

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Машины и технология обработки металлов давлением

направленность (профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для
изготовления детали «Прокладка пробки»

Студент

И. А. Новиков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В. А. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А. Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И. В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В. Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н. В. Андрюхина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д-р.техн.наук, проф. В.В. Ельцов

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Данная бакалаврская работа показывает разработку технологического процесса изготовления изделия «Прокладка пробки», а так же разработана штамповая оснастка для данного изделия.

В работе рассматривается технологичность изготовления детали в новом раскрое полосы, расчет энергосиловых параметров операций, использование материала для нового технологического процесса, так же была спроектирована новая штамповая оснастка, необходимая для изготовления детали. Было выявлено, что спроектированный тех. процесс, позволяет остаться на старом оборудовании, что положительно скажется на скорости внедрения нового технологического процесса на производство, так как не будет производиться замена прессов.

В записке так же изложены все требования по охране труда. Экономическая часть содержит в себе анализ двух технологических процессов, их сравнения в экономическом аспекте: капиталовложение, себестоимость деталей, непосредственная выгода проектной технологии от существующей.

Основная цель данной выпускной квалификационной работы уменьшение себестоимости изделия, путем изменения раскроя ленты.

ABSTRACT

The title of the bachelor's thesis is «Design of the technological process of the camshaft master cylinder housing seal ».

The key issue of the bachelor's thesis is the improvement of the technological process for metall saving, increasing of performance and reducing time to make one part.

Special emphasis is laid on space on sheet's delineation. Actually it's a main issue of bachelor's thesis, because correct position of workpieces on sheet gives us some big advantages in manufacturing. It improves all technological process, namely, there is a direct saving of metal and increasing of details number that we can produce in a year, increase in the income of the enterprise due to reduction of the cost of the part.

We outline how we get this result and what we used for new technological process design.

The special part of the project gives details about application of CAD/CAE technologies for analyzing. With the help of CAD/CAE analysis we can estimate the results of designed technological process without the costs of equipment.

Obtained results show clearly that new technological process is better than we had. We were able to increase the revenue from the production of this part. The payback period of this technological process was for about two years.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. Глава 1. Анализ исходных данных.....	7
1.1. Анализ технологичности данной детали.....	7
1.2. Описание существующего тех. процесса детали.....	8
1.3. Выявление недостатков данного тех. процесса.....	10
1.4. Задачи бакалаврской работы.....	10
2. Глава 2. Разработка технологической части.....	11
2.1. Схема предлагаемого тех. процесса.....	11
2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки.....	12
2.3. Проектирование раскроя и определение КИМа.....	12
2.4. Определение энерго-силовых параметров.....	12
3. Глава 3. Выбор используемого оборудования.....	16
3.1. Критерии выбора.....	16
3.2. Выбор средств автоматизации.....	17
4. Глава 4. Разработка штампа.....	19
4.1. Работа штамповой оснастки.....	19
4.2. Расчет на прочность и выбор материала.....	20
4.3. Упругие элементы в штампе.....	21
5. Глава 5. Применение CAD/CAE технологий.....	23
5.1. Описание решаемых задач.....	23
5.2. Построение геометрии (CAD-моделирование).....	23
5.3. Проведение численного моделирования (CAE-расчет).....	25
6. Глава 6. Безопасность и экологичность объекта.....	30
6.1. Тех. характеристика объекта.....	30
6.2. Идентификация вредных факторов производства.....	30
6.3. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда.....	30
6.4. Пожарная безопасность производственного участка.....	31
6.5. Обеспечение пожарной безопасности.....	31
6.6. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	33
6.7. Экологическая безопасность.....	33

7. Глава 7. Экономическая часть	36
7.1. Сравнение текущего и проектного вариантов	36
7.2. Необходимое оборудование, численность рабочих, необходимое количество штамповой оснастки, коэффициент загрузки.	36
7.3. Расчет необходимого оборудования, численности рабочих, необходимого количества штамповой оснастки, коэффициента загрузки	38
7.4. Расчет необходимого оборудования, численности рабочих, необходимого количества штампов.....	39
7.5 Капитальные вложения.....	40
7.6. Себестоимость продукции по сравниваемым вариантам	41
7.7. Экономическая эффективность проектного варианта.	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	45
ПРИЛОЖЕНИЕ	48

ВВЕДЕНИЕ

В мире, листовой металл занял одну из лидирующих позиций по используемым материалам, на данный момент. Он довольно распространен в самых разных отраслях, как пример, аэрокосмическая промышленность, пищевая промышленность, машиностроительная промышленность, промышленность строительных материалов и др.

«Листовой металл относится к материалам, которые имеют большой коэффициент отношения площади поверхности к объему. Лист металла обычно формообразуется холодной штамповкой, однако возможна горячая обработка заготовок. Детали, изготовленные холодной штамповкой имеют высокую прочность, хорошую поверхность и точные допуски.» [24]

«Развитие машиностроения требует дальнейшего улучшения технологических процессов и повышения производительности труда.» [8]

В данной работе рассматривается повышение эффективности производства, путем изменения раскроя на полосе, что приведет к росту производительности, снизит время изготовления одной единицы детали, увеличит доход предприятия.

Полностью пересмотрено положение заготовок на полосе: изменены расстояния между заготовками, изменены перемычки, а так же, задан новый шаг ленты.

1. Анализ исходных данных

1.1. Анализ технологичности данной детали

Технико-экономические показатели, являются одним из показателей технологичности изделия, поэтому, все требования, выдвигаемые к этим показателям, должны строго соблюдаться.

«Технологичность – это совокупность качеств и конструктивных компонентов, гарантирующие простое и экономическое производство при соблюдении технических и эксплуатационных требований к составляющим.» [8]

Основные технико-эксплуатационные положения к деталям, по словам автора [10], следующие:

- обеспечение прочности, жесткости сплава;
- предоставление нужной взаимозаменяемости;
- соответствие специальным физическим и химическим условиям.

По мнению автора [10], к основным признакам относятся:

- высокий показатель использования металла;
- небольшое количество и наименьшая трудозатратность операций;
- отсутствие механической обработки после операций;
- минимизация оснащения, требуемого для производства;
- минимальные сроки, расходы, минимум оснастки;

Себестоимость штампованных элементов, это признак технологичности.

Разный род производства требует разной технологии изготовления. Так, например, что для мелкосерийного производства будет технологичным, для крупносерийного производства окажется совершенно не подходящим.

По мнению автора [5], следующие технологические условия предъявляются для конструкции листовых штампованных элементов:

- мех. свойства листового материала обязаны отвечать условиям упругости, прочности, жаропрочности, жесткости и т.п.;

- металл укрепляется вместе с пластической деформацией, это повышает его прочностные свойства;
- повышение несущей способности и жесткости деталей осуществляется созданием специальных компонентов: ребер жесткости, формовок, отбортовок;
- развертка детали гарантирует высокий показатель использования материала;
- Отдавать предпочтение штампованным системам взамен кованных, литых;
- уменьшение единичных элементов в узлах;

Так как в данном технологическом процессе заготовки получают из полосы, то требуется оптимизировать расход материала, выбрав рациональный раскрой.

«Раскрой - это отыскание наиболее эффективного размещения заготовок (или плоских деталей) в листе (полосе, ленте), относительно друг друга и кромок листового проката.» [20]

1.2. Описание существующего тех. процесса детали.

Тех. процесс изготовления данной детали включает три операции:

- 10) Пробивка трех отверстий 8 мм;
- 20) Пробивка трех отверстий 22 мм;
- 30) Вырубка трех заготовок 28 мм;

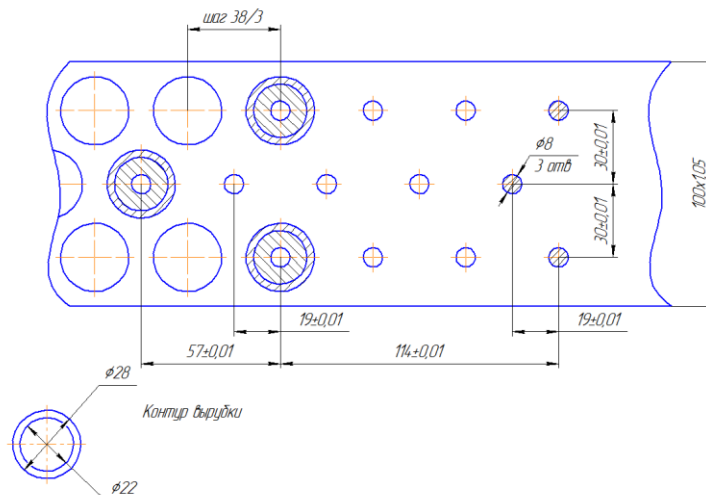


Рисунок 1.1 Карта технологического процесса данной полосы

Все операции выполнены на одном штампе и на одном прессе.

Операция 10 - Пробивка трех отверстий 8мм

Пробивка заготовок происходит из ленты на прессе Раскин-50, пресс простого действия усилием 0,5 МН, пресс оснащен устройством подачи материала в зону обработки: устройством разматывания, устройством подачи и правки ленты. Операция пробивки отверстия 8 мм нужна для того, что бы в зафиксировать заготовку для дальнейших операций.

Операция 20 - Пробивка трех отверстий 22 мм

На данной операции выполняется пробивка отверстия для предания детали окончательного вида, перед тем, как она будет вырублена из полосы и передана на дальнейшую обработку.

Операция 30 - Вырубка трех отверстий 28 мм

Финальная операция, по завершению которой деталь вырубается из ленты и удаляется из штампа.

В данном технологическом процессе коэффициент использования металла составляет — КИМ=0,18.

1.3. Выявление недостатков данного тех. процесса

При рассмотрении текущего тех. процесса изготовления детали «Прокладка пробки» обнаружены следующие минусы:

1. Количество заготовок на одной полосе не рационально мало. Что влечет за собой маленькую производительность за один шаг ленты;
2. Не рациональный раскрой ленты, а именно расстояние между заготовками, и расстояние между краями ленты и заготовками(перемычки), что в свою очередь дает низкий показатель использования материала;

1.4. Задачи бакалаврской работы

Опираясь на недостатки базового тех. процесса, разработать технологический процесс, исключая вышеприведенные минусы, а именно:

- Изменить ширину ленты, поместив на нее больше заготовок
- Изменить раскрой материала, повысив при этом КИМ;
- Изменить штамповую оснастку под новый технологический процесс;
- Выполнить экономический анализ предлагаемого тех. процесса, для подтверждения его целесообразности.

2. Разработка технологической части

«При разработке тех. процесса рассматривают несколько условий, на которых основывается выбор метода штамповки.

- 1)размеры и форма детали;
- 2)толщина и марка материала;
- 3)точность изготовления поверхности детали;
- 4)размер партии;
- 5)наличие необходимого оборудования.» [10]

Рассмотрев каждый фактор подробно, нужно выбрать оптимальный вариант штамповки.

Толщина и свойства материала определяют вид штамповки (горячая или холодная). Точность финальной заготовки и предполагаемое количество в партии определяют метод штамповки выгодной для данной технологии.

«При разработке технологических процессов холодной листовой штамповки должны быть решены следующие технологические вопросы:

- определение наиболее выгодного раскроя материала и наименьших размеров заготовки;
- установление характера, количества и следующих операций;
- выбор уровня сложности операций;
- установление кол-ва одновременно штампуемых элементов;
- установление операционных размеров и формирование операционных допусков.» [5]

Оптимальный технологический процесс включает в себя как и низкую себестоимость разрабатываемой детали, так и общую экономическую выгоду всего тех. процесса.

2.1. Схема предлагаемого тех. процесса

В разработанном тех. процессе изменяются перемычки, они делаются меньше, для большей экономии материала. Так же изменена ширина полосы,

и количество заготовок на одной полосе. Уменьшено расстояние между деталями. Все это приводит к увеличению КИМа, и к увеличению эффективности штамповки, так как за один шаг ленты будет вырубаться больше деталей и экономиться больше материала.

2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки

«В массовом производстве большая роль отведена точному определению формы и размеров исходной заготовки. Определение размеров исходной заготовки необходимо для построения рационального раскроя ленты.» [13]

Рациональность раскроя зависит от назначенных перемычек. Перемычки компенсируют погрешности подачи материала и фиксируют его в штампе, обеспечивая полную вырезку заготовки по всему контуру, уменьшая количество бракованных деталей. В месте с тем, перемычки должны быть достаточно прочными и жесткими, для нормальной подачи материала.

2.3. Проектирование раскроя и определение КИМа

Исходный материал: медь МЗ мяг., лента, толщина ленты один и пять сотых миллиметра, ширина ленты сто сорок пять миллиметра. Шаг тридцать миллиметров.

Расположение заготовок в ленте пятирядное.

$$\langle \eta = F_d / B \times t , \quad (2.1)$$

где F_d – площадь вырубаемой заготовки;

B – Ширина ленты;

t – Шаг подачи.»[8]

$\eta = 0,27$, 27% материала используется для заготовки.

Коэф. использования материала значительно увеличился.

2.4. Определение энергосиловых параметров

Проектный тех. процесс состоит из трех операций:

1. Пробивка отверстия 8 мм;

2. Пробивка отверстия 22 мм;
3. Вырубка заготовки 28 мм;

«Усилие пробивки отверстия 8 мм вычисляется по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (2.2)$$

где L – это длина пробиваемого контура;

S – это толщина металла;

$\sigma_{\text{ср}} = 180$ МПа - это сопротивление срезу;

$$P = 2373 \text{ Н}$$

«Необходимое усилие для снятия полосы с пуансона:

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

где P - полное усилие пробивки;

$k_{\text{сн}}$ – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, $k_{\text{сн}} = 0,1$ » [8].

$$P_{\text{сн}} = 189 \text{ Н}$$

«Необходимое усилие проталкивания заготовок через матрицу:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} \times P \times n, \quad (2.4)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэф., соотношения $P_{\text{пр}}$ и P ,

$$k_{\text{пр}} = 0,08;$$

n – количество деталей, в шейке матрицы;

$$n = 8$$
 [8]

$$P_{\text{пр}} = 1899 \text{ Н}$$

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{сн}} + P + P_{\text{пр}} \quad (2.5)$$

$$P_{\text{общ}} = 4461 \text{ Н}$$

«Работа резания при пробивке:

$$A = P_{\text{общ}} \times S / 1000$$
 [8]. (2.6)

$$A = 4,68 \text{ Н/мм}$$

«Усилие пробивки отверстия 22 мм вычисляется по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}, \quad (2.7)$$

где L – это длина пробиваемого контура;

S – это толщина металла;

$\sigma_{\text{ср}} = 18 \text{ кгс/мм}^2$ - сопротивление срезу.

$$P = 6528 \text{ Н}$$

«Необходимое усилие для снятия полосы с пуансона:

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \times P, \quad (2.8)$$

где P - полное усилие пробивки;

$k_{\text{сн}}$ – коэффициент, определяемый в зависимости от типа штампа и толщины материала, $k_{\text{сн}}=0,1$ » [8].

$$P_{\text{сн}} = 522 \text{ Н}$$

«Необходимое усилие проталкивания заготовок через матрицу:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} \times P \times n, \quad (2.9)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэф., соотношения $P_{\text{пр}}$ и P ,

$$k_{\text{пр}} = 0,08;$$

n – количество деталей, в шейке матрицы;

$$n = 8$$
 [8]

$$P_{\text{пр}} = 5222 \text{ Н}$$

$$\langle P_{\text{общ}} = P_{\text{сн}} + P + P_{\text{пр}} \rangle [8]. \quad (2.10)$$

$$P_{\text{общ}} = 12272 \text{ Н}$$

«Усилие резания пробивки:

$$A = P_{\text{общ}} \times S / 1000 \rangle [8]. \quad (2.11)$$

$$A = 12,88 \text{ Н/мм}$$

«Усилие вырубки отверстия 28 мм вычисляется:

$$P = \sigma_{\text{ср}} \cdot S \cdot L, \quad (2.12)$$

L – это длина контура;

S – это толщина металла;

$\sigma_{\text{ср}} = 18 \text{ кгс/мм}^2$ - сопротивление срезу.

$$P = 1780 \text{ Н}$$

«Работа резания при вырубке:

$$A = P \times S / 1000 \gg [8]. \quad (2.13)$$

$$A = 1,86 \text{ H/мм}$$

3. Выбор используемого оборудования

3.1. Критерии выбора

«Когда выбирают пресс, обязательно ориентируются на следующие суждения:

- 1) Величина хода ползуна должна быть в соответствии с прессом;
- 2) Номинальное усилие пресса должно перекрывать требуемое для штамповки заготовки;
- 3) Мощность пресса должна подходить для работы;
- 4) Закрытая высота должна быть равной закрытой высоте штампа или быть больше;
- 5) У пресса должна быть нужная жесткость;
- 6) Должно быть предусмотрено наличие спец. устройств и приспособлений;
- 7) Безопасность и удобство обслуживания должны соответствовать требованиям.» [6]

Жесткость, напряжение, закрытая высота, величина хода, параметры стола пресса — основные параметры выбора пресса. Но в первую очередь смотрят на номинальное усилие оборудования.

Проанализировав данные критерии выбора оборудования, можем подытожить, что для этого технологического процесса, подходит тот же пресс, который использовался для изначального тех. процесса, пресс Раскин 50.

Все параметры данного пресса удовлетворяют требованиям технического процесса.

«Тех. характеристики прессы Раскин-50:

Модель прессы: Раскин-50

Номинальное усилие прессы: 500 кН

Ход ползуна: 70 мм

Регулировка хода: 65 мм

Закрытая высота: 315 мм

Регулировка закрытой высоты: 80 мм

Размеры стола: 500х600 мм

Размеры ползуна: 200х270

Номинальная мощность электродвигателя прессы: 7,4 кВт

Число ходов в минуту: 80

Уровень подачи ленты: 90...120 мм»

3.2. Выбор средств автоматизации

Автоматизация в производстве существенно увеличивает производительность труда и обеспечивает более безопасную работу на производстве.

Автоматизация данного тех процесса выглядит следующим образом:

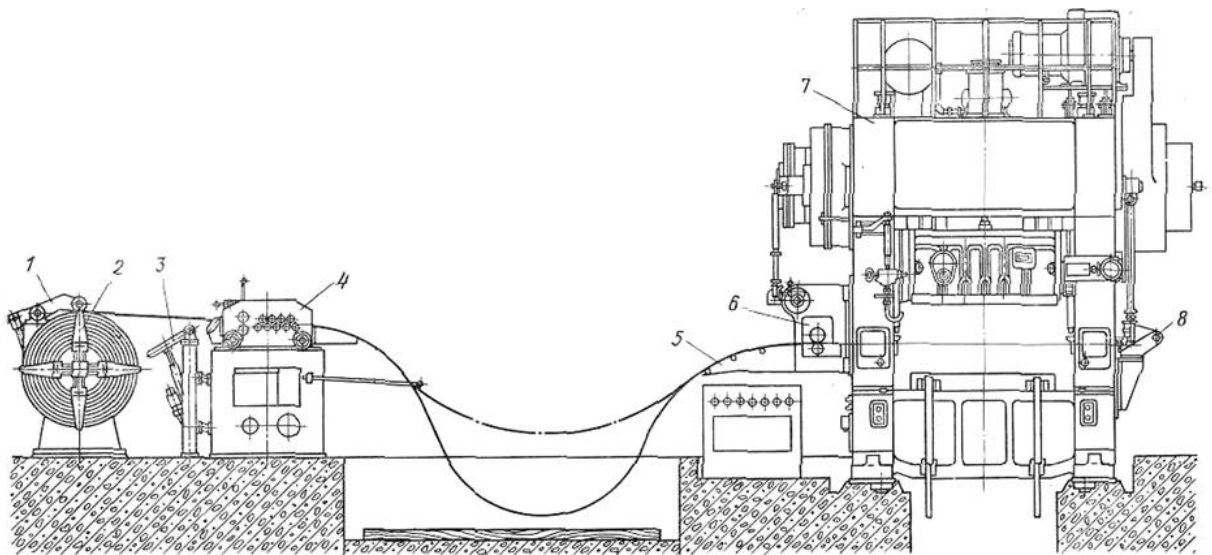


Рисунок 3.1 Автоматическая линия

1. Прижимной ролик для рулона
2. Рулоноразматыватель
3. Приспособления, облегчающие отделение торца ленты и его заправку
4. Правильная машина
5. Входная проводка (имеет концевой выключатель для контроля наличия ленты)
6. Подающее устройство, валковая подача толкающего типа (на выходе из волков, лента проходит смазывающие валки)
7. Пресс
8. Удаляющее устройство - ножницы для резки отходов (привод от вала прессы)

4. Разработка штампа

«При проектировании штамповой оснастки, нужно опираться на следующие требования:

- 1) Штамп должен гарантировать эффективность, качество и производительность детали, заданную в технологическом процессе;
- 2) Надежность и безопасность работы;
- 3) Минимальная металлоемкость и упор на использование стандартизированных узлов и деталей;
- 4) Транспортировка частей штампа и его в целом;
- 5) Подгонка и крепление штампа на оборудовании;
- 6) Обеспечение технологичности и сборки деталей штампа.» [23]

Помимо всех приведенных выше требований, в конструкцию штампа вносятся изменения, связанные со специфичностью разных технологических процессов.

4.1. Работа штамповой оснастки

В многооперационном штампе на первой операции пробивки пуансон находится на верхней плите, а матрица на нижней, лента прижимается с помощью прижима, усилие которого создается при помощи полиуретановых пружин, прижим расположен на верхней плите штампа.

Для второй и третьей операции используются пуансон для пробивки на верхней плите штампа вместе с матрицей для вырубки. На нижней плите располагается пуансон-матрица для пробивки и вырубки детали по контуру. Для этих операций используется прижим-съемник, который находится на нижней плите штампа. Усилие прижима так же создается осуществляется полиуретановыми пружинами.

На первой операции деталь сталкивается с пуансона при помощи отлипателя. Для сбрасывания заготовки с пуансона при вырубке

используется выталкиватель, который приходит в действие через систему толкателей и траверсы входящей в действие от выталкивателя пресса.

4.2. Расчет на прочность и выбор материала

«Рассчитываем поверхность пуансона на смятие:

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

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

P – усилие операции, МН;

F – опорная поверхность, м².

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допускаемое напряжение, МПа, $\sigma_{\text{см}} = 100$ МПа

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{0,0004746}{9,42} \cdot 10^{-6} = 50,38 \text{ МПа}$$

Напряжение составило $\sigma_{\text{см}} = 50,38 \text{ МПа} < \sigma_{\text{см}} = 100 \text{ МПа}$, это меньше допускаемого, условие выполняется.»[8]

«Рассчитываем пуансон на сжатие в наименьшем сечении:

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

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

f – площадь сечения,

$[\sigma_{\text{сж}}]$ – допускаемое напряжение, МПа, $\sigma_{\text{сж}} = 1600$ МПа

P – усилие операции, МН.

Напряжение составило $\sigma_{\text{сж}} = 75,6 \text{ МПа} < \sigma_{\text{сж}} = 1600 \text{ МПа}$, это меньше допускаемого, условие выполняется.»[8]

«Рассчитываем продольный изгиб пуансона:

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{E \cdot I}{n \cdot P}}, \quad (4.3)$$

где E – модуль упругости ($2,2 \cdot 10^6$ МПа);

P – усилие на операции, МН;

I – момент инерции, см²;

n – коэффициент безопасности;»[8]

$$l = 4,43 \frac{2,2 \cdot 10^6 \cdot 0,63}{4 \cdot 474} = 11,9 \text{ см}$$

Выбор материала зависит от некоторых факторов:

- темп работы штампа
- прочностные показатели металла;
- вид рабочего контура;
- толщина металла.

Опираясь на это, выбираем оптимальную марку материала:

Для пробивного пуансона и матрицы, а также пуансон-матрицы вырубки выбираем Х12МФ по [14, табл. 197].

Для штамповой плиты выбираем Сталь 40;

Хвостовики: Сталь 40;

Колонки направляющие: Ст40Х;

Втулки направляющие: Сталь 45;

Держатели: Сталь 45;

Съемники: Ст3;

Направляющие, выталкиватели, прижимы, планки: Стали 45, 40

Упоры: Сталь 45;

Штифты: Сталь У8;

Винты: Сталь 45;

4.3. Упругие элементы в штампе

«Количество и расположение пружин определяются требованиями, предъявляемыми к ним. Пружины должны обеспечить:

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

Выбирается пружина, обеспечивающая 15% - 30 % от $P_{сн}$. »[8]

Выбираем упругий элемент по ГОСТ, нас интересует:

- Рабочая деформация
- Развиваемое усилие
- Высота в жатом состоянии
- Диаметр

Выбор пал на полиуретановые пружины. Для первой операции вырубки возьмем пять пружин диаметром 28 миллиметров и высотой 40 миллиметров. Для второй пробивки и вырубки заготовки возьмем восемь пружин с теми же параметрами. Итого, для нашего штампа задействованы 13 полиуретановых пружин.

5. Применение CAD/CAE технологий

5.1. Описание решаемых задач

Процесс моделирования с помощью CAE-анализа, а именно DEFORM 2D/3D. CAE-анализ позволяет множество задач:

- 1) Проверка напряжений деформаций и т.д.
- 2) Проверка на технологичность процесса, с заданными условиями.
- 3) Анализ геометрии, построенной в CADсистемах.
- 4) Определение погрешности в изделии или инструментах.

Проектирование вCAD/CAEпрограммных продуктов NXSiemens9, DEFORM позволяет избежать лишних затрат на проведение испытаний, проектирования штамповой оснастки, позволяет экономить много времени.

5.2. Построение геометрии (CAD-моделирование)

Так как заготовка симметричная и представляет из себя круг, мы можем проводить анализ в 2D виде, что позволит сэкономить время, но при этом качество анализа останется на уровне.

Проведем анализ первой операции, пробитие отверстия диаметром восемь миллиметров. Геометрию создаем в NX Siemens9 так же в 2D для последующего импорта в IGES файл.

Так как заготовка симметричная, то нам нужно создать только половину заготовки, матрицы, пуансона и прижима относительно оси симметрии.



Рисунок 5.1. Геометрия

5.3. Проведение численного моделирования (CAE-расчет)

Все элементы импортируются в формате IGES-файлов в программу DEFORM, в которой и будет производиться анализ данной операции.

Далее в самой программе нам нужно задать материал, задать сетку нашей заготовки. Чем меньше сетка тем дольше идет расчет, но тем больше точность расчета. Далее корректируем геометрию пуансона, матрицы, заготовки и прижима. Так же нужно настроить сопряжение всем составляющим и трение. Так же нужно настроить скорость пуансона и по какой оси он будет двигаться.

После всех настроек создаем базу данных, в которую будут записываться все вычисления, и через которую мы сможем просмотреть результаты анализа.

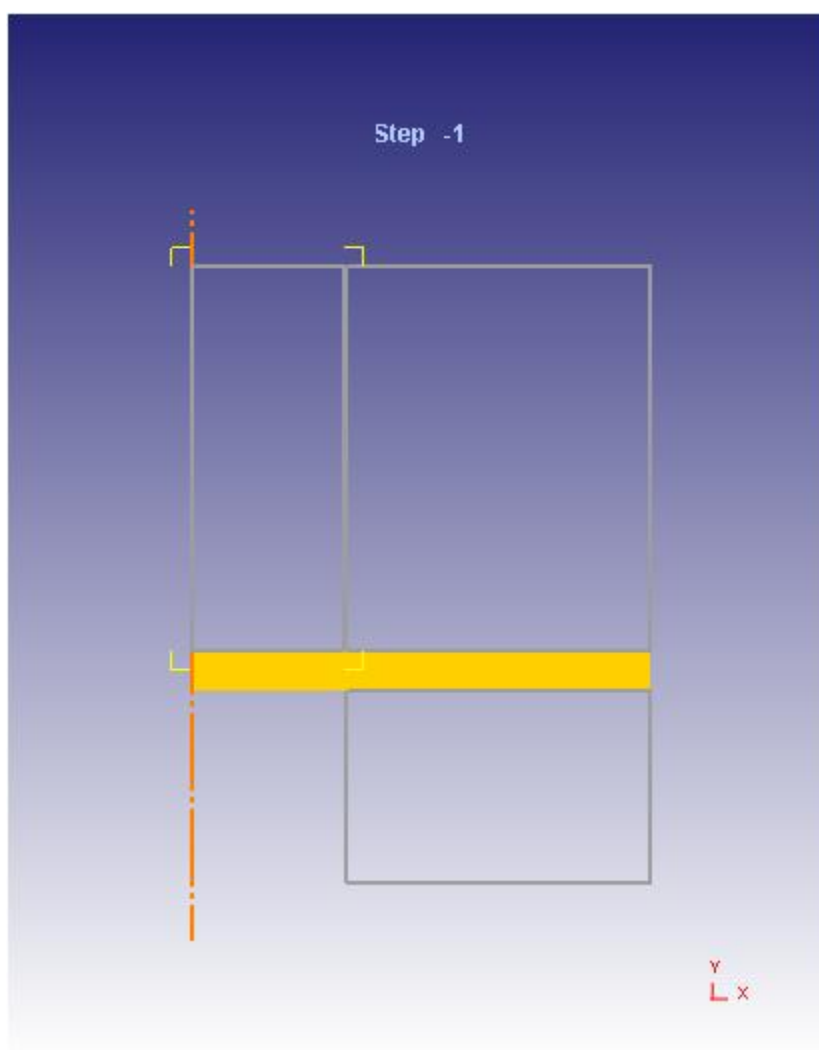


Рисунок 5.2. Геометрия в DEFORM

Далее в начальном окне программы мы должны запустить расчет, выбрав нашу базу данных.

После того, как расчет был завершен, мы можем посмотреть на результат. Результат представлен как раскадровка движения пунсона и заготовки.

В окне программы мы можем посмотреть напряжения, силу, движение металла и многое другое для анализа результатов.

В данном случае мы можем посмотреть силу, которая потребовалась для пробития отверстия.

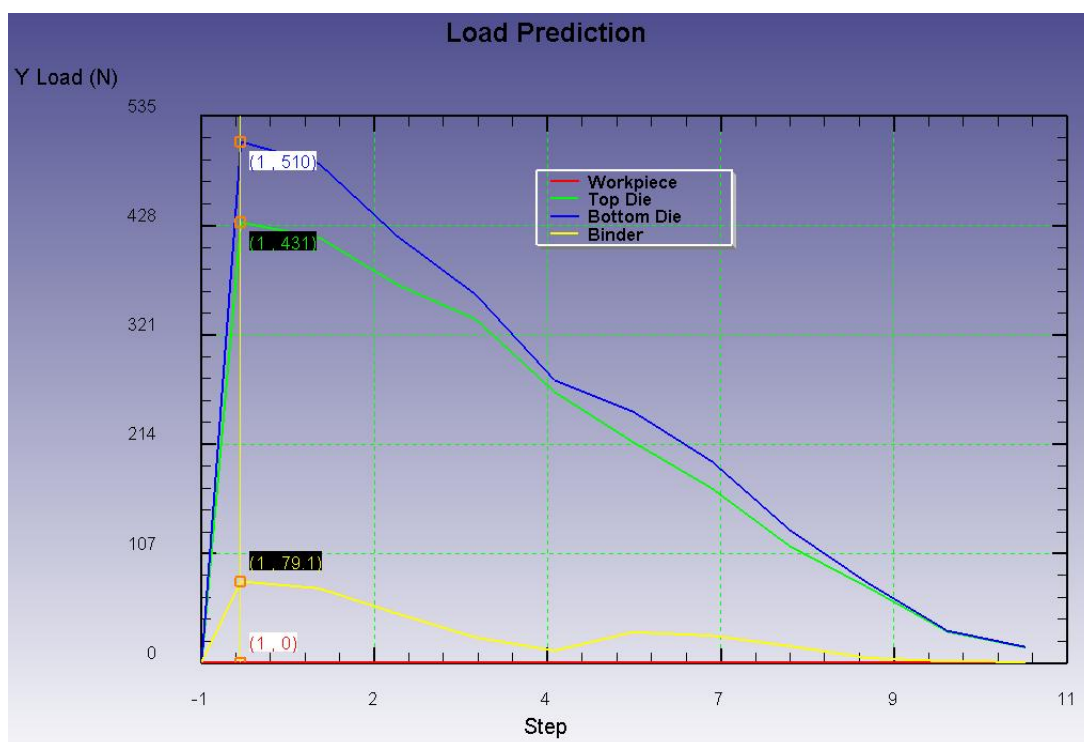


Рисунок 5.3. График силы

На графике видно, что сила требуемая для пробития отверстия требуется меньше чем мы рассчитывали по формуле ранее, что уже говорит о том, что анализ прошел успешно.

Далее смотрим на напряжения возникающие в нашей заготовки при пробивки.

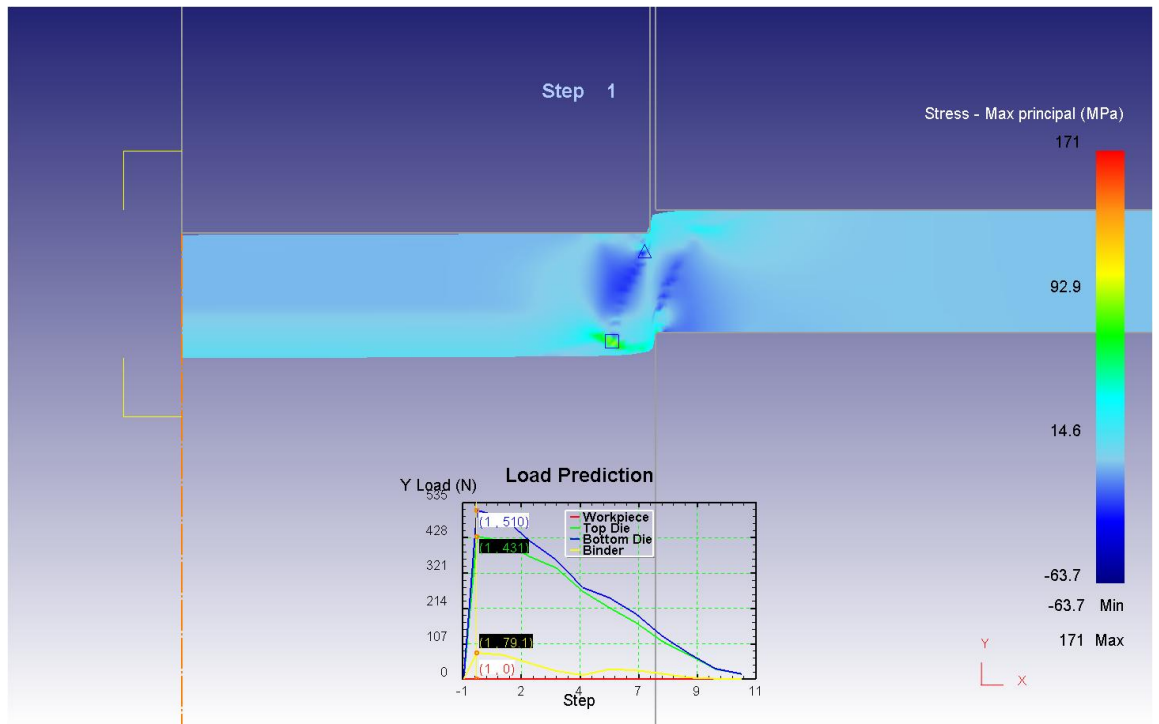


Рисунок 5.4. Напряжения в начале пробивки.

Распределение напряжений нормально и не превышает норму

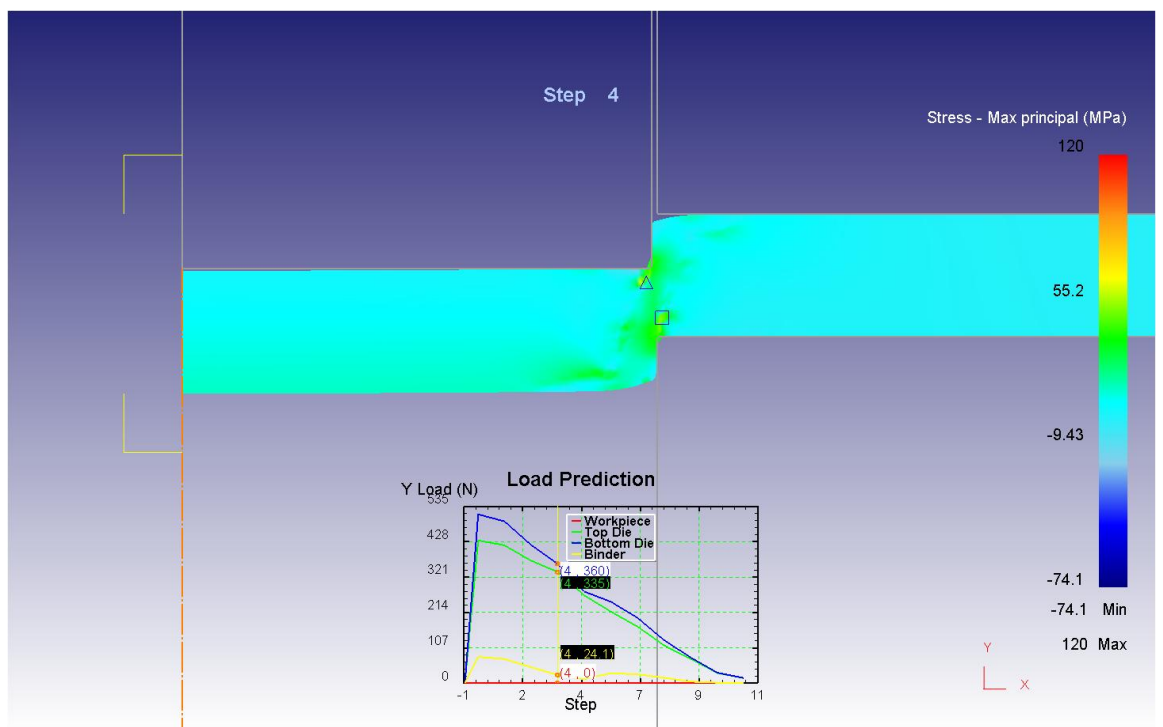


Рисунок 5.5. Напряжение шаг 4(отверстие пробито)

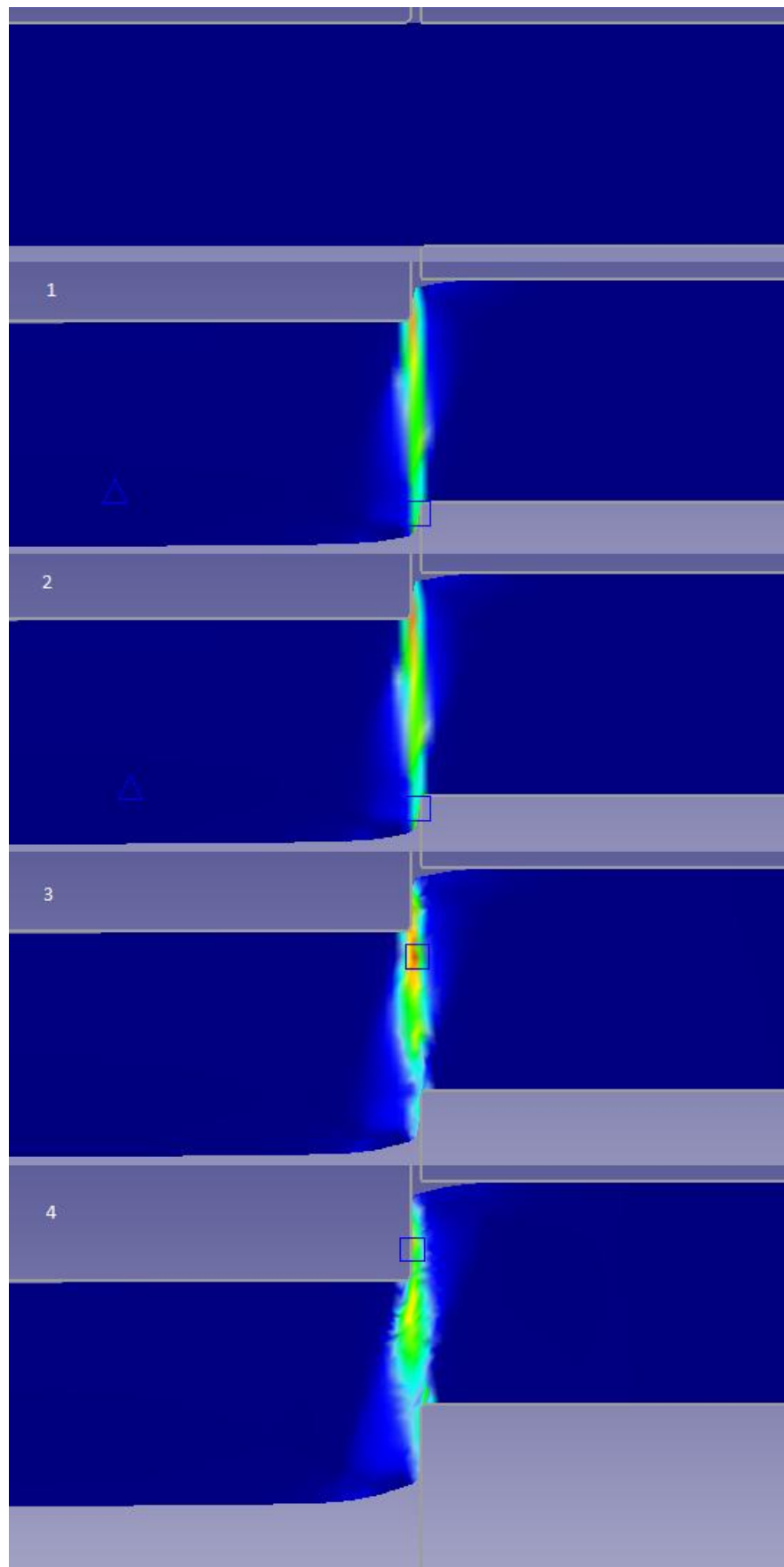


Рисунок 5.6. Стадии пробивки

Как видно на рисунке, стадия пластической деформации изображена на первых двух шагах. «В стадии пластической деформации пуансон вдавливаются в металл и затем выдавливание его в отверстие матрицы».

На третьем и четвертом шаге изображена стадия скола. «После дальнейшего погружения пуансона и истощения местной пластичности металла скалывающиеся трещины возникают и у режущих кромок пуансона. Эта последовательность скалывания подтверждается тем, что блестящий пояс, соответствующий пластической стадии резания, на отходе значительно шире, чем на детали».

6. Безопасность и экологичность объекта

6.1. Тех. характеристика объекта

№ п/п	Тех. процесс	Вид тех. операции	Должность, выполняющего данную операцию	Оборудование	Марка материала
1.	Штамповка	Пробивка	Штамповщик	Раскин 50	Медь М3 мяг.
2.	Штамповка	Пробивка	Штамповщик	Раскин 50	Медь М3 мяг.
3.	Штамповка	Вырубка	Штамповщик	Раскин 50	Медь М3 мяг.

Таблица 6.1. Тех. паспорт объекта

6.2. Идентификация вредных факторов производства

Таблица 6.2. Опасные и вредоносные факторы

№ п/п	Наименование вредного производственного фактора	Оборудование, тех. операции, вид работы, при которых присутствует данный вредоносный фактор
Физические факторы		
1	движущиеся механизмы	Работа прессы
2	движущиеся лента	Работа автоматической линии
3	высокий вибрация, шум	Пресс
4	плохая освещенность рабочего места	Изношенное оборудование
5	высокое значение напряжения в электрической цепи	Работа прессы
6	острые края ленты	Установка ленты в пресс
Психофизиологические факторы:		
1	монотонность труда	Исполнение однообразной работы рабочим на протяжении всей смены

6.3. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

Таблица 6.3. Методы и средства снижения влияния негативных факторов на производстве

№ п/п	Негативные факторы на производстве	Метод уменьшения или устранения негативных факторов	Индивидуальные предметы защиты рабочего

Продолжение таблицы 6.3

1	Подвижные части оборудования и острые края ленты	<ul style="list-style-type: none"> – Звуковое предупреждение при включении оборудования; – Средство остановки привода, при критических нагрузках; – Запуск прессы нажатием обеими руками; 	<ul style="list-style-type: none"> –Хлопчатобумажный костюм; – Кожаные рукавицы; –Головной убор из хлопчатобумажного материала; –Хлопчатобумажные нарукавники; – Пластиковые очки; –Паста от промасливания рук.
2	Повышенный шум и вибрация во время работы	<ul style="list-style-type: none"> – Смазка частей прессы; – Замена зубчатой передачи на шевронную; – Виброизоляционный фундамент для прессы. 	Беруши или наушники
3	Высокая концентрация пыли и газов на рабочем месте	Система отопления воздуха, объединенная с вытяжкой.	Респиратор
4	Плохая освещенность рабочего места	Замена ламп на более яркие.	–
5	Высокое напряжение, замыкание которого, может травмировать человека.	Заземление оборудования.	Резиновые перчатки и обувь
6	Нервно-психологическая перегрузка человека.	Выделение времени на эмоциональную разгрузку.	–

6.4. Пожарная безопасность производственного участка

Таблица 6.4. Классификация факторов пожара

№ п/п	«Участок»	«Оборудование»	«Класс пожара»	«Факторы пожара»	«Проявление фактора пожара»
1	Участок штамповки	Пресс Раскин 50	В, D, E	<ul style="list-style-type: none"> – Воспламенение, искры; – Повышение температуры; – Снижение видимости при появлении дыма; – Концентрация токсичных газов и понижение уровня кислорода. 	Появление осколков и частей оборудования или строительных сооружений в результате пожара.

6.5. Обеспечение пожарной безопасности.

Что бы обеспечить пожарную безопасность предусмотрено использовать средства связанные с устранением пожаров и источников возгорания, а также средства фиксирующие начало пожара, и вспомогательные противопожарные инструменты.

К таким средствам относятся:

1. Средства пожаротушения (первичные)
 - a. Огнетушитель стандартный
 - b. Пожароустойчивое полотно
 - c. Песок
2. Средства пожаротушения (мобильные)
 - a. Пожарный автомобиль
 - b. Пожарная мотопомпа
 - c. Технически адаптированное средство
3. Установки системы пожаротушения (стационарные)
 - a. Порошковая установка
 - b. Газовая установка
 - c. Водная установка
4. Средства пожарной автоматики
 - a. Датчик дыма
 - b. Датчик тепла
 - c. Точный контрольный прибор
5. Противопожарное оборудование
 - a. Противопожарный рукав
 - b. Инвентарь пожарной безопасности
 - c. Противопожарная колонка
6. Индивидуальная защита и средства помощи при пожаре
 - a. Носилки
 - b. Противогаз
 - c. Противопожарные костюмы
7. Противопожарный инструмент
 - a. Пожарные багры
 - b. Пожарные топоры
 - c. Лопаты штыковые
8. Сигнализация, реагирующая на дым, связь и оповещение
 - a. Оповещение о возгорании

б. Световой указатель «ВЫХОД»

с. Ручной пожарный вещатель

6.6. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Таблица 6.6. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

«Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта»	Наименование вида реализуемого организационно–технического (организационного) мероприятия	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты». [2]
Штамповка деталей	<ul style="list-style-type: none"> – консультация персонала по пожарной безопасности; – соблюдение мер предосторожности по ТБ; – соблюдение последовательности тех. процесса; – наличие первостепенных средств для предотвращения возгорания; – уборка промасленной ветоши с рабочего места; – уменьшение количества легковоспламеняющихся предметов на рабочем месте; – хранение легковоспламеняющихся предметов по требованиям пожарной безопасности. 	<ul style="list-style-type: none"> – персонал, имеющий квалификацию по ПБ; – обеспечение помещений средствами обнаружения пожара, средствами тушения пожара, средствами оповещения о пожаре и эвакуационными выходами; – наличие систем пожаротушения.

6.7. Экологическая безопасность

Таблица 6.7. Отрицательные экологические факторы.

«Наименование тех. объекта, производственно-технологического процесса»	Структурные составляющие тех. объекта, производственно-технологического процесса	Негативное влияние тех. объектов на окружающую среду (атмосферу)	Негативное влияние тех. объектов на окружающую среду (гидросферу)	Негативное влияние тех. объектов на окружающую среду (литосферу)». [2]
Транспортные средства	Дизельное топливо	Высокая концентрация газов воздухе	–	–

Продолжение таблицы 6.7

Отходы на производстве	Использованное масло	–	Проникновение тяжелых металлов и токсинов в водные источники	Загрязнение грунтовых вод, почвы.
------------------------	----------------------	---	--	-----------------------------------

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

Таблица 6.8

Наименование тех. объекта	Движение транспорта	Отходы производства и потребления	
		Промасленная ветошь	Отработанное масло
Снижения негативного влияния на атмосферу	Замена дизельного двигателя на электродвигатель.	–	–
Снижение негативного влияния на гидросферу	–	Утилизация в спец. печах.	Регенерация масел для последующего использования.
Снижение негативного влияния на литосфера	–	Утилизация в спец. печах.	Регенерация масел для последующего использования.» [20].

Вывод:

1. В разделе «Экологичность и безопасность тех. объекта» была отображена характеристика тех. процесса листовой штамповки, обозначены расходные материалы, инженерное оборудование, должности работников, технологические операции (таблица 6.1).

2. Отмечены вредоносные факторы связанные с профессиональной

деятельностью (таблица 6.2).

3. Созданы мероприятия, снижающие риски, связанные с трудовой деятельностью. Определены средства защиты для сотрудников предприятия (таблица 6.3).

4. Созданы мероприятия обеспечивающие, пожаробезопасность участка. Классифицированы факторы пожара (таблица 6.4), определены средства для борьбы с пожаром (таблица 6.5), разработаны меры по обеспечению пожарной безопасности (таблица 6.6).

5. Определены негативные экологические факторы (таблица 6.7) и разработаны меры по борьбе с негативными экологическими факторами (таблица 6.8).

7. Экономическая часть

7.1. Сравнение текущего и проектного вариантов

В этой части ВКР проводим экономический анализ двух вариантов изготовления изделия «Прокладка пробки корпуса главного цилиндра привода выключения сцепления» легкового автомобиля. В имеющемся технологическом процессе используют раскрой в 3 детали в ряд. В проектном технологическом процессе разработан новый раскрой материала в 5 деталей в ряд, что позволяет штамповать за 1 ход прессы больше деталей и повышает экономию материала.

7.2. Необходимое оборудование, численность рабочих, необходимое количество штамповой оснастки, коэффициент загрузки.

Планируемая партия деталей за год: N_2 300 000 шт.

Затраченное время: оборудованием Φ_3 3745 часов, рабочими $\Phi_{эр}$ 1124 часа.

Коэффициент выполнения нормы: $K_{вн}$ 1,1.

Коэффициент многостаночного обслуживания: $K_{мн}$ 1,0.

Коэффициент времени, отведенного для отпуска: K_o 11,8%.

Коэффициент монтажных работ: кап. вложения $K_{монт}$ 0,1, себестоимость $K_{монт}$ 1,1.

Стоимость килограмма материала: C_m 250 руб.

Цена килограмма отхода: $C_{отх}$ 7,52 руб.

Масса заготовки: M_3 0,05 кг.

Масса отхода: $M_{отх}$ 0,07 кг.

Затраты на транспортно-заготовительные операции: $K_{mз}$ 1,014.

Часовой фонд зарплаты: $K_{доп}$ 1,08.

Квалификация рабочего: $K_{ппф}$ 1,16.

За условия труда: K_y 1,15.

Надбавка за ночные смены: K_n 1,2.

Премия: $K_{пр}$ 1,1.

Выплаты на соц. Нужды: K_c 1,26.

Суммарный коэффициент: $K_{зпл}$ 6,922.

Коэффициент мощностной способности оборудования: K_m 0,8.

Коэффициент единовременной электродвигателя: $K_в$ 0,7.

КПД электрической цепи: K_n 1,03.

Коэффициент ресурса оборудования: $K_{од}$ 0,8.

Выручка полученная с продаж изношенного: оборудования V_p 5% ,
штампа V_{pu} 15%.

Амортизация: H_a 6%.

Коэффициент суммарных расходов (цеховых): $K_{цех}$ 1,72.

Почасовой оплата: рабочего третьего разряда C_m 69,71 руб., наладчика
пятого разряда C_m 79,97 руб.

Стоимость электроэнергии: $Ц_э$ 2,435 руб.

Стоимость площади: $Ц_{пл}$ 4500 руб.

«Эксплуатационные данные оборудования»:

Данный вариант: Раскин-50. Усилием 0,5 МН, номой времени $t_{шт} 0,14$ и $t_{маш} 0,0018$, мощностью $M_y 12$ кВт, площадью $S_y 16$ м², ценой в 420 000 рублей.

«Исходные данные о штамповой оснастке»

Данный вариант: штамп вырубки и пробивки со стойкостью ударов 700 000 $T_{и.шт}$ и ценой в 130 800 рублей.

Разработанный вариант: штамп вырубки и пробивки со стойкостью ударов 700 000 $T_{и.шт}$ и ценой в 140 000 рублей.

7.3. Расчет необходимого оборудования, численности рабочих, необходимого количества штамповой оснастки, коэффициента загрузки

$$\Phi_{\text{Э}} = D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \cdot T_{\text{сокр}} \cdot S \cdot 1 - k_{\text{р.п}}, \quad (7.1)$$

«где $D_{\text{раб}}$ – рабочие дни;

$T_{\text{см}}$ – длительность смены;

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

$T_{\text{сокр}}$ – сокращенные дней;

S – количество рабочих смен;

$k_{\text{р.п}}$ – коэффициент, учитывающий время ремонта оборудования.»

$$\Phi_{\text{Э}} = 247 \cdot 8 - 5 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 - 0,05 = 3745 \text{ ч.}$$

«Фонд эффективного рабочего времени» (7.2):

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% \cdot \Phi_{\text{Э}}, \quad (7.2)$$

«где $\Phi_{\text{Э}}$ – фонд эффективного времени работы оборудования.»

$$\Phi_{\text{э.р.}} = 30\% \cdot 3745 = 1124 \text{ ч.}$$

7.4. Расчет необходимого оборудования, численности рабочих, необходимого количества штампов.

«Рассчитываем количество оборудования для производства программы выпуска (в год)»:

$$N_{\text{ОБ}} = t_{\text{ШТ}} \cdot N_{\Gamma} / (\Phi_{\text{Э}} \cdot K_{\text{ВНХ}} \cdot 60) \quad (7.3)$$

$$n_{\text{ОБ}}^{\text{сущ}} = 0,046 \cdot 300000 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,056 \approx 1$$

$$n_{\text{ОБ}}^{\text{пр}} = 0,028 \cdot 300000 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,034 \approx 1$$

«Рассчитываем Коэффициент загрузки выполнением операций оборудования»:

$$K_3 = n_{\text{ОБ}}^{\text{Расч}} / n_{\text{ОБ}}^{\text{Расч}} \quad (7.4)$$

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

$$K_3^{\text{пр}} = 0,034 / 1 = 0,034$$

«Рассчитываем сколько потребуется рабочих, для выпуска деталей в год, чел.»:

$$P_{\text{ОП}} = t_{\text{ШТ}} \cdot N_{\Gamma} \cdot \left(1 + \frac{K_0}{100}\right) / (\Phi_{\text{Эр}} \cdot K_{\text{МН}} \cdot 60) \quad (7.5)$$

$$P_{\text{ОП}}^{\text{сущ}} = \frac{0,056 \cdot 300000 \cdot \left(1 + \frac{11,8}{100}\right)}{1124 \cdot 1 \cdot 60} = 0,27 \approx 1 \cdot 1_{\text{оп}} \cdot 2_{\text{см}} = 2$$

$$P_{\text{ОП}}^{\text{пр}} = \frac{0,034 \cdot 300000 \cdot \left(1 + \frac{11,8}{100}\right)}{1124 \cdot 1 \cdot 60} = 0,17 \approx 1 \cdot 1_{\text{оп}} \cdot 2_{\text{см}} = 2$$

«Рассчитываем количество штампов для выпуска деталей в год, шт.»:

$$N_{\text{ШТАМП}} = N_{\Gamma} / T_{\text{и.ШТ}} \quad (7.6)$$

$$n_{\text{ШТ}}^{\text{выр.пр.сущ}} = 300000 / 700000 = 0,42 \approx 1$$

$$n_{\text{ШТ}}^{\text{выр.пр.пр}} = 300000 / 700000 = 42 \approx 1$$

7.5 Капитальные вложения

«Рассчитываем кап. вложения в оборудование, руб.»:

$$K_{\text{ОБ}} = n_{\text{ОБ}} \cdot C_{\text{ОБ}} \cdot K_3 \quad (7.7)$$
$$K_{\text{ОБ}}^{\text{сущ}} = 1 \cdot 420000 \cdot 0,056 = 23520$$
$$K_{\text{ОБ}}^{\text{пр}} = 1 \cdot 420000 \cdot 0,034 = 14280$$

«Рассчитываем затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.»:

$$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{МОНТ}} \quad (7.8)$$
$$K_{\text{М}}^{\text{сущ}} = 23520 \cdot 0,1 = 2352$$
$$K_{\text{М}}^{\text{пр}} = 14280 \cdot 0,1 = 1428$$

«Рассчитываем затраты на штамп, руб.»:

$$K_{\text{И}} = C_{\text{ШТ}} \cdot n_{\text{ШТ}} \quad (7.9)$$
$$K_{\text{И}}^{\text{сущ}} = 130800 \cdot 1 = 130800$$
$$K_{\text{И}}^{\text{пр}} = 140000 \cdot 1 = 140000$$

«Рассчитываем затраты на площадь, нужную для производства, руб.»:

$$K_{\text{ПЛ}} = n_{\text{ОБ}} \cdot S_{\text{у}} \cdot C_{\text{ПЛ}} \cdot K_3 \quad (7.10)$$
$$K_{\text{ПЛ}}^{\text{сущ}} = 1 \cdot 16 \cdot 4500 \cdot 0,056 = 4032$$
$$K_{\text{ПЛ}}^{\text{пр}} = 1 \cdot 16 \cdot 4500 \cdot 0,034 = 2448$$

«Рассчитываем суммарные затраты»:

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{М}} + K_{\text{И}} + K_{\text{ПЛ}} \quad (7.11)$$
$$K_{\text{СОП}}^{\text{сущ}} = 2352 + 130800 + 4032 = 137184$$
$$K_{\text{СОП}}^{\text{пр}} = 1428 + 140000 + 2448 = 143876$$

«Рассчитываем требуемое капитальное вложение»:

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ОБ}} + K_{\text{СОП}} \quad (7.12)$$
$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{сущ}} = 23520 + 137184 = 160704$$
$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{пр}} = 14280 + 143876 = 158156$$

«Рассчитываем удельное капитальное вложение, руб.»:

$$K_{уд} = K_{общ}/N_{г} \quad (7.13)$$

$$K_{уд}^{сущ} = 160704/300000 = 0,53$$

$$K_{уд}^{пр} = 158156/300000 = 0,53$$

7.6. Себестоимость продукции по сравниваемым вариантам
«Рассчитываем материальные затраты, руб.»:

$$M = (M_3 \cdot C_M \cdot K_{ТЗ}) - (M_{отх} \cdot C_{отх}) \quad (7.14)$$

$$M^{сущ} = 0,05 \cdot 250 \cdot 1,014 - 0,07 \cdot 7,52 = 12,14$$

$$M^{пр} = 0,05 \cdot 250 \cdot 1,014 - 0,07 \cdot 7,52 = 12,14$$

«Рассчитываем заработные платы рабочих-операторов, руб.»:

$$З_{пл} = P \cdot C_T \cdot \Phi_{эп} \cdot K_{Зпл} \cdot K_3 / N_{г} \quad (7.15)$$

$$З_{пл}^{сущ} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,056 / 300000 = 0,19$$

$$З_{пл}^{пр} = 2 \cdot 66,71 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,034 / 300000 = 0,11$$

«Рассчитываем затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования, руб.»:

$$P_A = C_{об} \cdot (1 - B_p) \cdot H_A \cdot t_{шт} \cdot 1,3 / (\Phi_э \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot 100) \quad (7.16)$$

$$P_A^{сущ} = 420000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,06 \cdot 0,056 \cdot 1,3 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,00007$$

$$P_A^{пр} = 420000 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,06 \cdot 0,034 \cdot 1,3 / (3745 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 100) = 0,000042$$

«Рассчитываем количество средств, необходимых на электроэнергию, руб.»:

$$P_э = M_y \cdot t_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{п} \cdot C_э / (K_{пл} \cdot 60) \quad (7.17)$$

$$P_э^{сущ} = (12 \cdot 0,0018 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435) / (0,75 \cdot 60) = 0,0005$$

$$P_э^{пр} = (12 \cdot 0,0018 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435) / (0,75 \cdot 60) = 0,0005$$

«Рассчитываем расходы, необходимые на амортизацию штампа, руб.»:

$$P_{и} = (C_{шт} \cdot (1 - B_{р.и})) / T_{и.шт} \quad (7.18)$$

$$P_{шт}^{выр.пр.сущ} = (130800 \cdot (1 - 0,15)) / 700000 = 0,16$$

$$P_{шт}^{выр.пр.пр} = (140000 \cdot (1 - 0,15)) / 700000 = 0,17$$

«Рассчитываем средства для содержания и эксплуатации площади, руб.»:

$$P_{\text{ПЛ}} = S_y \cdot n_{\text{ОБ}} \cdot C_{\text{ПЛ}} \cdot K_3 / N_{\Gamma} \quad (7.19)$$

$$P_{\text{ПЛ}}^{\text{сущ}} = 16 \times 1 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,056 / 300000 = 0,013$$

$$P_{\text{ПЛ}}^{\text{пр}} = 16 \cdot 1 \cdot 4500 \cdot 0,034 / 300000 = 0,008$$

«Рассчитываем заработную плату наладчика, руб.»:

$$Z_{\text{НАЛ}} = (n_{\text{ОБ}} \cdot C_{\text{T}} \cdot \Phi_{\text{ЭР}} \cdot K_{3\text{ПЛ}} \cdot K_3) / (n_{\text{ОБСЛ}} \cdot N_{\Gamma}) \quad (7.20)$$

$$Z_{\text{НАЛ}}^{\text{сущ}} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,056) / (1 \cdot 300000) = 0,12$$

$$Z_{\text{НАЛ}}^{\text{пр}} = (1 \cdot 79,89 \cdot 1124 \cdot 6,922 \cdot 0,034) / (1 \cdot 300000) = 0,07$$

«Рассчитываем технологическую стоимость, руб.»:

$$C_{\text{ТЕХ}} = M + Z_{\text{ПЛ}} + P_{\text{А}} + P_{\text{Э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{ПЛ}} + Z_{\text{НАЛ}} \quad (7.21)$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{сущ}} = 12,14 + 0,19 + 0,00007 + 0,0005 + 0,16 + 0,013 + 0,12 = 13,27$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{пр}} = 12,14 + 0,11 + 0,000042 + 0,0005 + 0,17 + 0,008 + 0,07 = 13,72$$

«Рассчитываем итоговые производственные расходы, руб.»:

$$P_{\text{ЦЕХ}} = Z_{\text{ПЛ}} + K_{\text{ЦЕХ}} \quad (7.22)$$

$$P_{\text{ЦЕХ}}^{\text{сущ}} = 0,19 \cdot 1,72 = 0,33$$

$$P_{\text{ЦЕХ}}^{\text{пр}} = 0,11 \cdot 1,72 = 0,19$$

«Рассчитываем итоговую производственную(цеховую) себестоимость, руб.»:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = P_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ТЕХ}} \quad (7.23)$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{сущ}} = 0,33 + 12,62 = 12,95$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{пр}} = 0,19 + 12,49 = 12,68$$

7.7. Экономическая эффективность проектного варианта.

«Рассчитываем условную годовую экономию, руб.»:

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{пех}}^{\text{сущ}} - C_{\text{пех}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\Gamma} \quad (7.24)$$

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = 12,95 - 12,68 \cdot 300000 = 81000$$

«Рассчитываем переведенные затраты, руб.»:

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}} \quad (7.24)$$

$$Z_{\text{пер}}^{\text{сущ}} = 12,95 + 0,33 \cdot 0,53 = 13,13$$

$$Z_{\text{пер}}^{\text{пр}} = 12,68 + 0,33 \cdot 0,53 = 12,85$$

«Рассчитываем полный экономический эффект за год, руб.»:

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = (Z_{\text{пер}}^{\text{сущ}} - Z_{\text{пер}}^{\text{пр}}) \cdot N_{\text{г}} \quad (7.25)$$

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 13,13 - 12,85 \cdot 300000 = 84000$$

«Рассчитываем ожидаемый срок окупаемости кап. вложений, руб.»:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{и}}^{\text{пр}} / \mathcal{E}_{\text{уг}} \quad (7.26)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{140000}{81000} = 1,72 \approx 2$$

Вывод:

Результатом улучшения технологического процесса стала годовая экономия в 81000 рублей. При этом расчет велся для одного и того же показателя изготовления в год. Время затрачиваемое на изготовление одной детали уменьшилось, исходя из этого, мы можешь увеличить годовую партию до 500000 деталей, повысив в разы доход производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР были решены следующие задачи:

1. Спроектирован новый технологический процесс
2. Осуществлена экономия материала, благодаря изменению раскроя;
3. Увеличилась производительность, за счет добавления на раскрой дополнительно двух заготовок;
4. Разработан новый штамп для изготовления данной детали;
5. Созданы мероприятия, снижающие риски, связанные с трудовой деятельностью;
6. Уменьшилась себестоимость детали, за счет увеличения выпускаемой продукции;

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. – М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
2. Шапорева, И. Л. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 299 с.
3. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1996. – 156с.
4. Смолин, Е. Л. Основы конструирования штамповой оснастки [Текст]: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения / Е. Л. Смолин. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.
5. Скрипачев, А. В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с.
6. Скворцов, Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки[Текст]: конструкции и расчеты / Г. Д. Скворцов. – М.: Машиностроение, 1972. – 360 с.
7. Дубровский В.В. Представление знаний в автоматизированных системах проектирования М., 1989.-56с.
8. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке[Текст] / В. П. Романовский– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
9. Норицын, И. А. Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. А. Норицын, В. И. Власов. – М. :Машиностроение, 1967. – 388 с.
10. Матвеев, А. Д. Ковка и штамповка [Текст]: Справочник: В 4 т. Т. 4 Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева; Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – 1987. – 544 с.: ил.

11. Данилов Ю.В., Артамонов В.А. Практическое использование NX. М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
12. Краснопевцева, И. В. Экономика машиностроительного производства [Текст]: учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 148 с.
13. Канторович, Л. В. Рациональный раскрой промышленных материалов[Текст]: Л. В. Канторович, В. А. Залгаллер. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Наука, 1971. – 300 с.: ил.
14. Мещерин В. Т. Листовая штамповка, Атлас схем. М., 1975, 100 с.
15. Челищев Б.Е. и др. Автоматизация проектирования технологий в машиностроении. –М.: машиностроение. 1987.-264с.
16. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. -М.: Металлургия, 1978. - 357 с.
17. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»[Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина. - Тольятти: ТГУ, 2016. – 51 с.
18. Сегерлинд М. Применение метода конечных элементов. М.: Мир 1979 392 с.
19. Кандаков А. И. САПР Технологических процессов: учебник²²для²⁵студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр²⁵«Академия», 2007. – 272 с.
20. Аверкиев, Ю. А. Технология холодной штамповки [Текст]: учеб. для вузов / Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
21. Kuvin, B. OEM finds new suppliers via online matchmakingMetalForming Magazine. – 2017/ - February.
22. Kuvin, B. Automated Press-Brake TechnologyMetalForming Magazine. – 2017/ - January.
23. Kren, L. Die build simplified MetalForming Magazine. – 2016/ - December.

24. Kren, L. A. Line Automation Made Easier MetalForming Magazine. – 2016/ - December.
25. Joanna R. Groza, James F. Shackelford, Enrique J. Lavernia, Michael T. Powers 2007 Materials Processing Handbook, March 28, pp 229-237, (2007).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
<i>18.БР.СОМДиРП.569.61.00.000 Сборочный чертеж</i>						
<i>Детали</i>						
<i>1 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.001 Прижим 1</i>						
<i>2 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.002 Держатель 1</i>						
<i>3 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.003 Пуансон-матрица 1</i>						
<i>4 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.004 Плита подкладная 1</i>						
<i>5 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.005 Пластина 1</i>						
<i>6 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.006 Матрица 1</i>						
<i>7 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.007 Плита подкладная 1</i>						
<i>8 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.008 Держатель 1</i>						
<i>9 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.009 Планка приемная 1</i>						
<i>10 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.010 Прижим 1</i>						
<i>11 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.011 Держатель 1</i>						
<i>12 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.012 Плита подкладная 1</i>						
<i>13 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.013 Съёмник 1</i>						
<i>14 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.014 Пуансон 1</i>						
<i>15 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.015 Отлипатель 1</i>						
<i>16 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.016 Плита подкладная 1</i>						
<i>17 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.017 Держатель 1</i>						
<i>18 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.018 Плита подкладная 1</i>						
<i>19 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.019 Пуансон 1</i>						
<i>20 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.020 Матрица 1</i>						
<i>21 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.021 Держатель 1</i>						
<i>22 18.БР.СОМДиРП.569.61.00.022 Траверса 1</i>						
18.БР.СОМДиРП.14.1.61.00.000						
Штамп для вырубki-пробивки						
<i>Копировал</i>						
<i>Формат А4</i>						

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	Инв. № подл.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
		23	18.БР.СОМДиРП.569.6.100.023	Держатель	1										
		24	18.БР.СОМДиРП.569.6.100.024	Держатель	1										
		25	18.БР.СОМДиРП.569.6.100.024	Плита нижняя	1										
				<i>Стандартные изделия</i>											
		26		Скоба ограничительная ГОСТ-18790-80	4										
		27		Пружина ГОСТ-22201-83	8										
		28		Ролики ГОСТ-18824-80	4										
		29		Толкатель ГОСТ-18780-80	1										
		30		Пружина ГОСТ-22201-83	1										
		31		Толкатель ГОСТ-18780-80	1										
		32		Пружина ГОСТ-22201-83	5										
		33		Скоба ограничительная ГОСТ-18790-80	2										
		34		Штифт 12x40 ГОСТ 3128-70	4										
		35		Винт М12x32 ГОСТ 11738-84	8										
		36		Винт М4x12 ГОСТ 17475-80	2										
		37		Винт М8x20 ГОСТ 11738-84	8										
		38		Винт М10x24 ГОСТ 11738-84	8										
		39		Штифт 10x42 ГОСТ 3128-70	6										
		40		Винт М10x65 ГОСТ 11738-84	8										
		41		Штифт 14x46 ГОСТ 3128-70	4										
		42		Винт М12x40 ГОСТ 11738-84	8										
		43		Ограничитель втулочный ГОСТ-18802-80	2										
		44		Держатель втулок ГОСТ-18812-81	2										
		45		Втулка направляющая ГОСТ-13121-83	2										
		46		Колонка направляющая ГОСТ-13119-81	2										
							18.БР.СОМДиРП.14.1.6.100.000							Лист	
														2	
							Копировал							Формат А4	