализа в данной работе в базовом технологическом процессе создания детали «Корпус» выделены операции ОМД:

10.резка;

20.вытяжка;

30.первая обрезка фланца;

40.клиновая пробивка отверстий Ø10;

50.клиновая пробивка;

60.правка;

70.разделение.

За одну операцию производится две детали – правая и левая.

Операция 10 – Резка

Полоса заготовки режется на несколько карточек с размерами 530мм на 300 мм из материала сталь 08Ю 1х530. Производится резка на специальном участке.

Операция 20 – Вытяжка

Операция выполняется на прессе двойного действия фирмы «FT2-60M», усилием 6 МН. На этой операции происходит формообразование полуфабриката из заготовки и пробивание двух отверстий по бокам.

Заготовки для процесса ОМД подаются в виде пачки перед столом пресс-автомата. Средства автоматизации перемещают листовое тело в рабочую зону штампа. Укладка и фиксация производится специальными приспособлениями в оснастке. Прижим зажимает заготовку между собой и матрицей, после чего они вместе опускаются вниз, обтягивая пуансон, и матрица совершает вытяжку.

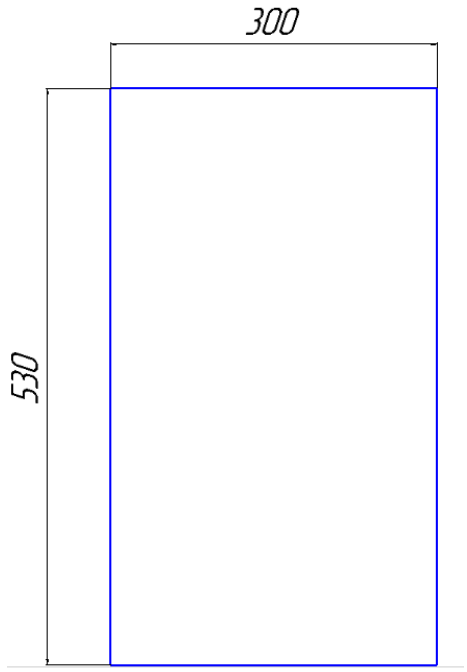

Рисунок 1.1 – Базовая заготовка

Операция 30 – Первая обрезка фланца. Производится на том же оборудовании. В процессе операции происходит частичное удаление фланца. Оставшиеся участки предназначены для перемещения полуфабриката на следующих операциях. Укладка производится в предыдущем положении.

Операция 40 – Клиновая пробивка отверстий Ø10. На операции происходит удаление двух отверстий (на левой и правой деталях). Деталь укладывается в предыдущем положении. Применяемое оборудование – пресс FT2-60M.

Операция 50 – Клиновая пробивка. На операции происходит удаление двух фасонных отверстий (на левой и правой деталях) плоскости клиновой пробивки выбраны иначе, чем на предыдущей операции. Деталь укладывается в прежнем положении. Оборудование применяется FT2-60M.

Операция 60 – Правка. Правка на прессе фирмы «FT2-60M», усилием 6 МН. На операции производится доштамповка радиусов закруглений.

Операция 70 – Разделение. На данной операции удаляются оставшиеся участки фланца и происходит разделение перехода на две детали.

1.3. Определение особенностей и недостатки базового техпроцесса детали

Изучение представленного технологического процесса позволяет выявить ряд особенностей, которые могут быть исправлены проектным вариантом технологического процесса [13, 16, 15, 19]:

1) значительный размер листовой заготовки;
2) низкий КИМ.

1.4. Задачи работы

После анализа выявленных особенностей и недостатков изготовления изделия «Корпус» принято решение провести ряд корректирующих действий для снижения стоимости процесса изготовления изделия. В действиям отнесены задачи:

1. определить качество базового техпроцесса;
2. рассчитать свойства и выбрать тип раскроя;
3. провести расчет ЭСП;
4. подобрать пресс-автомат со средствами автоматизации;
5. спроектировать штамп для одой из операций;
6. определить параметры безопасности изготовления изделия и рассчитать экономический эффект.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

2.1. Количество и тип операций предлагаемого техпроцесса

Для запуска процесса изготовления изделия необходимо произвести расчет техпроцесса. В разработанном технологическом процессе изготовления детали «Корпус» предлагаются новые размеры заготовки и изменено число операций. За одну операцию будет изготавливаться две детали – правая и левая.

Для разрабатываемого процесса изготовления изделия будет выбран пресс-автомат FT2-60M. Получение заготовки для последующего процесса является первой операцией. Она производится на вырубной позиции пресса-автомата. Рулон материала сталь холоднокатаная 08Ю 1х508, шириной 508 мм располагается на первой операции с шагом 275 мм. Следующая операции штамповки – вытяжка, на которой происходит формообразование материала, при этом полуфабрикат удерживается фиксаторами. На других операциях удержание полуфабриката осуществляется как фиксаторами по внешнему контуру. На операции 30 производится правка. Далее деталь кантуется на 180° и происходит удаление части фланца. Следующая операция позволяет за одновременно произвести все операции клиновой пробивки. Последняя операция предназначена для удаления оставшейся части фланца и разделения перехода на две части.

В работе предлагается проектный технологический процесс, состоящий из следующих этапов:

Операция 10 – Резка заготовки

Осуществляется резка заготовки из ленты сталь 08Ю 1х508, шириной 508 мм и шагом 275 мм.

Операция 20 – Вытяжка

Главная операция изменения пространственной формы изделия. Вытягивается основная геометрия детали со значительными радиусами.

Производится на прессе FT2-60M. Смещение заготовки предотвращается с помощью фиксаторов по внешнему контуру.

Операция 30 – Правка

Дополнительная операция изменения формы изделия. Происходит уточнение радиусов заготовки и глубины подштамповок.

Операция 40 – Обрезка фланца

Частичное удаление фланца.

Операция 50 – Клиновая пробивка

Удаление материала в области отверстий (круглых и фасонных на боковых стенках изделия).

Операция 60 – Разделение

Удаление оставшейся части фланца и разделение перехода на два изделия – левое и правое

2.2. Параметры новой заготовки для технологического процесса изготовления детали

После определения недостатков базового техпроцесса принято решение исследовать форму изделия и получить более рациональную форму и размер раскроя. В первоначальном варианта размер листового тела составляет 530х300 мм. Для определения размеров заготовки будет применено два метода: численный и аналитический методы.

1. Численный метод

Для его применения используется программный продукт NX [1, 3, 12]. С использованием средства автоматизированного одношагового анализа формуемости получена модель развертки (рис.2.1.)

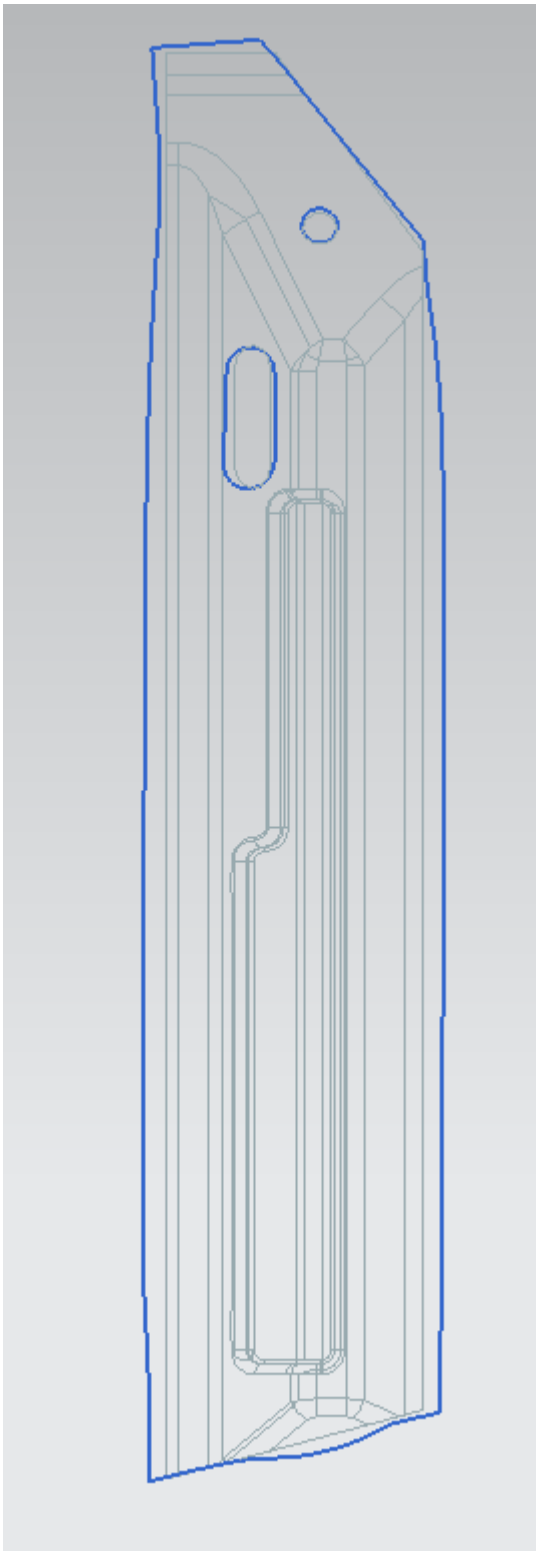

Рисунок 2.1 – Контур развертки

Значения размеров полученного контура измерены в САПР и составляют:

$$L_{\text{поперечное}} = 80{,}1\text{мм},$$

$$L_{\text{продольное}} = 413\ \text{мм}.$$

Обязательно добавляется дополнительный материал в размере 20% на технологические припуски в двух сечениях [13, 15, 16]. В продольном он составляет:

$$L = 413 + \ 413 \cdot 0{,}2 \ = 495\text{мм}.$$

Ширина заготовки составит 495 мм согласно размерам изделия и информации о производстве.

Аналогично для поперечного сечения добавляется 20% ширины заготовки на технологические припуски:

$$L = 80{,}1 + \ 80{,}1 \cdot 0{,}2 \ = 96\text{мм}.$$

Длина заготовок будет 96 мм согласно размерам изделия и данных о производстве подобных деталей. Однако штамповка производится для двух изделий (левого и правого), поэтому заготовка будет увеличена с учётом дополнительного материала и припусков на обрезку. Делается вывод, что размеры заготовки будут составлять 508х275 мм (рис. 2.2.)

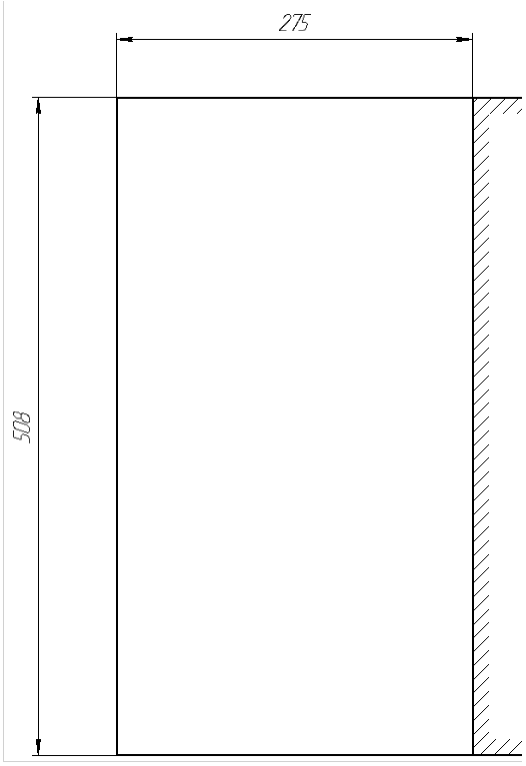

Рисунок 2.2 – Размеры проектной заготовки

2. Аналитический метод

Для данного метода необходимо с помощью средств САПР произвести расчет длины сечения изделия по двум направлениям. Применяя инструмент «Измерение тел» [1, 12] производится измерение продольном (рис. 2.3) и поперченном направлении (рис. 2.4):

$$L = 86{,}2 \text{ мм}.$$

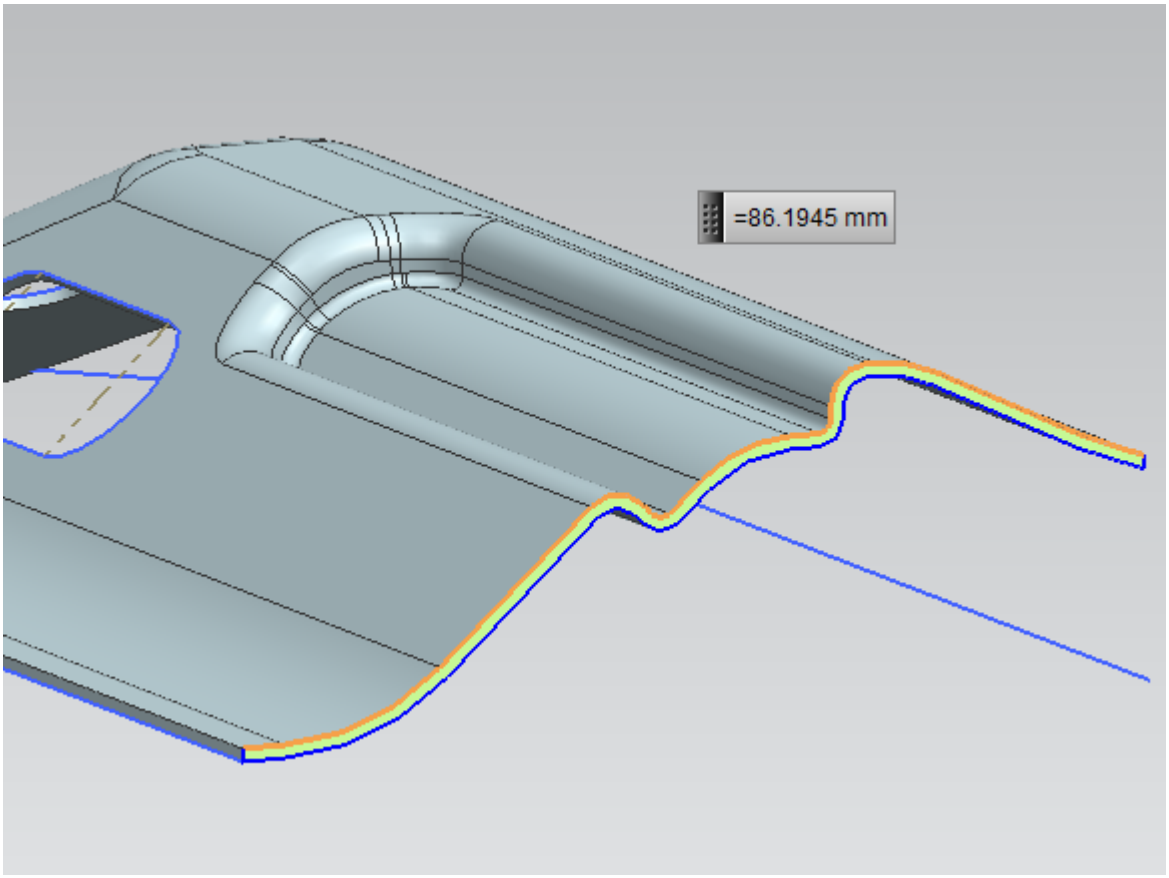

Рисунок 2.3 – Сечение детали

В этом случае также добавляется припуск около 15% [13]:

$$L = 86{,}2 + (86{,}2 \cdot 0{,}15) = 103{,}4 \text{мм}.$$

Сдвоенная штамповка потребует расчёт заготовки для двух деталей, поэтому применяется 275 мм.

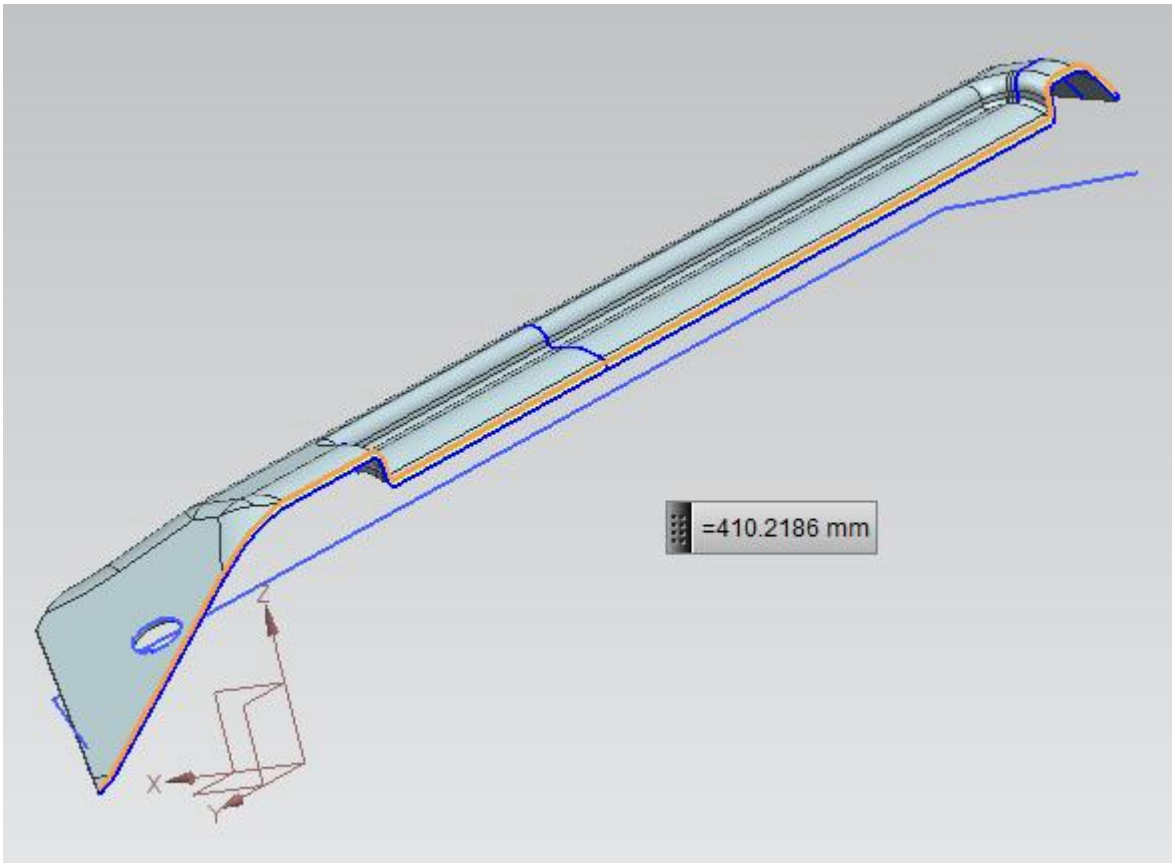

Рисунок 2.4 – Сечение изделия

$$L = 410{,}2\text{мм}.$$

Прибавляется длина технологического припуска, составляющего около 20% длины заготовки:

$$L = 410{,}2 + \ 410{,}2 \cdot 0{,}2 \ = 492{,}24 \text{ мм}.$$

Принимается 508 мм.

Общие размеры заготовки после двух методов расчета окончательно принимаются как 508х275 мм (рис.2.2).

2.3. Определение параметров раскроя и КИМ

Раскрой для данного технологического процесса выбирается безотходный и однорядный (рис. 2.5.), что обусловлено прямоугольной формой заготовки [13, 15, 16, 17, 19].

Замер площади листового тела осуществлен с помощью средств автоматизации «Измерение тел».

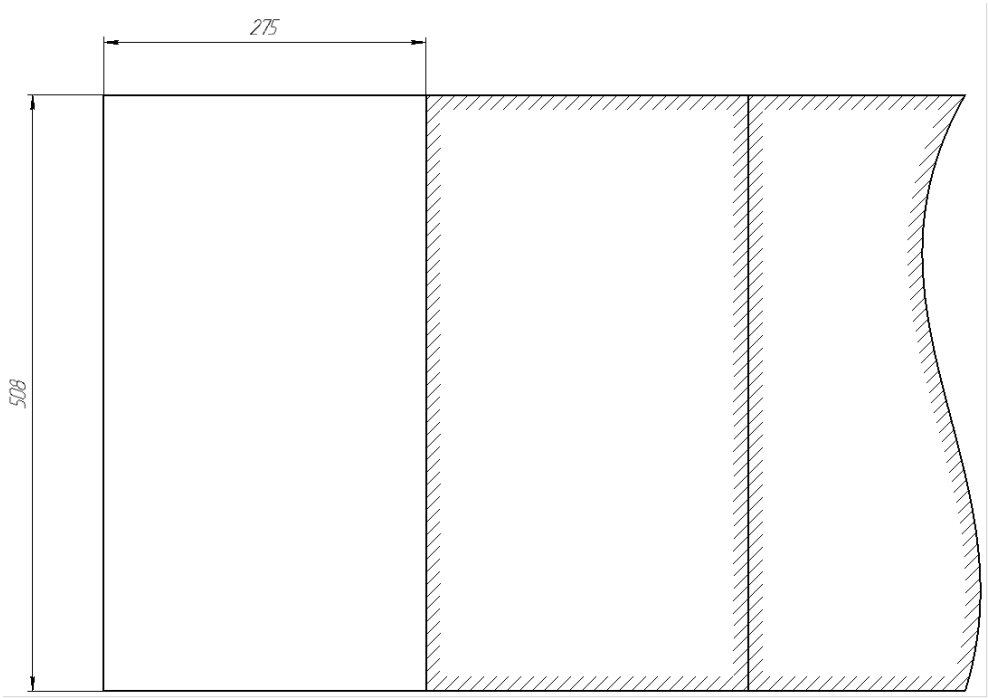

Рисунок 2.5 – Раскрой

$$F_{\text{заг}} = 139700\text{мм}^2 - \text{площадь заготовки}$$

Коэффициент использования материал определяется через массу отхода и массу изделия (1) [2, 7, 8, 13, 15, 16, 17, 19, 20].

$$\eta = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} \cdot 100\%. \quad (1)$$

где $M_{\text{дет}} = 0{,}43$ мм – масса детали (в расчёте производится для двух деталей),

$t = 1{,}104$ кг– масса карточки,

$$\eta = \frac{0{,}43 * 2}{1{,}104} \cdot 100\% = 78\%.$$

В проектном варианте КИМ составляет 78%, при этом в изначальном варианте он составлял 69%.

2.4. Энергосиловые параметры штамповки

2.4.1. Расчет усилий штамповочных операций

Операция 10 – Резка заготовки

Данная операция производится на вырубной позиции пресса. В процессе операции происходит отрезание части прямоугольной заготовки из стального рулона с размерами 508 мм и 275 мм.

Усилие резки рассчитывается по зависимости (2) [13].

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

$S = 1$ мм – толщина изделия;

$\sigma_{\text{ср}} = 260\text{МПа}$ – сопротивление резу для стали 08Ю;

$\varphi -$ угол створа ножниц.

Наличие изгиба при резке требует введения дополнительного коэффициента.

$k = 1{,}3$ – коэффициент неоднородности материала и затупление режущей кромки пуансона.

$$P = 0{,}5\frac{0{,}001^2}{\tan 3°}260 = 270\text{кН}.$$

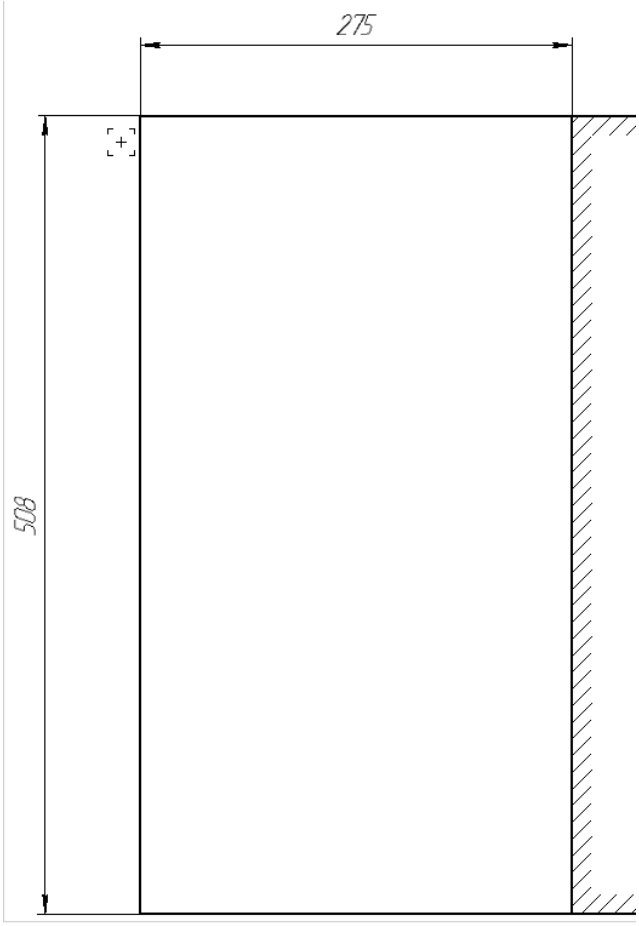

Рисунок 2.6 – Линия отрезания заготовки от рулона

Операция 20 – Вытяжка

В процессе операции происходит изменение пространственной формы листовой заготовки, оформляется ее рельеф.

Формулы для вытяжки берутся для изготовления коробчатых изделия, так как проецированный контур изделий на плоскость разъёма описывается призмой небольшой глубины $h = 26$ мм (рис.2.7).

Усилие вытяжной операции рассчитывается по зависимости [13]:

$$\mathrm{P_в} = \mathrm{П} \cdot S \cdot \sigma_в \cdot k_h, \quad (3)$$

где $\mathrm{П} = 1280{,}1$ мм – периметр проёма вытяжки;

$S = 1$мм – толщина листа;

$\sigma_в = 290$ МПа – предел прочности материала 08Ю;

$k_h = 1{,}5$ – коэффициент для однооперационной вытяжки невысоких прямоугольных коробок из плоской заготовки.

$$\mathrm{P_в} = 1280{,}1 \cdot 1 \cdot 29 \cdot 1{,}5 = 556{,}8\text{кН}.$$

Расчетное усилие прижима в общем виде рассчитывается с помощью зависимости [13]:

$$Q = F \cdot q, \quad (4)$$

где $F = 51323{,}7$ – площадь зажатой между прижимом и матрицей части заготовки;

$q = 0{,}2$ кгс/мм^2 – удельное давление прижима [13].

$$Q = 51323{,}7 \cdot 0{,}2 = 102{,}6\text{кН}.$$

Общее усилие вытяжной операции складывается из двух рассчитанных выше [13]:

$$P_{\text{сум}} = \mathrm{P_В} + Q, \quad (5)$$

$$P_{\text{выт}} = 556{,}8 + 102{,}6 = 659{,}4\text{кН}.$$

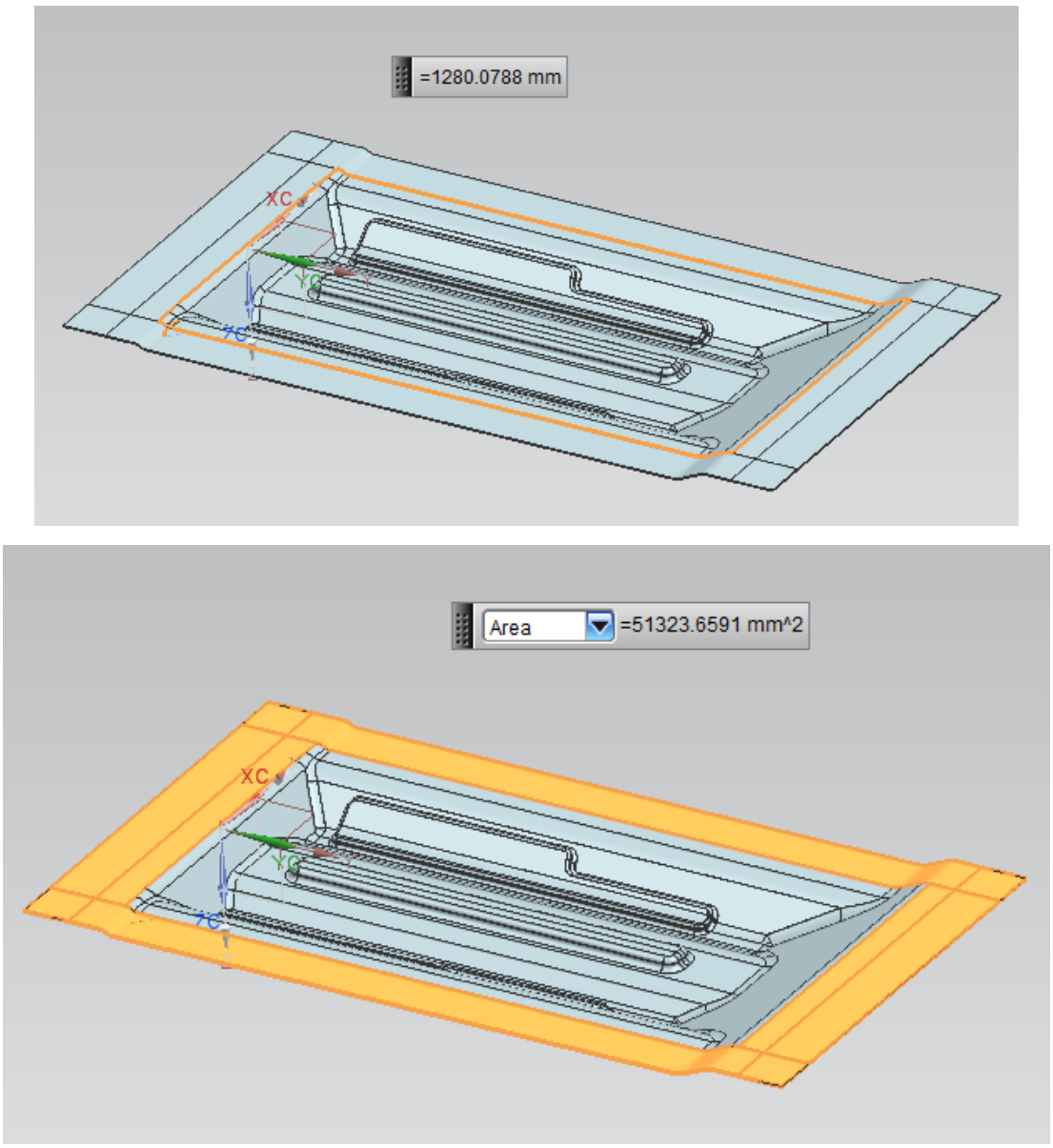

Рисунок 2.7 – Периметр и площадь граней вытяжного перехода к расчету

Операция 30 – Правка

В процессе правки происходит изменение радиусов на элементах подштамповки с предыдущей операции.

Усилие правки по формуле [13]:

$$P_П = \rho \cdot F, \quad (6)$$

где $\rho = 700$ МПа – давление для правки [13];

$F = 14653{,}4$ мм^2 – площадь деформируемых участков.

$$\mathrm{Р_п} = 7 \cdot 14653{,}4 = 1025{,}7\ \text{кН}.$$

Усилие прижима равно 10% от усилия правки [13];

$$P_{пр} = 102{,}6\text{кН}.$$

Полное усилие правки [13]:

$$P_{прав}^{П} = \mathrm{Р_п} + P_{пр} = 1025{,}7 + 102{,}6 = 1128{,}3\text{кН}.$$

Операция 40 – Обрезка фланца

Обрезка фланца осуществляется не по полному контуру, части его остаются для последующего захвата грейферными линейками и перемещения вытяжного перехода на позиции. Усилие рассчитывается как [13]:

$$P_{\text{ср}} = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k, \qquad (7)$$

где $L = 1669{,}4$ мм – периметр контура резки;

$S = 1$ мм – толщина изделия;

$\sigma_{\text{ср}} = 250\text{МПа}$ –сопротивление резке для материала 08Ю;

$k = 1{,}3$ – коэффициент характеристик металла и затупления пуансонов [13];

$$\mathrm{Р_{обр}} = 1669{,}4 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1{,}3 = 542{,}6\text{кН}.$$

Операция 50 – Клиновая пробивка

В процессе клиновой пробивки производится формирование двух отверстий диаметром 10 мм и двух фасонных отверстий периметром 97,98 мм.

Для расчета усилия применяется зависимость ля разделительных операций [13]:

$$P = \pi \cdot d \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \qquad (12)$$

где $d = 10$ мм – диаметр отверстия;

$S = 1$ – толщина изделия;

$\sigma_{\text{ср}} = 250\text{МПа}$ – сопротивление резке для материала 08Ю;

$$P = 2 \cdot \ 3{,}14 \cdot 10 + 97{,}98 \ \cdot 1 \cdot 25 = 64{,}7\text{кН}.$$

Усилия снятия металла с рабочего инструмента [13]:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P, \tag{13}$$

где $k_{\text{сн}} = 0{,}07$ – коэффициент зависимости параметров штампа и стали изделия [13].

$$P_{\text{сн}} = 0{,}07 \cdot 64{,}7 = 4{,}52\text{кН}.$$

Усилие проталкивания пробивного отхода в проем матрицы [13]:

$$\text{P}_{\text{прот}} = k_{\text{прот}} \cdot P \cdot n, \tag{14}$$

где $k_{\text{прот}} - 10\%$ от пробивного усилия для формирования отверстия [13];

n – количество единиц пробиваемых отходов, шт.;

$$\text{P}_{\text{прот}} = 0{,}1 \cdot 64{,}7 \cdot 4 = 25{,}88\text{кН}.$$

Суммарное усилие всех элементов пробивки [13]:

$$P_{\text{об}}^{\text{пр}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{прот,}} \tag{15}$$

$$P_{\text{об}}^{\text{клин}} = 64{,}7 + 4{,}52 + 25{,}88 = 95{,}1\text{кН}.$$

Операция 60 – Разделение

Удаление оставшейся части фланца и разделение полуфабриката на два изделия, величина усилия получена с помощью формулы [13]:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot k, \tag{16}$$

где $L = \ 1635{,}67\text{мм}$ – длина отделяемой части материала;

$S = 1$ мм – толщина листа;

$\sigma_{\text{ср}} = 250\text{МПа}$ – сопротивление резу для стали 08Ю;

$k = 1{,}3$ – коэффициент неоднородности металла и затопления пуансонов;

$$P = 1635{,}67 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1{,}3 = 531{,}6\text{кН}.$$

Усилия снятия листа с рабочего инструмента:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P = 0{,}07 \cdot 531{,}6 = 37{,}2\text{кН},$$

где $k_{\text{сн}} = 0{,}07$ – коэффициент, характеризуемый свойствами штампа и металла.

Усилие проталкивания единиц отходов в проем матрицы [13]:

$$\text{P}_{\text{прот}} = k_{\text{прот}} \cdot P \cdot n, \quad (17)$$

где $k_{\text{прот}} = 0{,}1$ – коэффициент проталкивания;

P – усилие на разделительной операции;

n – количество отхода в проеме инструмента.

$$\text{P}_{\text{прот}} = 0{,}1 \cdot 531{,}6 \cdot 4 = 212{,}6 \text{ кН}.$$

Суммарное усилие разделения [13]:

$$P_{\text{об}}^{\text{разд}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{прот}} = 531{,}6 + 37{,}2 + 212{,}6 = 781{,}4\text{кН}.$$

2.4.2. Расчет работ операций штамповки

Операция 10 – Вырубка заготовки

На вырубной позиции работа определяется с помощью зависимости [13]:

$$\text{A} = \text{x} \cdot \frac{\text{P} \cdot \text{S}}{1000}, \quad (18)$$

где $\text{x} = 0{,}5$ – коэффициент, рассчитываемый из пропорции $x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$ (где $P_{\text{ср}}$– усреднённое усилие вырубки);

$P = 270\text{кН}$ – усилие вырубной операции;

$S = 1\text{мм}$ – толщина изделия;

$$A = 0.5 \cdot \frac{270 \cdot 1}{1000} = 0.135\text{кДж}.$$

Операция 20 – Вытяжка

На вытяжной позиции работа определяется по зависимости [13]:

$$A = C \cdot \frac{P \cdot h}{1000}, \quad (19)$$

где $\text{C} = 0{,}8$ –коэффициент, определяемый из опытных данных.

$P = 659{,}4\text{кН}$ – усилие вытяжной операции;

$h = 26$мм – глубина вытяжной операции;

$$A = 0.8 \cdot \frac{6593{,}4 \cdot 26}{1000} = 11{,}8\text{кДж}.$$

Операция 30 – Правка

На позиции правки работа определяется по зависимости [13]:

$$A = \frac{P \cdot S}{1000}, \quad (20)$$

$P = 1128{,}3$ – усилие правки;

$$A = \frac{1128{,}3 \cdot 1}{1000} = 1{,}13\text{кДж}.$$

Операция 40 – Обрезка фланца

На позиции частичного удаления фланца работа определяется по зависимости (17):

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

где x $= 0{,}5$ – коэффициент пропорции $x = \frac{P_{\text{ср}}}{P}$ ($P_{\text{ср}}$– среднее усилие вырубки);

$P = 542{,}6$кН – усилие обрезной операции;

$S = 1$мм – толщина изделия;

$$A = 0.5 \cdot \frac{542{,}6 \cdot 1}{1000} = 0.27\text{кДж}.$$

Операция 50 – Клиновая пробивка

Расчет работы клиновой пробивки нескольких отверстий, расположенных на боковых стенках, проводится по зависимости (20):

$$A = \frac{P \cdot S}{1000},$$

$P = 95{,}1$кН – усилие клиновой пробивки операции;

$$A = \frac{95{,}1 \cdot 1}{1000} = 0{,}1\text{кДж}.$$

Операция 60 – Разделение

Работа разделения вытяжного перехода на две детали и удаления оставшейся части фланца определяется с помощью зависимости (18):

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

где $x = 0{,}5$ – коэффициент, выводимый из пропорции, $x = \frac{P_{ср}}{P}$ ($P_{ср}$–усреднённое усилие вырубки);

$P = 781{,}4$кН – усилие разделения;

$S = 1$ мм – толщина изделия;

$$A = 0.5 \cdot \frac{781{,}4 \cdot 1}{1000} = 0{,}78\text{кДж}.$$

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1. Выбор пресса-автомата по базовым показателям

Выбор средства изготовления для штамповки определяется рядом показателей. К ним относятся энергосиловые параметры технологического процесса штамповки, прочностные и жесткостные характеристики элементов пресса, параметры межштампового пространства – площадь стола пресса и закрытая высота [5, 6, 7, 9, 13, 15, 16, 19].

При подборе необходимая величина суммарного усилия все операций штамповки берется по умолчанию большей, чем необходимо для обеспечения техпроцесса [13]. Это позволит получить нужные большую жёсткость и малую величину пружинения, что позволит повысить стойкость штампа. Увеличенное значение усилия позволит предотвратить поломку пресса при попадании в него заготовок с большей толщиной.

Для изготовления данной детали усилие будет суммировано, поскольку штамповка производится на прессе-автомате многопозиционной вытяжки, на столе которого будет размещена вся штамповая оснастка [15, 16].

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{вырубки}} \cdot 1.5 = 270 \cdot 1{,}5 = 405\text{кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{вытяжки}} \cdot 1.5 = 659{,}4 \cdot 1{,}5 = 989\text{кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{правки}} \cdot 1.5 = 1128{,}3 \cdot 1{,}5 = 1692\text{кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{обрезки фланца}} \cdot 1.5 = 542{,}6 \cdot 1{,}5 = 814\text{кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{клиновой пробивки}} \cdot 1.5 = 95{,}1 \cdot 1{,}5 = 143\text{кН},$$

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{разделения}} \cdot 1.5 = 781{,}4 \cdot 1{,}5 = 1172\text{кН},$$

$$P_{\text{сумм}} = 2829\text{кН}.$$

Исходя из усилий, а также работы и параметров геометрической формы изделия выбирается наиболее подходящее оборудование для многопозиционной штамповки «FT2-60M» 6 МН в соответствие с его техническими характеристиками (табл. 3.1).

Далее проверяется пригодность оборудования по величине работы. Работа вычисляется по формуле:

$$A_{\text{прессаном}} = 0{,}224 \ \ \overline{P^3},$$

$$A_{\text{прессаном}} = 0{,}224 \ \ \overline{2829^3} = 33705\text{кДж},$$

$$A_{\text{прессном}} \geq 1{,}25A_{\text{общ}},$$

$$A_{\text{прессном}} \geq 1{,}25 \cdot 14{,}215 = 17{,}77\text{кДж}.$$

Условие пригодности удовлетворено. Некоторые характеристики пресса приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Параметры пресса

Характеристика	Величина
Ход ползуна вырубного	80
Наладка	80
Ход ползуна основного	400
Закрытая высота штампа	700
Ход вспомогательный	240

3.2. Подбор средств автоматизации изготовления изделия

Для пресса-автомата многопозиционной штамповки средства автоматизации должны обеспечить загрузку заготовок в рабочую зону, перемещение полуфабриката между позициями в прессе-автомате, а также удаление отхода. Поэтому для компоновки линии должны быть использованы следующие устройства:

- разматывающее для рулона стали;
- правильное;
- элементы защиты (решетки и фотоэлементы);
- грейферные линейки;

- элементы для сбора материала (воронки, тары и столы для сбора изделий, отходов).

Такая компоновка позволит повысить удобство работы операторов вследствие доступа к вспомогательному инструменту, элементам устранения ошибок и пультам управления процесса, а также позволит проверять качество изготовления.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА

4.1. Компоненты и кинематика вытяжного штампа

Методики проектирования штамповой оснастки изложены в таких работах, как [2, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19].

Штамп для вытяжной операции можно разделить на две части: верхнюю и нижнюю (рис. 4.1-4.3).

Поскольку в работе представлена обратная вытяжка, то в верхней части штампа расположены секции матрицы (6, 7), закрепленные с помощью винтов 17 и штифтов 18 к верхней плите 3. Секции подогнаны друг к другу. Также в верхней плите есть отверстия под направляющие колонки (одна пара 14, установлена по диагонали). Колонки закреплены винтом 19. Для того, чтобы металл не застревал в матрице после вытяжки в ней предусмотрены места под отлипатели 16, приводимые в действие пружиной 15. На верхней плите, выполненной в виде чугунной отливки, исполнены приливы транспортные для перемещения верхней половины штампа, а также места, облегчающие вес конструкции. Для крепления верхней половины штампа на ползуне автомата предусмотрены пазы под винты. Для выхода воздуха при зажатии заготовки между матрицей и прижимом в верхней части предусмотрены отверстия.

К нижней части штампа относится нижняя плита 2 с аналогичными транспортными приливами и крепежными элементами, пуансон 5, который закреплен на нижней плите неподвижно с помощью винтов и штифтов, и прижим 4, который перемещается по пуансону. Для недопуска большого вылета прижима по его бокам установлены два ограничителя хода в виде скобы 11, закрепленных винтами к нижней плите и обеспечивающими ход. На прижиме установлены с помощью винтов ловители 10 по внешнему контуру. При укладке заготовки они не позволяют последней сдвинуться относительно центра проема матрицы. В паре к направляющим колонкам в нижней части установлены направляющие втулки 13. Они закреплены с помощью держателя втулок 8, соединенного неподвижно с помощью винтов 21 с нижней плитой.

Маркетные толкатели 12 позволяют прижать заготовку к матрице в процессе вытяжки. Снятие полуфабриката с пуансона осуществляется с помощью толкателей, получающих перемещение от пневмоподушки пресса-автомата. Для фиксации заготовки в полости штампа также применяются магнитные подъемники 1. Для хранения штампа предусмотрены ограничители закрытой высоты 17.

Когда ползун пресса-автомата достигает верхней точки, перенося верхнюю половину штампа максимально высоко, прямоугольная заготовка располагается на прижиме. Ее укладка производится грейферными линейками. Автоматизация укладки управляется фиксаторами по наружному контуру, которые не позволяют сдвинуть заготовку в штампе. После укладки грейферные линейки уходят из зоны штамповки, а ползун начинает совершать движение вниз. Верхняя часть штампа перемещается относительно нижней по паре направляющих, каждая из которых состоит из колонки и втулки. Заготовка защемляется между матрицей и прижимом, поддерживаемом на высоком уровне с помощью маркетных толкателей. После этого совместно прижим и верхняя половина с зажатой между собой заготовкой перемещаются вниз, обтягивая пуансон листовым телом. Происходит формообразование. После этого матрица начинает подниматься вверх. Прижим также поднимается с помощью толкателей, снимая полуфабрикат с пуансона. Кроме того, снятие управляется магнитными толкателями. Из матрицы заготовка снимается с помощью отлипателей. После того, как прижим поднимается на необходимую высоту, грейферные линейки подхватывают полуфабрикат и переносится на операцию правки. Совершается новый цикл.

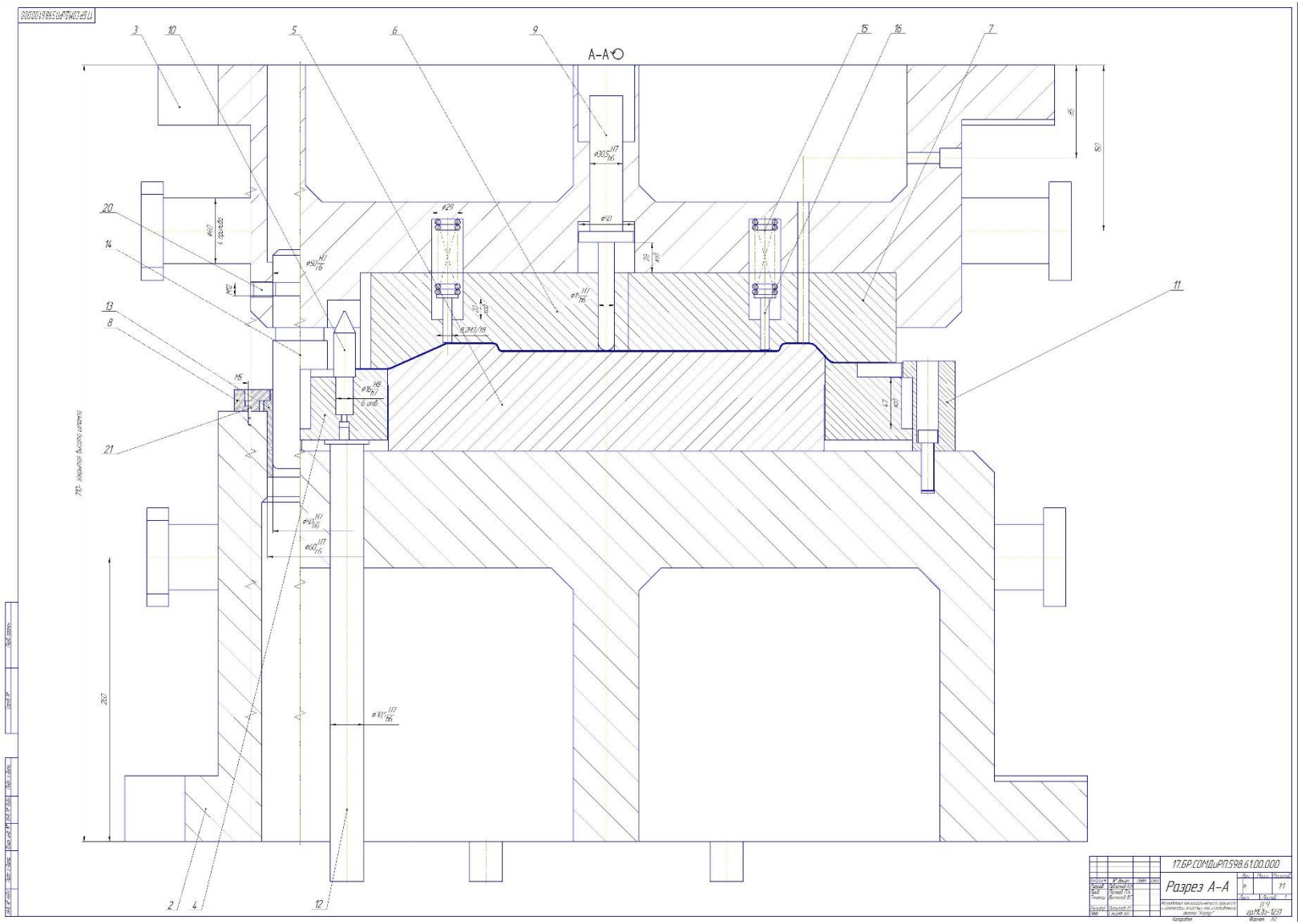

Рисунок 4.1 – Штамп в сборе (разрез А-А)

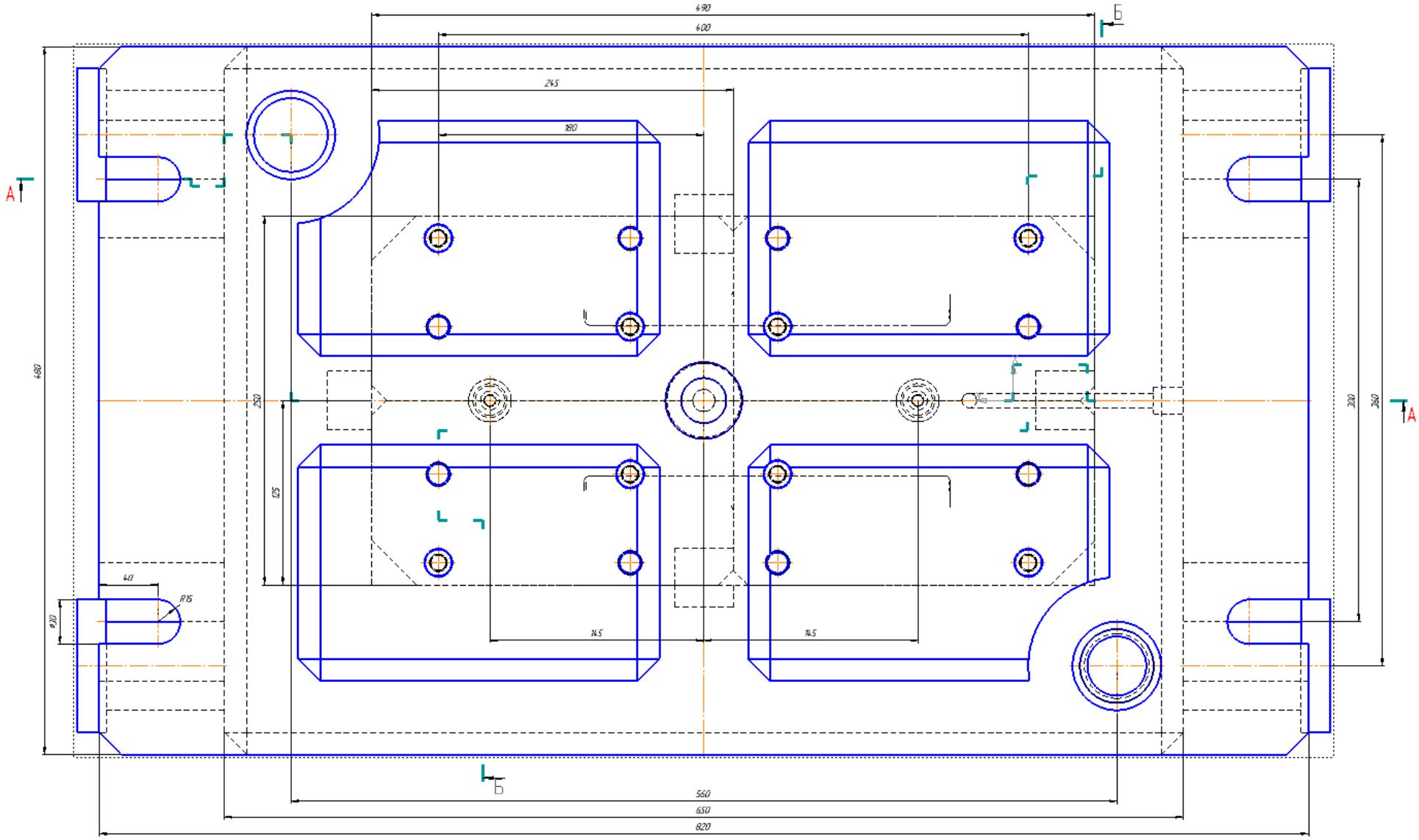

Рисунок 4.2 – План верха

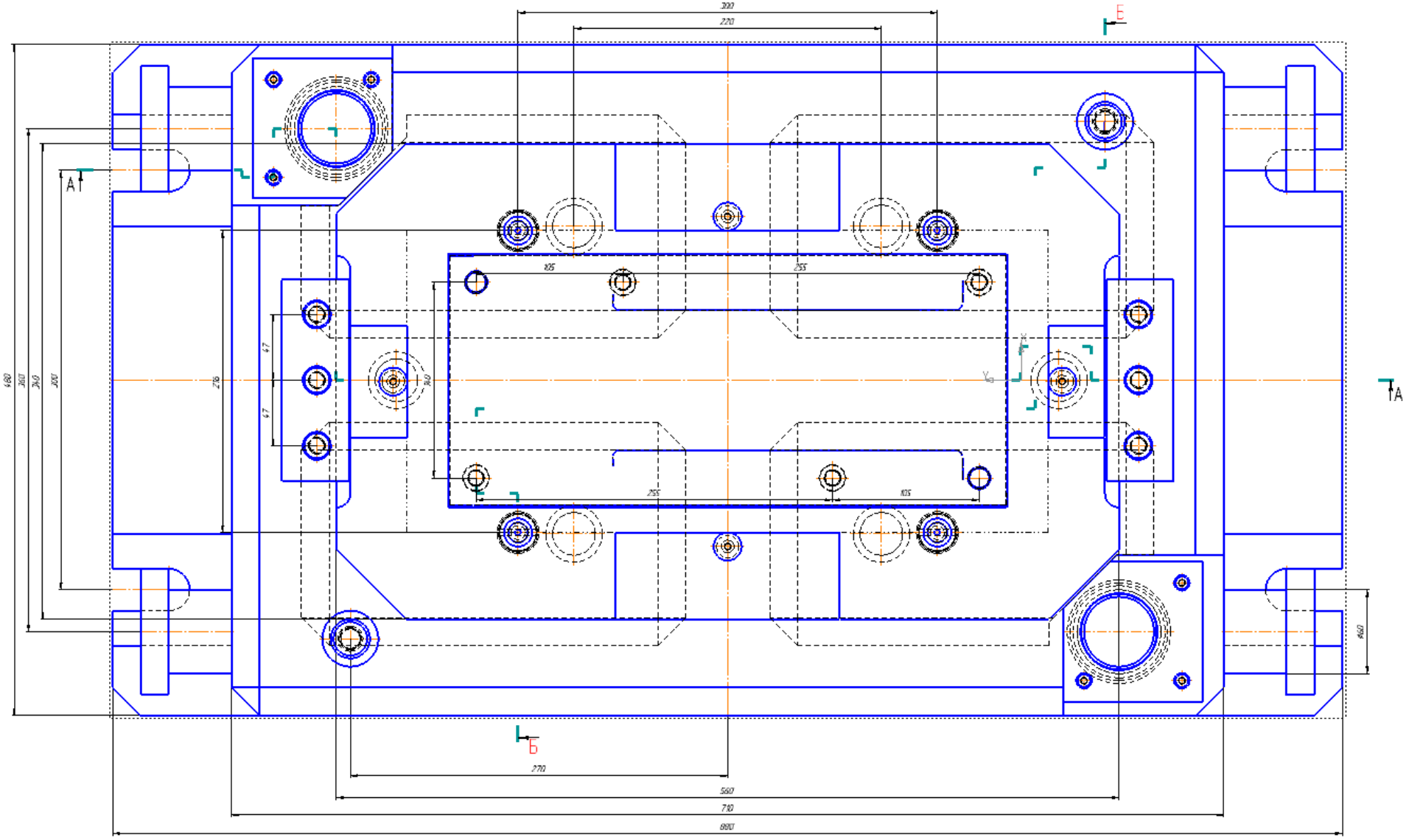

Рисунок 4.3 – План низа

4.2. Расчеты прочности и материалы деталей штампов

В процессе вытяжки течение металла оказывает основную нагрузку на рабочий инструмент штампа – прижим, матрицу и пуансон [4, 10, 13, 15, 16]. В местах с небольшой толщиной – ребрах перетяжных, радиусах и подштамповках – наблюдается скопление напряжений. Это объясняет высокие требования к параметрам геометрии и материала рабочего инструмента – малое истирание, высокая твердость.

В таблице 4.4 приведены основные материалы, которые будут применяться в данном штампе.

Табл. 4.4 – Выбор материалов

№	Наименование детали	Марка материала	Термическая обработка
1.	Пуансон, вставки пуансона	Чугун ХФ	Отжечь
2.	Матрица, прижим	Чугун ХРТД	Отжечь
3.	Толкатель	Сталь 45	37 – 42 HRC
4.	Планка направляющая	Сталь 20Х; 0,8 – 1,5 цементация	58 – 60 HRC
5.	Ограничитель хода прижима	Сталь 45	40 – 45 HRC
6.	Ограничитель закрытой высоты	Сталь 45	40 – 45 HRC
7.	Винты	Сталь 40Х	40 – 45 HRC

Штампы для вытяжки больших или сложных деталей содержат рабочий инструмент, созданный из чугунов марок ХФ и ХРТД. Иногда могут применяться стали Х12М1 (азотация поверхностного слоя). Основное трение, оказываемое на поверхность матрицы и прижима, требует применения более

легких чугунов, например, ХРТД. При этом пуансон допускается изготавливать из ХФ.

В проектном варианте в вытяжном штампе литой пуансон производится из материала ХФ. Для прижима и матрицы применен чугун ХРТД.

Для проведения этапа прочностного расчета пуансона используются инструменты малых форм и размеров [13]. Как правило они наиболее нагружены и имеют небольшое сечение. В проектируемом вытяжном штампе отсутствуют операции совмещенного характера (например, вытяжка-пробивка или вытяжка-обрезка), поэтому пример расчета производится для операции 50 (клиновая пробивка нескольких отверстий).

Для пробивных пуансонов известно, что местная нагрузка на режущей кромке превышает в два раза соответствующую нагрузку на матрице при размерах рабочей части пуансона близких к толщин пробиваемого материала.

Приняв во внимание указанный факт необходимо произвести расчет прочности на примере пуансона для пробивки самого малого отверстия в данном технологическом процессе, применяемого для пробивки круглого отверстия Ø 10 мм.

4.2.1. Определение смятия опорной грани на пуансонах разделительных операциях

Расчет производится по зависимости [13]:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F} \ , \qquad (21)$$

где P – усилие пробивки; P = 7,85 кН;

F – верхняя поверхность рабочего инструмента, мм^2;

$$F = \frac{\pi \quad D^2}{4} \ , \qquad (22)$$

$$F = \frac{3{,}14 \cdot 10^2}{4} = 44.86 мм^2 ,$$

$$\sigma_{см} = \frac{7.85 \cdot 10^3}{45 \cdot 10^{-6}} = 0{,}17\ МПа\ .$$

Допустимое напряжение на смятие для данного материала составляет $\sigma_{см} = 1$ МПа. Расчетное значение меньше, чем представленное, в связи с этим можно сделать вывод о выполнении условия прочности по смятию.

4.2.2. Определение сжатия пуансона в наименьших сечениях

Для расчета используется формула (23) [13]:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{f} \le [\sigma_{сж}], \qquad (23)$$

где f – площадь сечения пуансона в узкой части (24);

$$f = \frac{\pi \quad d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 10^2}{4} = 45\ мм^2, \qquad (24)$$

$[\sigma_{сж}]$ – допускаемое напряжение на сжатие, $[\sigma_{сж}]$ =160 кгс/мм^2

$$\sigma_{сж} = \frac{7.85 \cdot 10^3}{45 \cdot 10^{-6}} = 0.17 МПа\ .$$

Расчетное усилие сжатия опорной грани составляет 0,17 МПа <1,6 МПа. Данное значение меньше номинального, в связи с чем принято решение о выполнении прочностного условия сжатия.

4.2.3. Расчет продольного изгиба свободной длины пуансона

Данная величина рассчитывается по формуле (23) [13].

$$l = 4{,}43\sqrt{\frac{E \quad I}{n \quad P}}\ , \qquad (23)$$

где I – момент инерции, м^4;

$$I = \frac{\pi \quad d^4}{4}, \qquad (24)$$

$$I = \frac{3{,}14 \quad 0{,}010^4}{4} = 7.85 \cdot 10^{-9}\ м^4,$$

E – модуль упругости, равный 2,2·10^3 МПа;

n – коэффициент, учитывающий безопасность процесса штамповки (n=3).

$$l = 4{,}43\sqrt{\frac{2{,}2 \cdot 10^{3} \cdot 7.85 \cdot 10^{-9}}{3 \cdot 7.85}} = 0{,}033 \text{ м.}$$

Для данного разделительного штампа анализ размеров рабочего инструмента не приведен, одного согласно нормативной документации размеры пуансонов подобного размера в среднем имеют длину около 20 мм, что и будет принято в данной работе. В связи с этим 10 мм < 33 мм. Поскольку данное значение меньше допустимого, то условие проходит проверку.

Согласно набору расчетов можно сделать вывод, что пробивной пуансон для формирования отверстия диаметром 10 мм обладает достаточной прочностью.

4.3. Координаты центра давления в штампе

Для многопозиционной штамповки производится расчет центра давления исходя из распределения усилия по позициям стола пресса-автомата [13]. Центр давления в штампе должен совпадать с центром давления в прессе автоматической линии. Теоретическое обоснование нахождения давления в центер штампа основано на равенстве момента равнодействующей и суммы моментов сил на данную ось. На прессе предлагается установить штампы в шести позициях из семи, и одну сделать ложной.

1-я позиция – резка;

2-я позиция – вытяжка;

3-я позиция – правка;

4-я позиция – ложная;

5-я позиция – обрезка фланца;

6-я позиция – клиновая пробивка;

7-я позиция – разделение.

Длина рабочих позиций для пресса FT2 составляет 3,24 м, поэтому центр давления должен находиться в точке с координатами (0; 1,62).

$$X = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i} = \frac{270 \cdot 0.24 + 659.4 \cdot 0.74 + 1128.3 \cdot 1.24 + 0 + 95.1 \cdot 2.24 + 531.6 \cdot 2.74 + 781.4 \cdot 3.24}{270 + 659.4 + 1128.3 + 95.1 + 531.6 + 781.4} = 1.77 мм .$$

Спаренность заготовки обеспечивает нахождение вертикальной координаты центра давления на оси с небольшим отклонением.

4.4. Исполнительные размеры матрицы и пуансона

При пробивке на качество получаемого изделия влияют не только размеры объекта, но также и размеры допусков. Точность обеспечивается точностью рабочего инструмента, которую следует рассчитать с помощью выбранных размеров зазоров и допусков, установленных на размеры рабочих частей штамповой оснастки. Оптимальность зазоров обеспечивается выставляемыми пределами на размеры матрицы и пуансона [13, 15, 16].

В данной работе исполнительные размеры устанавливаются на разделительный инструмент (размеры пробивного пуансона для пробивания диаметром 10 мм):

Для размера Ø $10^{+0,1}$:

$$A_п=(A+\Delta)_{-\delta п}=(10+0,1)_{-0.027}=10,1_{-0.027}\ мм.$$

Для матрицы подобные размеры вычисляются аналогично.

$$A_м=(A+\Delta)^{+\delta м} = (10+0,14)^{+0,027}=10,14^{+0,027}\ мм.$$

Данные формулы применяются для всех разделительных (пробивных) операций техпроцесса изготовления изделия.

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

Для написания данного раздела и выбора всех методик и параметров использовалась литература [3].

5.1. Описание рабочего места, пресса-автомата и техпроцесса

Размещение – отдельный корпус с цехами для крупной, средней и мелкой штамповки

Оснащение – цеха изготовления штампов, ремонта оборудования, штампов и приспособлений, транспортно-складские.

Условия – температура от 12 °С (зима) до 28 °С (лето), местная вентиляция для устранения дыма, вредных газов, копоти.

Таблица 5.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Техпроцесс	Операция техпроцесса	Должность	Пресс	Материалы, вещества
1	Штамповка	Рубка	Штамповщик	Пресс-автомат FT2-60M	сталь 08Ю
2	Штамповка	Вытяжка	Штамповщик	Пресс-автомат FT2-60M	сталь 08Ю
3	Штамповка	Правка	Штамповщик	Пресс-автомат FT2-60M	сталь 08Ю
4	Штамповка	Обрезка фланца	Штамповщик	Пресс-автомат FT2-60M	сталь 08Ю
5	Штамповка	Клиновая пробивка	Штамповщик	Пресс-автомат FT2-60M	сталь 08Ю
6	Штамповка	Разделение	Штамповщик	Пресс-автомат FT2-60M	сталь 08Ю

5.2. Опасные и вредные производственные факторы в прессовом производстве

Самые опасные производственные факторы – электрический и механический травматизм. Первое наблюдается при неисправности проводки пресса или средств автоматизации, а также из-за халатности или неправильном заземлении. Механический травматизм проявляется при соприкосновении деталей, заготовок, зоны штамповки с человеком. Список факторов представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Опасные и вредные факторы

№п/п	Выполняемая работа или операция	Факторы	Источник
1	Загрузка и убирание заготовок, отхода, полуфабриката	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок	Заусенцы заготовок, острые кромки,
2	Работа	Повышенный уровень шума на рабочем месте и повышенный уровень вибрации	Кузнечное и прессовое и производства
3	Перемещение погрузчиков	Запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	Движение транспорта, вибрация пола, работа металлорежущих станков
4	Крупные цеха	Недостаточная освещенность участка	Осветительные приборы недостаточной мощности
5	Работа с прессом	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Электродвигатели прессов, электрический привод, провода
6	Длительность загрузки/укладки	Нервно–психические перегрузки	Монотонность труда
7	Длительность загрузки/укладки	Физические перегрузки	Статическое положение тела

5.3. Разработка безопасных условий работы

Обучение нормам санитарии, технике безопасности, гигиены труда осуществляется во время подготовки новых рабочих, а также тех, кто меняет профессию.

Вводный инструктаж преподается каждому вне зависимости от должности, места и времени работы, а также стажа.

Первичный инструктаж проводится с демонстрацией рабочего места, безопасных приёмов и методов работы. Он отличается для разных профессий.

Повторный инструктаж проводится раз в год для всех рабочих.

Внепланый инструктаж проводится при случаях травм.

Для фиксации проведения указанных типов инструктажа ведется специальный документ.

Таблица 5.3 – Организационно–технические методы и технические средства снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Фактор	Методы и средства защиты	Средства индивидуальной защиты
1	Подвижные части производственного оборудования и острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок	–защитные ограждения штампового пространства с фронта и тыла пресса; –звуковой сигнал перед каждым пуском; –предохранительные устройства, останавливающие привод при перегрузке; –пульт двурукого включения пресса; –автоматизация процесса работы с заготовкой.	–костюм хлопчатобумажный; –рукавицы прорезиненные; –берет или косынка (хлопчатобумажные); –фартук; –нарукавники хлопчатобумажные; –очки защитные; –паста «Элен» для защиты рук от масла.
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте и повышенный уровень вибрации	–смазка трущихся частей пресса; –замена зубчатых передач на передачи с шевронным зацеплением; –применение виброизоляционных фундаментов пресса.	Ушные вкладыши и наушники, беруши
3	Запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны	Приточно–вытяжная вентиляция, совмещенная с воздушной системой отопления	Респираторы, полумаски
4	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Расчет и проектирование достаточного освещения	–
5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Подключение оборудования к общему контуру заземления.	Прорезиненные или резиновые тапочки, перчатки
6	Нервно–психические перегрузки	Технические перерывы в течение рабочей смены, минуты эмоциональной разгрузки	–
7	Физические перегрузки	Технические перерывы в течение рабочей смены, разминка	–

5.4. Пожаробезопасность на участке и ее обеспечение

Существует классификация производств по степеням пожароопасности, что регулируется в СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Существуют категории А, Б, В, Г, Д.

В работе применяется сталь 08Ю, которая является трудносгораемым материалом и имеет категорию Д.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок листовой штамповки	Пресс FT2-60M	B, D, E	–пламя и искры; –тепловой поток; –повышенная температура окружающей среды; –пониженная концентрация кислорода; –снижение видимости в дыму. -отравление продуктами горения.	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных сооружений, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно–технологического 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	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители	Пожарные автомобили	Водяные установки систем пожаротушения	Датчики пожарной сигнализации дымовые	Рукава пожарные	Противогазы	Пожарные багры	Оповещали о пожаре (звуковые, речевые)
Песок	Пожарные мотопомпы	Газовые установки системы пожаротушения	Тепловые датчики	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели «ВЫХОД»
Кошма	Приспособленные технические средства (тягачи, прицепы и трактора).	Порошковые установки и систем пожаротушения	Приёмно-контрольные приборы	Колонка пожарная	Костюмы защитные	Лопаты штыковые	Ручные пожарные извещатели

Таблица 5.6 – Организационные (организационно–технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Техпроцесс	Вид мероприятия	Требования
Листовая штамповка	–обучение персонала требованиям ПБ; –соблюдение техники безопасности; –соблюдение последовательности и алгоритма технологического процесса; –наличие первичных средств пожаротушения; –своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; –ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; –хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ.	–квалифицированный персонал; –обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара, оповещения и эвакуации; –наличие систем пожаротушения.

5.5. Экологическая экспертиза, влияние на окружающую среду и соответствующие мероприятия

С точки зрения воздействия штамповки на окружающую среду процесс является маловлияющим. При разработке мероприятий подобного рода необходимо обращать внимание на утилизацию отхода и сопутствующих материалов.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов объекта

Процесс	Структура	Воздействие на атмосферу	Воздействие на гидросферу	Воздействие на литосферу
Движение транспорта	Транспортное средство на дизельном топливе	Загазованность воздуха	–	–
Отходы производства и потребления	Промасленная ветошь, отработанное масло	–	Загрязнение водных источников тяжёлыми металлами и токсинами	Загрязнение почвы, грунтовых вод

Таблица 5.8 – Разработанные организационно–технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Движение транспорта	Отходы производства и потребления	
		Промасленная ветошь	Отработанное масло
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Замена транспортных средств на дизельном топливе, транспорт на электрическом аккумуляторе	–	–
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	–	Полная утилизация (сжигание в специализированных печах)	Полное или частичное восстановление качества отработанных масел (регенерация) с целью их повторного использования по прямому назначению или для иных целей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	–	Полная утилизация (сжигание в специализированных печах)	Полное или частичное восстановление качества отработанных масел (регенерация) с целью их повторного использования по прямому назначению или для иных целей

Заключение:

1. Представлена информация о техпроцессе и оборудовании, должностях и использующихся материалах (таблица 5.1).
2. Описаны вредные и опасные факторы производства, показаны риски в применении техпроцесса (таблица 5.2).
3. Указаны возможные варианты снижения производственных рисков с помощью средств индивидуальной защиты (таблица 5.3).
4. Выделена категория пожароопасности, определены класс пожара, его

опасные факторы, представлены средства и мероприятия обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.4, 5.5, 5.6).

5. Определены экологические факторы и представлены мероприятия для обеспечения на техническом объекте (таблица 5.8).

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для написания данного раздела при выборе всех расчетов использовалась литература [21]. Годовая программа составляет 100000 изделий.

Таблица 6.1 – Варианты

Базовый	Проектный
Изготовления изделия осуществляется на пресс-автомате фирмы FT2 с применением средств автоматизации. Применяется крупносерийное производство. Форма оплаты – часовая, условия труда – нормальные.	Изготовления изделия осуществляется на пресс-автомате фирмы FT2 с применением средств автоматизации. Применяется крупносерийное производство. Форма оплаты – часовая, условия труда – нормальные.
Пресс-автомат FT2-60M, 90 кВт, 114 $м^2$, 21300000 руб.	Пресс-автомат FT2-60M, 90 кВт, 114 $м^2$, 21300000 руб.

1. Исходные данные определения себестоимости детали

Эффективный фонд времени пресса-автомата (25):

$$Ф_э = Ф_н (1 - В) = (Д_р \cdot Т_{см} - Д_{пр} \cdot Т_{сок}) \cdot С \cdot (1 - В). \quad (25)$$

Эффективный фонд времени персонала (2):

$$Ф_{э.р}=Ф_э*0.45,$$

где $Д_р$ – рабочие дни в году;

$Т_{см}$ – длительность смены;

$Д_{пр}$ – предпраздничные дни;

$Т_{сок}$ – число часов в предпраздничные дни (1 час.);

С – число смен;

В – коэффициент ремонта пресса-автомата (0,05 – 0,08).

$$Ф_э =(254*8-111*5)*2*(1-0,065)=2762,$$

$$Ф_{э.р}=2762*0,45=1243.$$

Норма штучного времени на производство одной детали (26):

$$Т_{шт} = 1,26 \cdot t_{маш} = 1,26 \cdot (1/кол\text{-}во\ ходов\ в\ мин), \quad (26)$$

$$t_{шт} = 1,26 \cdot (1/12)=0,109.$$

Стойкость штампа (плановая) ($Т_{И}^{ШТ}$) определяется в зависимости от толщины полуфабриката, вида штампа, твердости применяемых материалов.

Таблица 6.2 – Общие исходные данные

№	Показатель	Обозначение	Значение		
1.	Выполнение норм	$К_{вн}$	1,1		
2.	Многостаночное обслуживание	$К_{мн}$	1,0		
3.	Потери времени на отпуск работников, %	$К_{о}$	11,8		
4.	Монтаж: - в себестоимости - в капвложениях	$К_{МОНТ}$	 1,1 0,1		
5.	Материал, руб./кг.	$Ц_{м}$	30,87		
6.	Отход, руб./кг	$Ц_{отх}$	3,2% от $Ц_{м}$		
7.	Заготовка, кг.	$М_{з}$	Баз.в-нт 1,250 Проект 1,104		
8.	Отход, кг.	$М_{отх}$	Баз.в-нт 0,390 Проект 0,244		
9.	Транспортно – заготовительные расходы	$К_{тз}$	1,035		
10.	Доплаты по зарплате (разряды 3-5):				
А)	часовой фонд зарплаты	$К_{ДОП}$	1,08	1,12	1,12
Б)	мастерство	$К_{ПФ}$	1,08	1,12	1,16
В)	трудовые условия	Ку	1,08	1,12	1,16
Г)	Часы (вечер, ночь)	$К_{н}$	1,1		
Д)	премиальные	$К_{пр}$	1,1		
Е)	социальные нужды	$К_{с}$	1,262		
	Общий коэффициент $К_{ЗПЛ} = К_{Д} \cdot К_{ПФ} \cdot К_{У} \cdot К_{Н} \cdot К_{ПР} \cdot К_{С}$	$К_{ЗПЛ}$	1,92	2,14	2,51
11.	Загрузка пресса (мощность)	$К_{м}$	0,8		
12.	Загрузка пресса (время)	$К_{в}$	0,7		

Продолжение таблицы 6.2

№	Показатель	Обозначение	Значение
13.	Потери в сети	$К_п$	1,03
14.	Одновременная работа электродвигателей	$К_{од}$	0,8 - 1
15.	Выручка, %:от Ц: - изношенного пресса - изношенной штамповой оснастки	 Вр Вр.и.	 5 15
16.	Амортизация, %	На	20%
17.	Цеховые расходы	$К_{ЦЕХ}$	1,2
18.	Часовая ставка, руб./час: - инструментальщика - рабочего - наладчика	 $С_т$ $С_т$	 80 80 85
19.	Площадь, руб./м^2	$Ц_{пл}$	100
20.	Электроэнергия, руб./кВт	$Ц_э$	2,5
21.	Норматив эффективности	$Е_н$	0,33

Таблица 6.3 – Информация о штампах

№	Штамп	Стойкость штампа $Т_и^{шт.}$	Цена $Ц_{шт}$, р.
Базовый вариант			
	Для резки	800000	600000
	Вытяжной-пробивной	1200000	1000000
	Обрезной	900000	1000000
	Для клиновой пробивки	300000	900000
	Для клиновой пробивки	300000	900000
	Для правки	800000	600000
	Разделительный	800000	600000
Проектный вариант			
	Для резки	800000	500000
	Вытяжной	1200000	617857
	Для правки	800000	900000
	Обрезной	900000	600000
	Пробивной	300000	9500000
	Разделительный	800000	500000

2. Расчет затрат на изготовление штамповой оснастки

Материальные затраты М (27):

$$М=Мн/ч*Тн/ч, \quad (27)$$

$$М=280*374=104720 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы ТЗР (28):

$$ТЗР =М/100*3.5\%, \quad (28)$$

$$ТЗР=104720/100*3,5\%=3665 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата рабочих З (29):

$$З =Ст*Тн/ч, \quad (29)$$

$$З=245*374=91630 \text{ руб.}$$

Налог социальных нужд Сс (30):

$$Сс =З/100*26\%, \quad (30)$$

$$Сс=91630/100*26\%=23832,8 \text{ руб.}$$

Расход на содержание и эксплуатацию оборудования РСО (31):

$$РСО =З/100*210\%, \quad (31)$$

$$РСО=91630/100*210\%=192423 \text{ руб.}$$

Расходы общепроизводственные (цеховые) Рцех (32):

$$Рцех =З/100*220\%, \quad (32)$$

$$Рцех=91630/100*220\%=201586 \text{ руб.}$$

Себестоимость общепроизводственная (цеховая) Сцех = 617857 руб.

3. Расчет числа единиц оборудования, численности рабочих и штампов

Количество оборудования, необходимое для производства программы выпуска за один год (33):

$$nоб=tшт*Nг/(Фэ*Квн*60), \quad (33)$$

$$nоб=0,109*100000/(2762*1,1*60)=0,0477.$$

В итоге принимается равным 1.

Коэффициент загрузки пресса-автомата для всех операций (34):

$$Кз=n_{расч.об}/n_{прин.об}, \quad (34)$$

$$Кз=0,0477/1=0,048.$$

Число операторов для изготовления всей программы выпуска (35):

$$Роп=(tшт*Nг*(1+Ко/100))/(Фэр*Кмн*60), \quad (35)$$

$$Роп=(0,109*100000(1+11,8/100))/(1243*1*60)=0,1496.$$

В работе принимается Роп=2.

Число штампов для выпуска годовой программы (36):

$$n_{штамп}=Nг/Ти, \quad (36)$$

$$n_{штамп}=100000/1000000=0,1,$$

$$n_{ШТАМП} = N_Г / T_{И.ШТ},$$

$$n_{ШТАМП1} = 100000 / 800000=1,$$

$$n_{ШТАМП2} = 100000 / 1200000=1,$$

$$n_{ШТАМП3} = 100000 / 900000=1,$$

$$n_{ШТАМП4} = 100000 / 3000000=1,$$

$$n_{ШТАМП5} = 100000 / 3000000=1,$$

$$n_{ШТАМП6} = 100000 / 800000=1,$$

$$n_{ШТАМП7} = 100000 / 800000=1,$$

$$n_{ШТАМП1} = 100000 / 800000=1,$$

$$n_{ШТАМП2} = 100000 / 1200000=1,$$

$$n_{ШТАМП3} = 100000 / 800000=1,$$

$$n_{ШТАМП4} = 100000 / 9000000=1,$$

$$n_{ШТАМП5} = 100000 / 3000000=1,$$

$$n_{ШТАМП6} = 100000 / 800000=1.$$

4. Расчет капитальных вложений

Капвложения прямые (37):

$$Коб=nоб*Цоб*Кз, \quad (37)$$

$$Коб=1*2130000*0,048=102240 \text{ руб.}$$

Данная величина одинакова для обоих вариантов.

Капвложения сопутствующие:

-доставка и монтаж оборудования(38):

$$Км=Коб*Кмонт, \quad (38)$$

$$Км=102240*0,1=10224 \text{ руб.}$$

-штампы:

$$Ки=Цшт*nшт, \quad (39)$$

$$К_{Ибаз} = 5000000,$$

$$К_{Ипроек} = 2475000,$$

-площади (40):

$$Кпл=nоб*Sy*Цпл*Кз, \quad (40)$$

$$Кпл_{баз}=Кпл_{проек}=83,2.$$

Капвложения общие рассчитываются по формуле (41):

$$Кобщ=Коб+Ксоп, \quad (41)$$

$$Кобщ_{баз}=5102323,$$

$$Кбаз_{проек}=2577323.$$

Капвложения удельные рассчитываются по формуле (42):

$$Куд=Кобщ/Nг, \quad (42)$$

$$Куд_{баз}=51,02,$$

$$М = М_з \cdot Ц_м \cdot К_{тз} - (М_{отх} \cdot Ц_{отх}), \quad (43)$$

$$М^б = 1,250 \cdot 30,87 \cdot 1,016 - (0,390 \cdot 0,99) = 42,29,$$

$$М^{пр} = 1,104 \cdot 30,87 \cdot 1,016 - 0,24 \cdot 0,99 = 37,31.$$

$$Куд_{проек}=25,77.$$

5. Себестоимость продукции по двум вариантам

Материальные затраты (44):

$$М = М_з \cdot Ц_м \cdot К_{тз} - (М_{отх} \cdot Ц_{отх}), \quad (44)$$

$$М^б = 1,250 \cdot 30,87 \cdot 1,016 - (0,390 \cdot 0,99) = 42,29,$$

$$М^{пр} = 1,104 \cdot 30,87 \cdot 1,016 - 0,24 \cdot 0,99 = 37,31.$$

Зарплата операторов (45):

$$Зпл=Р*Ст*Фэр*Кзпл*Кз/Nг, \quad (45)$$

$$Зпл_{баз}=Зпл_{проек}=1*80*1243*1,9*0,035/100000=0,013 \text{ руб.}$$

Амортизация и эксплуатация оборудования (46):

$$Ра=((Цоб*(1-Вр))*На*tшт*1.3)/(Фэ*Квн*60*100), \quad (46)$$

$$Ра_{баз}=Ра_{проек}=((2130000*(1-5\%)*20\%*0,109*1,3)/(2762*1,1*60*100)=0,0315 \text{ руб.}$$

Электроэнергия (47):

$$Рэ=(Му*tмаш*Код*Км*Кв*Кп*Цэ)/(КПД*60), \quad (47)$$

$Рэ_{баз} = Рэ_{проек} = (33*0,12*0,8*0,8*0,7*1,03*2,5)/(0,85*60)=0,090$ руб.

Амортизация штампов:

$$Ри=(Цшт*(1-В.р.и))/Ти.шт, \quad (48)$$

Содержание и эксплуатация площадей (49):

$$Рпл=Sу**Цпл*Кз/Nг, \quad (49)$$

$$Рпл=(5,63*1*100*0,035)/100000=0,01 \text{ руб.}$$

Заработная плата наладчика (50):

$$Знал=(Ст*Фэр*Кзпл*Кз)/(*Nг), \quad (50)$$

$$Знал=(1*85*1243*2,14*0,035)/(1*100000)=0,07 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость (51):

$$Стех=М+Зпл+Ра+Рэ+Ри+Рпл+Знал, \quad (51)$$

$$Стех_{баз} = 52,85,$$

$$Стех_{проек}=44,60.$$

Общепроизводственные расходы (52):

$$Рцех=Зпл*Кцех, \quad (52)$$

$$Рцех_{баз}=Рцех_{проек}=0,0156.$$

Себестоимость общепроизводственная цеховая (53):

$$Сцех=Рцех+Стех, \quad (53)$$

$$Сцех_{баз}=52,87,$$

$$Сцех_{проек}=44,62.$$

Таблица 6.4. Амортизация

Показатель	Значение показателя	
	Базовый	Проектный
Амортизация, руб.	0,60 1,00 1,00 0,90 0,90 0,60 0,60	0,50 0,62 0,90 0,60 0,90 0,50

Для выяснения распределения доли каждой затраты в расчете себестоимости высчитывается их процентное соотношение.

Мб=89%, Мпр=93%,

$З_{пл}^{баз}$=0,003%, $З_{пл}^{проек}$=0,003%,

$Р_{а}^{баз}$=0,01%, $Р_{а}^{проек}$=0,01%,

$Р_{э}^{баз}$=0,03%, $Р_{э}^{проек}$=0,03%,

$Р_{и}^{баз}$=10%, $Р_{и}^{проек}$=6%,

$Р_{пл}^{баз}$=0,003%, $Р_{пл}^{проек}$=0,003%,

$Р_{цех}^{баз}$=0,006%, $Р_{цех}^{проек}$=0,006%.

6. Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта

Приведенные затраты на изготовление одной детали (54):

$$З_{ОБЩ.ПР} = C_{цех} + E_{Н} \times K_{УД} = 47,46+0,33*0,44=47,61 \text{ руб}, \quad (54)$$

$$З_{ОБЩ.БАЗ} = C_{цех} + E_{Н} \times K_{УД} = 39,97+0,33*0,74=40,21 \text{ руб}.$$

где $E_{Н}$ – коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений (см. таблицу 2).

Годовой экономический эффект определяется с помощью зависимости (55):

$$Э_{Г} = (З_{ОБЩ}^{Баз} - З_{ОБЩ}^{Пр}) \times N_{Г} = (47,61 - 40,24)*100000=737000 \text{ руб}. \quad (55)$$

Условно-годовая экономия (прибыль ожидаемая) считается с помощью формулы (56):

$$Пр_{ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{цех_{баз}} - C_{цех_{ПР}}) \times N_{Г} = (47,46 - 39,97)*100000=749000 \text{ руб}. \quad (56)$$

Расчетный срок окупаемости определяется с помощью зависимости (57):

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ОБЩ}}{Пр_{ОЖ}} = 2577323/749000=3 \text{ года}. \quad (57)$$

7. Заключение

По итогам внедрения проектного технологического процесса изготовления изделия «Корпус» обеспечено снижение себестоимости с 47,46 рублей до 39,97 рублей, т.е. на 7,49 рубля, или почти 20% от изначальной характеристики изделия.

Внедрение проектного варианта позволяет достичь экономического эффекта, равного 749000 рублей. Срок окупаемости при этом будет равным 3 годам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе для изделия типа «Корпус» были решены следующие задачи.

1. Анализ базового технологического процесса и его недостатков.
2. Расчет размеров заготовки, раскроя, коэффициента использования материала и энергосиловых параметров для проектного варианта техпроцесса.
3. Создан технологический процесс изготовления детали и спроектирован штамп для вытяжной операции.
4. Для реализации изделия было выбрано оборудование и средства автоматизации.
5. Разработан средства по охране труда и рассчитан экономический эффект внедрения техпроцесса.
6. Снижение себестоимости произошло с 47,46 рублей до 39,97 рублей 7,49 руб. или 20%).

На основании проведенных в работе расчетов делается вывод, что цель бакалаврской работы выполнена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ / П. С. Гончаров [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 503 с. : ил. - Библиогр.: с. 497-498. - ISBN 978-5-94074-841-0 : 857-00.
2. Аверкиев Ю. А. Технология холодной штамповки : учебник для вузов по спец. "Машины и технология обраб. металлов давлением" и "Обраб. металлов давлением" / Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев. - Москва : Машиностроение, 1989. - 303, [1] с. : ил. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 297-298. - Предм. указ.: с. 298-301.
3. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: уч. методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти изд–во ТГУ, 2016
4. Дурандин М. М. Штампы для холодной штамповки мелких деталей : альбом конструкций и схем / М. М. Дурандин, Н. П. Рымзин, Н. А. Шихов. - Москва : Машиностроение, 1978. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 107.
5. Иванов В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 235 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011746-1.
6. Константинов И. Л. Кузнечно-штамповочное производство [Электронный ресурс] : учебник / И. Л. Константинов, С. Б. Сидельников. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 464 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009455-7.
7. Константинов И. Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебник / И. Л. Константинов, С. Б. Сидельников. - 2-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 488 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011541-2.

8. Кухтаров В. И. Проектирование технологических процессов холодной штамповки / В. И. Кухтаров, О. В. Кухтаров. - Москва : Машиностроение, 1966. - 223 с. : ил. - Библиогр.: с. 220-222.
9. Нефедов А. П. Конструирование и изготовление штампов : Из опыта Горьковского автомобильного завода / А. П. Нефедов. - Москва : Машиностроение, 1973. - 408 с. : ил. - Библиогр.: с. 406.
10. Огаджанян О. И. Технологические процессы сборки и изготовления деталей штампов [Электронный ресурс] : метод. разработка к выполнению практ. занятий и заданий по дисц. «Проектирование и эксплуатация штампов» и «Технология производства изделий в машиностроении» / О. И. Огаджанян ; Липецкий государственный технический университет. - Липецк : ЛГТУ, 2014. - 32 с.
11. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] : учебник / под ред. А. П. Карпенко . - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 329 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010213-9.
12. Почекуев Е. Н. Проектирование в SIEMENS NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 230 с. : ил. - Библиогр.: с. 228. - ISBN 978-5-8259-0766-6
13. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. - 5-е изд., доп. и перераб. - Ленинград : Машиностроение, 1971. - 782 с. : ил. - Библиогр.: с. 762-773. - Предм. указ.: с. 774-777.
14. Скворцов Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки : подготовительные работы / Г. Д. Скворцов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1974. - 318 с. : ил. - Библиогр.: с. 306-307. - Предм. указ.: с. 308-315.
15. Скрипачев А. В. Вытяжка листового материала [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. В. Скрипачев ; ТГУ ; Ин-т

машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2016. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 45. - Прил.: с. 46-51. - ISBN 978-5-8259-0966-0.

16. Смолин Е. Л. Учебное пособие по дисциплине "Основы конструирования штамповой оснастки" : учеб. пособие для вузов / Е. Л. Смолин ; ТГУ ; Каф. "Компьютерные технологии и обработка материалов давлением". - ТГУ ; Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2004. - 44 с. : ил. - Библиогр.: с. 44. - 7-96.
17. Сухов С. В. Основы проектирования технологий листовой штамповки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. В. Сухов, А. В. Соколов, М. В. Жаров. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 124 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010615-1.
18. Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс] : учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. - Саратов : Вузовское образование, 2015. - 459 с. - (Высшее образование).
19. Технология листовой штамповки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Бер, С. Б. Сидельников, Р. Е. Соколов и др. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-2650-0.
20. Технология листовой штамповки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Бер [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 168 с. : ил. - ISBN 978-5-7638-2650-0.
21. Экономика машиностроительного производства: Учебно–методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составила Н.В.Александрова – Тольятти: ТГУ, 2007. - 19 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А0			17.БР.СОМДиРП.598.61.00.000	Штамп для вытяжки	3	
				Сборочные единицы		
		1	17.БР.СОМДиРП.598.61.01.000	Магнитный подъемник	4	
				Детали		
		2	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.002	Нижняя плита	1	Отжиг
		3	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.003	Верхняя плита	1	Отжиг
		4	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.004	Прижим	1	HRC 55-59
		5	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.005	Пуансон	1	HRC 55-59
		6	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.006	Секция матрицы	1	HRC 49-53
		7	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.007	Секция матрицы	1	HRC 49-53
		8	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.008	Держатель втулки	2	
		9	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.009	Толкатель	1	HRC 42-46
		10	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.010	Ловитель	6	
		11	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.011	Ограничитель хода	2	
		12	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.012	Толкатель	6	
		13	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.013	Втулка направляющая	2	
		14	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.014	Колонка направляющая	2	
		15	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.015	Пружина 5х25	2	
		16	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.016	Отлипатель	2	
		17	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.017	Ограничитель высоты	2	
				Крепежные детали		
		18		Винт М12х40	14	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Подлипнов К.Н.		
Пров.		Путеев П.А.		
Н.контр.		Виткалов В.Г.		
Утв.		Ельцов В.В.		

17.БР.СОМДиРП.598.61.00.000

Штамп для вытяжки

Лит.	Лист	Листов
бр	1	2

ТГУ
МСбз-1231

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		19		Штифт 16х80	8	
		20		Винт М12х20	2	
		21		Винт М5х12	8	
		22		Винт М16х80	2	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.БР.СОМДиРП.598.61.00.000	Лист 2

Копировал Формат А4