

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

направленность (профиль)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Разработка технологического процесса и штамповой оснастки для изготовления детали «Кронштейн крепления переднего крыла верхний»

Студент	<u>А.А. Коваленко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.В. Скрипачев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И. В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В. Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Н. В. Андрюхина</u> (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

## Abstract

The bachelor's work presents the development of the technological process and changes in the tooling of the die and workpiece parts «Bracket fastening the front wing upped».

My graduation project consists of an interpretative note on 58 pages and graphic part.

My technological part consists of information processing through the LS system, definition of the initial workpiece and its shape.

The main task of the diploma project is the question of the transfer of the technological process of manufacturing components to the transfer line of the press AKKI2132.

Since the introduction of automation in document management is gaining popularity, the transition to an automated line has become an important task in this work. Since this part of the stabilizer has decisive importance, it is possible to change the material or parameters of the workpiece.

I analyzed the conditions of work on the designed breakdown site and proposed security measures and an analysis of the project's sustainability.

I calculated the working parts of the stamp and made the choice of material and method of processing.

In the economic part, component cost was calculated, the volume of investments in its production using basic technology and technological design was determined and their comparative analysis was carried out.

## **Аннотация**

В бакалаврской работе представлены разработки технологического процесса и изменения оснастки штампа и заготовок детали - Кронштейн крепления переднего крыла верхний.

Технологическая часть данной работы состоит из обработки информации через систему LS, анализа технологического процесса в который входят- определение исходной заготовки и ее формы, коэффициенты расхода металла и энергосиловые параметры. Сделал выбор технических характеристик технологического оборудования. Рассчитаны рабочие части штампа и сделан выбор материала и способ обработки. Присутствуют в данной работе расчеты по охране труда. В экономической части по детали - Кронштейн крепления переднего крыла верхний, была рассчитана и обработана себестоимость продукта при производстве по технологиям, и сравнилась их стоимость с исходным вариантом.

Количество страниц в пояснительной записке равен 58 страниц, а объём графического материала 6 листов.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	8
1.1 Анализ технологичности детали.....	8
1.2 Описание существующего технологического варианта изготовления детали.....	10
1.3 Выявление недостатков существующей технологии.....	11
1.4 Задачи бакалаврской работы.....	12
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ .....	13
2.1 Схема предлагаемого технологического процесса .....	14
2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки .....	15
2.3. Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла .....	16
2.4. Определение энергосиловых параметров штамповки .....	17
ГЛАВА 3. ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ ОПЕРАЦИИ ВЫРУБКИ ПРОБИВКИ .....	20
3.1. Конструирование деталей штампа в виде математических моделей .....	20
3.2. Подготовительный этап моделей к компьютерному анализу .....	21
3.3 Создание сетки конечных элементов и ввод исходных данных для анализа.....	21
3.4. Расчет и вывод полученных данных .....	24
ГЛАВА 4. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ .....	26
4.1. Критерии выбора оборудования .....	26
4.2. Выбор средств автоматизации .....	27
4.3 Схема работы автоматической линии .....	28
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ .....	30
5.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки .....	30
5.2 Прочностные расчеты и выбор материалов для изготовления деталей штампа.....	32
5.3. Определение числа и расположения упругих элементов.....	36
ГЛАВА 6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА .....	38
6.1. Описание рабочего места, выполняемых операций и оборудования.....	38
6.2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов пресового производства...38	
6.3. Мероприятия по разработке безопасных условий труда.....	39
6.4. Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке .....	40
6.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности. ....	41
6.6. Организационные (организационно–технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности .....	42
6.7. Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности.....	43

6.8. «Разработанные организационно–технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.....»	43
ГЛАВА 7.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	46
7.1Сравнительный анализ технологических вариантов .....	46
7.2. Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки .....	46
7.3 Расчет надлежащего числа оборудования для выполнения работы, коэффициент загрузки, количество рабочих и штампов .....	49
7.4 Расчет капитальных вложений.....	50
7.5 Расчет себестоимость продукции .....	51
7.6 Расчет экономической эффективности проектного варианта.....	52
Заключение .....	54
Список использованной литературы и источников .....	55

## ВВЕДЕНИЕ

«Листовой штамповкой в автомобильной промышленности получают огромное количество кузовных деталей различных по форме, по условиям деформирования. Тенденции мирового автомобилестроения, связанные с уменьшением сроков сменяемости моделей автомобилей, заставляют выдвигать перед конструкторами и технологами огромное количество задач, связанных с анализом процессов и с разработкой деформирующего инструмента. Решение этих задач может быть осуществлено как традиционными методами разработки и исследования процессов листовой штамповки, так и новыми связанными с компьютерным проектированием и моделированием. Поэтому одной из основных тенденций развития технологии листовой штамповки является замена теоретических расчетов и натурных экспериментов решением задач с использованием численных методов при применении различных компьютерных программ. Разработка нового технологического процесса позволит уменьшить себестоимость изготовления детали» [7].

На данный момент развития цивилизации, обработка металла давлением является один из самых важных процессов. Так как развитие автомобильной, космической и любой другой развивающейся промышленности, ни возможно без обработки металла давлением.

В наше время, в металлургии и машиностроении, обработка листов металла занимает первое место по численности перерабатываемых объемов. Чаще всего детали машин проходят именно через эту обработку.

Плюсы состоят из того что, проще говоря О.М.Д. израсходует более точное количество металла для детали и из этого делаем вывод, что получаем малое количество отходов. Второй плюс- можно создавать продукт с более трудоемким изготовлением, который сложно получить при использовании других методов. Третий плюс, что продукт изготовления можно в

дальнейшем не обрабатывать какими-либо операциями. Четвертый плюс относится к экономическому подходу, продукт может выпускаться массово и не дорого.

Штамповка с большим количеством разделительных операций не выгодна, поэтому используют комбинируемую штамповку, которая объединяет в себе несколько операций, последовательную штамповку которая объединяет в себе несколько операций, но уже перемещение заготовки идет между ними, и совмещенная штамповка в которой идет сразу несколько операций.

Технологический процесс очень важен при разработке изделия. Поэтому в работе произведен анализ тех процесса «Кронштейн крепления переднего крыла верхний».

Целью данной работы будет исследование «Кронштейн крепления переднего крыла верхний» и ее тех процесса, найти недостатки и уменьшить расход отходов, для уменьшения себестоимости.

# Глава 1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Анализ технологичности детали

Технологичность-конструктивные элементы, которые более простые и не дорогие, с экономической точной зрения, не забывая про технические и эксплуатационные нормы.

Конструктор задает технические требования, которые могут содержать:

- назначение конструкции и ее эксплуатация
- решить проблему физических составляющих по дальнейшей эксплуатации детали

Технологичность определяется по следующим элементам:

- наименьшее количество отходов
- низкая трудоемкость
- малое количество оборудования и число количеств обработки
- увеличение производительности, через уменьшение количеств операций, упрощение оснастки и затрат на ее изготовления

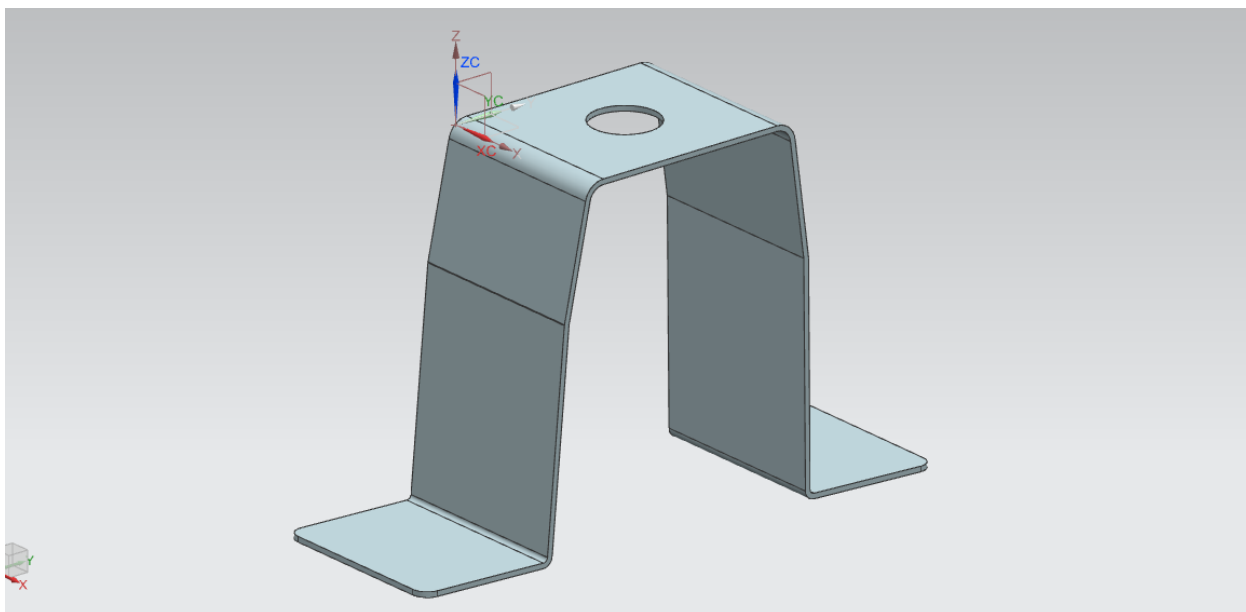
Себестоимость штампованных деталей является условием технологичности.

В данном технологическом процессе, производство начинается с вырубке заготовки из полосы, поэтому нам придется для улучшения технического процесса уменьшить количество отходов. Для этого нам придется улучшить раскрой.

Для проведения анализа использовалась программа NX 9.0. Была построена электронная модель “Кронштейн крепления переднего крыла

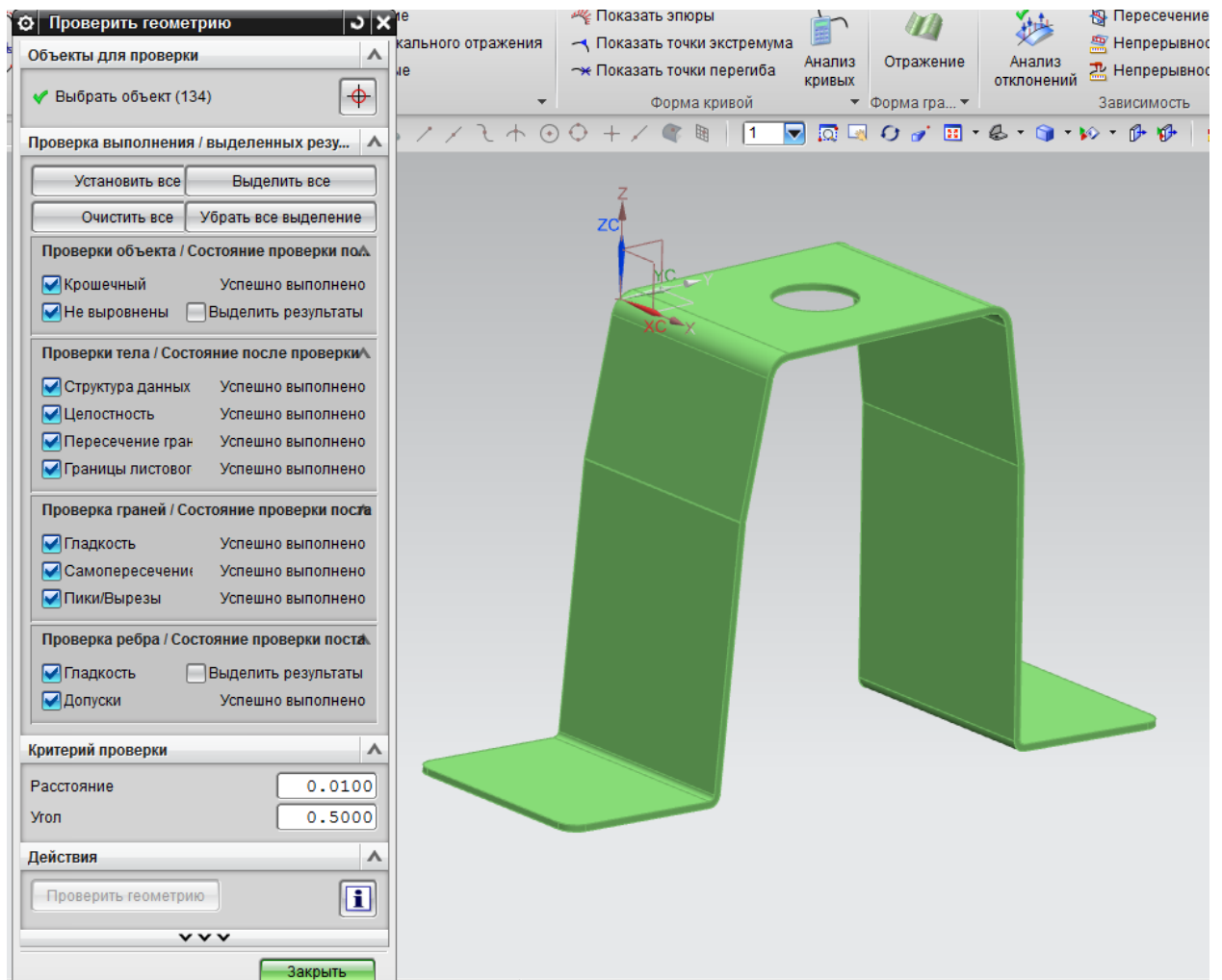


верхний” рисунок 1.1. Что бы выявить дефекты электронной модели провели проверку геометрии исходной модели.



(рис. 1.1 Заготовка)

Чтобы распознать дефекты поверхностей и линий в программе NX 9.0, нужно зайти в вкладку «Проверка геометрии» рисунок 1.2.



(рис. 1.2 Проверка геометрии)

Анализ показал, что геометрия данного изделия соответствует нормам программы NX9.0, т.е. дефекты разрывов и пересечения поверхностей не содержатся в данном анализе.

## 1.2 Описание существующего технологического варианта изготовления детали

Существующий технологический процесс включает в себя 3 операции

- 1) Вырубка заготовки и пробивка отверстия 10
- 2) Гибка 20
- 3) Гибка 30

Гибка 20 и 30 происходила на одном и том же прессе, но заготовка перекладывалась

#### Операция 10 – Вырубка заготовки и пробивка отверстия

Вырубка заготовки происходила на прессе ф. “Барнаул” ус.160тс, подача ленты осуществляется справа от установки. Вырубка осуществляется по-простому контуру, но из-за пробития отверстия операция усложняется. Направление ленты осуществляется роликами, а фиксация ленты происходит с помощью ловителей. После вырубки и пробивки, заготовка укладывается в специальный контейнер для последующих операций. Коэффициент металла используемый на данной операции равен 77,47

#### Операция 20-Гибка

Операция Гибка 20 осуществляется на прессе ф. “Барнаул” ус.63тс, заготовка укладывается работником производства по особым примечаниям, существует маркиратор на штампе и выкус на заготовке. Двух угловая гибка происходит под углом  $90^\circ$  с каждой стороны, помимо гибки концов заготовки, деформируется основная часть на  $7^\circ$  при длине от угла гибки на 28мм. После гибки удаление заготовки осуществляется с помощью пневмосдува.

#### Операция 30-Гибка

Операция Гибка 30 осуществляется на прессе ф. “Барнаул” ус.63тс, заготовка укладывается работником производства по особым примечаниям, по маркировке направления закладки и по переходу кольцом вниз. Гибка происходит под прямым углом, но после операции деталь имеет не параллельный контур. После гибки удаление детали осуществляется с помощью пневмосдува.

### 1.3Выявление недостатков существующей технологии

Исследовав текущий технологический процесс, можно выявить недостатки. Вырубка заготовки использует больший раскрой чем нужно

было. Поэтому деталь можно изготовить другим способом, исходя из физических данных пресса ф. “Барнаул” ус.160тс можно судить, что вырубку можно осуществить другим способом. Уменьшить длину раскроя, шаг оставляя неизменным.

#### 1.4 Задачи бакалаврской работы

Изучив минусы предложенного тех процесса, нужно сделать:

- Разработать тех процесс, с новыми данными;
- Рассчитать экономическую составляющую;
- Рассчитать вредность данной жизнедеятельности;
- Изменить раскрой.

## ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Основная подготовка производства является разработкой техпроцесса для холодной листовой штамповки. Для того что бы не было лишних затрат на штампы, ведется тщательная подготовка в производстве. Поэтому это длительный и сложный процесс. Эффективность техпроцесса зависит от масштаба производства. Любые изменения в штампе, ведут к переделке штамповой оснастки, что в дальнейшем повлияет на фактор времени.

Технологический процесс с его составляющими делятся на группы по очередности изготовления:

- 1) Деталь, ее форма и размеры
- 2) Металл, его марка и толщина
- 3) Отделка поверхности и качество
- 4) Объём и размер партии
- 5) Наличие оборудования

Самое главное, подобрать идеальный процесс штампования, соблюдая конкурентоспособность, экономическую составляющую и технические признаки.

Разработка штампа ведется по определенным критериям:

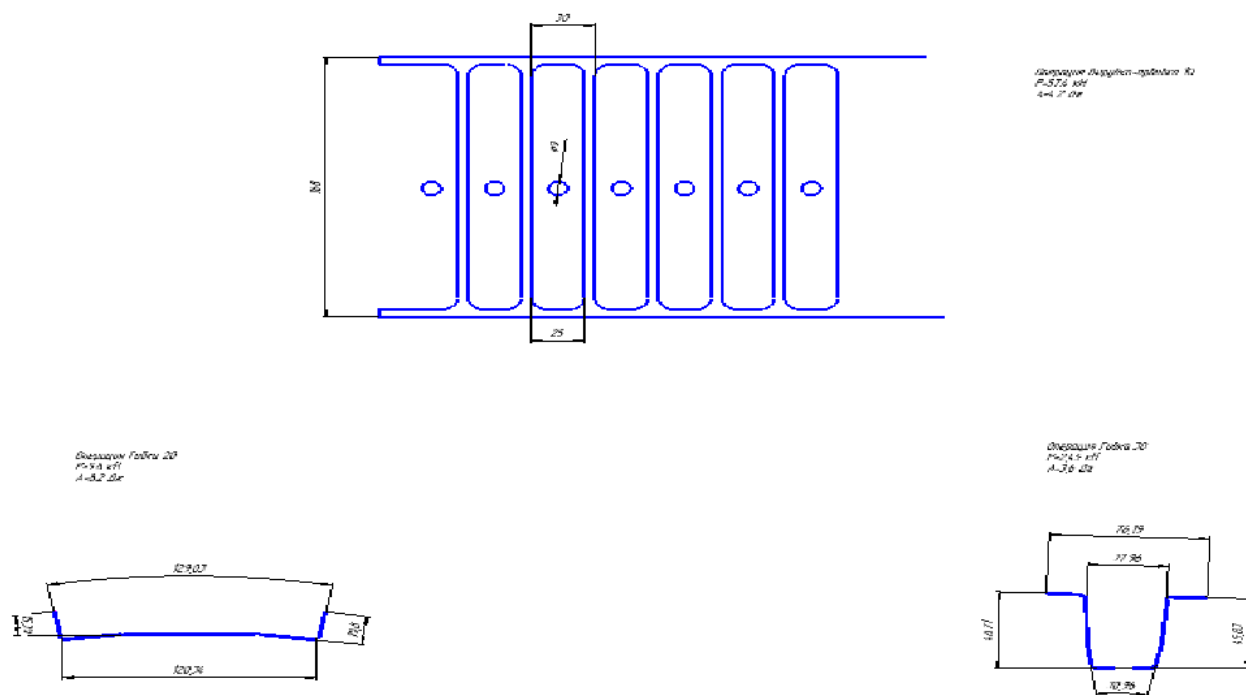
- 1) Выгодный раскрой и малые отходы
- 2) Операции (количество и сложность)
- 3) Одновременная операция деталей
- 4) Нахождение допусков

Главным признаком экономической составляющей, является количество произведенных деталей в год, т.е. серийность производства.

## 2.1 Схема предлагаемого технологического процесса

Проанализировав существующий технический процесс, выявили недостатки.

Во время операции 10-вырубка пробивка отверстия, можно вырубать заготовку из более узкого листа.



(рис. 2.1 Технологический процесс)

Ширина листа технического процесса 170, а шаг вырубки равен 30, что очень сильно не экономит металл (рисунок 2.1).

Предлагаемый технологический процесс:

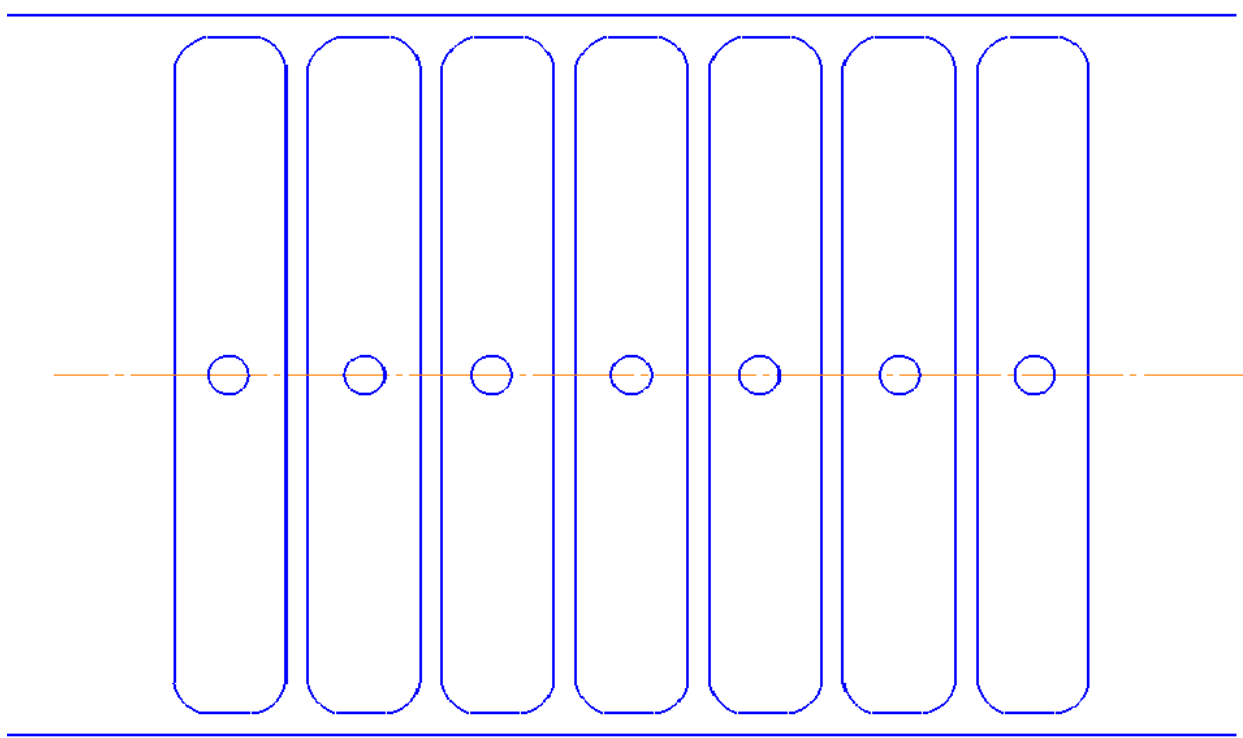
- 1) Вырубка и пробивка 10
- 2) Гибка 20
- 3) Гибка 30

Получается, будет изменена только первая операция вырубки пробивки. Это улучшит производительность операции, что в последующем

экономит затраты на эту операцию. Последующие операции не подвергнутся изменениям.

## 2.2. Определение формы и размеров исходной заготовки

Чтобы построить рациональный раскрой ленты, нужно определить размеры исходной заготовки и это играет огромную роль в производстве. В этом разделе мы подтвердим не правильность раскроя заготовки по исходным технологиям. Мы построим раскрой, найдем значение размеров плоской заготовки. Построим развертку детали, для этого нужно найти длину поперечного сечения и длины, прибавив криволинейные и прямолинейные части.



(рис. 2.2 Раскрой)

Длину прямой мы посчитали через программу Компас 3D, ширина нашей полосы равняется 158мм, значение по контуру 362мм.

Правильно рассчитать раскрой-рассчитать минимальный размер перемычек. Перемычки компенсируют погрешность фиксации в штампе

полосы, что бы обеспечивалась точная вырезка заготовки, предотвращая вырезку не по всему контуру и детали с браком. Перемычка должна быть достаточно крепкой что бы полоса не деформировалась во время работы.

На данный момент в техническом процессе ширина перемычки является 6 мм, что очень неэкономично. В проектном варианте предлагается уменьшить ширину перемычки до 5 мм, что существенно должно сэкономить себестоимость детали. Ширину ленты мы уменьшаем на 1мм с каждой стороны, и она будет равна 168 мм.

### 2.3. Проектирование рационального раскроя и определение коэффициента использования металла

«Большое значение имеют в холодной листовой штамповке - экономия металла и уменьшение отходов, а именно в массовом производстве и крупносерийном, так как при широких масштабах производства даже самая малая часть экономии металла на одном изделии или операции даёт в сумме большую экономию» [4].

Материал: 0.7ЛН×168НХ180УД+Z140, шаг 30 мм.

Однорядное расположение заготовки, которое параллельно рулону ленты

$$\eta = \frac{F_d}{B \times t} \quad (2.1)$$

где  $F_d$  – площадь вырубленной заготовки;

B-Ширина ленты;

t-Шаг подачи;

$\eta=0,77$ ;



Получается, что 77% металла ленты, уходит в заготовку, что совсем не плохо по нынешним стандартам.  $\eta=0.76$  у исходного технического процесса.

У проектного варианта использование металла больше чем у технического.

## 2.4. Определение энергосиловых параметров штамповки

В проектный вариант процесса входят 3 стадии:

- 1) Вырубка заготовки и пробивка отверстия(9мм);
- 2) Первая гибка;
- 3) Вторая гибка;

Вырубка и пробивка(Усилие), формула:

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

Где L-длина контура вырубки;

S-толщина пробиваемого листа;

$\sigma_{ср} = 206$  МПа- сопротивление срезу;

Для того чтобы определить контур вырубки, была использована программа Компас 3D (функция “Длина кривой”).

$$P = 57,4\text{кН}$$

Снятие полосы с пуансона(Усилие):

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

Где P-усилие вырубки

$k_{CH}=0.02$ , коэффициент зависящий от толщины материала и пуансона;

$$P_{CH} = 1,1 \text{ кН}$$

Проталкивание заготовки через отверстия в матрице:

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

Где  $k_{пр} = 0.05$ , коэффициент между  $P_{пр}$  и  $P$ ;

$n$  - Количество деталей на толщину заготовки;

$$P_{пр} = 2,8 \text{ кН}$$

$$P_{общ} = P + P_{CH} + P_{пр} = 61,3 \text{ кН} \quad (2.5)$$

Вырубка и пробивка(Работа):

$$A = P_{общ} \times \frac{S}{1000}, \quad (2.6)$$

$$A = 4.2 \text{ Дж}$$

В следующих операциях заготовка проходит последовательную гибку.

1-ая гибка заготовки(Усилие):

$$P = 2 \times B \times S \times k_2 \times \sigma_B, \quad (2.7)$$

Где  $B$ -длина линии гибки;

$S$ -толщина детали;

$$k_2 = 0.12$$

$$\sigma_B = 340 \text{ МПа};$$

$$P = 5.8 \text{ кН}$$

1-ая гибка заготовки(Работа):

$$A = P \times \frac{S}{1000} \quad (2.8)$$

$$A = 8.2 \text{ Дж}$$

Где S- расстояние, прошедшее пуансоном;

P-усилие гибки;

2-ая гибка заготовки(Усилие):

$$P = 2 \times B \times S \times k_2 \times \sigma_B, \quad (2.9)$$

Где B-длина линии гибки;

S-толщина детали;

$$k_2 = 0.11$$

$$\sigma_B = 340 \text{ МПа};$$

$$P = 2,45 \text{ кН}$$

2-ая гибка заготовки(Работа):

$$A = P \times \frac{S}{1000} \quad (2.10)$$

$$A = 3.6 \text{ Дж},$$

Где S- расстояние, прошедшее пуансоном;

P-усилие гибки;

## ГЛАВА 3. ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ ОПЕРАЦИИ ВЫРУБКИ ПРОБИВКИ

Инженерный анализ состояния детали для операции вырубки и пробивки проводился с помощью программ NX9.0 и DEFORM. Чтобы сохранилась информация расчетов программа DEFORM имеет:

1. Делает удобной работу для пользователей с помощью деления на процессоры, решатель и постпроцессор.

2. Файлы «bd» создаются в предпроцессоре и имеют всю информацию для дальнейшего расчета. Файл может быть использован только после моделирования и введения в него дополнительной информации.

3. Файл базы данных имеет большой объём. «key» в этом формате формируется файл, он содержит всю сжатую информацию. Расчет производится после получения файла из предпроцессора.

### 3.1. Конструирование деталей штампа в виде математических моделей

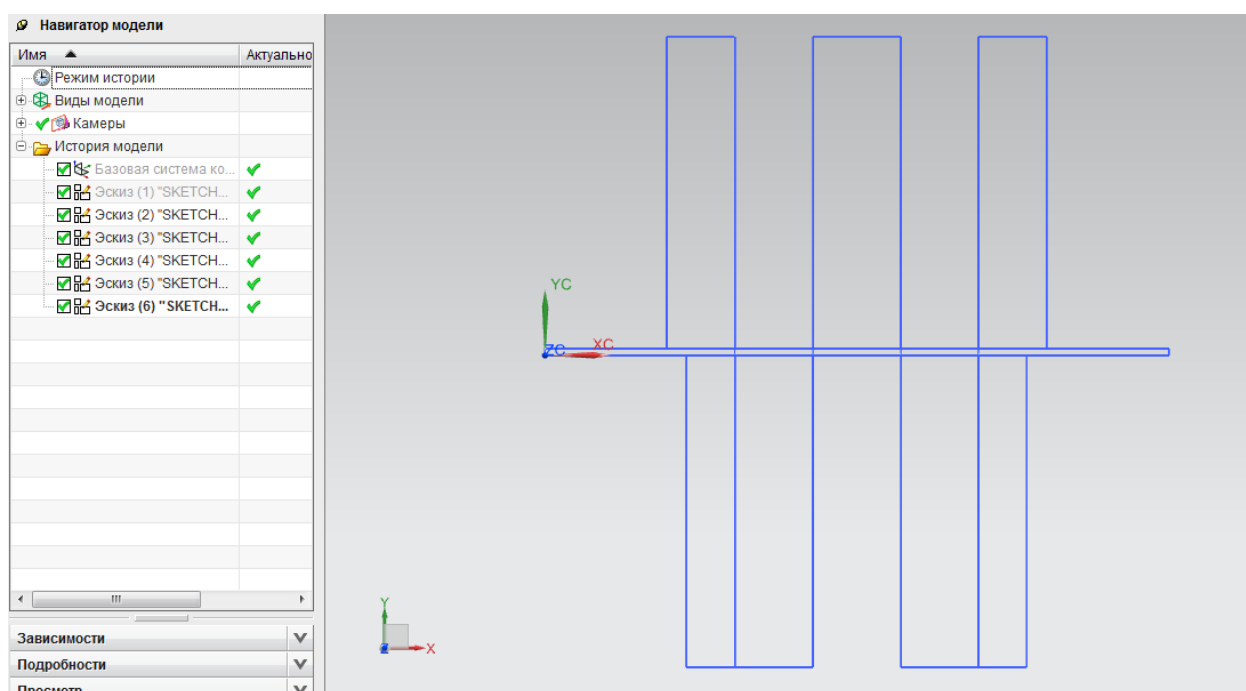
При помощи программного обеспечения NX9.0 были созданы:

- 1) Математическая модель заготовки;
- 2) Математическая модель прижима;
- 3) Математическая модель матрицы;
- 4) Пуансон(Вырубка);
- 5) Пуансон(Пробивка);

Рабочие части инструмента были созданы и установлены по отношению своего движения при данной операции.

### 3.2. Подготовительный этап моделей к компьютерному анализу

С помощью NX 9.0 мы экспортировали тела в специальный формат, но для упрощения расчетов совершили урезку общей конструкции в одинаковых пропорциях(рисунок 3.1).



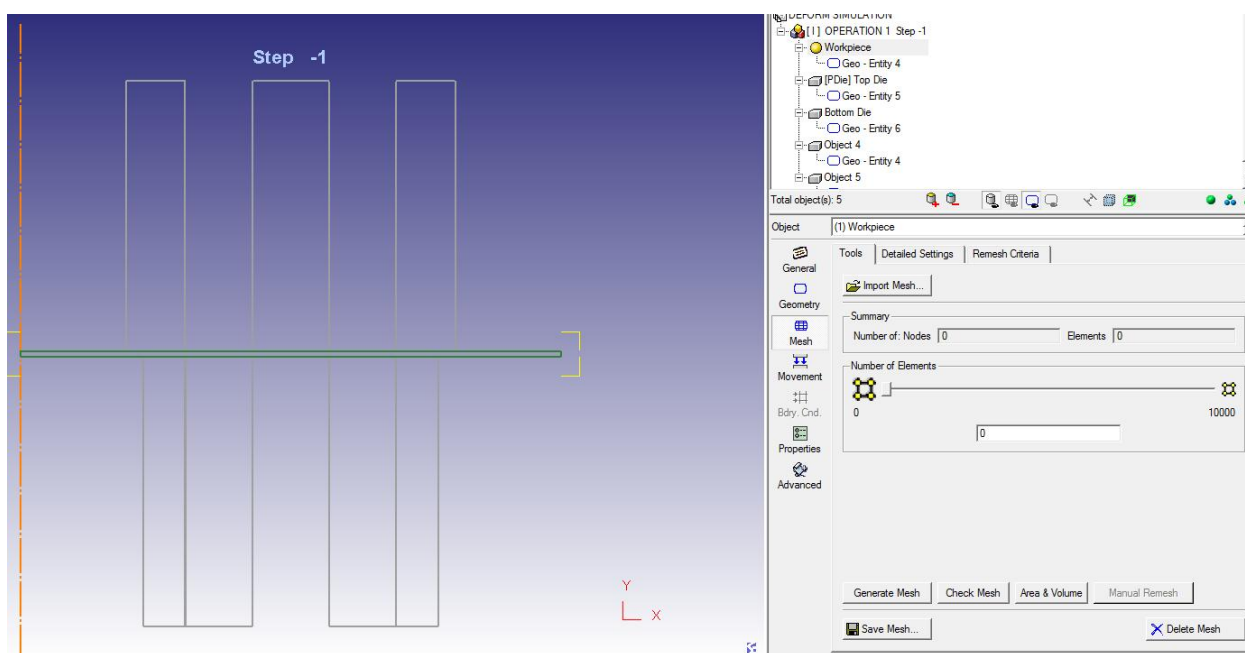
(рис. 3.1 Копии инструментов и заготовки)

Экспорт заготовки происходит с помощью пункта «Файл», «Экспорт» и выбираем формат IGES, который экспортирует геометрию для работы в других аналитических программах.

Далее мы заходим в программу DEFORM и создаем новую задачу, далее выбираем функцию 2D и пункт DEFORM 2D/3DPRE. Загружаем поочередно каждый объект из заранее экспортированного NX 9.0.

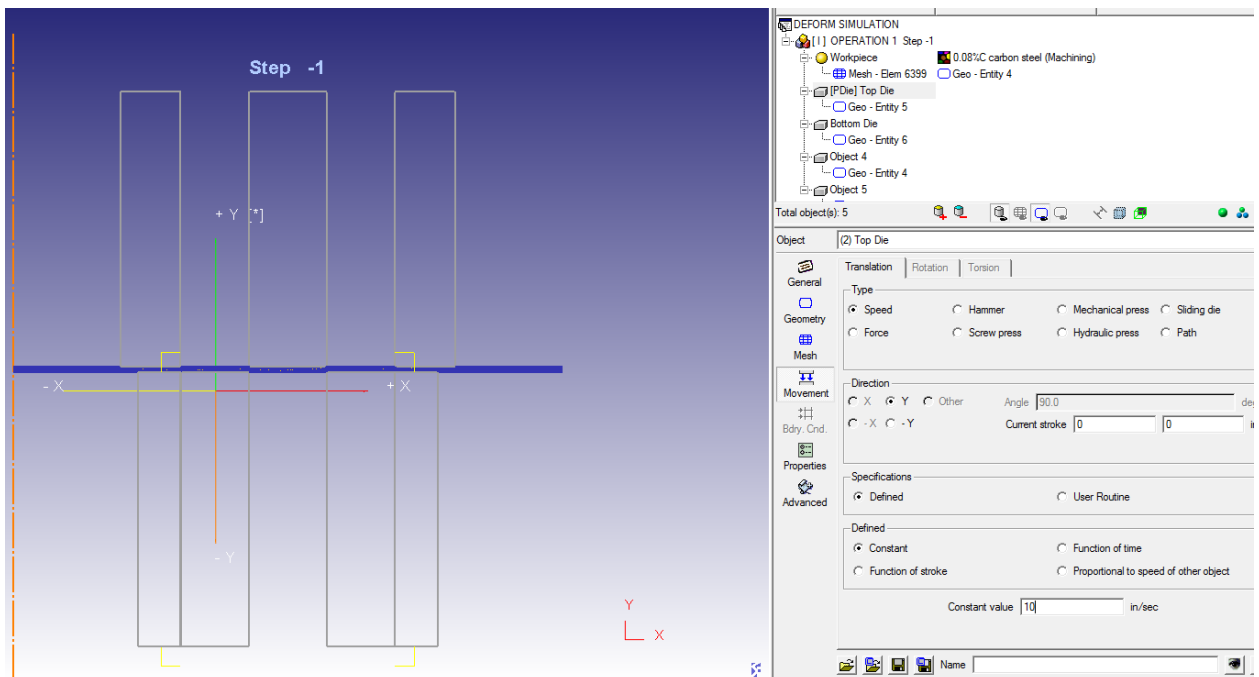
### 3.3 Создание сетки конечных элементов и ввод исходных данных для анализа

На заготовке создается сетка через вкладку «Mesh», количество конечных элементов определяется так, что в минимальное значение должно поместиться 8 элементов. Генерируем сетку через иконку GeneralMesh (рисунок 3.2), после чего ждем некоторое время для того, чтобы программа задала сетку нашей заготовке. После того как мы задали заготовке сетку, требуется установить материал для нашей заготовки. Задаем материал заготовке, через General.



(рис. 3.2 Создание сетки)

Задаем движение пуансону для вырубке и пуансону для пробивки через иконку Movement и настраиваем траекторию движения по осям (рисунок 3.2). Пуансон для вырубке будет двигаться навстречу пуансону для пробивки. Это улучшит напряжение на заготовке, что способствует лучшему прохождению процесса.



(рис. 3.3 Движение для пуансона)

С помощью вкладки Simulationscontrols задаем количество шагов и расстояние прохождения пуансона за каждый шаг. Это нужно для того чтобы мы полностью контролировали процесс нашей операции.

Следующим пунктом нам нужно задать коэффициент разрыва для во вкладке Material. Это нужно для того чтобы заготовка во время расчетов рвалась, а не растягивалась.

Теперь нам нужно задать привязку для каждого тела нашей операции. Делаем привязку и задаем отношение между телами:

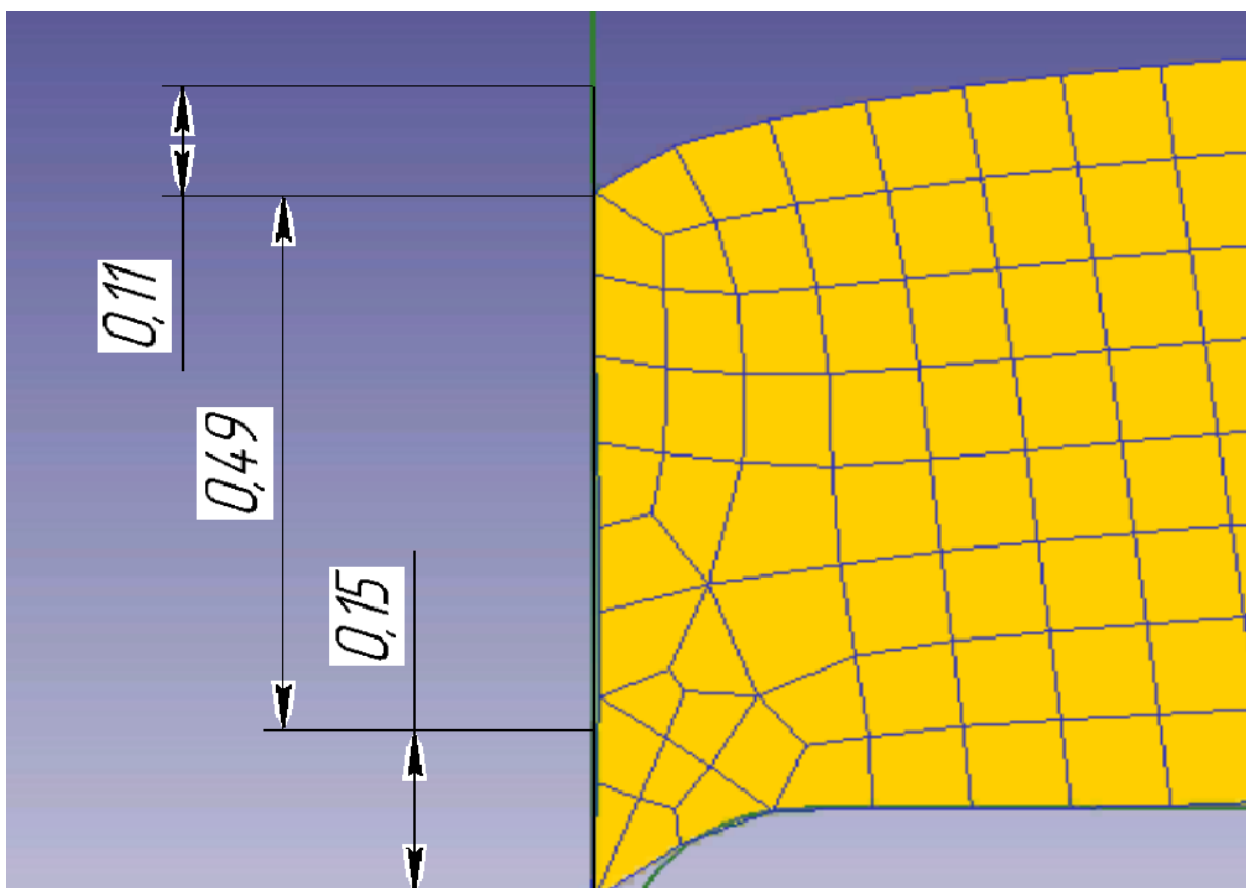
- 1) Матрица к заготовке;
- 2) Прижим к заготовке;
- 3) Пуансон для вырубки к заготовке;
- 4) Пуансон для пробивки к заготовке;

После создания коэффициента трения для каждого участка нашей операции, нужно перейти в последний пункт. Перед тем как генерировать нужно проверить на правильность введенных данных для того чтобы не ошибиться в расчетах.

Генерируем проект для того что бы программа DEFORMпроизвела расчеты.

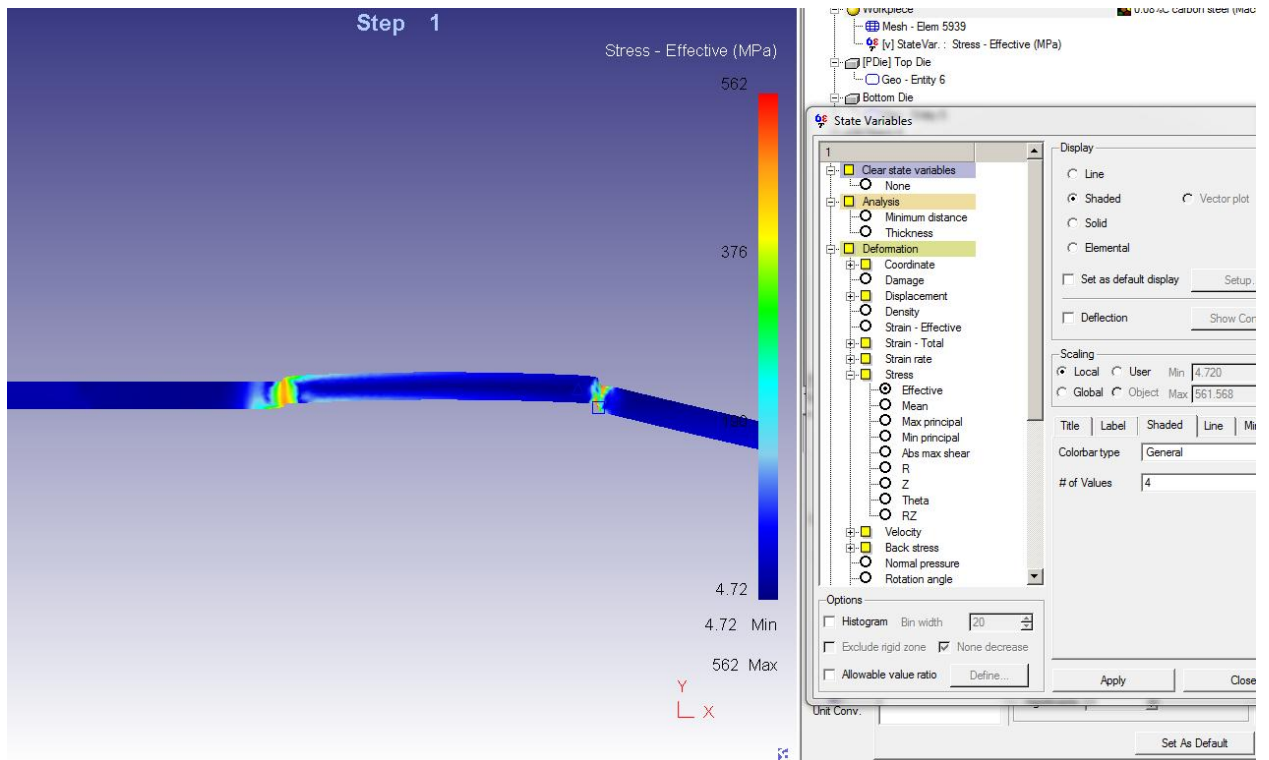
### 3.4. Расчет и вывод полученных данных

Чтобы программа DEFORMпроизвела расчет загруженных нами данных, требуется использовать вкладкуRun. После того как мы запускаем расчет, требуется подождать некоторое время. С помощью программы DEFORMpost можно посмотреть результаты вычислений (рисунок 3.4, 3.5).



(рис. 3.4Анализ полученных данных)





(рис. 3.5 Анализ полученных данных)

Так же мы можем проанализировать полученные данные.

В результате анализа можно сделать вывод, что данная операция является возможной, по критериям данной проверки.

## ГЛАВА 4. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

### 4.1. Критерии выбора оборудования

Ошибку совершают те люди, которые выбирают пресс по формату. Главный критерий при выборе прессы – это его усилие. Совсем недавно можно было встретить в технических характеристиках следующее: усилие, создаваемое прессом, к примеру, 100 тонн. Ну, и что это вам дает? Практически ничего. Как рассчитать, хватит ли Вам такого усилия или нет. Еще важно знать количество ходов и удобство с безопасностью для жизнедеятельности

«Автоматизация и механизация процессов листовой штамповки обеспечивают: увеличение производительности прессового и другого оборудования, повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции, улучшение условий труда, предотвращение травматизма. Автоматизации и механизации подлежат производственные процессы и вспомогательные работы (заготовительные и штамповочные операции, уборка и пакетировка отходов, установка штампов, транспортные, погрузочно-разгрузочные работы и др.)» [4].

«При автоматизации значительно увеличивается процент использования числа ходов прессы, 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 прессы, а, следовательно, и его производительность небольшие, однако производительность труда повышается значительно. Например, при механизации крупного прессы, заключающейся в автоматизации съема и удаления со штампа деталей и сохранения ручной подачи при загрузке заготовок в штамп, количество рабочих сокращается вдвое и соответственно повышается

производительность труда (снижается трудоемкость), но число используемых ходов пресса при этом намного увеличиваться не может, так как время, затрачиваемое на ручную подачу, остается прежним» [4].

Технические параметры штампа должны соответствовать операциям. Закрытая высота, размеры пресса, меж штамповое расстояние и жесткость пресса входят в список этих критерий. Носамый главный критерий выбора штампа является мощность(Номинальная).

Операция Вырубка и пробивка 10, выбираем для нее пресс ф. “Барнаул” КИ2132, позволяющий полностью раскрыть потенциал техпроцесса.

Технические характеристики пресса ф. “Барнаул” КИ2132:

Усилие(номинал.): 1600 кН;

Движение ползуна: 130 мм;

Возможность регулировать ход: 120 мм;

Размеры: 560×800 мм;

Мощность эл.двигателя (номинальная): 19 кВт;

#### 4.2. Выбор средств автоматизации

“Большую роль при разработке проектов для массового и крупносерийного выпуска играет правильная планировка рабочего места” [8]. “Обеспечение высокой производительности труда и прогрессивных методов работы возможны лишь при правильной организации рабочего места и трудового процесса” [8].

К средствам автоматизации на производстве относят устройства, которые сами по себе выполняют роль средств автоматизации или же являются компонентами целого комплекса. На любом предприятии имеются системы обеспечения безопасности, и их работ.К средствам автоматизации

на производстве относят устройства, которые сами по себе выполняют роль средств автоматизации или же являются компонентами целого комплекса. На любом предприятии имеются системы обеспечения безопасности, и их работа невозможна без средств автоматизации, а невозможна без средств автоматизации

При внедрении автоматизации в производство, увеличивается эффективность производительности, а в большей степени увеличивается производительность труда. Но при механизации маленькая производительность.

Для подачи заготовок в рабочую зону инструмента используют автоматизированные устройства:

- 1) Если материал в рулоне, то устройства валкового и крючкового механизма;
- 2) Если поштучные заготовки, то грейферные линейки;

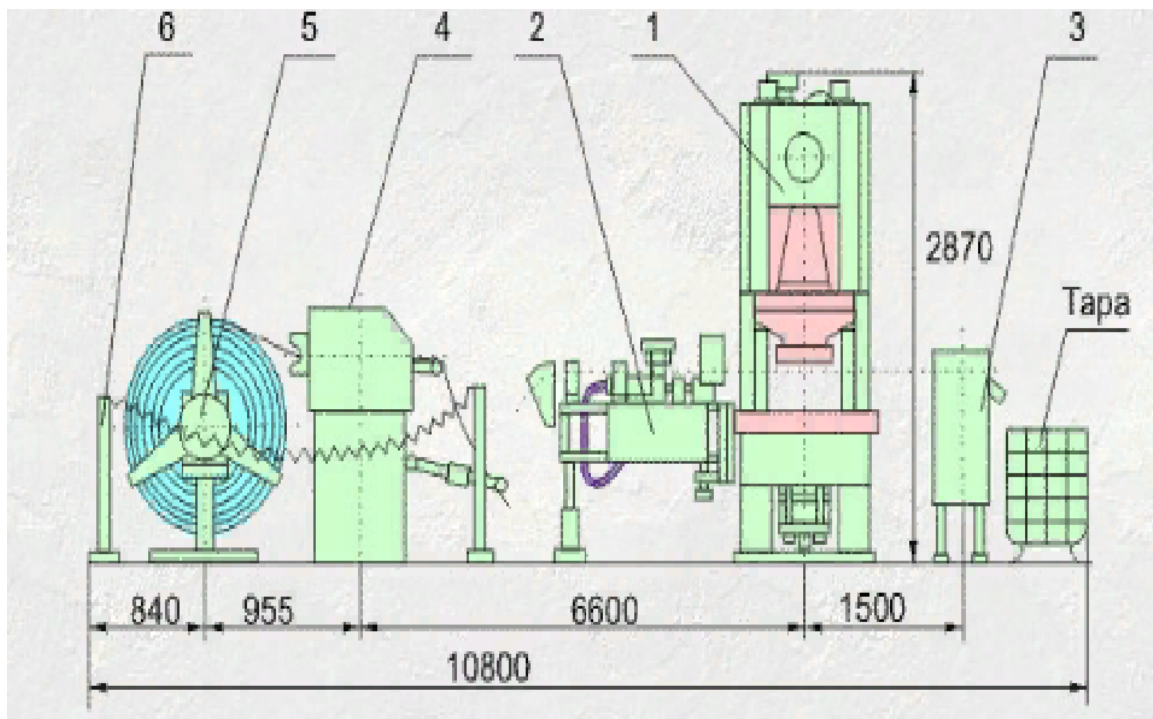
Применения автоматизации существенно ускорит производительность, и уменьшит травмоопасность.

### 4.3 Схема работы автоматической линии

Успехом высокой производительности является правильность организации трудового процесса.

Лента разматывается с помощью разматывающего устройства и поправляется с помощью правильного устройства. Далее шаг для вырубки задается с помощью подачи клещевой. После вырубки остатки металла в ленте режутся с помощью ножниц, чтобы уменьшить занимаемую площадь

ОТХОДОВ.



(рис. 4.2 План автоматической линии)

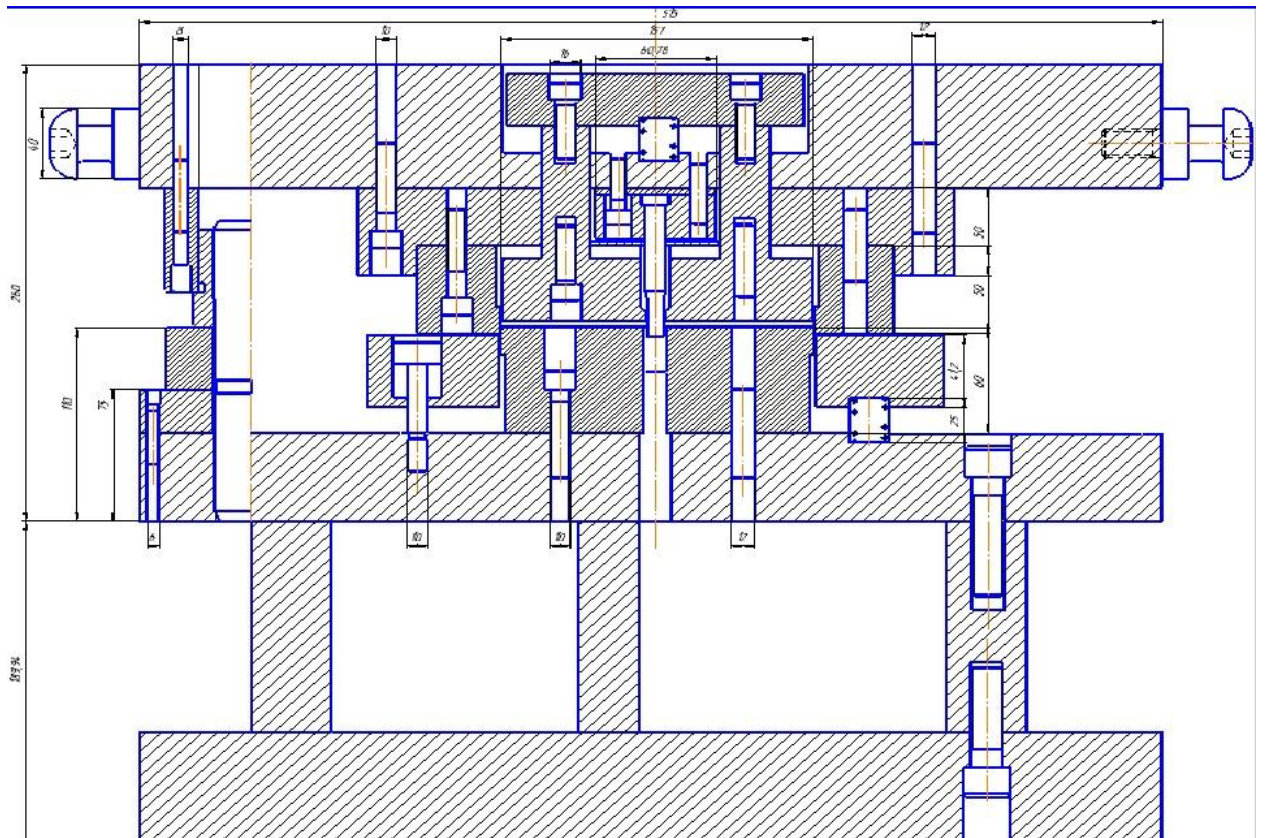
- 1) Пресс;
- 2) Подача клещевая;
- 3) Ножницы;
- 4) Правильное устройство;
- 5) Разматывающее устройство;
- 6) Ограждение;

Разматывающее устройство служит для разматывания ленты для прессы, правильное устройство поправляет ленту. Клещевая подача работает с двумя парами клещей-салазков первая пара клещей скользит по столу прессы, а вторая пара клещей сжимает лист для того что бы вернулась первая пара в начальное положение. Ножницы рубят отходы для наименьшего пространства их положения. Ограждение служит для безопасности(рисунок 4.2).

## ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

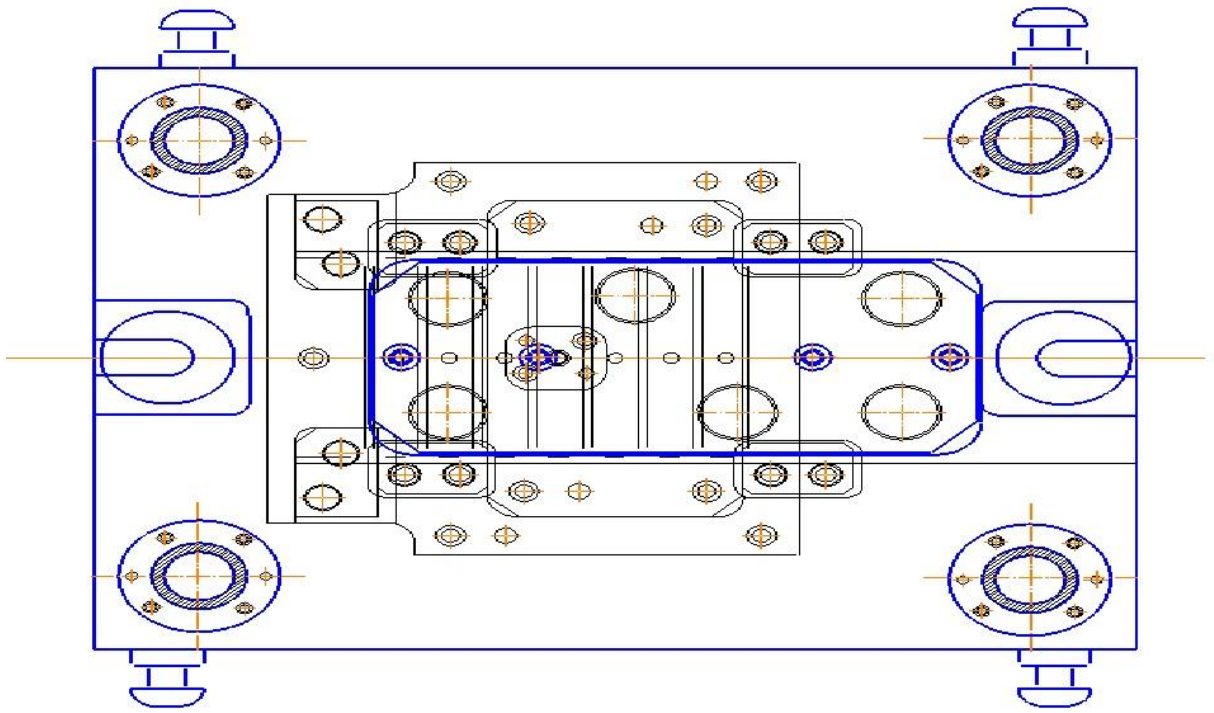
### 5.1 Состав, конструкция и работа штамповой оснастки

Схема штампа для вырубki пробивки для «Кронштейн крепления переднего крыла верхний» состоит из верхней части и нижней части (рисунки 5.1, 5.2, 5.3).



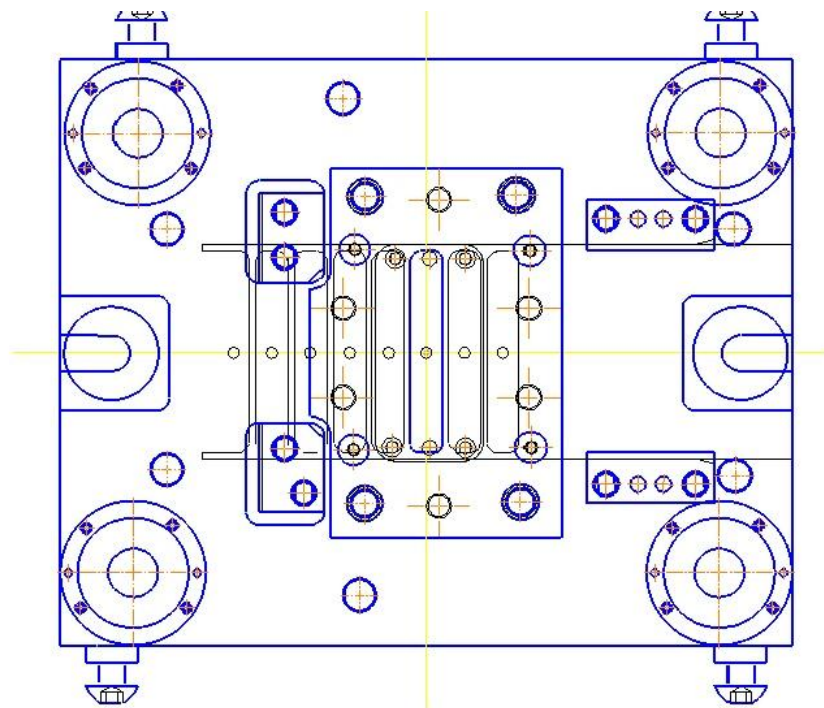
(рис. 5.1 Разрез)

Верхняя конструкция состоит из верхней плиты и матрицы. В матрицу входит пуансон для пробивки отверстия. Матрица крепится к верхней плите с помощью винтов и штифтов.



(рис. 5.2 Верхняя плита)

Нижняя часть включает в себя нижнюю плиту, прижим, пуансон, систему выталкивания и систему направления ленты. В вырубном пуансоне есть отверстие для отхода при пробивке отверстия.



(рис. 5.3 Нижняя плита)



Одновременно происходит вырубка и пробивка заготовки, прижим фиксирует заготовку на матрице, после чего происходит движение пуансонов. Пружина на прижиме помогают фиксации, а пружины в верхней части штампа служат для того, чтобы конструкция возвращалась в обратное положение. После пробивки отход падает в отверстие в нижнем пуансоне. После чего заготовка убирается, и грейферная подача двигает ленту для вырубki следующей заготовки.

## 5.2 Прочностные расчеты и выбор материалов для изготовления деталей штампа

Во время проектирования штампов используют нормали деталей. Чтобы лишний раз не производить расчеты прочности различных деталей, все расчеты напряжений уже выполнены при разработке нормалей. Когда разрабатывают специальные конструкции штампов, используют прочность плит и основных элементов. Расчет на прочность производят чаще всего на пробивные пуансоны малого объёма. Рассмотреть нужно пуансон 8.2мм.

«Расчет опорной поверхности головки пуансона на смятие» [4].

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{F} \quad (5.1)$$

Где P-усилие для пробивания отверстия,

$$P = 4.15 \text{ кН}$$

$$F = \frac{\pi \times D^2}{4} = 54.07 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{415}{54} = 7.68 \text{ МПа};$$



«Сминающее напряжение составляет  $\sigma_{см} = 7.68 \text{ МПа} < \sigma_{см} = 100 \text{ МПа}$ , что меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на смятие выполняется» [4].

Сжатие в сечении(наименьшем)

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{f}, \quad (5.2)$$

Где  $f$ - сечения(наименьшее) площади;

$$f = \frac{\pi \times D^2}{4} = 54.07 \text{ мм}^2 \quad (5.3)$$

$P$ -усилие операции;

$$\sigma_{сж} = \frac{415}{54} = 7.68 \text{ МПа}$$

«Сжимающее напряжение составляет,  $\sigma_{сж} = 7.68 \text{ МПа} < \sigma_{сж} = 1600 \text{ МПа}$  что меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на сжатие выполняется» [4].

Режущие кромки для пуансона:

$$\sigma = \frac{P}{F_{усл}}, \quad (5.4)$$

Где  $\sigma$  –напряжение (кромка на пуансоне), МПа;

$P$ - усилие, МН;

$F_{усл}$ - площадь при толшина/ $b$  в наименьшем поперечном сечении пуансона,  $\text{м}^2$ .

При  $S/b < 1$

$$F_{усл} = F_k \quad (5.5)$$

Где  $F_k$  – контур вырубki (ширина пояска), шириной  $0,5 \times S$ .

При  $S/b > 1$

$$F_{\text{усл}} = f \quad (5.6)$$

где  $f$  – наименьшее сечение пуансона,  $\text{м}^2$ .

$S/b = 0,7/8.3 = 0,1 < 1$ , значит  $F_{\text{усл}} = F_k$ .

$$F_{\text{усл}} = 68.62 \text{ м}^2 ;$$

Напряжение в режущих кромках будет равняться:

$$\sigma = 6.05 \text{ МПа}$$

«Сжимающее напряжение составляет,  $\sigma_{\text{сж}} = 6.05 \text{ МПа} < \sigma_{\text{сж}} = 1600 \text{ МПа}$  что меньше допускаемого, следовательно, условие прочности на сжатие выполняется» [4].

Пуансон диаметром 8.3 можно считать прочным.

Во время выбора деталей рабочей части штампа ссылаются на ряд пунктов:

- Сложность контура заготовки
- Свойства металла (прочность, марка, состав)
- Толщина вырубаемого листа

По этим критериям назначают марки материалов для частей штампа.

Используемые при изготовлении стали для рабочей части штампа делятся на:

1. У8А, У10А, У8, У10-углеродистые стали;
2. Х12МФ, 40ХС, 9ХФ, 9ХС, ХВГ, 40ХН2МА, -легируемые стали;

3. X12Ф1, X12Ф, X12М, X12, X6ВФ, ХГЗСВФ-высокохромистые стали высокой прокаливаемости;

4. 5ХС, 7ХС, 4ХВ3С, 7ХВ2С, 6ХВ3С, 7ХВ-легированные стали имеющие высокую вязкость;

Высокую прочность (на изгиб) имеют углеродистые инструментальные стали, У10А и У10. Поэтому они наиболее выгодные для создания штампов.

Для матрицы и пуансона выбираем другой материал, который более ударопрочный, X12МФ [14, таблица 197]. Можно заменить на У10, X12Ф, ШХ15.

В штампе гибки выбираем с помощью сталь X12МФ, заменяется на X12Ф1 и X6ВФ.

Основные марки материалов и сталей для изготовления остальных деталей:

Плиты штампов(ост.): основная марка стали 40, 52; можно заменять на Ст5;

Хвостовики: основная марка материала - Сталь 35, 40; можно заменить на Ст4, Ст5;

Колонки для направления: основная марка Ст40Х;

Втулки для направления: основная марка металла - Сталь 20, стали 45, 50; можно заменить на Ст40Х;

Пуансондержатели: основная марка материала - Сталь 35, 45; можно заменить на Ст3;

Подкладки для пуансона: основная марка металла - Сталь 45, 40Х; можно заменить на Ст5;

Съемники: основная марка материала - Ст3; можно заменить на Сталь 25;

Выталкиватели и прижимы: основная марка металла - Сталь 40, 45, Сталь 20, 20Х; можно заменить на Ст5;

Упоры: марка металла - Сталь 45; не требуются заменители;

Штифт: марка металла - Сталь У8 можно заменить на Ст6;

Винт: основная марка металла - Сталь 45; заменители - отсутствуют; Упругие элементы: основная марка материала - Сталь 65Г, 60С2; меняется на ст. проволоку класса 11;

### 5.3. Определение числа и расположения упругих элементов

Для того что бы создать усилия прижима на ленте, нам требуется установить пружины. Пружины разрабатывают и изготавливают как нормализованные детали. Подбор пружин идет по ГОСТ, и их расположение.

Количество пружин определяется по усилию выталкивания. Пружины выбираем по ГОСТ 18739-80 с подходящими размерами:

- 1) По усилию;
- 2) По высоту сжатого состояния;
- 3) По деформации;
- 4) Диаметр;

Пружины обеспечивают:

- 1) Усилие;
- 2) Ход;
- 3) Долгую работу штампа;

Для штампа вырубki-пробивки требуются пружины для того что бы снять полосу с пуансона. Подберем пружины по  $P_{CH}$ .

Выбираем пружины диаметром 30мм, и высотой 40мм. Для того что бы сжимать на нужное усилие, нам потребуется 6 пружин. Располагаться

пружины будут в прижиге, так как прижим находится в нижней плите  
дополнительная фиксация не потребуется.

## ГЛАВА 6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

### 6.1. Описание рабочего места, выполняемых операций и оборудования

Таблица 6.1. Техпаспорт для объекта

Действие	Операция	Работник выполняющий операцию	Оборудование	Материал
10.Штамповка	Вырубка	Оператор по штамповке	Пресс «Барнаул» КИ 2132	HX180YD+Z140
20.Штамповка	Гибка	Оператор по штамповке	Пресс «Барнаул» КИ 2128	HX180YD+Z140
30.Штамповка	Гибка	Оператор по штамповке	Пресс «Барнаул» КИ 2128	HX180YD+Z140

### 6.2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов прессового производства

Найдём факторы (вредные, опасные), по таблице:

Таблица 6.2. Опасные и вредные факторы

Название вредного и опасного фактора	Происхождение вредных и опасных факторов

Продолжение таблицы 6.2

Физ. факторы	
1.Части прессы	Пресс
2.Подвижные технические части	Конвейер
3.Повышенный уровень вибрации и шума	Работа прессы
4.Небольшое освещение зоны для работы	Нехватка приборов освещения
5.Напряжение питания электроприборов	Устройства управления
6.Необработанные поверхности заготовок(заусенец и острые кромки)	Заготовки
Психофиз. факторы	
1.Однообразие труда	Исполнение одной и той же деятельности в течении определенного промежутка времени

### 6.3. Мероприятия по разработке безопасных условий труда

Таблица 6.3.Методы и средства для снижения отрицательного воздействия опасных и вредных факторов

Факторы являющиеся опасными	Организационно–технический метод и техническое средство защиты, для устранения опасновредных факторов на производстве	Предметы для защиты рабочего (индивидуальные)
1. Пресс, конвейер	Ограждение оборудования; Звуковой сигнал перед запуском; –предохранители которые тормозят процесс при перезагрузке; –включение оборудования с двух рук; –автоматизация процесса;	–костюмы защитные; – рукавицы(кожаные); –береты и косынки –фартуки; – нарукавник; – очки(защитные);
2 Работа прессы	– Смазывать части прессы где возникает трение; –установка передач с шевронным зацеплением; –виброизоляционные фундаменты оборудования	Защитные средства для слуха
3.Повышенный уровень газа и запылённость	Система охлаждения и вентиляция помещения	Средство для дыхательной системы (респиратор)
4 Нехватка приборов освещения	Расчет и проектирование достаточного освещения	–
5 Устройства управления	Заземление оборудования	Обувь и перчатки на резиновой основе
6. Исполнение одной и той же деятельности в течении определенного промежутка времени	Отдых во время смены	–
7.Перегрузки, связанные с физическими показателями человеческого организма	Отдых во время смены	–

#### 6.4.Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

Применяемый металл для штамповки HX180YD+Z140 по степени горючести является трудно возгораемым, после чего мы должны определить



соответствие с СНиП 21-01-97. По пожарной опасности относится к категории Д (Несгораемые материалы и вещества в холодном состоянии)

Таблица 6.4. Классификация опасных факторов пожара

Участок	Оборудования	Классы	Факторы(Пожароопасные)	Сопутствующие факторы пожара
1.Участок листовой штамповки	пресс ф. "Барнаул" ус.160тс	В, D, E	-Воспламенение и образование электроискр; – Тепловая струя; – Большая температура в рабочей зоне; – малое количество воздуха и плохая видимость при дыме.	Части энергетического объекта, тех. установок, оборудование (техническое и промышленное), появившееся во время возгорания.

## 6.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 6.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первостепенные предметы тушения возгорания	Подручные средства тушения возгорания	Установленные стационарные системы пожаротушения	Автоматические средства тушения возгорания	Оборудование противопожарное	Средства индивидуальной защиты	Пожарные инструменты При тушении возгорания	Оповещение(пожарная сигнализация)
Огнетушитель ручной	Передвигающийся транспорт пожаротушения	Водяные системы(установки) пожаротушения	Датчик задымления	Противопожарный рукав	Противогаз фильтрующий	Пожарные багры	Оповещение о пожаре
Песок	Пожарные помпы	Газо-воздушные системы(установки)пожаротушения	Тепловой датчик	Инвентарь безопасности	Переносные носилки	Топор ручной	Световой указатель «ВЫХОД»

Кошма	Приспособленные средства	Порошковая установка пожаротушения	Приемно-контрольный прибор	Пожарные колонки	Защищенный костюм	Штыковая лопата	Пожарный ручной вещатель
-------	--------------------------	------------------------------------	----------------------------	------------------	-------------------	-----------------	--------------------------

## 6.6. Организационные (организационно–технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Таблица 6.6. Организационные (организационно–технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Название технологического процесса	Реализуемый организационно–технический процесс	Требование по пожарной безопасности
Листовая штамповка	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Консультирование персонала по требованиям ПБ;</li> <li>-Меры предосторожности;</li> <li>-осуществление технологического процесса;</li> <li>-наличие основных элементов для предотвращения возгораний;</li> <li>– своевременная очистка промасленных продуктов с места завода;</li> <li>– уменьшение количества взрывчатого вещества</li> <li>– материалы и комплектующие на рабочем месте;</li> <li>– правильное хранение взрывчатки</li> <li>– продукты и компоненты, которые отвечают требованиям ПБ.</li> </ul>	<p>Сотрудники с квалификацией;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие систем нахождения пожара, оповещения и эвакуации;</li> <li>– система тушения пожара.</li> </ul>

## 6.7. Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

Штамповка не влияет на окружающую среду так сильно, как переработка отходов. Так что стоит заострить внимание на переработку, чем на холодную штамповку

Таблица 6.7. Распознавание экологических факторов технического объекта

Объект(Технический)	Составляющая объектов, происходящих на производстве во время процессов	Плохое влияние на окружающую среду (атмосферу)	Плохое влияние на окружающую среду (гидросферу)	Плохое влияние на окружающую среду (литосферу)
Передвигающиеся транспортные средства	Дизельное топливо	Высокий уровень вредных газов в воздухе	–	–
Отходы на производстве	Использованное масло(осадок)	–	Попадание тяжёлых металлов и токсинов в источники	Выделяются в грунт и грунтовые воды

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

Таблица 6.8.

Название тех.объекта	Передвижение транспорта	Отходы(потребление и производство)	
		Промасленная ткань	Выработанное масло

Продолжение таблицы 6.8

Процедура по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на атмосферу	Замена транспорта на дизеле, на электрический транспорт	–	–
--	---	---	---

Продолжение таблицы 6.8.

Процедура по уменьшению отрицательного антропогенного влияние на гидросферу	–	Утилизация (сжигание в печах)	Восстановление отработанного масла (восстановление) для еще одного использования или иных задач
Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на литосферу	–	Утилизация (сжигание в печах)	Восстановление отработанного масла (восстановление) для еще одного использования или иных задач

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»:

1. Характеризуя раздел «Экологичность и защищенность технологического предмета» в техническом процессе штамповки, были отмечены такие составляющие как технологические операции, технически-

инженерное оборудование, должности сотрудников, используемые материалы (таблица 6.1).

2. Были найдены риски, которые возникают в деятельности высококвалифицированных рабочих, связанные с процессом штамповки. В таблице были помечены небезопасные факторы, возникающие на этапе изготовления (таблица 6.2).

3. Для уменьшения промышленных рисков, связанных с профессиональной деятельностью сотрудников, был разработан комплекс мероприятий, позволяющий также сосредоточить имеющиеся ресурсы для обеспечения средствами индивидуальной защиты рабочих (таблица 6.3).

4. Были разработаны положения по обеспечению противопожарной безопасности в помещениях технологического производства. (таблица 6.4). Проведена систематизация мероприятий, основных способов и средств, способствующих обеспечению безопасности, при возникновении пожара на производстве (таблица 6.5). Обозначен комплекс мер, направленный на повышение противопожарной безопасности (таблица 6.6).

5. Определены условия (таблица 6.7) и организованы события, обеспечивающие экологическую защищенность (таблица 6.8).

## ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 7.1 Сравнительный анализ технологических вариантов

В этом пункте работы мы должны сравнить экономический анализ двух вариантов изготовления готового продукта производства «Кронштейн крепления переднего крыла верхний». В обоих случаях технологического процесса используется пресс ф. «Барнаул» КИ 2132. Экономим материал из-за изменения раскроя.

### 7.2. Определение необходимого числа оборудования, коэффициента его загрузки, численность рабочих-операторов и необходимое число штамповой оснастки

#### Расчетные данные

1. Эффективный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{\text{э}} = D_{\text{раб}} * T_{\text{см}} - D_{\text{дет}} * T_{\text{сокр}} * S * (1 - k_{\text{р.п}}) \quad (7.1)$$

Где  $D_{\text{раб}}$  – раб.дни;

$T_{\text{см}}$  – время смены;

$D_{\text{пред}}$  – празд.дни;

$T_{\text{сокр}}$  – сокращ. время в празд.дни;

$S$  – смены;

$k_{\text{р.п}}$  – время на ремонт;

$$\Phi_{\text{э}} = 247 \times 8 - 5 \times 1 \times 2 \times 1 - 0.05 = 3745 \text{ч}$$

2. Эффективный фонд времени рабочих:

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

где  $\Phi_{\text{э}}$  – время работы оборудования; .

$$\Phi_{\text{эр}} = 30\% \times 3745 = 1124\text{ч}$$

Таблица 7.1 Общие данные

Показатели	Обозначение	Значение	
1.Количество деталей в год, шт.	$N_{\Gamma}$	200000	
2.Временя работы, час:			
- Пресс	$\Phi_{\text{э}}$	3745	
- работник	$\Phi_{\text{э.р}}$	1124	
3.Коэффициент нормы	$K_{\text{вн}}$	1,1	
4.Коэффициент обслуживание	$K_{\text{мн}}$	1,0	
5.Коэффициент на потерю времени из за отпуска , %	$K_{\text{о}}$	11,8	
6.Коэффициент монтажа:	$K_{\text{монт}}$		
- себестоимость		1,1	
- вложения		0,1	
7.Стоимость металла, руб./кг.	$\Pi_{\text{м}}$	41,5	
8.Стоимость отходов (материал), руб./кг	$\Pi_{\text{отх}}$	2	
9.Вес заготовки, кг.	$M_{\text{з}}$	0,020	0,020
10.Вес отходов (материал), кг.	$M_{\text{отх}}$	0,0096	0,008
11.Коэффициент на затраты транспортно – заготовительные	$K_{\text{тз}}$	1,014	
12.Коэффициент доплаты (от 3 до 5 разряда):			
А) Часовой фонд зарплаты	$K_{\text{доп}}$	1,08	
Б) Профессионализм	$K_{\text{пф}}$	1,16	
В) Рабочие условия	$K_{\text{у}}$	1,12	
Г) Ночные и вечерние часы работы	$K_{\text{н}}$	1,2	
Д) Премиальные	$K_{\text{пр}}$	1,1	
Е) Социальные нужды	$K_{\text{с}}$	1,262	
Итого:	$K_{\text{зпл}}$	6,922	
$K_{\text{зпл}} = K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пф}} \cdot K_{\text{у}} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{с}}$			
13.Коэффициент по мощности оборудования)	$K_{\text{м}}$	0,8	

Продолжение таблицы 7.1

14. Коэффициент по времени (загрузка оборудования)	$K_v$	0,7
15. Коэффициент на потерю в сети	$K_p$	1,03
16. Коэффициент на работу электродвигателей одновременно	$K_{од}$	0,8
17. Реализация, %: от Ц: - оборудования - штампа	$V_p$ $V_{p.и.}$	5 15
18. Норма амортизация, %	$H_a$	6
19. Показатель расходов цеха	$K_{цех}$	1,75
20. Часовая тарифная ставка, руб/час - разряд работника(3) - разряд наладчика(5)	$C_T$ $C_T$	66,72 79,89
21. Стоимость тарифа по электроэнергии, руб/кВт	$C_э$	2,435
22. Аренда помещения руб/м <sup>2</sup>	$C_{пл}$	4500
23. Производительность экономической эффективности	$E_H$	0,33

Таблица 7.2 – Эксплуатационные данные оборудования

Наименование	Усилие оборудования Р, МН	Нормы времени, мин.		Мощность оборудования $M_y$ , кВт	Площадь оборудования $S_y$ , м <sup>2</sup>	Стоимость оборудования, руб.
		$T_{шт}$	$T_{маш}$			
Исходный и проектный						
1.КИ 2132	1.6	0,109	0,026	19	15	3160000
2.КИ 2128	0,6	0.06	0.013	6.3	11	976000

Таблица 7.3 – Данные о оснастке штампа

Наименование	Стойкость штамповой оснастки ударов $T_{и.шт.}$	Стоимость штамповой оснастки $C_{шт}$ , руб.
Исходный вариант		
1.Штамп (гибка)	650 тыс.	90 тыс.



Продолжение таблицы 7.3

2.Штамп (гибка)	650 тыс.	86 тыс.
3.Штамп (вырубка-пробивка)	550 тыс.	130 тыс.
Проектный вариант		
1.Штамп (гибка)	650 тыс.	90 тыс.
2.Штамп (гибка)	650 тыс.	86 тыс.
3.Штамп(вырубка-пробивка)	550 тыс.	130 тыс.

7.3 Расчет надлежащего числа оборудования для выполнения работы, коэффициент загрузки, количество рабочих и штампов

1) Необходимое число оборудования, для выпуска программы:

$$n_{об1}^{И-П} = t_{шт} \times \frac{N_{\Gamma}}{\Phi_{\text{э}} \times K_{ВН} \times 60} = 0,08 \approx 1; \quad (7.3)$$

$$n_{об2-3}^{И-П} = t_{шт} \times \frac{N_{\Gamma}}{\Phi_{\text{э}} \times K_{ВН} \times 60} = 0,04 \approx 1; \quad (7.4)$$

2) Коэффициент загрузки оборудования при работе:

$$K_{з1}^{И-П} = \frac{n_{об1}^{И-П \text{ Расчет.}}}{n_{об1}^{И-П \text{ Прин.}}} = 0,08 \quad (7.5)$$

$$K_{з2-3}^{И-П} = \frac{n_{об2-3}^{И-П \text{ Расчет.}}}{n_{об2-3}^{И-П \text{ Прин.}}} = 0,04 \quad (7.6)$$

3) Количество работников для выполнения годовой нормы:

$$P_{оп}^{И-П} = (t_{шт} \times N_{\Gamma} \times \frac{1 \times \frac{K_o}{100}}{\Phi_{\text{эр}} \times K_{МН} \times 60}) = 6 \quad (7.7)$$

4) Количество штамповой оснастки для выполнения ГН:

$$n_{шп1} = \frac{200000}{550000} \approx 1$$

$$n_{шп2-3} = \frac{200000}{650000} \approx 1$$

## 7.4 Расчет капитальных вложений

Таблица 7.4 Расчет капиталовложений

Показатели	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
		Исходный	Проектный
1. Вложения в оборудования, руб.	$K_{об1}^{И-П} = n_{об} \times Ц_{об} \times K_3$ $= 252800$ $K_{об2-3}^{И-П} = n_{об} \times Ц_{об} \times K_3$ $= 78080$	330880	-
2. Дополнительные капит. вложения, руб. :			
А. Транспортировка и установка оборудования, руб.	$K_{м}^{И-П} = K_{об}^{И-П} \times K_{монт}$ $= 33088$	33088	-
Б. Стоимость оснастки, руб.	$K_{и}^{И-П} = Ц_{шт} \times n_{шт}$ $= 306000$	306000	306000
В. Площадь под производство, руб.	$K_{пл1}^{И-П} = n_{об} \times S_y \times Ц_{пл} \times K_3$ $= 3375$ $K_{пл2-3}^{И-П} = n_{об} \times S_y \times Ц_{пл} \times K_3 = 1980$	5355	5355
Общая	$K_{соп}^{И-П} = K_{м} \times K_{и} \times K_{пл}$ $= 344443$	344443	344443
3. Капиталовложения (Общие), руб.	$K_{общ}^{И-П} = K_{об} \times K_{соп}$ $= 675323$	469852	309500
4. Удельные вложения, руб.	$K_{уд}^{И-П} = \frac{K_{общ}}{N_r} = 3,3$	3,3	3,3

## 7.5 Расчет себестоимость продукции

1) Производственные затраты(руб):

$$M^И = M_3 \times Ц_M \times K_{ТЗ} - M_{ОТХ} \times Ц_{ОТХ} = 1,4 \quad (7.8)$$

$$M^П = M_3 \times Ц_M \times K_{ТЗ} - M_{ОТХ} \times Ц_{ОТХ} = 1,15 \quad (7.9)$$

2) Производственные выплаты рабочим(руб):

$$З_{ПЛ}^{И-П} = P \times C_T \times \Phi_{Эр} \times K_{ПЗЛ} \times \frac{K_3}{N_T} = 0,825 \quad (7.10)$$

3) Расходы, амортизация и эксплуатация(руб):

$$P_A^{И-П} = \frac{Ц_{об} \times 1 - B_p \times N_A \times t_{шт} \times 1,3}{\Phi_3 \times K_{ВН} \times 60 \times 100} = 0,11 \quad (7.11)$$

4) Электроэнергические расходы(руб):

$$P_Э^{И-П} = \frac{M_y \times t_{маш} \times K_{од} \times K_M \times K_B \times K_{П} \times Ц_э}{КПД \times 60} = 0,0147 \quad (7.12)$$

5) Затраты на амортизацию инструментов штампа (руб):

$$P_{и}^{общ} = P_{и1} + P_{и2} + P_{и3} = \frac{Ц_{шт} \times 1 - B_{р.и.}}{T_{и.шт}} = 0,429 \quad (7.13)$$

6) Траты на использование площадей(руб.):

$$P_{ПЛ}^{И-П} = \frac{S_y \times n_{об} \times Ц_{ПЛ} \times K_3}{N_T} = 0,468 \quad (7.14)$$

7) Оплата наладчикам(руб.):

$$З_{нал}^{И-П} = \frac{n_{об} \times C_T \times \Phi_{Эр} \times K_{ЗПЛ} \times K_3}{n_{обсл} \times N_T} = 0,515 \quad (7.15)$$

8) Себестоимость(Технологическая)(руб.):

$$C_{\text{тех}}^{\text{И}} = M + Z_{\text{пл}} + P_{\text{а}} + P_{\text{э}} + P_{\text{и}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{нал}} = 3,9 \quad (7.16)$$

$$C_{\text{тех}}^{\text{П}} = M + Z_{\text{пл}} + P_{\text{а}} + P_{\text{э}} + P_{\text{и}} + P_{\text{пл}} + Z_{\text{нал}} = 3,5 \quad (7.17)$$

9) Расходы(Обще производительные)(руб.):

$$P_{\text{цех}} = Z_{\text{пл}} \times K_{\text{цех}} = 1,44 \quad (7.18)$$

10) Себестоимость(цеховая)(руб.):

$$C_{\text{цех}}^{\text{И}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}^{\text{И}} = 5,34 \quad (7.19)$$

$$C_{\text{цех}}^{\text{П}} = P_{\text{цех}} + C_{\text{тех}}^{\text{П}} = 4,9 \quad (7.20)$$

## 7.6 Расчет экономической эффективности проектного варианта

1) Приблизительная экономичность себестоимости изделия за год(руб.):

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = C_{\text{цех}}^{\text{И}} - C_{\text{цех}}^{\text{П}} \times N_{\text{г}} = 90000 \quad (7.21)$$

2) Сумма производственных затрат (руб.):

$$Z_{\text{пер}}^{\text{И}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \times K_{\text{уд}} = 6,726 \quad (7.22)$$

$$Z_{\text{пер}}^{\text{П}} = C_{\text{цех}} + E_{\text{н}} \times K_{\text{уд}} = 6,2 \quad (7.23)$$

3) Годовой эффект (руб.):

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = Z_{\text{пер}}^{\text{И}} - Z_{\text{пер}}^{\text{П}} \times N_{\text{г}} = 146870 \quad (7.24)$$

4) Срок окупаемости(год):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{и}}^{\text{П}}}{\mathcal{E}_{\text{уг}}} = 3 \quad (7.25)$$

В проектной технологии изготовления детали «Кронштейн крепления переднего крыла верхний» себестоимость снизилась на 8% за счет изменения раскроя в предлагаемом техпроцессе.

Годовой эффект от внедрения данного техпроцесса составит 146870 рублей, а срок окупаемости 3 года.

## Заключение

Результатом проведенной работы с деталью «Кронштейн крепления переднего крыла верхний», является создание нового технологического процесса. Были проведены энергосиловые расчеты, произведен выбор оборудования для детали «Кронштейн крепления переднего крыла верхний», выбраны средства автоматизации, сделали САЕ анализ операции вырубка и пробивка, на основе этого анализа была сконструирована штамповая оснастка. Была произведена работа, по технике безопасности. В которой выявили вредные и опасные факторы производства, требования для производство данного продукта. В экономической части данной бакалаврской работы была выявлена себестоимость продукта, и она оказалась более выгодной чем в исходном варианте и условно-годовая выгода от внедрения данного техпроцесса.

Как показали расчеты, новый тех процесс более выгодный, так что можно считать, что условия работы были выполнены.

## Список использованной литературы и источников

- 1) Автоматизированное проектирование технологической оснастки для холодной штамповки: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. Обеспечение машиностр. пр-в" / В. В. Морозов [и др.]; под ред. В. В. Морозова. - Гриф УМО. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. - 343 с.: ил. - Библиогр: с. 341-343. - ISBN 978-5- 94178-255-0. - 414-55.
- 2) Аверкиев, Ю. А. Технология холодной штамповки [Текст]: учеб. для вузов / Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
- 3) 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.
- 4) Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке [Текст] / В. П. Романовский – 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979. – 520 с.
- 5) Скворцов, Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки [Текст]: конструкции и расчеты / Г. Д. Скворцов. – М.: Машиностроение, 1972. – 360 с.
- 6) 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.
- 7) Ключко, С.Л. Выпускная квалификационная работа / С.Л. Ключко, Учебное пособие. – Тольятти: ТолГУ, 2005.
- 8) Григорьев, Л.Л. Холодная штамповка: Справочник / Л.Л. Григорьев, К.М. Иванов, Э.Е. Юргенсон; Под ред. Л.Л. Григорьева. – СПб.: Политехника, 2009

- 9) Автоматизированное проектирование штампов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 288 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1633-2.
- 10) Шухов, Ю. В. Холодная штамповка [Текст]: учеб. для индивидуально-бригадной подгот. рабочих на производстве / Ю. В. Шухов, С. А. Еленев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1972. – 207 с. : ил.; 22 см.
- 11) 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.
- 12) Шапорева, И. Л. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 299 с.
- 13) Дорфман В. С. Современные материалы в автомобилестроении: Справочник. / В. С. Дорфман, Н. И. Летчфорд, Э. Н. Либерман и др.- Москва, Машиностроение, 1977 – 271с.
- 14) Смолин, Е. Л. Основы конструирования штамповой оснастки [Текст]: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения / Е. Л. Смолин. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с.
- 15) Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением[Текст]: М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
- 16)Владимиров В.М. Изготовление штампов и пресс-форм. – М.: Машиностроение, 1981. – 431 с.
- 17) Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
- 18) 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.



- 19) Экономика машиностроительного производства: Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Составил Н.В. Александрова - Тольятти: ТГУ, 2007.-19 с.
- 20) Смолин, Е.Л. Основы конструирования штамповой оснастки. – Тольятти: ТГУ, 2002. –65 с.
- 21) Huile. Zhang. Multiobjective reliability-based optimization for crashworthy structures coupled with metal forming process / Guangyong Sun, Ruoyu Wang, Qing Li ; Hunan University, 2017.  
[https://www.researchgate.net/publication/320149271\\_Multiobjective\\_reliability-based\\_optimization\\_for\\_crashworthy\\_structures\\_coupled\\_with\\_metal\\_forming\\_process?ev=publicSearchHeader&\\_sg=xUxcB2faM5p5RWQpXBSMw6HmwPgXAgSFNwWW47udvsz5bvj33Kn216SdMIIT3uUrmN6sBVqpP4hryaY](https://www.researchgate.net/publication/320149271_Multiobjective_reliability-based_optimization_for_crashworthy_structures_coupled_with_metal_forming_process?ev=publicSearchHeader&_sg=xUxcB2faM5p5RWQpXBSMw6HmwPgXAgSFNwWW47udvsz5bvj33Kn216SdMIIT3uUrmN6sBVqpP4hryaY)
- 22) Carleer. B.D. Friction and lubrication modelling in sheet metal forming: Influence of lubrication amount, tool roughness and sheet coating on product quality / Hol J., Wiebenga J.H. ; University of Twente, 2017.  
[https://www.researchgate.net/publication/320073629\\_Friction\\_and\\_lubrication\\_modelling\\_in\\_sheet\\_metal\\_forming\\_Influence\\_of\\_lubrication\\_amount\\_tool\\_roughness\\_and\\_sheet\\_coating\\_on\\_product\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/320073629_Friction_and_lubrication_modelling_in_sheet_metal_forming_Influence_of_lubrication_amount_tool_roughness_and_sheet_coating_on_product_quality)
- 23) Hazra. S., Revealing the mechanical and microstructural performance of multiphase steels during tensile, forming and flanging operations / PanosEftghmiadis, Clough A., Shollock B. ; The University of Warwick, 2017  
[https://www.researchgate.net/publication/317826259\\_Revealing\\_the\\_mechanical\\_and\\_microstructural\\_performance\\_of\\_multiphase\\_steels\\_during\\_tensile\\_forming\\_and\\_flanging\\_operations](https://www.researchgate.net/publication/317826259_Revealing_the_mechanical_and_microstructural_performance_of_multiphase_steels_during_tensile_forming_and_flanging_operations)
- 24) Usama. Umer. Computer Aided Design of the Die-Set for Sheet Metal Punching and Blanking Dies / Ragab Kamal F. Abdel-Magied, Hussein Mahamed, Jaber E. Abu Qudeiri; King Saud University, 2014  
[https://www.researchgate.net/publication/265379393\\_Computer\\_Aided\\_Design\\_of](https://www.researchgate.net/publication/265379393_Computer_Aided_Design_of)

[the DieSet for Sheet Metal Punching and Blanking Dies? sg=Or1wiKm8QoAtbfAFyBYJChKxOASoS1xLUNJw5i4Z0aUtIEsbUpdlgdrkrFvQZviKgNY2JXoPF94RZo](#)

25)Shailendra. Kumar. Computer aided system for parametric design of combination die / Vishal Naranje, Hussein Mohaned; SardarVallbhbhai National institute of Technology, 2017  
[https://www.researchgate.net/publication/320439951\\_Computer\\_aided\\_system\\_for\\_parametric\\_design\\_of\\_combination\\_die?ev=publicSearchHeader&\\_sg=FwjwCPae39NQb4fT9DLm3zOOerGtLCc\\_FpT\\_fbLW1dtIOOEBoQSFHYIe7TdMthbemYs4smDi1Vk7Y0](https://www.researchgate.net/publication/320439951_Computer_aided_system_for_parametric_design_of_combination_die?ev=publicSearchHeader&_sg=FwjwCPae39NQb4fT9DLm3zOOerGtLCc_FpT_fbLW1dtIOOEBoQSFHYIe7TdMthbemYs4smDi1Vk7Y0)