

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 «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера» легкового автомобиля

Студент(ка)

А.В.Катков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.Л.Смолин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В.Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.И.Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., доцент В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ
Завкафедрой «СОМДиРП»

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Катков Александр Владимирович

1. Тема Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера». 2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы июнь 2017
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Существующая технология изготовления детали и технико-экономические показатели процесса
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Состояние вопроса, 2. Разработка технологического процесса изготовления детали, 3. Выбор оборудования и средств автоматизации, 4. Разработка конструкции штамповой оснастки, 5. Безопасность и экологичность технического объекта, 6. Экономическая часть
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Презентационные материалы, комплекс оборудования, сравнительный анализ, штамповая оснастка.
6. Консультанты по разделам 1. Безопасность и экологичность технического объекта (В.И.Дерябин) 2.Экономическая часть (И.В. Краснопевцева) 3. Нормоконтроль (В.Г.Виткалов)

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

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

Руководитель выпускной квалификационной
работы

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)	_____ (И.О. Фамилия)
_____ (подпись)	Е.Л.Смолин (И.О. Фамилия)
_____ (подпись)	А.В.Катков (И.О. Фамилия)

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

_____ В.В. Ельцов

«___» _____ 20__ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

Студента Каткова Александра Владимировича

по теме Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера».

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ технико-экономических показателей исходных данных	22.04.2017	04.05.2017	Выполнил	
2. Технологическая часть	03.05.2017	11.05.2017	Выполнил	
3. Выбор оборудования и средств механизации или автоматизации	10.05.2017	16.05.2017	Выполнил	
4. Конструкторская часть	13.05.2017	20.05.2017	Выполнил	
5. Безопасность жизнедеятельности	18.05.2017	25.05.2017	Выполнил	
6. Экономическая часть	25.05.2017	30.05.2017	Выполнил	
7. Подготовка чертежей по технологии	12.05.2017	15.05.2017	Выполнил	
8. Подготовка чертежей оборудования	20.05.2017	20.05.2017	Выполнил	
9. Подготовка чертежей оснастки	25.05.2017	26.05.2017	Выполнил	
10. Подготовка к защите	30.05.2017	15.06.2017	Выполнил	

Руководитель выпускной квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____	Е.Л.Смолин
(подпись)	(И.О. Фамилия)
_____	А.В.Катков
(подпись)	(И.О. Фамилия)

Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена усовершенствованию технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера» легкового автомобиля. Исходными данными являются: существующий вариант изготовления данной детали, технико-экономические показатели, условия организации труда.

В работе производится анализ технологичности детали и технологии её изготовления, с выявлением недостатков данной технологии. На основании проведённого анализа, разрабатывается новый, наиболее рациональный технологический процесс. Определяются энергосиловые параметры процессов. Производится выбор оборудования и средств автоматизации. Далее в проекте разрабатывается конструкция штамповой оснастки. Проводятся прочностные расчёты и выбор материалов деталей штампа, определяются исполнительные размеры инструмента.

В разделе по безопасности и экологичности проекта рассматриваются опасные и вредные факторы, действующие в условиях данного производства, и разрабатываются мероприятия для обеспечения безопасных условий труда. В экономической части производится расчёт экономической эффективности внедрения проектируемого технологического процесса.

Содержание

	стр.
Аннотация	4
Введение	7
1. «Анализ технологических вариантов изготовления детали	9
1.1 Анализ существующей технологии изготовления детали	9
1.2 Анализ технологичности детали	11
1.3 Выявление недостатков существующей технологии	14
1.4 Задачи бакалаврской работы	15
2. Разработка технологического процесса изготовления детали	15
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса	16
2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки	18
2.3 Проектирование рационального раскроя металла и определения коэффициента использования материала (КИМ)	20
2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки	20
2.4.1 Определение усилий	21
2.4.2 Определение работ	22
3. Выбор оборудования	23
3.1 Выбор оборудования и основные технические характеристики	23
3.2 Выбор средств автоматизации и основные характеристики	25
4. Разработка конструкции штамповой оснастки	28

4.1. Состав, конструкция и работа штамповой оснастки	29
4.2. Прочностные расчеты и выбор материалов для изготовления деталей штампа	32
4.3. Определение числа и расположения упругих элементов	36
5. Безопасность и экологичность проекта	38
5.1. Технологическая характеристика объекта	38
5.2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	38
5.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	39
5.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	41
6. Экономическая эффективность проекта	47
6.1 Характеристика вариантов технологического процесса	47
6.2 Расчет себестоимости штамповой оснастки	47
6.3 Расчет капитальных вложений	48
6.4 Расчет сравнительной себестоимости изготовления детали	50
6.5 Расчет параметров экономической эффективности сравниваемых вариантов	51
6.6 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта [17]»	52
Заключение	56
Список используемой литературы	57
Приложение	60

Введение

«Обработка металлов давлением является одним из наиболее прогрессивных технологических процессов производства; она имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов, как в технологическом, так и в экономическом отношении.

В технологическом отношении ОМД позволяет:

1. получать детали сложных форм, изготовление которых невозможно, или затруднено;
2. создавать прочные и жесткие, но легкие конструкции деталей при небольшом расходе материала;
3. получать взаимозаменяемые детали с достаточно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки;

В экономическом отношении ОМД обладает следующими преимуществами:

1. экономное использование материала и сравнительно небольшими отходами;
2. высокой производительностью оборудования, с применением механизации автоматизации технологических процессов;
3. массовым выпуском и низкой стоимостью изделий.

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

Разработка технологических процессов ОМД и проектирование штампов неразрывно связаны между собой.

Штамповка деталей путем выполнения нескольких отдельных операций чаще всего невыгодна, поэтому применяют методы комбинированной штамповки, одновременно две и более операций.[13]»

При совмещенной штамповке одновременно выполняется несколько операций за один ход прессы и за одну установку заготовки в штампе.

Таким образом, разработка оптимальных технологических процессов

листовой штамповки очень важна.

В данной работе проведено усовершенствование технологического процесса изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера» легкового автомобиля, проведены экономические расчеты, проведен анализ безопасности и экологичности проекта.

Целью данной выпускной работы является снижение себестоимости изготовления детали за счет снижения трудоемкости изготовления детали посредством совмещения операций и уменьшении нормы расхода материала.

1. Анализ технологических вариантов изготовления детали

1.1 Анализ технологичности детали

«Основные эксплуатационно-технические требования к листовым штампованным деталям:

- полное соответствие конструкции по назначению и условиям детали;
- обеспечение требуемой прочности и жесткости при минимальном расходе металла;
- обеспечение необходимой точности и взаимозаменяемости;
- соответствие специальным физическим, химическим или техническим условиям»[2].

«К основным показателям технологичности относятся:

- наибольший коэффициент использования металла;
- наименьшее количество и низкая трудоемкость операций;
- отсутствие последующей механической обработки;
- наименьшее количество требуемого оборудования и производственных площадей»;
- «наименьшее количество оснастки, сокращение сроков и затрат на ее изготовление;
- увеличение производительности труда.

Результативным показателем технологичности является» себестоимость штампованных деталей.»[2]

«Основные технологические требования к конструкции изогнутых листовых деталей:

1) минимально допустимые радиусы гибки, следует принять лишь при конструктивной необходимости. В большинстве случаев возможно применить радиусы гибки»[2] $r > S$

наименьшая высота отгибаемой полки должна быть $h > 3S$

- 2) для предотвращения искажения формы отверстия, расположенного близко к линиигиба, необходимо принимать расстояние от центра до края пробитого отверстия не менее двух толщин ($a > 2S$). В рассматриваемой детали отверстие расположено на расстоянии 10 мм»[2]

т.е. удовлетворяет требованиям.

В детали выявлен нетехнологичный элемент-это гибка на угол больший чем 90° между отогнутыми элементами. При такой гибке пластическая деформация отгибаемых элементов недостаточна для сохранения требуемой формы, т.е. наблюдается значительное упругое пружинение детали, которое необходимо «компенсировать корректировкой угла изгиба. Учитывая большую толщину металла – 3мм. величина пружинения будет значительной. Величина корректировки производится пробной штамповкой при поступлении новой партии металла». При этом приходится подтачивать рабочие детали штампа что приводит к дополнительным затратам.

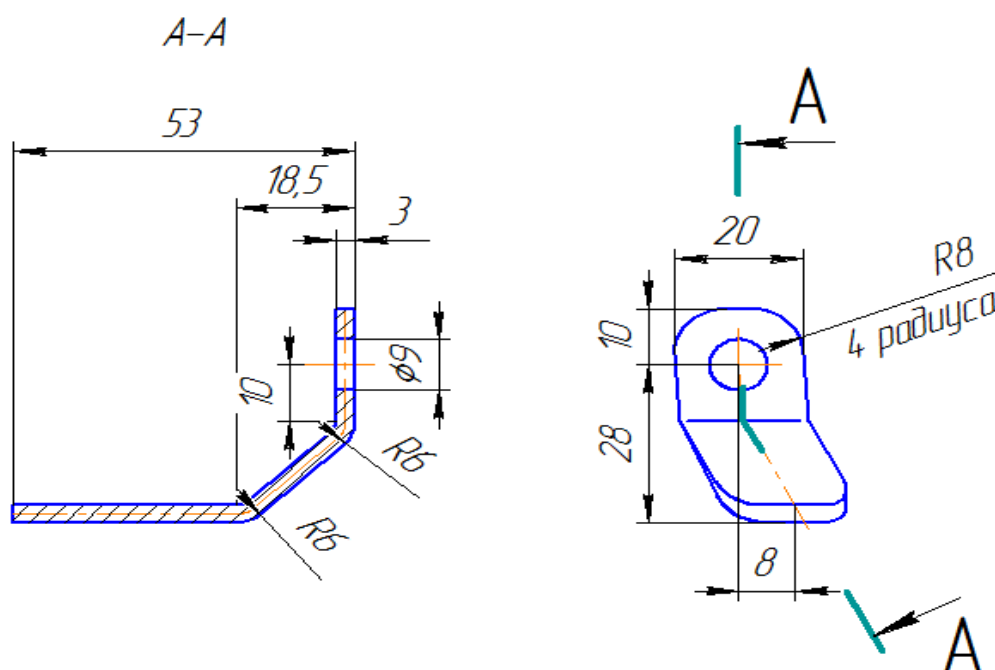


Рис. 1.1 Чертеж детали

1.2 Описание существующего технологического варианта изготовления детали.

Рассматриваемый технологический процесс изготовления детали включает три операции:

- 10 Вырубка заготовки заготовок с пробивкой отверстия диаметром 9мм.
- 20 Гибка первая.
- 30 Гибка вторая.

Каждая операция выполнена на отдельном прессе.

Операция 10 -Вырубка заготовок осуществляется из ленты на прессе простого действия Раскин-50, усилием 0,5 МН, оснащенного устройствами подачи рулонного материала в зону обработки: -разматывающим устройством, устройством правки и подачи ленты в зону штамповки и устройством удаления заготовки в тару. (рисунок.1.2) Последнее устройство представляет из себя лотковый съемник, кинематически связанный с ползуном прессы.

Наличие устройств автоматизации позволяет обеспечить производительность 6000шт/час. Операция обслуживается одним штамповщиком-оператором 4-го разряда. Тара с заготовками отвозится на склад, откуда доставляется к штамповочному прессу для выполнения 2-й операции тех. процесса, по мере необходимости. Коэффициент использования металла на данной операции-КИМ=0,62.

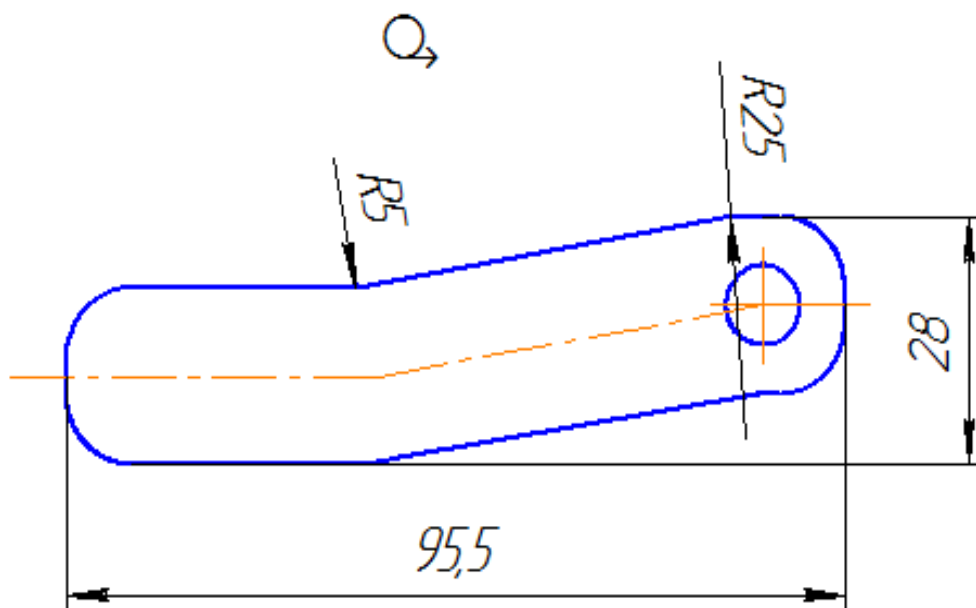


Рисунок 1.2 Операция 10-вырубка

Операция 20 –Гибка 1-я

На этой операции выполняется гибка одной полки детали под углом 142° (рисунок.1.3). На операции используется пресс Сасс 50 с усилием 0,5 МН. Заготовки закладываются в штамп вручную. Удаление штампованного изделия производится пневмосдувом в тыльную зону пресса на металлический лоток, по которому полуфабрикат поступает на рабочий стол следующего пресса для выполнения последней операции техпроцесса. На данной операции задействован один штамповщик 3-го разряда. Производительность операции 800 шт/час.

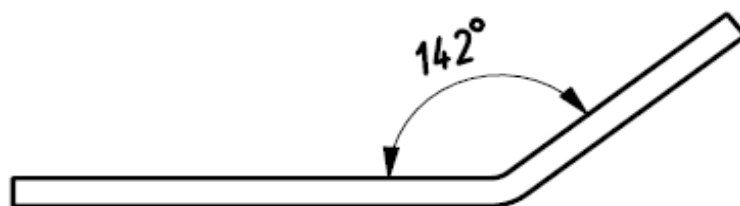


Рисунок 1.3 Операция 20-гибка 1-я

Операция 30 – Гибка 2-я

На этой операции выполняется гибка второй полки детали, в которой размещено отверстие диаметром 9 мм. на угол 52° для получения угла между отогнутыми полками равным 90° (рис. 1.4). Гибка данной детали в две стадии применена для удобства корректировки угла пружинения. На операции используется пресс Сасс 50 с усилием 0,5 МН. Заготовки закладываются в штамп вручную. Удаление штампованного изделия производится пневмосдувом в тыльную зону прессы на металлический лоток, по которому полуфабрикат поступает в тару. На данной операции задействован один штамповщик 3-го разряда. Производительность операции 800 шт/час.

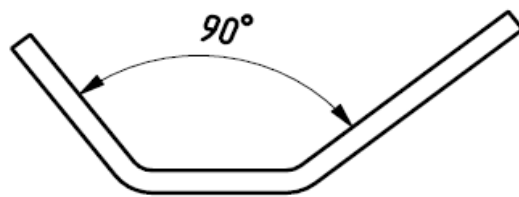


Рисунок 1.4 Операция 30-гибка 2-я

1.3 Выявление недостатков существующей технологии

При рассмотрении базовой технологии изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щетка стартера» легкового автомобиля были выявлены следующие недостатки:

1. В рассмотренном технологическом процессе низкая итоговая производительность, что приводит к относительно высокой трудоемкости изготовления детали и значительным экономическим затратам на производство детали «Кронштейн теплоизолирующего щетка стартера»;
2. Производительность 1-ой операции высокая, «поэтому большую часть заготовок отвозят на склад, доставляя заготовки к основной штамповочной линии по мере необходимости, что вызывает дополнительные затраты на транспортно-складские операции»;
3. Небезопасные условия труда, связанные с возможным травматизмом, т.к. отсутствуют системы автоматизации (заготовка закладывается в штамп вручную);
4. Ручная штамповка имеет монотонный характер, что негативно влияет на психофизическое состояние работников (утомляемость).
5. На операции вырубки увеличены перемычки между деталями»[2] по сравнению с рекомендуемыми что увеличивает шаг подачи ленты и уменьшает КИМ.

1.4 «Задачи бакалаврской работы

Выявленные недостатки базового технологического процесса позволяют сформулировать задачи:

- разработка нового (усовершенствованного) технологического процесса;
- выбор оборудования для нового технологического процесса
- разработка конструкции штамповой оснастки;
- выполнение оценки экономической целесообразности предлагаемого тех. процесса.
- разработка мероприятий по созданию безопасных условий труда на производственном участке»[2].

2. «Разработка технологического процесса изготовления детали»

«При разработке технологического процесса учитывают ряд факторов, влияющих на выбор варианта штамповки, основными из которых являются

Анализируя значимость и удельный вес каждого из этих факторов, можно в каждом конкретном случае выбрать наиболее целесообразный вариант штамповки

Действительно, в зависимости от рода и толщины материала детали ее штампуют в холодном или горячем состоянии. Объем производственного задания и точность изготовления детали позволяют установить способ штамповки». «Например, при изготовлении деталей в серийном производстве их штампуют на отдельных штампах; при мелкосерийном и опытном производствах детали штампуют упрощенными и универсальными штампами, применяют групповые методы и штамповку по элементам. При крупносерийном и массовом производстве в зависимости от размеров деталей и требуемой точности их штампуют на последовательных или

совмещенных штампах. При массовом производстве процессы штамповки следует максимально механизировать и автоматизировать»[2]

«Параллельно с установлением варианта штамповки производят выбор оборудования (прессов) по потребному условию, а также и по необходимым габаритным размерам. Затем определяют технические нормы на штамповку детали, а затем уже приступают к разработке технологической документации.

При массовом и крупносерийном производстве разрабатывают полную документацию: карты технологических процессов по каждой детали, операционные карты и карты раскроя материала. В серийном производстве разрабатывают обычно укрупнено-упрощенные технологические карты, а в мелкосерийном часто ограничиваются одной маршрутной ведомостью, в которой дается перечень операций с краткими сведениями по их выполнению. При групповой штамповке деталей оформляется полная групповая технология штамповки.

Наиболее рациональным вариантом будет тот технологический процесс, который обеспечивает наименьшую себестоимость деталей и является наиболее выгодным с экономической точки зрения.» [2]

2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Для исключения одного из недостатков рассмотренного техпроцесса – увеличенной трудоемкости наладочных работ по компенсации упругого пружинения после смены партии металла, в усовершенствованном техпроцессе предложено гибку детали производить за одну операцию на требуемый по чертежу угол в 90° между отогнутыми полками. (рисунок.2.1) Для компенсации пружинения» в гибочном штампе необходимо предусмотреть сменный элемент, позволяющий изменять (корректировать) угол загиба.

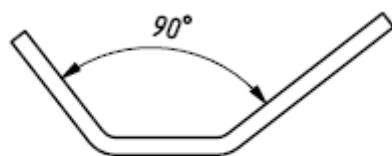


Рисунок 2.1 Схема гибки в предложенном техпроцессе

Кроме этого в проектном техпроцессе предлагается на заготовительной операции «вырубка-пробивка» при получении заготовки уменьшить перемычки между вырубными деталями с 7мм. до 5мм.тем самым изменить шаг подачи ленты сделав его равным 25мм. «Это позволит уменьшить норму расхода материала и получить экономию металла».

Таким образом, предложенный технологический процесс будет состоять из двух операций»:

- вырубка-пробивка из ленты с шагом подачи 25мм.;
- двухугловая гибка боковых полок на углы 38° и 52° от горизонтали с обеспечением между полками угла 90° .

«Для увеличения производительности гибочной операции предлагается использовать механизированный загрузчик заготовок в рабочую зону штампа.»

Применение такого устройства позволит уменьшить вероятность травматизма возможную при укладке заготовок в штамп в существующем техпроцессе.

2.2 Определение формы и размеров исходной заготовки

«В массовом производстве играет большую роль точное определение формы и размеров исходной заготовки. Определение размеров исходной заготовки для детали необходимо для построения рационального раскроя ленты».

Определение размеров плоских заготовок для деталей, подлежащих гибке, согласно рекомендациям [1] основано на равенстве длины развернутой заготовки длине нейтрального слоя изогнутой детали, и сводится к определению длины нейтрального слоя в зависимости от относительного радиуса изгиба r / S . В общем случае, длина развертки заготовки равна сумме длин прямых участков и длины нейтрального слоя в изогнутых участках детали.

Поскольку заготовка подвергается одноугловой гибке, то необходимо определить развертку детали в сечении А-А (Рисунок. 2.2). Длина развертки в сечении А-А равна длинам 5-и участков: двух радиусных (l_2, l_4) и трех прямолинейных (l_1, l_3, l_5) (Рисунок. 2.2)

$$L_{\Sigma \text{ А-А}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

Длина первого прямолинейного участка: $l_1 = 53 \text{ мм} - 18.5 = 34.5 \text{ мм}$.

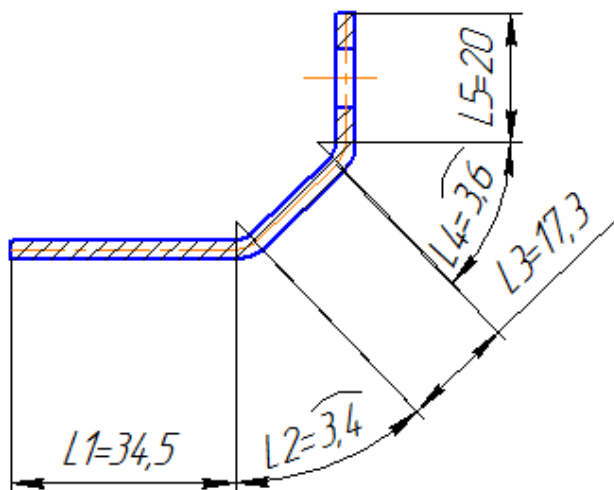


Рисунок. 2.2 Сечение детали

Длина второго прямолинейного участка: $l_3 = 38 - 10 = 20$ мм .

Длина криволинейного участка l_2 равна длине дуги $l_2 = 2 \cdot \pi \cdot \rho / 4 \varphi_2$,

где ρ - радиус нейтрального слоя.

$$\rho = r + x \cdot S$$

r – внутренний радиус гибки, равный R_3 ;

x – величина смещения нейтрального слоя от срединной линии;

S – толщина металла, равная 3 мм.

Длина криволинейного участка l_4 равна длине дуги $l_4 = 2 \cdot \pi \cdot \rho / 4 \varphi_4$

Длина дуги определяется по таблице 22»[1].

$$l_2 = 3,4 \text{ мм. } l_4 = 3,6 \text{ мм.}$$

Суммарная длина всех участков каждого сечения даст нам размер заготовки по соответствующему сечению.

Длина всей развертки

$$L_{\Sigma A-A} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 = 34,5 + 3,4 + 17,3 + 3,6 + 20 = 78,8 \text{ мм}$$

Таким образом, заготовка для детали представляет из себя полосу шириной 20 мм и длиной 78,8 мм.

«Экономичность раскроя в значительной степени зависит от правильной величины перемычек. Основное назначение перемычек – компенсировать погрешности подачи материала и фиксации его в штампе с тем, чтобы обеспечить полную вырезку детали по всему контуру и предотвратить получение бракованных деталей». Кроме того, перемычки должны обладать достаточной прочностью и жесткостью, необходимой для подачи материала.

В существующем техпроцессе величина перемычек составляет 7мм., что по рекомендациям в два раза больше минимально допустимых. Поэтому в проектном варианте техпроцесса предложено уменьшить размер перемычек до 5мм., что будет несколько больше, чем рекомендуемые. Ширину ленты оставляем прежней с сохранением величины боковых перемычек.»[2]

2.3 «Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла

Исходный материал: лента, сталь 08кп, толщина ленты 3,0 мм, ширина ленты 90 мм. Шаг подачи ленты – 25 мм.

Расположение заготовки в рулоне однорядное – параллельно подаче ленты.. $\eta = F_d / (B \cdot t)$, (2.1)

где F_d – площадь вырубаемой заготовки;

B – ширина ленты;

t – шаг подачи.

$\eta = F_d / (B \cdot t) = 1576,4 / (90 \cdot 25) = 0,73$ т.е. 73% металла заготовки используется для получения детали.»[2]

«Как видно коэффициент использования металла в проектном варианте немного больше, чем в существующем» ($\eta = 0,62$).

2.4 Определение энергосиловых параметров штамповки

Проектный технологический процесс состоит из двух операций:

1. Вырубка заготовки с пробивкой отверстия диаметром 9,2мм.
2. Двухугольная гибка.

Усилие вырубки и пробивки вычисляем по формуле:

$$P = L \cdot K \cdot S \cdot \sigma_{cp}, \quad (2.2)$$

где $K = 1,3$ – коэффициент запаса;

L – длина вырубаемого контура;

S – толщина материала;

$\sigma_{\text{ср}} = 230 \text{ МПа}, (23 \text{ кг/мм}^2)$ - сопротивление срезу.

«При определении длины контура необходимо подсчитать периметр детали и периметр отверстия в детали».

$$P = 1,3 \cdot 3,14 \cdot 9,21 \cdot 80,9 \cdot 3 \cdot 230 = 158 \text{ кН}$$

Усилие, необходимое для снятия полосы с пуансона:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} P, \quad (2.3)$$

где P - полное усилие вырубки-пробивки;

$k_{\text{сн}}$ – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, $k_{\text{сн}} = 0,12$.

$$P_{\text{сн}} = 0,12 \cdot 158 = 18,9 \text{ кН.}$$

Усилие, необходимое для проталкивания детали через матрицу:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} P_n, \quad (2.4)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, устанавливающий соотношение между $P_{\text{пр}}$ и P ,
 $k_{\text{пр}} = 0,07$.

n – количество деталей, находящихся в шейке матрицы одновременно

При вырубке с обратным выталкиванием $n = 1$

$$P_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 158 = 11,06 \text{ кН}$$

$$P_{\text{общ}} = P + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}} = 158 + 18,9 + 11,06 = 189,81 \text{ кН}$$

Работа резания при вырубке-пробивке:

$$A = x \cdot P \cdot S / 1000, \quad (2.5)$$

где x – коэффициент, определяемый из соотношения $x = P_{\text{ср}} / P$.

$$A = x \cdot P \cdot S / 1000 = 0,60 \cdot 189,81 \cdot 3 / 1000 = 0,34 \text{ кДж}$$

На второй операции происходит гибка с обязательной правкой детали.

Правка детали необходима. поскольку толщина металла составляет 3мм.и для уменьшения упругого пружинения необходимо произвести правку радиусов и плоскостей полок и дна детали.

Усилие гибки вычисляем по формуле:

$$P_1 = \frac{BS^2}{r+S} \cdot \sigma_B = \frac{2 \cdot 20 \cdot 3^2}{3+3} \cdot 33 = 1980 \text{ кгс} = 19,8 \text{ кН} \quad (2.6)$$

$B=20$ мм – длинна одной линии изгиба;

$S=3$ мм – толщина материала;

$r=3$ мм – радиус гiba;

$$\sigma_B = 33 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 330 \text{ МПа} \text{ – предел прочности;}$$

Усилие правки:

$$P_2 = p \times F = 10 \cdot 1576,4 = 15764 \text{ кгс} = 157,6 \text{ кН} \quad (2.7)$$

$F= 1576,4 \text{ мм}^2$ - площадь поверхности правки.

$p= (8 \dots 10) \text{ кгс/мм}^2$ – удельное давление для правки деталей из относительно толстых материалов не допускающих глубоких отпечатков на поверхности.

Общее усилие операции:

$$P_{\text{общ}} = P_1 + P_2 = 19,8 + 157,6 = 177,4 \text{ кН}$$

Работа вычисляется по формуле:

$$A = \lambda \cdot P \cdot S / 1000, \quad (2.8)$$

где $\lambda = 0,7 \dots 0,6$ – коэффициент, зависящий от $\sigma_{\text{ср}}$ и S , по таблице

P – усилие данной операции; $P = 177,4 \text{ кН}$;

$$A = 0,7 \cdot 177,4 \cdot 3 / 1000 = 0,35 \text{ кДж}$$

3. Выбор оборудования и средств автоматизации

3.1 Критерии выбора оборудования

«При выборе пресса согласно рекомендаций исходят из следующих соображений:

- а) тип пресса и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- б) номинальное усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;
- в) мощность пресса должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- г) пресс должен обладать достаточной жесткостью, а для разделительных операций – также повышенной точностью направляющих;
- д) закрытая высота пресса должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;
- е) габаритные размеры стола и ползуна пресса должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстие в столе пресса свободное проваливание штампуемых деталей;
- ж) число ходов пресса должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;
- з) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений;
- и) удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям безопасности.

Таким образом, основными механическими параметрами для выбора пресса являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса. Но в первую очередь оборудование выбирается по номинальному усилию и мощности.»[2]

Т.к. изменения первой операции проектного техпроцесса незначительно отличаются от существующего (изменился шаг подачи) то

оборудование на первой операции нового техпроцесса остается тоже самое с такими же средствами автоматизации.

Для второй операции нового техпроцесса» выбираем наиболее подходящее по основным параметрам оборудование –пресс «САСС 50» усилием 0,5 Мн с усовершенствованным командоаппаратом, позволяющим работать прессу в комплексе с средствами автоматизации для работы с штучными заготовками.

«Таблица. 3.1 Характеристики оборудования»

«Технические характеристики		
Модель пресса		CaCC - 50
Номинальное усилие	кН	500
Ход ползуна max	мм	120
Регулировка хода	мм	100
Закрытая высота max	мм	300
Регулировка закрытой высоты	мм	90
Размеры стола	мм	600 x 1000
Размеры ползуна	мм	460 x 560
Номинальная мощность электродвигателя	кВт	5.5
Число ходов в минуту		60
Ход выталкивателя в ползуне	мм	60
Ход пневмоподушки	мм	70
Усилие пневмоподушки	кН	35[4]»

«3.2 Выбор средств автоматизации

Автоматизация и механизация процессов листовой штамповки заключается в обеспечении автоматической или механизированной подачи материала или заготовок в штамп, съема и удаления деталей (заготовок) из штампа, передачи (транспортировки) с перехода на переход или с операции на операцию и выполнения других вспомогательных работ, например, смазки материала, перевертывания (кантования) заготовок, укладки, а также при гибке в валках, резке на ножницах различного типа и т. д.»[12]

«При автоматизации значительно увеличивается процент использования числа ходов пресса, а следовательно, и его производительность и еще в большей степени производительность труда, ибо один оператор может обслуживать несколько прессов. При механизации же процент увеличения использования числа ходов пресса, а следовательно, и его производительность небольшие, однако производительность труда повышается значительно.

В зависимости от характера движения захватных органов, перемещающих заготовки, подающие и передающие устройства делятся на:»[12]

1. шиберные, используются, как правило, для однопозиционной штамповке, когда деталь штампуются «напровал» или после штамповки продвигается самим захватным органом (шибером) в направлении его движения для удаления или на другую позицию;
2. револьверные, захватный орган – револьверный диск – периодически поворачивается в одном направлении, а заготовки, так же, как в шиберных подачах, перемещаются в одной плоскости. Штамповка может осуществляться «напровал», обратным заталкиванием заготовки в диск и без перемещения её в диске;
3. грейферные, для них характерно периодическое движение захватного органа – грейферных линеек. Эти устройства применяются для

транспортирования плоских или пространственных заготовок при многооперационной штамповке;

4. механические руки и манипуляторы, захватные органы совершают сложное периодическое движение в нескольких плоскостях, а заготовки перемещаются по ломанной или плавной траектории.

Рассмотрев вышеперечисленные характеристики подающих устройств и, учитывая, что в проектно-техпроцессе выполняется только одна формообразующая операция то наиболее рациональным является применение механического манипулятора – «Марк». Функции манипулятора «Марк» состоят в следующем:

- 1) захват заготовки при помощи присоски из трафарета, установленного на штампе;
- 2) подъем захваченной заготовки под плоскостью штампа и трафарета на высоту до 25 мм;
- 3) перенос заготовки в зону обработки;
- 4) опускание и укладка заготовки на рабочие части штампа в фиксаторы;
- 5) подъем и возврат руки в исходное положение над трафаретом.

Работа механической руки синхронизирована с работой оборудования при помощи командо-аппарата пресса подключенного к блок-схеме управления механической руки. Работа оборудования и руки «Марк» осуществляется или в цикловом режиме, когда штамповщик-оператор включает в работу комплекс нажатием педали после укладки детали в трафарет, или в автоматическом режиме.

В механической руке предусмотрено устройство контроля двойной заготовки, которая автоматически отключает комплекс в случае прилипания одной заготовки к другой.

Таблица. 3.2 Характеристики манипулятора

«Технические характеристики		
Модель механизма		Механический манипулятор « МАРК»
Грузоподъемность	кг	500
Угол поворота	°	37
Горизонтальное перемещение	мм	380
Подъем присоски	мм	25
Уровень работы max /min	мм.	135/25.[12]»

Использование механического манипулятора позволят заметно увеличить производительность выполнения операции до 1600 шт./час.

4. Разработка конструкции штамповой оснастки

Для осуществления технологического процесса необходимо разработать конструкцию штамповой оснастки, отвечающую требованиям предлагаемого технологического процесса.

Проектирование необходимо осуществлять, прежде всего, в соответствии с предусмотренным технологическим процессом. Конструкция штампа должна обеспечивать заданную производительность труда и высокое качество детали. Эти два требования одновременно определяют сложность и стоимость конструкции. Последнее, также зависит от заданной точности изделия. Чем выше точность, тем дороже штамп. Но не во всех случаях в задачу проекта входит снижение стоимости конструкции как при использовании инженерного труда, так и при изготовлении её в металле. Поэтому в процессе конструирования штамповой оснастки необходимо стремиться к малой металлоёмкости, максимальному использованию стандартных деталей и узлов, а также к возможному упрощению.

Профессия штамповщика является одной из опасных в машиностроении, поэтому к конструкции штампа предъявляют особые требования по обеспечению техники безопасности.

Необходимо, чтобы опасные зоны штампов не были доступны для рук рабочего. При традиционной штамповке это достигается введением защитных устройств, исключающих нахождение рук рабочего в опасной зоне штампа во время рабочего хода пресса, а при автоматической штамповке за счёт применения средств автоматизации, предусматривающих нахождение рабочего за пределами рабочей зоны пресса, ограниченной защитным экраном.

Штамп – это инструмент для осуществления конкретной операции технологического процесса. В нашем случае необходимо разработать конструкцию штампа для гибки, т.к. штамп вырубки – пробивки практически не меняется. В общем случае конструкция штампов должна удовлетворять следующим требованиям:[1]

- 1) конструкция штампа должна обеспечивать заданную производительность и качество получаемой детали;
- 2) конструкция штампов должна предусматривать как можно меньшую металлоемкость и максимальное использование стандартных деталей и узлов;
- 3) должна быть обеспечена безопасность и надежность работы;
- 4) должна быть обеспечена транспортировка штампа в целом и его отдельных частей;
- 5) должна быть обеспечена технологичность изготовления деталей штампа и их сборки;
- 6) должна быть обеспечена подгонка штампа к оборудованию и надежная, и удобное крепление его на прессе.

Кроме перечисленных требований конструкция штампов должна учитывать специфику предлагаемого технологического процесса.

4.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

В штампе для вырубки-пробивки вырубная матрица (6) и пуансон для пробивки отверстия (23) находится на верхней плите (1), а пуансон-матрица (11), выполняющий вырубку детали по контуру и пробивку отверстия– на нижней (3). Выталкивание детали из матрицы осуществляется при помощи выталкивателя (4), работающего от верхнего жесткого выталкивателя прессы через систему толкателей (5), траверсу (9) , толкатели (23)и (24), которые проходят через отверстие в хвостовике. Толкатели (23) и (24) при раскрытии штампа во время хода ползуна вверх упираются в траверсу в ползуне прессы и оказывают давление на (9), которая давит на толкатели (5) связанные с выталкивателем (4), который воздействует на деталь. (рис.4.1)

Поскольку вырубленная заготовка удаляется из штампа при помощи лоткового съемника, система выталкивания срабатывает в положении близком к верхней мертвой точке хода ползуна, когда лотковой съемник заходит в рабочую зону штампа.

Съемник (12), снимающий ленту с пуансона-матрицы расположен на нижней плите. Работа съемника осуществляется от полиуретановых пружин (34). Для направления ленты на нижней плите (3) установлены направляющие ролики (17).

В качестве направляющих элементов используются колонки (29) и (27) втулки. Колонки запрессованы в нижней плите, а втулки в держатели (26), прикрепленные к верхней плите.

В штампе для гибки матрица, выполненная в виде двух секций (3) и (4) установленных в обойме (7) расположена на нижней плите (11), а пуансон (2) закреплен на верхней (1). Вырубленная заготовка укладывается на матрицу между фиксирующими пластинами-трафаретами (5) и (9). При этом центральная часть заготовки опирается на прижим-выталкиватель(6), размещенный между секциями матрицы. (рис.4.2)

Пуансон, подходя к заготовке прижимает ее в центральной части к прижиму, который под давлением пуансона утапливается в матрице. Усилие на прижим (6) передается от пневмоподушки, размещенной в столе пресса через толкатели (22). Гибка производится с подчеканкой в конце рабочего хода, когда прижим-выталкиватель (6) упирается в регулировочную пластину (8). Наличие регулировочной пластины позволяет, изменяя ее толщину регулировать глубину гибки, тем самым корректируя угол пружинения. Имея в комплекте штампа несколько пластин различной толщины, которые перешлифовываются при наладке штампа, процесс подбора нужной величины угла пружинения значительно упрощается.

При возвратном ходе пуансон отходит от детали, а выталкиватель (8) в след за ним перемещается вверх и выталкивает деталь на уровень загрузки, откуда она удаляется пневмосдувом. Для исключения залипания детали к

пуансону в его толще размещен толкатель (21) приводимый в действие пружиной (20).

Для загрузки заготовки в штампе имеется приспособление – трафарет (12). Штамповщик укладывает заготовку в углубление на его плоскости по форме соответствующее форме заготовки. Механический манипулятор при помощи пневмоприсоски забирает заготовку и переносит ее в рабочую зону штампа, укладывая в фиксаторы. При этом исключается перемещение рук рабочего в опасную зону штампа, что ликвидирует вероятность травмирования.

4.2 Прочностные расчеты и выбор материалов для изготовления деталей штампа

При проектировании штампов пользуются нормами на детали штампов. В этом случае не приходится проводить расчеты на прочность тех или иных деталей, т.к. соответствующие расчёты на допустимые напряжения обычно выполнены при разработке нормалей. В тех случаях, когда требуется разработать специальные конструкции штампов, пользуются расчетами основных элементов и плит на прочность.

Проверочному расчёту на прочность подлежат в основном наиболее нагруженные пробивные пуансоны небольших размеров. В нашем случае подвергнем проверочному расчёту пробивной пуансон Ø 9,2 мм.

Расчёт опорной поверхности головки пуансона на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = P/F \leq [\sigma_{\text{сж}}], \quad (4.1)$$

где $\sigma_{\text{см}}$ – напряжение смятия, МПа;

P - усилие на операции, МН;

F- опорная поверхность головки пуансона, м².

$[\sigma_{\text{см}}]$ - допускаемое напряжение на смятие, МПа, $[\sigma_{\text{см}}]=100$ МПа

$$\sigma_{\text{см}} = 0,00199 / 132,732 \cdot 10^{-6} = 21,1 \text{ МПа}$$

Сминающее напряжение составляет $\sigma_{см}=21,1$ МПа < $[\sigma_{см}]=100$ МПа, что меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на смятие выполняется.

Расчет пуансона на сжатие в наименьшем сечении ведётся по формуле:

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

где $\sigma_{сж}$ - напряжение сжатия, МПа;

f - площадь наименьшего сечения пуансона,

$[\sigma_{сж}]$ - допускаемое напряжение на сжатие, МПа, $[\sigma_{сж}]=1600$ МПа;

P - усилие на операции, МН.

Напряжение в пуансоне составит:

$$\sigma_{сж}=0,00199/33,183 \cdot 10^{-6}=84,38 \text{ МПа}$$

Сжимающее напряжение составляет $\sigma_{сж}=84,38$ МПа < $[\sigma_{сж}]=1600$ МПа, что меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на сжатие выполняется.

Расчет нагрузки режущих кромок пуансона ведётся по формуле:

$$\sigma = P/F_{усл} \leq [\sigma_{сж}], (4.3)$$

где σ –напряжение на режущие кромки пуансона, МПа;

P - усилие на операции, МН;

$F_{усл}$ - условная площадь при S/b в наименьшем размере поперечного сечения пуансона при любой конфигурации, м².

При $S/b < 1$, то $F_{усл} = F_k$, (4.4)

где F_k - ширина контактного пояска вдоль контура вырубки, шириной $0,5 \cdot S$.

При $S/b > 1$, то $F_{усл} = f$, (4.5)

где f - площадь наименьшего сечения пуансона, м²

$S/b = 0,8/9,2 = 0,12 < 1$, значит $F_{усл} = F_k$,

$$F_{усл} = 25,52 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$$

Напряжение в режущих кромках пуансона составит:

$$\sigma = 0,00199/25,52 \cdot 10^{-6} = 109,73 \text{ МПа}$$

Сжимающее напряжение на режущих кромках пуансона составляет $\sigma_{сж}=109,73$ МПа < $[\sigma_{сж}]=1600$ МПа, что меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на сжатие режущих кромок выполняется.

При выборе материалов для рабочих деталей штампов ориентируются на ряд параметров:

- прочностные показатели обрабатываемого металла, зависящие от марки материала;
- толщина металла;
- условия работы штампа (быстроходный или тихоходный);
- сложность рабочего контура.

Исходя из этого назначаются оптимальные марки материалов для разных условий.

«Стали, применяемые для изготовления рабочих частей штампов холодной листовой штамповки, делятся на следующие группы»[6]:

1. «Углеродистые инструментальные стали небольшой прокаливаемости (Ø до 25 мм): У8А, У10А, У8, У10.»[12]
2. Легированные стали повышенной прокаливаемости (до Ø 40-50 мм): Х(ШХ15), Х09(ШХ9), 9Х, 9ХС, 9Хф, ХВГ, 9ХВГ, ХГСВФ.
3. Высокохромистые стали высокой прокаливаемости (до Ø 80 мм), высокой износоустойчивости, мало деформируемые при закалке: Х12Ф1, Х12Ф, Х12М, Х12, Х6ВФ, ХГ3СВФ.
4. Легированные стали повышенной вязкости (при твердости HRC 56-58): 4ХС, 6ХС, 4ХВ2С, 5ХВ2С, 6ХВ2С, 5ХВГ.

Применение углеродистых инструментальных сталей ограничивается рабочими частями штампов простой формы толщиной или диаметром до 25 мм. Наиболее пригодны для изготовления штампов стали марок У10А, У10, имеющие более высокую прочность на изгиб, чем другие марки углеродистой инструментальной стали.[12]»

Для матрицы, пуансона пробивного и пуансон-матрицы вырубки совмещенного штампа первой операции техпроцесса выбираем материал Х12МФ по [2] таблица. 197]. Допускаемые заменители У10, Х12Ф, ШХ15.

В штампе гибки, учитывая особенность данной штамповочной операции— гибка с чеканкой и учитывая значительную толщину штампуемого материала 3мм. выбираем для пуансона (2), секций матрицы (3) и (4), прижима-выталкивателя (6) сталь Х12МФ, руководствуясь [I, табл. 197]. Допускаемые заменители Х12Ф1, Х6ВФ .

Основные марки материалов и сталей, применяемых для изготовления всех остальных деталей штампов приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1

«Марки материалов и сталей, применяемых для изготовления различных деталей штампов

Детали штампов	Марки материала		Термообработка
	Основная	Заменители	
Плиты штампов остальные	Стали 40, 50	Ст5	
Хвостовики	Стали 35, 40	Ст4, СТ5	
Колонки направляющие	Сталь 20, Стали 20Х, 50	Ст40Х	Цементировать на глубину 0,5-1 мм, Калить HRC 58-62, Калить HRC 45-50
Втулки направляющие	Сталь 20, Стали 45, 50	Ст40Х	Цементировать на глубину 0,5-1 мм, Калить HRC 58-62, Калить HRC 45-50
Пуансонодержатели	Стали 35, 45	Ст3	
Подкладки под пуансон	Сталь 45,40Х	Ст5	Калить HRC 45-50
Съёмники	Ст3	Сталь 25	
Прижимы,	Стали 40 ,45	Ст5	

направляющие планки, выталкиватели	Стали 20, 20Х		Калить HRC 50-54
Упоры	Сталь 45		Калить HRC 40-45
Штифты	Сталь У8	Ст6	Калить HRC 45-50
Винты	Сталь 45		Калить HRC 40-45
Пружины	Стали 65Г, 60С2	Стальная проволока 11-го класса	Калить HRC 40- 48[9]»

4.3 Определение числа и расположения упругих элементов

Пружины являются наиболее распространённым элементом конструкции штампов, создавая необходимые усилия для прижима заготовки, снятия или выталкивания изделия, для перемещения отдельных деталей штампа относительно друг друга. Их изготавливают как нормализованные детали. Поэтому подбор пружин осуществляем по ГОСТу. Количество и расположение пружин определяются требованиями, предъявляемыми к ним. Пружины должны обеспечить:

- надежную и долговременную работу;
- необходимый ход;
- требуемое усилие.

Ориентировочный выбор пружин по усилию будем производить по ГОСТам и СТП ВАЗа, выбирается пружина, обеспечивающая 10% - 30 % от $P_{сн}$.

Из стандартных пружин по ГОСТ 18793-80 выбирается пружина с оптимальными типоразмерами:

- по развиваемому усилию;
- по высоте в сжатом состоянии;
- по рабочей деформации;
- по диаметру.

В штампе вырубки – пробивки применены пружины для создания необходимого усилия снятия полосы металла с пуансон-матрицы (11), Подбор пружин проводится по рассчитанному в пункте (3.2) усилию снятия $P_{сн.} = 18,9 \text{ кН}$.

Выбираем полиуретановые пружины диаметром 30мм. и высотой 40мм. Полиуретановые пружины при небольших размерах создают значительные усилия и более долговечны при работе на небольших ходах.

В данном штампе величина хода прижима составляет 6мм. При сжатии на такую величину выбранная пружина создает усилие около 200 кг. Выбираем 14 пружин, чтобы иметь небольшой запас по усилию.

В штампе гибки имеется пружина (206), обеспечивающая усилие снятия изделия с пуансона в случае залипания детали к пуансону.

Поскольку гибка в данном штампе выполняется на угол больше чем 90° прочного заклинивания детали на пуансоне не предполагается. Поэтому данная пружина выбирается небольшого усилия по рекомендациям наработанным по результатам эксплуатации штампов подобного типа.

Выбираем пружину из справочного материала по ГОСТу 18793-80.

Данная пружина должна обеспечить ход толкателя (207) величину 5 мм.

Параметры выбранной пружины:

- диаметр – 20мм,
- рабочая деформация – 19,1 мм,
- высота в сжатом состоянии – 39,7 мм,
- развиваемое усилие – 0,042Кн

5. «БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

5.1. Технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс ¹	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1.	Изготовление детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера»	Разнесенная штамповка: Вырубка: автоматизированная линия; гибка: поточно-механизированная линия	Штамповщик	Пресс-автомат Раскин-50, пресс СаСС-50 штамповая оснастка, механический манипулятор[14]»	Сталь 08ПС

5.2 «Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1.	Работа пресс- автомата, поточной линии, штамповой оснастки	Физический-повышенный уровень вибрации	Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции
2.	Работа электродвигателя, кулачковых, зубчатых механизмов и пневмосистемы пресс-автомата. Удаление	Физический-повышенный уровень шума	Электродвигатель, кулачковые, зубчатые механизмы и пневмосистема пресс-автомата. Склизы для деталей и отходов. Работа

	деталей и отходов по склизам. Работа штампов. Осуществление штамповочных операций.		штампов. Штамповочные операции.
3.	Погрузочные, транспортные, разгрузочные работы	Движущие части подвижных механизмов	Прессовое оборудование, механизмы и устройства автоматизации, их незащищенные подвижные части. Для ручного труда. Транспорт
4.	Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	Химический- токсическое воздействие	Смазка подвижных частей оборудования и штамповой оснастки[14]»

5.3. «Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1.	Повышенный уровень вибрации	Регламентированный режим работы, изменение в конструкции фундамента, прогрессивное оборудование, виброизоляция	-
2.	Повышенный уровень шума	Смазка трущихся частей оборудования и штампа,	Ушные вкладыши (беруши),

		средства индивидуальной защиты, использования прогрессивного оборудования, герметизация источника шума	наушники
3.	2 Движущие части подвижных механизмов	И инструктаж по техники безопасности, автоматизация и механизация, двойная изоляция токоведущих частей, расположение токоведущих частей на недоступной высоте, защитные	Спец. костюмы, состоящие из хлопчатобумажных брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы.
3.	Движущие части подвижных механизмов	Ограждения штамповочного пространства; с фронта пресса -фотоэлементы, останавливающие пресс в случае пересечения каким либо предметам светового луча; с тыла- механическая решетка, переносной пульт включения муфты и тормоза пресса, расположенный на расстоянии 1,0-1,5 от пресса, кнопки аварийного останова на» пульте управления загрузчиком для быстрой остановки всей линии,	

		встроенная предохранительная муфта отключает автоматическую линию в случаи перегрузки или при заклинивании грейферной подачи	
4.	Токсическое воздействие	Контроль концентрации токсических веществ. По окончании рабочей смены обязательно снять спецодежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ.»[14]	Респираторы, полумаски

5.4. «Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1.	Автоматизированная линия, поточная линия	Пресс-автомат Раскин-50; пресс с механическим манипулятором Сасс-50	В,Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества[14]»

				кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственны х зонах)	
--	--	--	--	--	--

«Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители	Пожарные автомобили и	Водяные установки и систем пожаротушения	Дымовые датчики и	Рукава пожарные	Противогазы	Пожарные багры	Оповещатели о пожаре (звуковые, речевые)
Песок	Пожарные мотопомпы	Газовые установки и систем пожаротушения	Тепловые датчики и	Пожарный инвентарь	Носилки	Пожарные топоры	Световые указатели и "ВЫХОД"
Кошма	Приспособленные технич.средства (тягачи, прицепы)	Порошк. Установки и систем пожаротушения»	Приемные контрольные приборы	Колонки «а пожарная	Защитные костюмы	Лопаты штыковые	Ручные пожарные извещатели[14]»

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Листовая штамповка деталей на пресс – автомате, на поточной линии с долей ручного труда	Обучение персонала требования ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте; хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения[16]»

«Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Разнесенная штамповка	Пресс - автомат, пресс с механическим манипулятором, штамповая оснастка	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанный смазки, масла и скопление пыли	Использованные смазочные материалы, при замене масла в технологических агрегатах и ряде подобных случаев	Утилизация промасленной ветоши»[14]

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

Наименование технического объекта	Листовая штамповка
Мероприятия по снижению негативного	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха[16]»

антропогенного воздействия на атмосферу	
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«Использование эффективных очистных устройств для сточных промышленных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу»	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами.»

«В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" приведена характеристика технологического изготовления детали "Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера ", перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые материал (таблица 5.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу листовой штамповки детали "Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера ", по видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенный уровень вибрации и шума, производственный травматизм, токсическое воздействие (таблица 5.2). Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно инструктаж по технике безопасности, применение средств автоматизации и механизации, смазка трущихся частей оборудования и штамповой оснастки, изменение в конструкции фундамента, виброизоляция, контроль концентрации токсических веществ и т.д. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 5.3)

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация классов пожара и опасных факторов пожара и разработка средств и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 5.6).

Идентифицированы технологические факторы (таблица 5.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 5.8). [16]»

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Сравнительный анализ технологических вариантов

В данной части работы необходимо провести сравнительный анализ двух вариантов изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера». Существующий технологический процесс - традиционная штамповка в три операции с использованием трех единиц оборудования. Первая операция-вырубка с пробивкой производится на прессе Раскин-50 усилием 0,5Мн., оснащенного механизмами подачи рулонного материала в штамп. Две последующие операции: гибка 1-я и гибка 2-я производятся на прессах СаСС-50 усилием 0,5 Мн. с ручной закладкой заготовок в штамп.

Тип производства - серийный, условия труда- тяжелые

Проектный вариант - вырубка-пробивка на том же прессе Раскин-50, а последующая гибка в одну операцию выполняется на прессе СаСС-50 с закладкой заготовок в штамп при помощи механического манипулятора «МАРК»

Тип производства - серийный, условия труда- нормальные

6.2 «Калькуляция изготовления штампа для проектного варианта

Таблица 6.1

Наименование	Обозначение		Примечание
		Гибка	
1	2	3	5
Материальные затраты	М	34113	
Транспортно - заготовительные расходы	ТЗР	682	0,02от М
Основная заработная плата рабочих	$З_{пл}^{осн.}$	20674	$C_T = 145 \text{ р/ч}$ $T_{гибкa} = 142,5 \text{ н/ч}$
Отчисления на социальные нужды	Сс	6409	31% от $З_{пл}^{осн.}$
Расходы на содержание оборудования	РСО	16512	76,87% от $З_{пл}^{осн.}$
Цеховые расходы	Рцех	17364	83,99% от $З_{пл}^{осн.}$
Цеховая себестоимость	Сцех	95756	

Расчетные данные

Эффективный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_э = (D_p \cdot T_{см} - D_{пр} \cdot T_{сок}) \cdot C(1-B), \text{ где}$$

D_p – рабочие дни;

$T_{см}$ – продолжительность смены;

$D_{пр}$ – предпраздничные дни;

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

C – количество смен.

B – коэффициент, учитывающий время на ремонт оборудования.

$$\Phi_э = (247 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 2(1-0,05) = 3809$$

Эффективный фонд времени работы рабочего:

$$\Phi_{эп} = 30\% \Phi_э = 1142$$

Исходные данные для расчета себестоимости продукции [16]»

Таблица 6.2. Общие исходные данные

№	«Показатели	Обозначение	Значение	
1	Годовая программа выпуска, шт.	Ng	200 000	
2	Эффективный фонд времени работы, час: - оборудования - рабочего		3809 1142	
3	Коэффициент выполнения норм		1,1	
4	Коэффициент многостаночного обслуживания		1,0	
5	Коэффициент потерь времени на отпуск работников, %		11,8	
6	Коэффициент монтажа: - в расчете себестоимости - в расчете капитальных вложений		1,1 0,1	
7	Цена материала, руб/кг		35,74	
8	Цена отходов (металл), руб/кг		1,143	
9	Масса заготовки, кг		0,058	0,021
10	Масса отходов, кг		0,054	0,015
11	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов		1,014	
12	Коэффициенты доплат по заработной плате (от 3 до 5 разряда):			
1)	до часового фонда зарплаты		1,08	
2)	за профессиональное мастерство		1,15	
3)	за условия труда		1,2	

4)	за вечерние и ночные часы		1,1
5)	премиальные		1,1
6)	на социальные нужды		1,31
	Итого общий коэффициент доплат К		2,36
13	Коэффициент загрузки оборудования по мощности		0,8
14	Коэффициент загрузки оборудования по времени		0,7
15	Коэффициент потерь в сети		1,03
16	Коэффициент одновременной работы электродвигателей		0,8
7	Выручка от реализации, % от Ц: • изношенного оборудования -изношенного штампа		5 15
18	Норма амортизации, %		10
19	Коэффициент общепроизводственных (цеховых) расходов		1,72
20	Часовая тарифная ставка, руб./час: • рабочего(3 разряд) • наладчика(5 разряд)		66,71 79,89
21	Цена электроэнергии, руб./кВт		3,8
22	Цена площади, руб./м ²		4500
23	Норматив экономической эффективности[16]»		0,33

Таблица 6.3 «Эксплуатационные данные оборудования

Наименование Оборудования	Усилие, МН	Т _{шт} , мин	Т _{маш} , мин	М _у , кВт	Площадь, М ²	Цена, Руб
Существующий						
• Раскин-50	0,5	0,009	0,006	7,4	12	450 000
• СаСС-50	0,5	0,06	0,023	5,5	8	280 000
Проектный						
СаСС-50 с механической рукой	0,5	0,03	0,023	5,5	8	300 000

Таблица 6.4 Исходные данные об оснастке

№	Наименование штампа	Стойкость штампа $T_{шт}$, ударов	Цена штампа $C_{шт}$, руб.
Существующий			
1	Штамп для вырубки-пробивки	550 000	130 000
2	Штамп для 1-й гибки	650 000	85 000
3	Штамп для 2-й гибки	650 000	91 000
Проектный			
1	Штамп для вырубки-пробивки	550 000	130 000
2	Штамп для гибки	650 000	95 756
3			

6.4 Расчет необходимого количества оборудования, коэффициента загрузки, численности рабочих – операторов и необходимое количество штамповой оснастки

Таблица 6.5

№ п/п	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя[16]»	
			базов.	пр.
1.	Количество оборудования, необходимого для производства годовой программы деталей	$n_{об} = (t_{шт} N_r) / (\Phi_z K_{вн} 60)$ $n_{об1}^{\delta} = 0,009200\ 000 / (38091,160) = 0,007 \approx 12$ $n_{об2,3}^{\delta} = 0,06 \cdot 200\ 000 / (38091,160) = 0,047 \approx 1 \cdot 2_{оп.} = 2$ $n_{об1}^{пр} = 0,009200\ 000 / (38091,160) = 0,007 \approx 1$ $n_{об2}^{пр} = 0,03200\ 000 / (38091,160) = 0,023 \approx 1$	1 2	1 1
2.	Коэффициент загрузки оборудования выполнением данной операции	$K_3 = n_{об}^{рас} / n_{об}^{прин}$ $K_{31}^{\delta} = 0,007 / 1 =$ $K_{32,3}^{\delta} = 0,047 / 1 =$ $K_{31}^{пр} = 0,007 / 1 =$ $K_{32}^{пр} = 0,023 / 1 =$	0,007 0,047	0,007 0,023
3.	Численность рабочих операторов, необходимая, для производства годовой программы деталей, чел.	$P_{оп} = t_{шт} N_r (1 + K_0 / 100) / (\Phi_{зр} K_{мн} 60)$ $P_1^{\delta} = 0,009200\ 000 (1 + 11,8 / 100) / (1142) = 0,02912 \text{ смен} = 2$ $P_{2,3}^{\delta} = 0,06200\ 000 (1 + 11,8 / 100) / (1142) = 0,19512 \text{ смен} = 2 \cdot 2_{оп.} =$ $P_1^{пр} = 0,009200\ 000 (1 + 11,8 / 100) / (1142 \cdot 60) = 0,02912 \text{ смен} = 2$	2 4	2

		$P_2^{np}=0,03200\ 0001+11,8/100)/(11421\ 60)=0,09712\ \text{смен}=2$		2
4.	Количество штамповой оснастки ,шт	$n_{шт}=N_{г}/T_{и}$ $n_{шт1}^{\delta}=200\ 000/550\ 000=0,3631$ $n_{шт2}^{\delta}=200\ 000/650\ 000=0,3071$ $n_{шт3}^{\delta}=200\ 000/650\ 000=0,3071$ $n_{шт1}^{np}=200\ 000/550000=0,3631$ $n_{шт2}^{np}=200\ 000/650000=0,3071$	1 1 1	1 1

6.5. Расчет капитальных вложений.

Таблица 6.6

№	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Существу ющий	Проектн.
1	2	3	4	5
1.	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	$K_{об.} = n_{об.} \cdot C_{об.} \cdot K_3$ $K_{об.61} = 1 \cdot 450\ 000 \cdot 0,007$ $K_{об.62} = 2 \cdot 280\ 000 \cdot 0,047$ $K_{об.пр1} = 1 \cdot 450\ 000 \cdot 0,007$ $K_{об.пр1} = 1 \cdot 300\ 000 \cdot 0,023$	3150 26 320 Σ 29 470	3150 6900 Σ 10050
2	Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_M = K_{об.} \cdot K_{монт}$ $K_{М.6} = 29\ 470 \cdot 0,1$ $K_{М.пр} = 10050 \cdot 0,1$	2947	1005
	Затраты на оснастку, руб.	$K_{и} = C_{шт} \cdot n_{шт}$ $K_{и.61} = 130\ 000 \cdot 1$ $K_{и.62} = 85\ 000 \cdot 1$ $K_{и.63} = 91\ 000 \cdot 1$ $K_{и.пр1} = 130\ 000 \cdot 1$ $K_{и.пр2} = 95756 \cdot 1$	Σ 306 000	Σ 225 756
	Затраты на производственную площадь, руб.	$K_{пл} = n_{об.} \cdot S_y \cdot C_{пл.} \cdot K_3$ $K_{пл.61} = 1 \cdot 12 \cdot 4500 \cdot 0,007$ $K_{пл.62} = 2 \cdot 8 \cdot 4500 \cdot 0,047$ $K_{пл.пр1} = 1 \cdot 12 \cdot 4500 \cdot 0,007$ $K_{пл.пр2} = 1 \cdot 8 \cdot 4500 \cdot 0,023$	378 3384	378 828

			$\Sigma 3762$	$\Sigma 1206$
	Итого	$K_{\text{СОП}} = K_{\text{М}} + K_{\text{И}} + K_{\text{ПЛ}}$ $K_{\text{СОП},6} = 2947 + 306000 + 3762$ $K_{\text{СОП},\text{пр}} = 1005 + 225756 + 1206$	312 709	227 787
3.	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ОБ}} + K_{\text{СОП}}$ $K_{\text{ОБЩ},6} = 29470 + 312709$ $K_{\text{ОБЩ},\text{пр}} = 10050 + 227787$	342179	237 837
4.	Удельные кап. вложения, руб.	$K_{\text{УД}} = K_{\text{ОБЩ}} / N_{\Gamma}$ $K_{\text{УД},6} = 342\,179 / 200\,000$ $K_{\text{УД},\text{пр}} = 237\,837 / 200\,000$	1,71	1,189

6.6 Расчёт себестоимости сравниваемых вариантов

Таблица 6.6

№ п/п	Показатели	Расчетные формулы и расчет	Результаты	
			Базовый.	Проектный.
1.	Материальные затраты, руб.	$M = (M_3 \Pi_{\text{М}} K_{\text{ТЗ}}) - (M_{\text{ОТХ}} \Pi_{\text{ОТХ}})$ $M_{\text{баз}} = (0,05835,741,014) - (0,021 \cdot 1,143) = 2,076$ $M_{\text{пр}} = (0,054 \cdot 35,74 \cdot 1,014) - (0,015 \cdot 1,143) = 1,912$	2,076	1,912
2	Заработная плата рабочих-операторов, руб.	$З_{\text{ПЛ}} = C_{\text{Т}} \cdot P \cdot \Phi_{\text{эр}} K_{\text{ЗПЛ}} K_{\text{З}} / N_{\Gamma}$ $З_{\text{ПЛ}}^{\text{б 3 Р-д}} = (66,71 \cdot 2) \cdot 11422,36 \cdot 0,007 / 200\,000 =$ $З_{\text{ПЛ}}^{\text{б 3 Р-д}} = (66,71 \cdot 4) \cdot 11422,36 \cdot 0,047 / 200\,000 =$ $З_{\text{ПЛ}}^{\text{пр 3 Р-д}} = (66,71 \cdot 2) \cdot 11422,22 \cdot 0,007 / 2 \cdot 200\,000 =$ $З_{\text{ПЛ}}^{\text{пр 3 Р-д}} = (66,71 \cdot 2) \cdot 11422,22 \cdot 0,023 / 200\,000 =$	0,012 0,168 $\Sigma 0,180$	0,012 0,041 $\Sigma 0,053$
3.	Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования, руб.	$P_{\text{а}} = (\Pi_{\text{об}} (1 - B_{\text{р}}) H_{\text{а}} t_{\text{шт}} 1,3 / (\Phi_{\text{э}} K_{\text{ВН}} 60 \cdot 100))$ $P_{\text{а}}^{\text{б}} = (450\,000 \cdot 0,95) \cdot 100,0091,3 / (38091,160100) =$ $P_{\text{а}}^{\text{б}} = [(280\,000 \cdot 0,95) \cdot 100,061,3 / (38091,160100)] \cdot 2 =$ $P_{\text{а}}^{\text{пр}} = (450\,000 \cdot 0,95) \cdot 100,0091,3 / (38091,160100) =$ $P_{\text{а}}^{\text{пр}} = (300\,000 \cdot 0,95) \cdot 100,031,3 / (38091,160100) =$	0,001 0,016	0,001

			$\Sigma 0,017$	0,004 Σ 0,005
4.	Расходы на эл. энергию, руб.	$P_3 = M_{yt_{\text{маш}}} K_{од} K_{м} K_{в} K_{п} \Pi_3 / \text{КПД } 60$ $P_3^6 = 7,40,0060,80,70,8 \cdot 1,03 \cdot 3,8 / (0,860) =$ $P_3^6 = [5,50,0230,80,70,8 \cdot 1,03 \cdot 3,8 / 0,860] \cdot 2 =$ $P_3^{np} = 7,40,0060,80,70,8 \cdot 1,03 \cdot 3,8 / 0,860 =$ $P_3^{np} = 5,50,0230,80,70,8 \cdot 1,03 \cdot 3,8 / 0,860 =$	0,002 0,008 $\Sigma 0,01$	0,002 0,004 $\Sigma 0,006$
5.	Затраты на амортизацию штампового инструмента, руб.	$P_{и} = \Pi_{шт} (1 - B_{рп}) / T_{шт}$ $P_{и1}^6 = 130\,000 (1 - 0,15) / 550\,000 = 0,2$ $P_{и2}^6 = 85\,000 (1 - 0,15) / 650\,000 = 0,11$ $P_{и3}^6 = 91\,000 (1 - 0,15) / 650\,000 = 0,119$ $P_{и1}^{np} = 130\,000 (1 - 0,15) / 550\,000 = 0,2$ $P_{и2}^{np} = 95\,756 (1 - 0,15) / 650\,000 = 0,125$	$\Sigma 0,429$	$\Sigma 0,325$
6.	Расходы на содержание и эксплуата-цию производственн ых, площадей, руб.	$R_{пл} = (\text{Судноб} \Pi_{пл} K_3) / N_{г}$ $R_{пл} \text{ б}_1 = (1245000,007) / 200\,000 =$ $R_{пл} \text{ б}_2 = (8245000,047) / 200\,000 =$ $R_{пл} \text{ пр}_1 = (12145000,007) / 200\,000 =$ $R_{пл} \text{ пр}_2 = (8145000,023) / 200\,000 =$	0,001 0,016 $\Sigma 0,017$	0,001 0,004 $\Sigma 0,005$
7.	Расходы на заработную плату наладчиков, руб.	$\text{Знал} = \text{СтФэрноб} K_{зпл} K_3 / \text{нобсл} N_{г}$ $\text{Знал} \text{ б}_{15р-д} = 79,8911422,36 \cdot 0,007 / 8200\,000$ $\text{Знал} \text{ б}_{25р-д} = 279,8911422,36 \cdot 0,047 / 8200\,000$ $\text{Знал} \text{ пр}_1 \text{ 5р-д} = 79,8911422,36 \cdot 0,007 / 8200\,000$ $\text{Знал} \text{ пр}_2 \text{ 5р-д} = 79,8911422,36 \cdot 0,023 / 8200\,000$	0,001 0,006 $\Sigma 0,007$	0,001 0,003 $\Sigma 0,004$
	Технологическая себе-стоимость, руб.	$\text{Стех} = M + \text{Зпл} + P_a + P_3 + P_{и} + R_{пл} + \text{Знал}$ $\text{Стех}_6 = 2,07 + 0,18 + 0,017 + 0,01 + 0,429 + 0,017 + 0,007 = 2,73$	2,73	

		$\text{Стех}_{\text{пр}}=1,912+0,053+0,005+0,006+0,325+0,005+0,004=2,31$		2,31
8.	Общепроизводственные (цеховые) расходы, руб	$\text{Рцех}=3\text{плКцех}$ $\text{Рцехб}=0,181,72=0,309$ $\text{Рцех}_{\text{пр}}=0,0531,72=0,091$	0,309	0,091
9.	Общепроизводственная (цеховая) себестоимость, руб	$\text{Сцех}=\text{Стех}+\text{Рцех}$ $\text{Сцехб}=2,73+0,309=3,039$ $\text{Сцех}_{\text{пр}}=2,31+0,091=2,401$	3,039	2,401

Таблица 6.7 6.6. Структура себестоимости сравниваемых вариантов.

№	«Наименование затрат	Сумма, руб.		Доля, %	
		Существующ	Проектны й	Существующ	Проектны й
1. 1	Материалы	2,07	1,912	68,16	79,6
1. 2	Заработная плата основных и вспомогательных рабочих	0,180	0,053	5,9	2,2
3.	Расходы на содержание оборудования	0,017	0,005	0,5	0,2
4.	Расходы на электроэнергию	0,01	0,006	0,3	0,2
5.	Расходы на произв. площадь	0,017	0,005	0,5	0,2
6.	Расходы на штам. оснастку	0,429	0,325	14,1	13,5
7.	Расходы на заработную плату наладчиков	0,007	0,004	0,2	0,1
8.	Общепроизводственные расходы	0,309	0,091	10,1	3,7
	Общепроизводственная себестоимость	3,039	2,401	100	100[1]»

6.8. Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.

Таблица 6.9

№	Показатели	Расчетные формулы	Значение показателя	
			Существующ.	Проектн.
1.	Приведенные затраты, руб.	$З_{пр} = C_{цех} + E_n \cdot K_{уд}$ $З_{пр}^6 = 3,039 + 0,33 \cdot 1,71$ $З_{пр}^{пр} = 2,401 + 0,33 \cdot 1,189$	3,603	2,793
2.	Условно-годовая экономия от снижения себестоимости, руб.	$\Theta_{уг} = (C_{цех}^{баз} - C_{цех}^{пр}) \cdot N_{г}$ $\Theta_{уг} = (3,039 - 2,401) \cdot 200\,000$	127 600	
3.	Срок окупаемости капвложений, год	$T_{ок} = K_{и. пр} / \Theta_{уг}$ $T_{ок} = 225\,756 / 127\,600 = 1,769$	≈ 2	
4.	Годовой экономический эффект, руб.	$\Theta_{г} = (З_{пр}^{баз} - З_{пр}^{пр}) \cdot N_{г}$ $\Theta_{г} = (3,603 - 2,793) \cdot 200\,000$	162000	

Вывод

В результате внедрения нового технологического процесса изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера» было выявлено, что себестоимость детали снизилась с 3,039руб. до 2,401 руб.- на 0,638 руб. (т.е. на 21%), за счет:

1. экономии материала на 0,004кг.;
2. уменьшения трудоемкости ;
3. снижения затрат на основную заработную плату рабочих за счет уменьшения их численности;
4. снижения затрат на амортизацию и эксплуатацию оборудования ;
5. уменьшения затрат на штамповую оснастку за счет уменьшения числа штампов с 0,429руб. до 0,325 руб.

Условно годовая экономия составляет 127600 рублей; годовой экономический эффект составляет 162000рублей при сроке окупаемости штамповой оснастки в течение двух лет.

Заключение

В данной работе процесс изготовления детали «Кронштейн теплоизолирующего щитка стартера» был переведен в автоматический режим. Разработан новый технологический процесс и произведен выбор оборудования для проведения штамповочных операций – многопозиционный пресс-автомат «Марк», подобраны средства автоматизации, сконструирована штамповая оснастка.

Исследования по безопасности и экологичности проекта показали, что данный технологический процесс является предпочтительней, чем существующий, так как устраняются многие опасные и вредные производственные факторы, условия работы рабочих улучшаются.

Как показали экономические расчёты, автоматизированный технологический процесс имеет ряд преимуществ. Уменьшается трудоемкость изготовления детали, стойкость штамповой оснастки увеличивается, снижаются затраты на производственные площади и электроэнергию, в результате чего уменьшается себестоимость изготовления детали. Таким образом, можно сделать вывод, что цель бакалаврской работы достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с., ил.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
4. Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
5. Лахтин. Конструкционные материалы и термическая обработка сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1984 – 370 с.
6. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1974 – 318 с.
7. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
8. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – Москва: Машиностроение, 1973.- 408 с.
9. Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.

10. Фетисова Т. С. Проектирование литьевых форм для изготовления пластмассовых изделий : учеб. пособие / Т. С. Фетисова ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 101 с. : ил. - Библиогр.: с. 100. - 31-00.
11. Скрипачев А.В. Технологичность листовых штампованных деталей. Методические указания по технологии листовой штамповки / А.В. Скрипачев, И.Н. Матвеев. – Тольятти: ТолПИ, 1992.
12. Попов Е.А. Теория листовой штамповки. – Л.: Машиностроение, 1973. – 430 с.
13. Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки. – Тольятти: ТГУ, 2002. – 65 с.
14. 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
15. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 423 с.
16. Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В.Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007.-19 с.
17. Lovell, M. Increasing formability in sheet metal stamping operations using environmentally friendly lubricants / M. Lovell, C.F Higgs, P. Deshmukh, A. Mobley// Journal of Materials Processing Technology. -2006. -№ 177. С. 87-90.

18. Improvement of part quality in stamping by controlling blank-holder force and pressure / M.A. Ahmetoglu, T. Altan, G.L. Kinzel // Journal of Materials Processing Technology. – 1992. - № 33. C. 195-214.
19. Giardini, C, Ceretti, E., Conti, C., A study of an application of double sheet hydro forming, ESAFORM 2004, pp 563–566, Trondheim, Norway, 2004.
20. Situ, Q., Jain, M., Bruhis, M., A New Approach to Obtain Forming Limits of Sheet Materials, ESAFORM 2006, pp. 299–302, Glasgow, United Kingdom, April 26–28, 2006.
21. Takuda, H, Forming Limit Prediction of Sheet Metals by Means of Some Criteria for Ductile Fracture, ESAFORM 2003, pp. 171–174, Salerno, Italy, April 28–30, 2003.

Приложение

Перв. примен.	Формат	Лист	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документация		
Справ. №	A1			17.БР.СОМДирП.638.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
					Детали		
	A1	1		17.БР.СОМДирП.638.61.00.001	Плита держная	1	НВ 241...285
	A1	2		17.БР.СОМДирП.638.61.00.002	Пуансон	1	НRC 57...61
	A1	3		17.БР.СОМДирП.638.61.00.003	Секция матрицы	1	НRC 59...63
	A1	4		17.БР.СОМДирП.638.61.00.004	Секция матрицы	1	НRC 59...63
	A1	5		17.БР.СОМДирП.638.61.00.005	Графарет	1	НRC 37...42
	A1	6		17.БР.СОМДирП.638.61.00.006	Прижим	1	НRC 51...55
	A1	7		17.БР.СОМДирП.638.61.00.007	Обаима	1	НВ 241...285
	A1	8		17.БР.СОМДирП.638.61.00.008	Планка	1	НRC 46...51
	A1	9		17.БР.СОМДирП.638.61.00.009	Графарет	1	НRC 37...42
	A1	11		17.БР.СОМДирП.638.61.00.011	Плита нижняя	1	НВ 241...285
	A1	12		17.БР.СОМДирП.638.61.00.012	Графарет	1	НRC 37...42
	A1	13		17.БР.СОМДирП.638.61.00.013	Опора	1	
A1	14		17.БР.СОМДирП.638.61.00.014	Крошителин	1		
Взам. инв. №					Стандартные изделия		
			15		Втулка ГОСТ 13121-83	2	
			16		Держатель ГОСТ 18784-80	2	
			17		Колодка ГОСТ 13119-81	2	
			18		Хвостовик ГОСТ 16718-71	1	
			19		Пробка М24 ГОСТ 12202-66	1	
			20		Пружина 1086-0986 ГОСТ 18793-80	1	
	Инв. инв. №						
				17.БР.СОМДирП.638.61.00.000			
Изм	Кол	№ докум	Подпись	Дата	Штамп для зубки		
Разраб.	Котков А.В.						
Пробер.	Степин Е.А.						
И. контр.	Витколов В.Г.				ТГУ СОМДирП		
Утв.	Ельцов В.В.						

[illegible]

Первич.примеч.	Формат	Лист	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №					Документация				
	A1			17.БР.СОМДиРП.638.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж				
					Сборочные единицы				
	A1	10		17.БР.СОМДиРП.638.61.010.000	Ролик направляющий	4			
					Детали				
	A1	1		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.001	Плита верхняя	1	НВ 241...285		
	A1	2		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.002	Накладка	1	НРЕ 37...42		
	A1	3		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.003	Плита нижняя	1	НВ 241...285		
	A1	4		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.004	Выталкиватель	1	НВ 241...285		
	A1	5		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.005	Толкатель	1	НРЕ 37...42		
	A1	6		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.006	Матрица	1	НРЕ 59...63		
	A1	7		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.007	Подкладка	1	НРЕ 46...51		
	A1	8		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.008	Держатель	1	НРЕ 37...42		
	Подпись и дата	A1	9		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.009	Траверса	1	НРЕ 37...42	
A1		11		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.011	Пунсон-матрица	1	НРЕ 57...61		
A1		12		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.012	Съемник	1	НВ 241...285		
A1		13		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.013	Планка	1	НРЕ 37...42		
A1		14		17.БР.СОМДиРП.638.61.00.014	Планка	1	НРЕ 37...42		
A1		15		17.БР.СОМДиРП.638.61.010.015	Карпус	1			
A1		16		17.БР.СОМДиРП.638.61.010.016	Втулка	1			
A1		17		17.БР.СОМДиРП.638.61.010.017	Втулка	1			
A1		18		17.БР.СОМДиРП.638.61.010.018	Гайка	1			
В зачет инв. №									
Подпись и дата									
	17.БР.СОМДиРП.638.61.00.000								
	Изм.	Кол.	№ докум.	Подпись	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.	Катков А.В.				Штамп для вырубки, пробивки	Лист	Лист	Листов
	Провер.	Емелин Е.А.						1	2
	Н. контр.	Витколов В.Г.					ТГУ СОМДиРП		
	Утв.	Ельцов В.В.							

[illegible]