

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Разработка технологии изготовления детали  
1118-5604032 «Панель крышки багажника внутренняя»

Студент

В.В. Овсец

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

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

Консультанты

к.э.н. Н.В. Зубкова

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

к.т.н., доцент А.В. Краснов

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

Тольятти 2020

## Аннотация

Эта выпускная квалификационная работа посвящена автомобильной промышленности.

А именно, его отдельной частью является холодная штамповка.

Для этого будет изготовлена корпусная деталь 1118-5604032 «Панель крышки багажника внутренняя».

Целью работы будет достижение большей технологичности детали с использованием программ AutoForm и NX.

Экологические и экономические вопросы также были рассмотрены и рассмотрены в проекте.

Для определения максимальной обрабатываемости детали будет сделано:

1. Анализ напряженно-деформированного состояния. Они позволят нам предотвратить места перерывов при штамповке, что уменьшит количество браков.

2. Был выбран оптимальный материал, а именно сталь 08Ю. Пластик, устойчивый к старению и достаточно прочной стали, является лучшим выбором для штамповки металла.

3. Операции на производстве рассматриваются. Это - вырубка, вытяжка, 4 пробивки, чеканка и отбортовка. В результате 7 операций.

4. Расчетный годовой экономический эффект

Также будет выбрано оборудование, в котором будут участвовать 1000 500 450 прессов Innochenti.

Расчеты в программе AutoForm позволят избежать производственных дефектов даже во время проектирования, что значительно сократит затраты.

Рабочий инструмент - это штамп. Его материал также будет рассмотрен с точки зрения преимуществ и качества штамповки.

Используемое оборудование огорожено и безопасно во время эксплуатации, а аргумент заготовки производится станком. Все условия труда выполнены. Вредные факторы устранены.

Воздействие окружающей среды на природу не оказывает негативного воздействия.

## ABSTRACT

This final qualification work is dedicated to the automotive industry and Cold stamping.

This process will be used for manufacturing body part 1118–5604032 “Trunk lid panel inner”.

The aim of the work is to achieve greater manufacturability of the part by using the AutoForm and NX programs.

Environmental and economic issues are also given attention and considered in the draft.

To achieve the task the following steps have been done:

1. Analysis of the stress-strain state which allows us to prevent places of breaks during stamping.

2. The optimal material was selected, namely 08Yu steel. Plastic, resistant to aging and sufficiently strong steel is the best choice for metal stamping.

3. Operations in production are considered. They include Felling, extractor hood, 4 punching operations, chasing and flanging. As a result, 7 operations have been conducted.

4. The annual economic effect has been calculated

Calculations in the program of AutoForm will prevent production defects even at the time of design, which will significantly reduce costs.

The working tool is a stamp. Its material will also be examined in terms of the benefits and quality of stamping.

As a result all working conditions have been met. Harmful factors have been eliminated.

## Содержание

Введение.....	7
1 Анализ исходных данных.....	8
1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации .....	8
1.2 Технологические характеристики детали .....	8
1.3 Выбор параметров техпроцесса .....	8
1.4 Формулировка задач работы .....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Проектирование заготовки .....	10
2.2 Проектирование плана изготовления .....	11
2.3 Разработка технологических операций .....	12
2.4 Материал заготовки.....	20
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	28
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	28
3.2 Проектирование режущего инструмента .....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	36
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта .....	36
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	37
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	38
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	46
5. Экономическая эффективность работы.....	49
5.1 Определение затрат при проектировании технологии изготовления потока штампов для детали 1118–5604032 .....	50
5.2 Расчет себестоимости изготовления потока штампов по изменяющимся элементам.....	56
5.3 Расчёт годовой экономической эффективности и прочих экономических показателей.....	63

Заключение .....	66
Список используемых источников.....	67
Приложение А Операционная карта .....	69

## **Введение**

Листовая штамповка - является широко распространенным способом обработки металлов под давлением, используя листовой металл за исходную заготовку. Данная технология позволяет производить номенклатуру из листового металла сложного пространственного профиля.

Штамуемые металлические детали, даже сложных профилей, можно получить в кратчайшие сроки благодаря штамповке, из-за чего данный тип обработки металла распространен по всему миру.

Наибольшее применение листовой штамповки приходится на автомобилестроение, тракторостроение, самолетостроение и даже военное производство.

Холодная штамповка больше распространена в крупносерийном и массовом производстве, которым является ОАО «АвтоВАЗ».

Одной из проблем штамповки – является ее дороговизна на этапе проектирования самой детали и рабочего инструмента (штампа).

На данный момент большие масштабы выпуска вынуждает принимать более совершенные и трудоемкие штампы. Повышенная стоимость штамповой оснастки требует бездефектное проектирование, поскольку ошибки проектирования выдает крупные финансовые и временные расходы на исключения проблемы. В общем возможные сроки выпуска деталей будут затягиваться, из-за чего увеличиваются затраты и снижается качество, что снижает конкурентоспособность на мировом рынке. Одним из способов решения проблемы – Это использование программы autoform на стадиях проектирования. Это охватывает технологичность продукта, расчет стоимости инструмента и материала, дизайн граней штампа и виртуальную оптимизацию процесса.

Данная программа позволяет выделить критические зоны на этапе проектирования без эксперимента с деталью после проектирования, что снизит затраты и время выпуска качественной детали с наименьшим браком.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации**

Данная работа посвящена разработке технологии изготовления детали 1118–5604032 «Панель крышки багажника внутренняя».

Основными задачами является – достижение наибольшей технологичности детали на этапе разработки.

Деталь предназначена для защиты содержимого багажника от факторов окружающей среды и для их безопасного хранения/перевозки.

### **1.2 Технологические характеристики детали**

Деталь представляет собой Г – образный профиль, сложной геометрической формы с наличием фланца по всему периметру детали. Деталь имеет ось симметрии.

Деталь имеет отверстия различных диаметров, “окна”. Предназначенные для экономии металла и проведения проводки.

Вес детали составляет 3,75 кг.

### **1.3 Выбор параметров техпроцесса**

Для нахождения формы и размеров заготовки при вытяжке используется графоаналитический метод, основанный на следующих положениях:

Габариты заготовки  $F_{заг}$  должна быть равна поверхности вытянутой детали  $F_{д}$  с учетом коэффициента утяжки. Размеры заготовки определяются при помощи 2 сечений, построенных на вытяжном переходе в плане, где  $A=1110$  мм,  $B=1330$  мм, с учетом коэффициента утяжки  $A=1110 \times 1.15=1276.5$  мм,  $B=1330 \times 1.15=1529.5$  мм. (Смотри рис. 1)



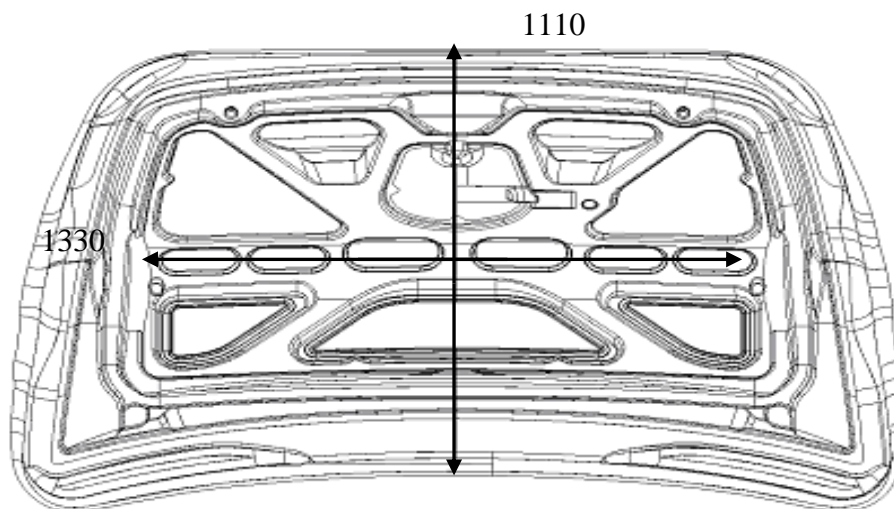


Рисунок 1 – Развертка детали в плане.

Заготовка должна иметь трапециевидный контур без резких переходов при корректировке. Отношение размера высот  $H/V$ , относительно радиусов закругления в углах и относительной толщины  $(s/D)$  100 ( где  $D$  – эквивалентный диаметр), должны соблюдаться, а изменение площади заготовки должны быть неизменны. Уменьшаемая площадь должна быть равна прибавляемой.

#### 1.4 Формулировка задач работы

- Рассчитать энергосиловые параметры процесса.
- Рассмотреть опасные и критические зоны в местах обработки детали.
- Рассчитать себестоимость изготовления потока штампов, а также показатели экономической эффективности при расчете программ CAD.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Проектирование заготовки

При изготовлении детали необходимо соблюдать следующие параметры.

1) Несимметричные и сложные формы, по возможности, должны быть исключены при изготовлении.

2) У дна радиусы закругления допускаются меньшими, у фланцев, должны быть больше.

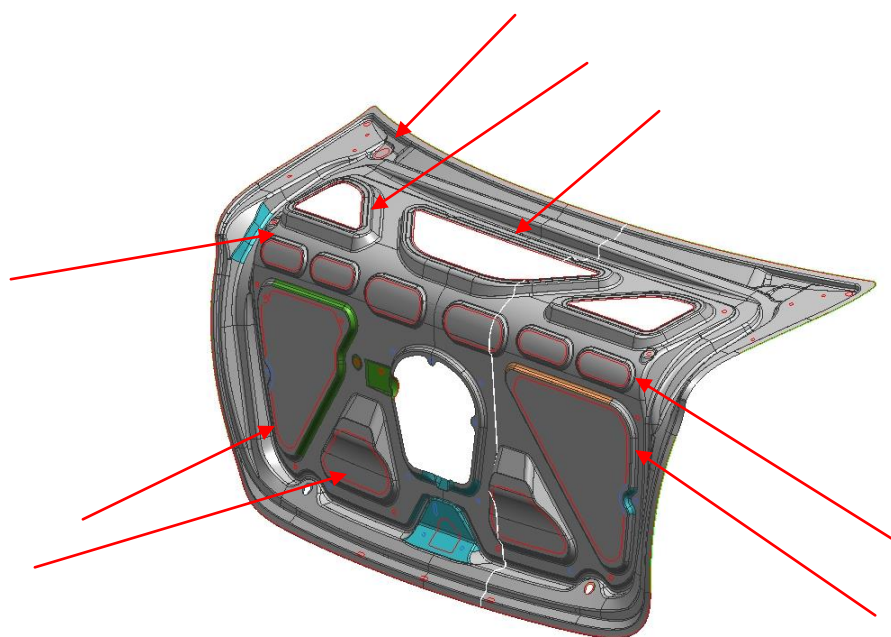
3) Вытяжки с широкими фланцами следует не применять.

4) Острые углы детали коробчатой форм не должны быть образованы в процессе изготовления.

5) Для фиксирования заготовок в сложных конфигурациях детали необходимо следует учитывать технологические базы.

6) Пробиваемые в дне отверстия должны соблюдать расстояние до  $\geq 1.55$  мм наружного контура детали.

В детали 1118–5604032 наибольший интерес представляют следующие участки, которые показаны красными стрелками на рисунке 2.



## Рисунок 2 – Трудно штампуемые участки детали 1118–5604032

Деталь 1118–5604032 при штамповке имеет проблемные места: при операции вытяжки существует вероятность разрыва, образования утонений, образования складок.

Дополняют вытяжной переход технологической надстройкой. Ее форма и размеры индивидуальны для каждой конкретной детали и определяются в основном из опыта. Бывают детали достаточно сложной пространственной формы, которую просто нельзя получить вытяжкой, не дополнив ее соответствующими технологическими припусками. Они необходимы для осуществления процесса вытяжки и обеспечения должного качества поверхности детали. Для отдельных деталей величина технологических припусков достигает значительных размеров и вызывает существенное увеличение расхода металла. Поэтому при разработке вытяжных переходов технологическим припускам следует уделять должное внимание, стараясь свести их до минимально потребных размеров.

### **2.2 Проектирование плана изготовления**

Карта процесса производства детали 1118–5604032 «панель крышки багажника внутренняя»:

1. Вырубка штампом
2. Вытяжка штампом
3. Обрезка, пробивка – 1-ым штампом
4. Обрезка, пробивка – 2-ым штампом
5. Обрезка, пробивка – 3-ым штампом
6. Обрезка, пробивка – 4-ым штампом

7. Штамп для правки формы, чеканки фланца по контуру.

Процесс изготовления штампов осуществляется по следующим этапам:

1. Проектирование технологии изготовления детали (1 месяц);
2. Проектирование штамповой оснастки (1 месяц);
3. Разработка маршрутной технологии (1 месяц);
4. Изготовление заготовок (2 месяца);
5. Черновая обработка оснастки (1 месяц);
6. Чистовая обработка оснастки (2 месяца);
7. Сборка штампа (1 месяц);
8. Наладка (3 месяца).

### **2.3 Разработка технологических операций**

#### **2.3.1 Анализ напряженно – деформированного состояния операции вырубки**

Процесс резания штампом состоит из стадий: Упругой, пластической, скалывания.

Для обеспечения наибольшей технологичности детали были рассчитаны энергосиловые параметры процесса вырубки. Так как большая часть изготовления детали приходится на вырубку.

Усилие вырубки зависимо от механических свойств материала, периметра изделия, режущих кромок.

Вырубка штампом (Используются параллельные кромки) определяется по формуле:

Усилие вырубки штампом с параллельными кромками определяется по следующей формуле (1):

$$P_{cp} = LS\sigma_{cp}, \quad (1).$$

где  $L$  – периметр резания, мм;

$S$  – толщина заготовки, мм;

$\sigma_{cp}$  – сопротивление срезу, МПа.

Периметр резания рассчитаем по формуле (2), исходя из габаритов заготовки в мм.

$$L = (139.5 + 430.6 \cdot 2) + (280.5 + 430.6 \cdot 2 + 420) + (435.7 \cdot 2 + 139.5 + 280.5) \quad (2). \\ = 3853.8 \text{ мм.}$$

$$\sigma_{cp} = (0.7 \div 0.8) \cdot \sigma_g = 0.75 \cdot 300 = 225 \text{ МПа.} \quad (3).$$

$$P_{cp} = 3853.8 \cdot 0.8 \cdot 225 = 693684 \text{ Н.}$$

Чтобы вырубка происходила с должным качеством, следует применять прижимные устройства. Прижимное усилие определим по формуле (4):

$$P_{np} = 0.25 \cdot P_{cp} = 0.25 \cdot 693684 = 173421 \text{ Н} \quad (4).$$

Необходимое усилие для снятия полос Пуансона определим по формуле (5):

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P_{cp} \quad (5).$$

где,  $P_{cp}$  – полное усилие вырубки, Н;

$k_{сн}$  – коэффициент, регулируемый толщиной заготовки и типом штампа,  $k_{сн} = 0.06$ ;

$$P_{сн} = 0.06 \cdot 693684 = 41621 \text{ Н}$$

Требуемое усилие прессы определяется по формуле (6):

$$P_{пресса} = 1.3 \cdot (P_{cp} + P_{np} + P_{сн}) \quad (6).$$

$$P_{пресса} = 1.3 \cdot (693684 + 173421 + 41621) = 1181343.8 \text{ Н}$$

Работа резания при вырубке плоскими кромками определяется по формуле (7):

$$A = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000} \quad (7).$$

где,  $P$  – полное усилие вырубки Н;

$x$  – (из соотношения  $x = P_{cp}/P$  где,  $P_{cp}$  – усредненное усилие для вырубки). Коэффициента  $x$  зависим от рода материала и его толщины,  $x = 0.65$ .

$S$  – толщина материала, мм

$$A = 0.65 \cdot \frac{1181343.8 \cdot 0.8}{1000} = 614H \cdot м$$

### **2.3.2 Анализ напряженно–деформированного состояния операции вытяжки**

Конструктивно в детали присутствует глубокий желоб. Вытяжка данного объекта, из-за переменной деформации по периметру, является непростым процессом штамповки. Для образования сложной формы вытяжкой, как правило, используется одна операция, чтобы избежать усталости металла и его утончения, что может привести к разрыву в критических зонах.

Вытяжка заготовки. Заготовка при вытяжке занимает ряд промежуточных положений при смещении. Из-за чего разные части заготовки пребывают в разном состоянии, что и усложняет сам процесс и расчет.

Усилие вытяжки опытным путем определить нельзя, методов точного расчета таких заготовок не существует, так как деталь имеет сложную пространственную форму. Усилие вытяжки, возможно, определить в программе AutoForm, но из-за отсутствия доступа к данному продукту данные расчеты проводиться не будут.

Исходя из изготовления подобных деталей, “панель крышки багажника внутренняя” вытяжка деталей сложной пространственной формы производится за одну операцию.

### 2.3.3 Расчет энергосиловых параметров первой операции обрезки, пробивки отверстий

При совершении вырубки и пробивки сила резания и возникающие сопротивления в местах среза не постоянные, и переменные на всем рабочем ходе штампа. Требуемые усилия для вырубки и пробивки зависят от периметра изделия (отверстия), механических свойств материала, толщин изделия, состояния режущих кромок.

Также на сопротивления при срезе влияет наклеп, образующийся при холодной штамповке, величиной зазора режущих кромок и их состоянием.

Учитывая, что  $\sigma_{cp} \approx 0,86 \sigma_{\sigma}$ , (Предел прочности) определим требуемое усилие обрезки для 1-ой операции обрезки по формуле (8):

$$P_{j,h} = k \cdot \sigma_d \cdot \sigma_{ch} \cdot L \cdot S \quad (8).$$

Где,  $k = 1,3$  - коэффициент, учитывающий дефекты обрезки: Затупление и неровность толщины металла при обрезке.

$\sigma_{\sigma} = 300$  МПа – предел прочности материала;

$L = 2419$  мм – периметр линии обрезки, мм;

$S = 0.8$  мм – толщина материала, мм

$$P_{обр} = 1,3 \cdot 0,86 \cdot 300 \cdot 2419 \cdot 0,8 = 649066 \text{ Н}$$

Работа резания при обрезке определяется по формуле (7):

$$A = 0,65 \cdot \frac{649066 \cdot 0,8}{1000} = 338 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (7).$$

Определим усилие для пробивки отверстий по формуле из пункта вырубки, формула аналогичная (1):

Где,  $L = 1804,8$  мм, периметр пробиваемых отверстий, мм;

$$P_{cp} = LS\sigma_{cp} \quad (1).$$

$$\sigma_{cp} = (0.7 \div 0.8) \cdot \sigma_{\sigma} = 0.75 \cdot 300 = 225 \text{ МПа}$$

$$P_{cp} = 1804,8 \cdot 0.8 \cdot 225 = 324864 \text{ Н}$$

Усилие прижима определяется по аналогичной формуле (4):

$$P_{np} = 0,25 \cdot P_{cp} = 0.25 \cdot 324864 = 81216 \text{ Н} \quad (4).$$

Усилие, необходимое для снятия заготовки с пуансона, определяется по аналогичной формуле (5):

$$P_{сн} = k_{сн} \cdot P_{cp} \quad (5).$$

$$P_{сн} = 0,06 \cdot 324864 = 19491 \text{ Н}$$

Усилие, необходимое для пробивки отверстия определим по аналогичной формуле (6).

$$P_{пресса} = 1,3 \cdot (P_{cp} + P_{np} + P_{сн}) \quad (6).$$

$$P_{пресса} = 1,3 \cdot (324864 + 81216 + 19491) = 553242 \text{ Н}$$

В итоге необходимая совершаемая работа резания для пробивки отверстия будет также определена по формуле (7), с той же величиной коэффициента  $x$ :

$$A_{проб} = x \cdot \frac{P \cdot S}{1000} \quad (7).$$



$$A_{\text{проб}} = 0.65 \cdot \frac{553242 \cdot 0.8}{1000} = 287 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Полное усилие обрезки, пробивки определяется как сумма усилий при обрезке и пробивке по формуле:

$$P = P_{\text{н.об}} + P_{\text{н.проб}} = 649066 + 553242 = 1202308 \text{ Н}$$

Работу резания при обрезке и пробивке определим по формуле, как сумму работ при пробивке и обрезке:

$$A = A_{\text{об}} + A_{\text{проб}} = 338 + 287 = 625 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

### 2.3.4 Расчет второй операции обрезки, пробивки отверстий

Расчеты для следующих операций обрезок и пробивок отверстий будут рассчитаны аналогично прошлым расчетам.

Один из измененных параметров будет периметр линии обрезки  $L = 1828$  мм. Предел прочности и толщина материала остаются прежними.

Определим требуемое усилие обрезки второй операции по формуле (8):

$$P_{\text{обр}} = 1.3 \cdot 0.86 \cdot 300 \cdot 1828 \cdot 0.8 = 490488 \text{ Н}$$

Найдем работу сил резания при обрезке по формуле (7)

$$A = 0.65 \cdot \frac{490488 \cdot 0.8}{1000} = 255 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим усилие для пробивки отверстий по формуле (1):

Где,  $L = 2365$  мм, периметр пробиваемых отверстий, мм;

$$P_{\text{сп}} = 2365 \cdot 0.8 \cdot 225 = 425700 \text{ Н}$$

Усилие прижима определяется по формуле (4):

$$P_{\text{пр}} = 0.25 \cdot P_{\text{сп}} = 0.25 \cdot 425700 = 106425 \text{ Н}$$

Усилие, необходимое для снятия заготовки с пуансона, определяется по формуле (5):

$$P_{сн} = 0.06 \cdot 425700 = 25542H$$

Требуемое усилие прессы для пробивки отверстия (6):

$$P_{прессы} = 1.3 \cdot (425700 + 106425 + 25542) = 724967H$$

Работа резания при пробивке отверстий определяется по формуле (7):

$$A = 0.65 \cdot \frac{724967 \cdot 0.8}{1000} = 376H \cdot м$$

Определим полное усилие обрезки, пробивки:

$$P = P_{н.об} + P_{н.проб} = 490488 + 724967 = 1215455H$$

Общая сила резания обрезки и пробивки рассчитывается по формуле как сумма работ по обрезке и пробивке:

$$A = A_{об} + A_{проб} = 255 + 376 = 631H \cdot м$$

### 2.3.5 Расчет третьей операции обрезки, пробивки отверстий

$L = 2198$  мм – периметр линии обрезки, мм;

Определим требуемое усилие обрезки третьей операции по формуле (8):

$$P_{обр} = 1.3 \cdot 0.86 \cdot 300 \cdot 2198 \cdot 0.8 = 589767 H$$

Найдем работу сил резания при обрезке по формуле (7)

$$A = 0.65 \cdot \frac{589767 \cdot 0.8}{1000} = 306H \cdot м$$

Определим усилие для пробивки отверстий по формуле (1):

Где,  $L = 496$  мм, периметр пробиваемых отверстий, мм;

$$P_{ср} = 496 \cdot 0.8 \cdot 225 = 89280H$$

Усилие прижима определяется по формуле (4):

$$P_{np} = 0.25 \cdot P_{cp} = 0.25 \cdot 89280 = 22320H$$

Усилие, необходимое для снятия заготовки с пуансона, определяется по формуле (5):

$$P_{сн} = 0.06 \cdot 89280 = 5356H$$

Требуемое усилие прессы для пробивки отверстия (6):

$$P_{прессы} = 1.3 \cdot (89280 + 22320 + 5356) = 152042H$$

Работа резания при пробивке отверстий определяется по формуле (7):

$$A = 0.65 \cdot \frac{152042 \cdot 0.8}{1000} = 79H \cdot м$$

Определим полное усилие обрезки, пробивки:

$$P = P_{н.об} + P_{н.проб} = 589767 + 152042 = 741809H$$

Общая сила резания обрезки и пробивки рассчитывается по формуле как сумма работ по обрезке и пробивке:

$$A = A_{об} + A_{проб} = 306 + 79 = 385H \cdot м$$

### 2.3.6 Расчет четвертой операции обрезки, пробивки отверстий

$L = 3056.5$  мм – периметр линии обрезки, мм;

Определим требуемое усилие обрезки четвертой операции по формуле (8):

$$P_{обр} = 1.3 \cdot 0.86 \cdot 300 \cdot 3056.5 \cdot 0.8 = 820120 H$$

Найдем работу сил резания при обрезке по формуле (7)

$$A = 0.65 \cdot \frac{820120 \cdot 0.8}{1000} = 426H \cdot м$$

Определим усилие для пробивки отверстий по формуле (1):

Где,  $L = 424$  мм, периметр пробиваемых отверстий, мм;

$$P_{cp} = 424 \cdot 0.8 \cdot 225 = 76320H$$

Усилие прижима определяется по формуле (4):

$$P_{np} = 0.25 \cdot P_{cp} = 0.25 \cdot 76320 = 19080H$$

Усилие, необходимое для снятия заготовки с пуансона, определяется по формуле (5):

$$P_{сн} = 0.06 \cdot 76320 = 4579H$$

Требуемое усилие прессы для пробивки отверстия (6):

$$P_{пресса} = 1.3 \cdot (76320 + 19080 + 4579) = 129972H$$

Работа резания при пробивке отверстий определяется по формуле (7):

$$A = 0.65 \cdot \frac{129972 \cdot 0.8}{1000} = 67H \cdot м$$

Определим полное усилие обрезки, пробивки:

$$P = P_{n.об} + P_{n.проб} = 820120 + 129972 = 950092H$$

Общая сила резания обрезки и пробивки рассчитывается по формуле как сумма работ по обрезке и пробивке:

$$A = A_{об} + A_{проб} = 426 + 67 = 493H \cdot м$$

### 2.3.7 Расчет энергосиловых параметров операции правка, чеканка

Усилие при правке штампами определяется по формуле (9):

$$P_{np.} = \rho \cdot F \quad (9).$$

Где,  $F = 40575$  – поверхность детали,  $мм^2$ ;

$\rho = 15$  кгс/ $мм^2$  – давление кгс/ $мм^2$ ;

$$P_{np.} = 15 \cdot 40575 = 608625 \text{ кгс} = 60862.5 \text{ Н}$$

## 2.4 Материал заготовки

Выбор оптимального материала на массовом производстве является одной из основных задач при проектировании.

Заготовка для прессового производства должна быть прочной и пластичной.

Материал, не смотря на пластичность, должен быть прочным и выдерживать все вредные эксплуатационные факторы, такие как погода.

#### 2.4.1 Структура и свойства обрабатываемых материалов

Технологический процесс должен выполнять требования выпуска высококачественной продукции при минимальных расходах на изготовление. Из-за чего важное место в качестве и экономичности изготавливаемой продукции занимают физико-механические свойства материала.

Наиболее выгодный вариант при выборе материала - это использование для холодной штамповки малоуглеродистой качественной или нестареющей стали.

В данном случае наиболее целесообразно использовать доэфектоидную сталь 08Ю.

Вид поставки – лист толстый ГОСТ 4041–71, ГОСТ 19903–74. Лист тонкий ГОСТ 9045–80. Трубы ГОСТ 10705–80.

Химический состав тонколистовой малоуглеродистой качественной (нестареющей) стали 08Ю приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав тонколистовой холоднокатаной стали 08Ю по ГОСТ 9045–80

Сталь	Массовая доля элементов, %								
	C	Mn	S	P	Al	Cr	Ni	Cu	Si
	До		не более			не более			
08Ю	0.08	0.20–0.35	0.025	0.02	0.02–0.07	0.03	0.06	0.06	0.01

Нестарение стали будет обеспечено удалением кислорода при выплавке путем раскисления. В данном случае в стали 08Ю используется Mn и Si и легирующий элемент – Al.

Из-за удаления кислорода сталь 08Ю будет затвердевать без выделения газов.

Несмотря на наличие примесей в стали, его количество минимально и значительно не повлияет на характеристики критических точек и линий диаграммы железо-углерод. Изображенной на рисунке 5.

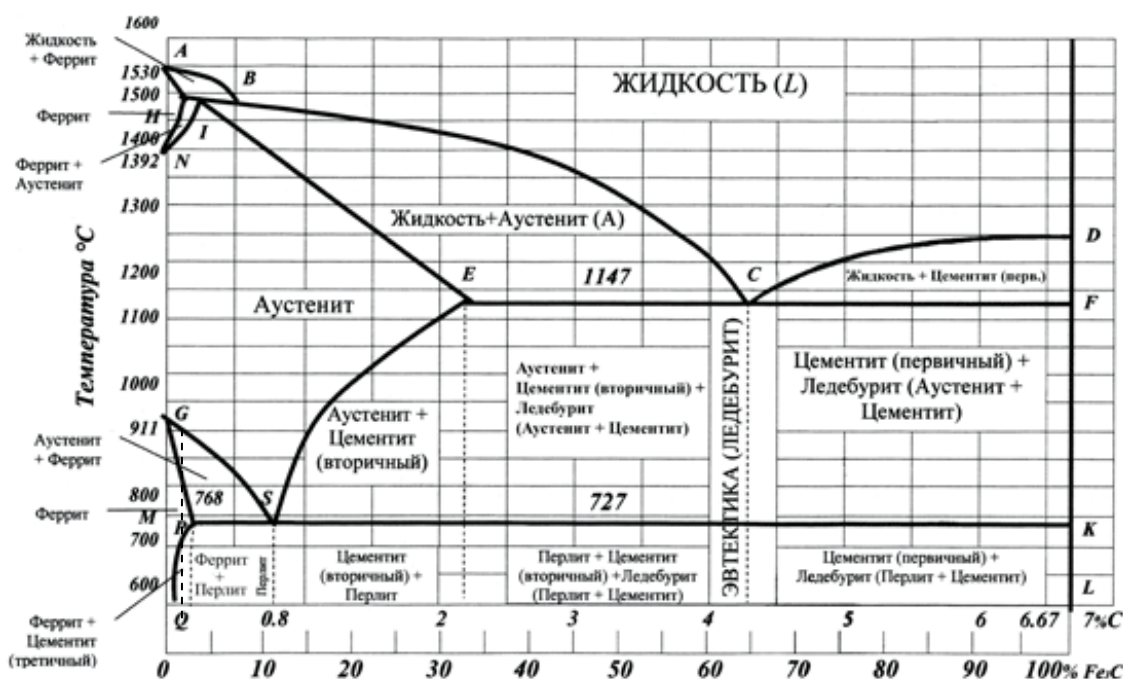


Рисунок 5 – Диаграмма железо – углерод в стали 08Ю

Основным свойством для данного материала является получение структуры феррит и перлит при охлаждении, что позволяет использовать любые прессы на листовом металле из стали 08Ю. Также это свойство важно при сварке.

Также, для хорошей штампуемости, микроструктура должна содержать пластинчатый феррит.

В сетке будет наличие структурно-свободного цементита, что неблагоприятно сказывается на пластичности стали. Но его небольшое количество не будет препятствовать хорошей штампуемости детали.

Влияние углерода. После медленного охлаждения фаза стали будет составлять феррит цементит. Цементит растет пропорционально проценту углерода в стали.

Цементит упрочняет сталь, препятствуя движению дислокаций, в итоге делая ее менее вязкой и пластичной, что неблагоприятно для штамповки.

Но, также, углерод облегчает переход стали в хладноломкое состояние. Около 0,1% С повышает этот порог хладноломкости на 20 °С, что может быть использовано в специализированных случаях.

Структура стали 08Ю в различном состоянии приведена на рисунках 6 и 7.

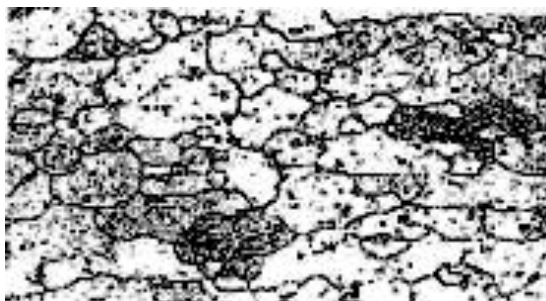


Рисунок 6 – Сталь 08Ю в отожженном состоянии: феррит – 6...9 баллов, структурно-свободный цементит – не более 2 баллов; x500



Рисунок 7 – Сталь 08Ю в нагартованном состоянии: феррит, перлит, цементит; x500

Влияние кремня и марганца.

Данные примеси обеспечивают раскисление стали при выплавке и выходят в виде окислов шлаком.

Но, также, оставшейся кремний после окисла, будет плохо влияет на вытяжку при штамповке, из-за чего содержания кремния должно быть пониженным.

Влияние алюминия.

Повышает сопротивление стали к старению. Позволяет образовывать мелкозернистую структуру. Увеличивает окалиностойкость.

Влияние меди.

Зачастую медь является неблагоприятной примесью в металле. Сплавы с медью чувствительны к горячей деформации. Но значительно повышает устойчивость к погодным условиям слаболегированных сталей.

Влияние азота, кислорода и водорода.

Данные неметаллические включения являются концентраторами напряжений, что снижает предел выносливости и вязкости разрушения.

Отдельно можно отметить вредность водорода в стали. Он не только делает сталь более хрупкой, но и обеспечивает появление флокенов. Флокеном является мелкая и тонкая трещина овальной формы. Имеют вид пятен или хлопьев серебристого цвета. Из-за них свойства стали резко ухудшаются, из-за чего металл с флокенами использовать в производстве нельзя.

Влияние серы.

Сера выступает вредной примесью в стали. Она снижает механические свойства как ударную вязкость и пластичность. Минимальное усилие развития трещины также будет снижено из-за содержания серы. Будет снижена свариваемость и коррозионная стойкость.

Содержание серы не должно превышать 0.06%.

Влияние фосфора.

Фосфор является вредной примесью, и содержание его в стали допускается не более 0.025 – 0.045 %. Вредное влияние фосфора усугубляется тем, что он обладает большой склонностью к ликвации.



Вследствие этого в срединных слоях слитка отдельные участки обогащаются фосфором и имеют резко пониженную вязкость.

Фосфор выступает в роли вредной примеси. Его содержание не должно превышать 0,045%. Фосфор склонен к ликвации, из-за чего в слоях слитка отдельные участки имеют резко пониженную вязкость.

#### 2.4.2 Физико-механические свойства стали 08Ю

Основные физические свойства сплава – модуль нормально упругости, теплопроводность, коэффициент линейного расширения и плотность.

Все свойства приведены в таблицах. 2,3,4,5.

Таблица 2 – Модуль нормальной упругости (Е, ГПа) стали 08Ю

Марка стали	Температура испытания, °С				
	20	100	200	300	400
08Ю	203	207	182	153	141

Таблица 3 – Коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ , Вт/(м·°С)) стали 08Ю

Марка стали	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
08Ю	63	60	56	51	47	41	37	34	30	27

Таблица 4 – Коэффициент линейного расширения ( $\alpha$ ,  $10^{-6} 1/°C$ ) стали 08Ю

Марка стали	Температура испытания, °С									
	20– 100	20– 200	20– 300	20– 400	20– 500	20– 600	20– 700	20– 800	20– 900	20– 1000
08Ю	12.5	13.4	14.0	14.5	14.9	15.1	15.3	14.7	12.7	13.8

Таблица 5 – Плотность ( $\rho$ , кг/см<sup>3</sup>) стали 08Ю

Марка стали	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
08Ю	7871	7846	7814	7781	7745	7708	7668	7628	7598	7602

Выбранная сталь 08Ю оптимально использовать для вытяжек кузовных деталей. Для штампования будут делать листовой прокат с толщиной ленты не выше 2,5 мм. Ширина будет составлять от 1200 до 1800мм.

Основные механические свойства для вытяжки приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Механические свойства стали при вытяжке 08Ю

ГОСТ	Состояние поставки	сечение, мм	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_b$	$\delta_4$ ( $\delta_5$ )	HRB
			МПа, не более		%, не менее	
9045–80 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный: для сложной вытяжки	0.5–1.5 1.5–2.0	205	255–350	34 38	48
	для особо сложной вытяжки	0.5–1.5 1.5–2.0	195	255–320	36 40	46
	для весьма особо сложной вытяжки	0.5–1.5 1.5–2.0	185	255–320	40 42	46

Предельный коэффициент вытяжки  $k_{пр}=2-2.04$ . Минимальные радиусы гибки с учетом состояния материала и при его толщине 0.8 мм приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Минимальный относительный радиус гибки стали 08Ю [4]

Материал	Отожженный или нормализованный материал		Наклепанный материал	
	Расположение линии гiba относительно волокон проката			
	Поперек	Вдоль	Поперек	Вдоль
08Ю	0	0.4	0.4	0.8

Термическая обработка полуфабрикатов и изделий. Для оптимизации процесса штамповки необходимо провести термообработку холоднокатаного листа. Производя разупрочнение стали будет обеспечена лучшая штампуемость, ее производят на заводе – поставщике. Проводиться рекристаллизационный отжиг стали при температуре от 640 °С до границы  $A_{c1}$

Рекристаллизационный отжиг предназначен специально для холоднодеформированного металла. Уменьшение прочности и увеличение пластичности, снятие наклепа из-за холодной деформации. Из-за наличия алюминия в стали 08Ю процесс рекристаллизации будет замедленным, из-за чего сталь отжигают вблизи температуры  $A_{c1}$  что придает дополнительное сопротивление старению. Длительность и выдержка нагрева зависимы от перепады температуры по сечению рулона. Скорость охлаждения не оказывает существенного воздействия на геометрию на фазовые составляющие, такие как феррит и цементит, но это повлияет на свойства стали, так как происходит выделение азота и углерода из феррита. Повышенная растворимость в интервалах температур для: углерода – 400 ... 720 °С; для азота – 600 ... 800 °С. Для ликвидации свойств стали к старению, охлаждение стоит проводить с медленной скоростью, не выше чем 40 °С/час. В итоге для стали 08Ю проводиться низкий отжиг при температуре 620-680 °С, со временем выдержки 30с с погрешностью 10 мин. С последующим охлаждением на воздухе.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Применяемое оборудование.

В зависимости от габаритов заготовки и сложности профиля изготавливаемой детали могут различаться оборудования необходимые для выполнения поставленной задачи. На примере нашей детали (1118-5604032) применяется следующее оборудование.

Для штамповки используется пресс на электромеханической системе.

Прессовое оборудование.

Для операции вырубki заготовки выбираем пресс Инноченти 500т. с усилием 500тс. Техническая характеристика прессы приведена в таблице 8.

Чертеж прессы вложен в приложение 1.

Таблица 8 – Техническая характеристика прессы Инноченти 500т.

Параметр	Нормы
Номинальное усилие, тс	500
Ход ползуна, мм	250
Частота непрерывных ходов ползуна, мин <sup>-1</sup>	25
Расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении при верхнем положении регулирования, мм	670
Размер регулирования между столом и ползуном, мм	160
Размеры стола, мм	1250x1250
Размеры отверстия в столе, мм	630
Размер ползуна спереди – назад мм, не менее	1000
Толщина подштамповой плиты, мм	180
Мощность привода, кВт	40

Для операции вытяжки выбираем пресс Инноченти усилием 1000 тс. Техническая характеристика прессы приведена в таблице 9.

Чертеж пресса вложен в приложение 2.

Таблица 9 – Техническая характеристика пресса Инноченти 1000

Параметр	Нормы
Номинальное усилие, тс	1000
Номинальное усилие внутреннего ползуна, тс	600
Номинальное усилие наружного ползуна, тс	400
Ход внутреннего ползуна, мм	965
Ход наружного ползуна, мм	686
Регулировка внутреннего ползуна, мм	610
Регулировка наружного ползуна, мм	610
Закрытая высота внутреннего ползуна, мм:	
Максимальная	1560
Минимальная	950
Закрытая высота наружного ползуна, мм:	
Максимальная	1484
Минимальная	874
Число ходов в минуту	16

Имеется система быстрого крепления штампов. Предусмотрено место для установки руки «Sahlin».

Для остальных операций технологического процесса выбираем пресс Инноченти усилием 450 тс. Техническая характеристика пресса приведена в таблице 10. Чертеж пресса вложен в приложение 3.

Таблица 10 – Техническая характеристика пресса Инноченти 450

Параметр	Нормы
1	2
Номинальное усилие, тс	450
Ход ползуна	610

Продолжение таблицы 10

1	2
Наибольшая закрытая высота, мм	1039
Наименьшая закрытая высота, мм	836
Регулировка, мм	203
Число ходов в минуту	16
Число пневматических подушек	3
Ход пневматических подушек, мм	305
Суммарное усилие пневматических подушек, тс	75
Пресс верхним выталкивателем не укомплектован	

### **3.2 Проектирование режущего инструмента**

Рабочим органом оборудования пресса является штамп. Штамп – это специализированный инструмент для определенной функции изменения формы листового металла.

Сами штампы крепятся к болстеру и адаптеру, где:

Болстер - (стол, подштамповая плита) - элемент конструкции пресса, к которому крепится низ штампа.

Адаптер - (ползун) - элемент конструкции пресса, к которому крепится верх штампа.

#### **3.2.1 Применяемое приспособление**

Довод заготовки до пресса доводится автоматически при помощи механизма ленты автоматической подачи линии McKAY BZ 1600/2500.

Рисунок 8.

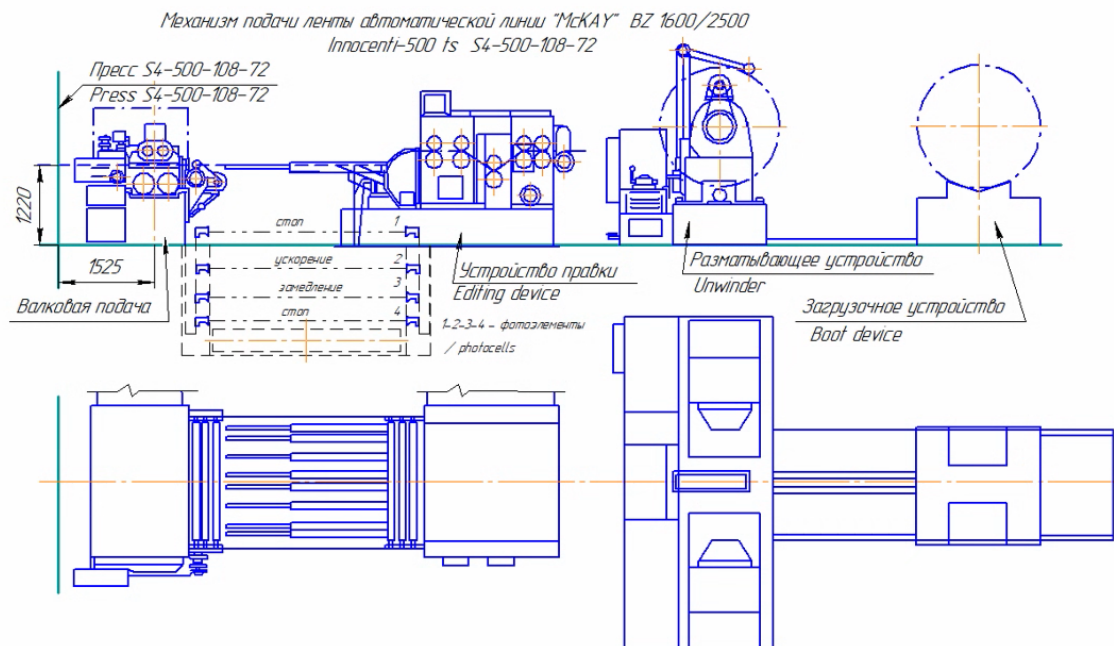


Рисунок 8. Механизм подачи ленты автоматической линии McKay BZ  
1600/2500

Рассмотрим пример работы оборудования на прессе иноченти 500т.

В процессе обработки движение задается кривошипным механизмом, верхней части штампа (адаптеру), которая фиксируется на ползуне прессы. Смотри приложение 1.3.

Болстер, в нижней части прессы, является неподвижным и находится на столе оборудования, к которому крепиться нижний штамп.

Смотри приложение 1.2.

При достижении кривошипа своей нижней точки, адаптер также достигнет нижней точки, вследствие чего штамп будет закрыт и заготовке придана необходимая форма. Затем кривошип поднимается, поднимая адаптер. Полуфабрикат переходит на другую операцию и под станок доводится новая заготовка. Процесс повторяется.

Положение заготовки изображено на чертеже станка иноченти 500т. Смотри приложение 1.

Аналогично располагаются заготовки и на других станках.

### 3.2.2 Материал для деформирующего инструмента

Материал для рабочего элемента следует учитывать из условий: Материала заготовки подлежащего штамповке, режиму работы оборудования, стойкости материала.

Сам материал оценивается на растяжение, изгиб, смятие и усталостную нагрузку.

В данном случае, если мы хотим получить заготовку сложной формы, можно использовать чугун из-за пониженной температуры плавления и хороших литейных свойств. Что позволяет сделать отливки куда более трудных форм, нежели из стали.

Если медленно охлаждать сплав углерода и железа, то будет происходить выделения графита. Для того, чтобы учитывать выделения графита, в диаграмме железо-углерод, также как и метастабильная (сплошная линия), также учитывается стабильная диаграмма железо-графит (штриховая линия).

Диаграмма железо-углерод (железо графит) представлены на рисунке 9.

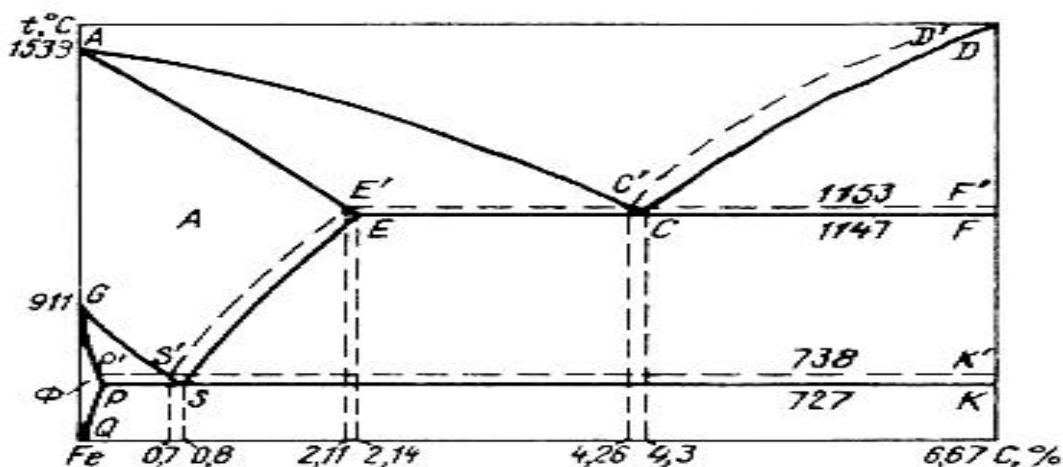


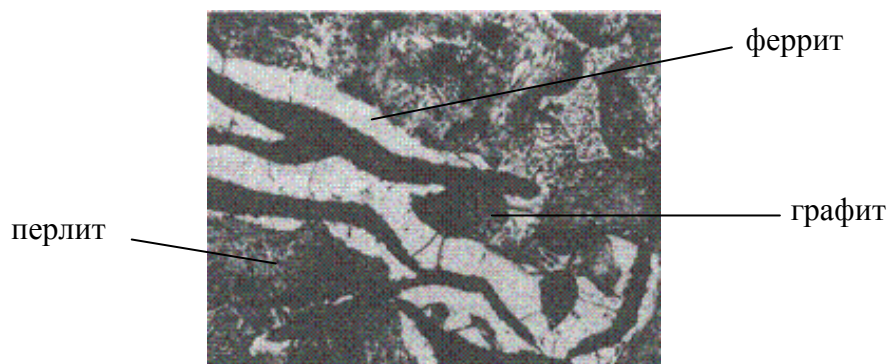
Рисунок 9 – Метастабильная (сплошные линии) и стабильная (штриховые линии) диаграмма Fe – C



В точках температуры C'D' выделяется первичный графит, в точках линии E'C'F' графитная эвтектика затвердевает – как тонкая механическая смесь аустенита и графита. Дальнейшее охлаждение в точках P'S'K' произойдет распад аустенита на эвтектоидную смесь, состоящую из графита и феррита. В графитном виде будет выделен весь углерод только в случае медленного охлаждения, а именно в стабильной зоне диаграммы. В случае ускоренного охлаждения в первичной и вторичной кристаллизации, произойдет образование аустенита, а не графита. Следовательно, при быстром охлаждении в точках P'S'K' графитный эвтектоид прекратит выделяться., из-за чего оставшейся углерод перейдет в ,согласно линии PSK, в перлит.

В итоге, у полученного чугуна будет основа доэвтектоидной стали, а именно (феррит и перлит). Сам чугун будет с чешуйчатыми включениями графита (ферритно-перлитными). Микроструктура чугуна представлена на рисунке 10.

Рассмотрим ХРТД, (рисунок 10.) серый чугун, в основе которого пластинчатый перлит, феррит, фосфидная эвтектика с включениями пластинчатого графита. Данный чугун применяется для более сложных по форме штампов.



Микроструктура ХРТД, х 300

Рисунок 10 – Структура серого чугуна с пластинчатым перлитом.

Рассмотрим химический состав чугуна ХРТД, представленного в таблице 11.

Таблица 11 – Химический состав материала ХРТД по СТП 37.10.0028

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %								
	C	Mn	Si	P	S, не более	Cr	Ni	Cu	Ti
ХРТД	2.7 ÷ 3.0	0.6 ÷ 0.9	1.55 ÷ 1.75	0.8 ÷ 1.05	0.12	0.25 ÷ 0.4	0.8 ÷ 1.2	0.1 ÷ 0.15	0.05 ÷ 0.1

Учитывая, что из чугуна изготавливается прессующий инструмент – штамп, то важным фактором будет твердость для избежания неточности форм заготовки при штамповании.

Механические свойства чугуна приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Механические свойства материала ХРТД

Марка чугуна	Временное сопротивление при растяжении $\sigma$ , МПа (кг/мм <sup>2</sup> ), не менее	Твердость, НВ
ХРТД	265(27)	217...269

Влияние углерода.

Основная доля углерода находится в виде чешуек графита, что приводит к хрупкости сплава из-за разобщения металлической сплошности.

В отливках содержание углерода не превышает 4%, в прочных чугунах он не выше 3%. Усадка чугуна при охлаждении понижается из-за увеличения объема при выделении в чугуне графита. Также увеличение углерода в чугуне придает большей жидкотекучести, что улучшает литейные свойства и дает возможность получать качественное тонкостенное литье.

Влияние Серы.

Сера выступает вредной примесью. Она снижает литейные свойства, препятствует выделению графита и в общем делает чугун хрупче. Содержание серы не должно превышать 0.07 %.

Влияние Фосфора.

Фосфор также, как и сера, делает чугун хрупче, из-за чего даже небольшие ударные нагрузки могут привести к разрушению. Содержание фосфора не должно превышать 0.3 %.

Влияние Марганца.

Марганец повышает, при затвердевании и охлаждении чугуна, устойчивость карбидов железа, что благоприятно сказывается на отбеливании поверхности чугуна.

Содержание марганца в чугуне должно быть около 1%.

Влияние кремния.

Сам кремний необходим для получения, непосредственно, самого серого чугуна. Он образует с железом силициды (бинарное неорганическое соединение железа и кремния)  $FeSi$  и  $Fe_3Si_2$ . Что обеспечивает графитное выделение. В итоге содержание кремния в чугуне уменьшает выделение цементита, в следствие дает лучшую обработку режущих кромок инструмента. Также кремний снизит температуру плавления, скорость охлаждения и увеличит жидкотекучесть, все это улучшит формообразование отливок. Содержание кремния от 0.8 до 3.6 %.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Безопасность и экологичность технологии является одним из важных факторов на производственном объекте. Вредные и опасные факторы на производстве способны нанести ущерб человеку и окружающей среде. Данные факторы вызывают необходимость в системах обеспечения безопасности окружающей среды и условий труда. Одними из этих целей являются - снижение к минимуму ущерба от аварийности, заболеваний, травм, и удержание в допустимых пределах с условием соблюдения всех технологических работ.

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Рассмотрим наш технический объект, в основе которого лежит процесс холодной штамповки.

Штамповка представляет из себя технологический процесс, в котором заготовке придается нужная форма и размер путем пластической деформации штампом закрепленном на адаптере и болстере.

Рассмотрим технологический паспорт в таблице 13

Таблица 13. - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс <sup>1</sup>	Технологическая операция , вид выполняемых работ <sup>2</sup>	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, техническое устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
-------	--------------------------------------	---	---	---	----------------------------------

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6
05	Штамповка	Вырубка	Аппаратчик вырубки 10348	пресс Инноченти 500т Штамп	ХРТД, 08Ю
10	Штамповка	Вытяжка	Аппаратчик вытяжки 10166	пресс Инноченти 1000т, Штамп	ХРТД ,08Ю
15	Штамповка	Обрезка, пробивка	Аппаратчик 10065	пресс Инноченти 450т Штамп	ХРТД ,08Ю
20	Штамповка	Обрезка, пробивка	Аппаратчик 10065	пресс Инноченти 450т Штамп	ХРТД ,08Ю
25	Штамповка	Обрезка, пробивка	Аппаратчик 10065	пресс Инноченти 450т Штамп	ХРТД ,08Ю
30	Штамповка	Обрезка, пробивка	Аппаратчик 10065	пресс Инноченти 450т Штамп	ХРТД ,08Ю
35	Штамповка	Фланцовка, чеканка по контур	Аппаратчик 10065	пресс Инноченти 450т Штамп	ХРТД ,08Ю

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

При рассматривании рисков (таблица 14) на рабочем месте необходимо выделить вредный фактор на производимой операции и выяснить его источник.

Таблица 14 – Идентификация профессиональных рисков

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>(1)</sup>	Опасный и /или вредный производственный фактор <sup>2</sup>	Источник опасного и / или вредного производственного фактора <sup>3</sup>
1	2	3	4
05	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение
10	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение
15	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение
20	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение
25	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение
30	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение
35	Штамповка	Шум, вибрация, освещение	Работа станка, закрытое помещение

### **4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

Одним из самых вредным фактором на штамповочном производстве является шум, тогда как освещение и вибрация находятся на допустимом уровне фактора вредности.

#### **4.3.1 Производственный шум**

Чтобы сделать производимый шум станков минимальным, необходимо произвести качественную смазку всех подвижных частей станков и отрегулировать все зазоры в соответствии установленных норм. По возможности ввести изоляцию подвижных частей прессы звукопоглощающими кожухами. Для поддержания низкого уровня шума,

производимого станками, необходимо проводить в установленном время техосмотры.

При производстве шум может превышать 93 дБ, когда для человека нормой считается от 40 до 55 дБ. Из-за чего работником необходимо носить индивидуальные средства защиты: Вкладыши для ушей и изолирующие наушники.

Средства индивидуальной защиты от шума показаны на рисунке 11.

#### **4.3.2 Производственная вибрация**

При повышенной вибрации, воздействующей на человека, могут наблюдаться расстройства нервной системы, спазмы сосудов, нарушение ритма сердца. Если частота окружающей среды будет совпадать с частотой колебаний органов человека, возможны механические повреждения органов и даже их разрыв. Средняя частота колебаний человека составляет около 6...9 Гц.

Из-за высокого уровня шума и механических толчков станка генерируется повышенная вибрация. Несмотря на допустимый уровень фактора вредности, для меньшего вредного влияния на организм следует размещать станки на допустимом и требуемом расстоянии друг от друга, также не допускать синхронной работы станков во избежание резонанса.

#### **4.3.3 Производственная освещенность**

Качественное освещение производственных помещений положительно сказывается на психическом воздействии человека, также повышает работоспособность и снижает утомляемость, что, в свою очередь, снижает риски травм из-за невнимательности.

Для обеспечения качественного освещения необходимо.

- Обеспечить постоянное по уровню освещение в люксах (без моргания и перебоев)

- Освещение не должно быть менее 200 люкс.

- Необходимый спектральный состав для обеспечения правильной цветопередачи.

-Наличие галогенных ламп HL–20 на рабочих поверхностях штампов.

#### 4.3.4 Общая безопасность на месте труда

Движущиеся части пресса предоставляют опасность для человека. По неосторожности (толчок, спотыкание, невнимательность) сам человек или его конечности могут оказаться в рабочей части пресса. Для предотвращения таких ситуации необходимо использовать кожухи, решетки или сетки, перекрывающие доступ к подвижным частям пресса на высоте до 2.5 м от уровня пола в недоступных и неиспользуемых площадках, кроме как технического обслуживания. Места довода заготовок следует ограждать подвижными решетками. Пример защитной сетки приведен на рисунке 12.

Ячейки сетчатых ограждений не должны быть больше 12x12мм. А крепления ограждений подвижными для доступа при техническом осмотре.

Все составленные выше методы, приведенные для устранения вредных факторов на производстве, внесены в таблицу 15

Таблица 15 Методы и средства устранения негативного влияния производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор <sup>1</sup>	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора <sup>2</sup>	Средства индивидуальной защиты работника <sup>3</sup>
1	2	3	4
05	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши

Продолжение таблицы 15



10	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши
15	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши
20	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши
25	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши
30	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши
35	Шум, вибрация	Обеспечение не синхронной работы станков, соблюдение дистанции между станками	Наушники, вкладыши

#### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

##### **3.4.1. Идентификация классов и опасных факторов пожара.**

Основным объектом влиянию пожара являются не щелочные металлы, такие как сами заготовки и оборудование с режущим инструментом. Следовательно классом пожара будет являться Д1. Сопутствующим фактором пожара будет: Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок.

Опасные факторы пожара и его класс внесены в таблицу 16

Таблица 16 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
05	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок
10	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок
15	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок

Продолжение таблицы 16

20	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок
25	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок
30	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок
35	цех 21 ПКШ	Пресс	Д	Горение металлов и металлорежущих веществ	Воздействие огнетушащих веществ, Вынос высокого напряжения на токопроводящие части установок

**3.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта**

Для обеспечения наиболее эффективного обеспечения пожарной безопасности следует использовать необходимое оборудование, соответствующее классу пожара на предприятии.

Средства обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 17 средства первичного пожаротушения в таблице 18

Таблица 3.5.1 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный Инструмент (механизированный, немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Смотри таблицу. 3.5.2.	Пожарные автомобили (основные и специальные)	Смотри таблицу. 3.5.2.	Пожарный извещатель	Смотри таблицу. 3.5.2.	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения	Ломы, крюки, топоры, ножницы для проводов	

Таблица 18 – Первичные средства пожаротушения

Средства	Кол-во/число оборудовани я	Примечание
Категория производства по степени пожарной опасности	Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии
Наименьшая суммарная ширина проходов для эвакуации людей		4 м
Число пожарных кранов	4	Устанавливаются по периметру через 50 м
Число пожарных постов	4	1 на 5000 м <sup>2</sup>
Число огнетушителей ОУ–8	8	По 2 шт. на посту
Число огнетушителей ОВП–10	8	По 2 шт. на посту
Степень огнестойкости проектируемого здания	II	

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

При выполнении процессов штамповки следует выделить вредные факторы, влияющие на окружающую среду. Целью этой экспертизы – есть выявление и предупреждение превышаемый вредных факторов от нормы воздействия на природу. Задача – составление мер и мероприятий по уменьшению и ликвидации вредных факторов на производстве в процессе изготовления деталей.

При холодной штамповке будут образовываться отходы из листового металла. Их будут ликвидировать на месте, либо используя для изготовления мелких деталей, либо складировав и отправляя на переплавку, тем самым устраняя загрязнение земельных участков металлами.

Гидросфера также подвержена загрязнению от стоков, для чего применяется система сбора сточных вод для их дальнейшей очистки от твердых примесей и маслопродуктов и т.д.

В данном случае производственные сточные воды загрязнены минеральными маслами, металлической пылью и крошками в результатах промывки, охлаждения инструмента и деталей.

Можно выделить и бытовые сточные воды, в которых могут присутствовать – остатки пищи, песок и прочие примеси минерального или органического происхождения.

К атмосферным относят механические частицы, нефтепродукты после смыва атмосферных осадков. Осадки сточных вод обрабатывают из-за вредных суспензий, после чего ликвидируют. Вредный экологические факторы занесем в таблицу 19, а мероприятия по их снижению в таблицу 20

Таблица 19 Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно- технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно- технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
1	2	3	4	5
цех 21 ПКШ	Прессовое оборудование	Тяжелые металлы, Нефтепродукты (масла)	Тяжелые металлы, Нефтепродукты (масла)	Тяжелые металлы, Нефтепродукты (масла)

Таблица 20 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	цех 21 ПКШ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Смывание атмосферных осадков (металлическая пыль, капли нефтепродуктов) и дальнейшая их ликвидация.

Продолжение таблицы 20

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использования фильтров для сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Утилизация образовавшегося излишка металла после производственного процесса, отправляя на переплавку или другой производственный процесс.

#### **4.6. Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра**

В заключение экологичности технического проекта при процессе штамповки будут проведены все необходимые мероприятия и методы уменьшения до нормы или ликвидации вредных производственных факторов. Рассмотрены вредные факторы влияния на человека, в связи с чем были усмотрены работы станков и их положение в цехе, выданы индивидуальные средства защиты для работников. Для защиты от механических повреждений установлены оградки. Организованы методы пожарной безопасности заданного технического объекта. Установлен класс пожарной опасности, первичные и вторичные факторы опасности при пожаре. Указаны средства для устранения пожара данного класса опасности. Установлены пожарные посты с инвентарем. Расставлены пожарные краны.



## **5. Экономическая эффективность работы**

В данном разделе стоит главная задача по обоснованию экономической эффективности проекта. Совместно с расчетами учитываются программа CAD AutoForm и NX для детали № 1118 –5604032.

Последовательность изготовления детали:

1. Вырубка штампом
2. Вытяжка штампом
3. Обрезка, пробивка – 1-ым штампом
4. Обрезка, пробивка – 2-ым штампом
5. Обрезка, пробивка – 3-ым штампом
6. Обрезка, пробивка – 4-ым штампом
7. Штамп для правки формы, чеканки фланца по контуру.

Сам процесс изготовления разбит на следующие этапы.

1. Проектирование технологии изготовления детали (1 месяц);
2. Проектирование штамповой оснастки (1 месяц);
3. Разработка маршрутной технологии (1 месяц);
4. Изготовление заготовок (2 месяца);
5. Черновая обработка оснастки (1 месяц);
6. Чистовая обработка оснастки (2 месяца);
7. Сборка штампа (1 месяц);
8. Наладка (3 месяца).

Экономический раздел:

1. Затраты проектирования потока штампов для детали 1118–5604032
2. Себестоимость изготовления потока штампов.
3. Себестоимость наладочных работ.
4. Годовой экономический эффект.

## 5.1 Определение затрат при проектировании технологии изготовления потока штампов для детали 1118–5604032

Будут приведены расчеты использования лицензии программы AutoForm и Unigraphics или NX.

Инженер технолог – 1ой категории проводил проектирование. Исходные данные по расчету затрат при проектировании приведены в таблице 21. (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»).

AutoForm – Одна из популярных систем листоштамповочного производства. Анализирует штампуемость детали, способна проводить оптимизацию процесса штамповки, таких как вытяжка заготовки, рассчитать которую аналогичными способами достаточно непросто.

Таблица 21 – Исходные данные по расчеты затрат на проектирование технологии изготовления потока штампов для детали 1118–5604032

№ п/п	Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерений	Показатель
1	1 кВт/час Эл-э	$C_{э}$	руб/кВт	1.32
2	Расход Эл-э	$H_{э}$	кВт· час	0.2
3	Часовая тарифная ставка инженера-технолога (доплаты учитываются)	$C_{ч.д}$	руб/час	72
4	социальное страхование	$O_{с.с}$	%	26
5	Годовая лицензия AutoForm	$C_{лрAF}$	у.е./год	50000
6	Годовая лицензия Unigraphics	$C_{лрUG}$	у.е./год	5000
7	Стоимость условной единицы	$C_{лy.e}$	руб.	26

8	Накладные расходы	$H_{np}$	%	420
---	-------------------	----------	---	-----

Годовая подписка на лицензию AutoForm, как получено из исходных данных, стоит в 10 раз дороже, чем Unigraphics.

Для условной единицы капитальные вложения составят:

Unigraphics

$$K_{общ}^{баз} = 5000 \cdot 26 = 130000 \text{ руб.}$$

AutoForm

$$K_{общ}^{np} = 50000 \cdot 26 = 1430000 \text{ руб.}$$

Стоимости проектных работ инженера внесены в таблицу 22.

Таблица 22 – Трудоемкость проектных работ инженеров

№ п/п	Наименование работ	Условное обозначение	Трудоемкость этапа, час		
			Вариант 1	Вариант 2	
			Применение программы Unigraphics	Применение программы Unigraphics	Применение программы AutoForm
1	Проектирование технологии изготовления детали	$t_{np.дет.}$	160	160	80
2	Проектирование потока штампов	$t_{np.шт.}$	960	960	0
3	Разработка маршрутной технологии	$t_{р.м.т.}$	960	960	0
Итого:		$t_{общ.}$	2080	2080	80

Вариант 1 представляет проектирования с использованием одной программы. Дополнительное время в варианте 2 составит лишь 80 часов. Что не несет существенной разницы от варианта 1, но позволит провести точный анализ проектирования в Unigraphics и по возможности оптимизировать критические зоны детали.

Расчет затрат на электроэнергию при работе компьютера.

$$Z_э = H_э \cdot Ц_э \cdot t_{общ.}, \text{ где}$$

$H_э$  – норма расхода электроэнергии, кВт/ч;

$Ц_э$  – цена 1 кВт/ч электроэнергии;

$t_{общ.}$  – общее время проектирования на компьютере, час;

По базовому варианту затраты на энергию составляют по формуле (10):

$$Z'_э = 0.2 \cdot 1.32 \cdot 2080 = 549.12 \text{ руб} \quad (10).$$

По проектному варианту затраты на энергию составляют по формуле (11):

$$Z''_э = 0.2 \cdot 1.32 \cdot (2080+80) = 570.24 \text{ руб} \quad (11).$$

2. Затраты на использование лицензии программ Unigraphics и AutoForm.

Стоимость часа исследования в программе Unigraphics составляют по формуле (12);

$$Z_{np.UG}^ч = \frac{Ц_{np.UG}}{\Phi_{эф.р.}^г} \cdot Ц_{1у.е.} \quad (12).$$

Где,  $Ц_{np.UG}$  – стоимость программного пакета Unigraphics, 5000 у.е.;

$\Phi_{эф.р.}^г$  – эффективный действительный годовой фонд рабочего времени составит, ч/год;

$$\Phi_{эф.р.}^г = 20 \cdot 12 \cdot 8 = 1920 \text{ ч / год}$$

$Ц_{1у.е.}$  – стоимость одной условной единицы, руб.;

$$Z_{np.UG}^ч = \frac{5000}{1920} \cdot 26 = 67.7 \text{ руб / час};$$

Стоимость часа исследования в программе AutoForm составляют по формуле (13):

$$Z_{np.AF}^{ч.} = \frac{Ц_{np.AF}}{\Phi_{эф.р.}} \cdot Ц_{1y.e.} \quad (13).$$

где,  $Ц_{np.AF}$  – стоимость программного пакета AutoForm, 50000 у.е.;

$Ц_{1y.e.}$  – стоимость одной условной единицы, руб.;

$$Z_{np.AF}^{ч.} = \frac{50000}{1920} \cdot 1 \cdot 26 = 677 \text{ руб / час};$$

Затраты на использование лицензии программ Unigraphics и AutoForm сведем в таблицу 23

Таблица 23 – Затраты на использование лицензии программ Unigraphics и AutoForm

№ п/п	Наименование статей затрат	Условное обозначение	Стоимость работ, руб	
			Без AutoForm	с AutoForm
1	лицензия на проектирование технологии изготовления детали $(S_{np.дет.} = (t_{np.дет.UG} \cdot Z_{np.UG}^{ч.} + t_{np.дет.AF} \cdot Z_{np.AF}^{ч.}))$ $S'_{np.дет.} = (160 \cdot 67.7 + 0 \cdot 677) = 10832 \text{ руб};$ $S''_{np.дет.} = (160 \cdot 67.7 + 80 \cdot 677) = 64992 \text{ руб};$	$S_{np.дет.}$	10832	64992
2	Лицензия на проектирование потока штампов $(S_{np.шт.} = (t_{np.шт.UG} \cdot Z_{np.UG}^{ч.}))$ $S'_{np.шт.} = (960 \cdot 67.7) = 64992 \text{ руб};$ $S''_{np.шт.} = (960 \cdot 67.7) = 64992 \text{ руб};$	$S_{np.шт.}$	64992	64992
3	Стоимость использования лицензии на разработку маршрутной технологии $(S_{р.м.т.} = (t_{р.м.т.} \cdot Z_{np.UG}^{ч.}))$ $S'_{р.м.т.} = (960 \cdot 67.7) = 64992 \text{ руб};$ $S''_{р.м.т.} = (960 \cdot 67.7) = 64992 \text{ руб};$	$S_{р.м.т.}$	64992	64992

Итого:	$S_{пр.общ}$	140816	194976
--------	--------------	--------	--------

3. Заработная плата инженеров 1-ой категории рассчитаем по формуле (14).

$$Z_o = t_{общ} \cdot C_i \quad (14).$$

Где,  $t_{общ}$  – общая трудоемкость проектных работ;

$C_i$  – часовая тарифная ставка инженера – технолога с учетом доплат, руб/час;

По базовому варианту:

$$Z'_o = 2080 \cdot 72 = 149760 \text{ руб};$$

По проектному варианту:

$$Z''_o = 2160 \cdot 72 = 155520 \text{ руб};$$

4. Дополнительные отчисления на заработную плату инженерам 1 – ой категории рассчитаем по формуле (15):

$$Z_d = \frac{Z_o \cdot H_{з.д.}}{100} \quad (15).$$

где,  $H_{з.д.}$  – норматив дополнительной заработной платы, %.

$H_{з.д.} = 8\%$  (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»)

По базовому варианту:

$$Z'_d = \frac{149760 \cdot 8}{100} = 11980.8 \text{ руб};$$

По проектному варианту:

$$Z''_d = \frac{155520 \cdot 8}{100} = 12441.6 \text{ руб};$$

5. «Отчисления на Социальное Страхование»

Данные отчисления рассчитаем по формуле (16):

$$O_{c.c.} = \frac{(Z_0 + Z_d) \cdot H_{c.c.}}{100} \quad (16).$$

где,  $H_{c.c.}$  – норматив отчислений на соц. страх., %;

$H_{c.c.} = 26\%$  норматив отчислений на соц. страх. (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»)

По базовому варианту:

$$O'_{c.c.} = \frac{(149760 + 11980.8) \cdot 26}{100} = 42052.6 \text{ руб.};$$

По проектному варианту:

$$O''_{c.c.} = \frac{(155520 + 12441.6) \cdot 26}{100} = 43670 \text{ руб.};$$

6. Накладные расходы определим по формуле (17):

$$P_{np} = \frac{Z_o \cdot H_{np}}{100} \quad (17).$$

где,  $Z_o$  – основная заработная плата инженеров 1–ой категории, руб;

$H_{np}$  – накладные расходы, %.

Накладные расходы по базовому варианту:

$$P'_{np} = \frac{149760 \cdot 420}{100} = 628992 \text{ руб.};$$

Накладные расходы по проектному варианту:

$$P''_{np} = \frac{155520 \cdot 420}{100} = 653184 \text{ руб.};$$

Полученные результаты расчетов сводим в таблицу 24.

Таблица 24 – затраты на проектирование технологии изготовления потока штампов для детали № 1118–5604032

№ п/п	Наименование статей затрат	Условное обозначение	Значение, руб	
			Базовый	Проектный

			вариант	вариант
1	Затраты на энергию	$Z_э$	549.12	570.42
2	Затраты на использование лицензии программ Unigraphics и AutoForm	$S_{пр.общ}$	140816	194976
3	Оплата работ инженеров	$Z_о$	149760	155520
4	Дополнительные отчисления на заработную плату инженерам	$Z_д$	11980.8	12441.6
5	«Отчисления на социальное Страхование»	$O_{сс}$	42052.6	43670
6	Амортизация компьютера	$A_{об}$	2782.8	2889.8
7	Накладные расходы	$P_{пр}$	628992	653184

Продолжение таблицы 24

	Себестоимость проектных работ	$C_{т.пр.}$	976933.3	1063251.82
--	-------------------------------	-------------	----------	------------

Использование программы AutoForm, конечно же, будет увеличивать себестоимость изготовления, но благоприятно скажется на качестве изготавливаемой продукции, снижая вероятность брака.

## 5.2 Расчет себестоимости изготовления потока штампов по изменяющимся элементам

Порядок изготовления штампа включает в себя операции:

1. Изготовление заготовок;
2. Черновая обработка;
3. Чистовая обработка;
4. Сборка;
5. Наладка;
6. Передача потока штампов заказчику.



На операциях 1 и 4 затраты остаются неизменными независимо от проектного или базового варианта расчета. Но изменению подвержены наладочные работы довода штампов: Наладка, точность формы ребер, размер заготовки, форма технологической настройки. Без использования AutoForm приходится доводить корректировку, следовательно с этой программой можно точнее провести технологические настройки с минимум корректировок.

Произведем расчет себестоимости наладочных работ. (изменяющиеся элементы.)

Работы по наладке проводил наладчик 6 разряда. Используем исходные данные таблицы 25 для определения затрат. (Данные планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»).

Таблица 25 – Исходные данные затрат на наладочные работы потока штампов

№ п/п	Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерений	Показатель
1	1 кВт/час Эл-э	$C_{э}$	руб/кВт	1.32
2	расход Эл-э	$H_{э}$	кВт· час	0.2
3	Стоимость ветоши	$C_{вет.}$	руб/кг.	10
4	Часовая тарифная ставка наладчика 6 разряда	$C_{ч.д}$	руб/час	160
5	Социальное страхование	$O_{с.с}$	%	26

Произведем расчет себестоимости наладочных работ для варианта без и с AutoForm в таблице 26:

Таблица 26 – Трудоемкость наладочных работ по наладке потока штампов

№ п/п	Вид штампа	Трудоемкость наладочных работ, час	
		Без AutoForm	С AutoForm
1	Вытяжка штампом	530	270
2	Обрезка, пробивка – 1-ым штампом	390	200
3	Обрезка, пробивка – 2-ым штампом	300	150
4	Обрезка, пробивка – 3-ым штампом	210	110
5	Обрезка, пробивка – 4-ым штампом	370	190
6	Штамп для правки формы и чеканки фланца	370	190
	Итого:	2170	1110

Использование AutoForm снижает трудоемкость по причине тщательного проектирования технологии изготовления детали в этой программе.

1. Затраты на энергию.

Наладчик использует пресс Инноченти 1000.

Затраты энергии за час работы оборудования рассчитаем по формуле (18).

$$Z_э = H_э \cdot Ц_э \cdot t_{общ} \quad (18).$$

Где,  $H_э$  – расход электроэнергии, кВт/ч;

$Ц_э$  – цена 1 кВт/ч электроэнергии, руб/кВт;

$t_{общ}$  – время наладочных работ, час;

Базовый вариант:

$$Z'_э = 0.2 \cdot 1.32 \cdot 2170 = 572.8 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$Z''_э = 0.2 \cdot 1.32 \cdot 1110 = 293 \text{ руб};$$

2. Затраты на протирочный материал, ветошь.

Расходы наладочных работ рассчитаем по формуле (19).

$$Z_m = C_{вет.} \cdot g_{вет.} \cdot t_{общ} \quad (19).$$

Где,  $C_{вет.}$  – цена 1 кг ветоши (по данным Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»);

$g_{вет.} = 0.154$  – расход ветоши на час работы наладчика (по данным Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»);

$t_{общ.}$  – время наладочных работ, час;

Базовый вариант:

$$Z'_m = 10 \cdot 0.154 \cdot 2170 = 3341.8 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$Z''_m = 10 \cdot 0.154 \cdot 1110 = 1709.4 \text{ руб};$$

3. Заработная плата наладчиков 6 – го разряда определим по формуле (20):

$$Z_o = t_{общ.} \cdot C_ч \quad (20).$$

Где,  $C_ч$  – часовая тарифная ставка наладчика 6 – го разряда с учетом доплат, руб/час;

$t_{общ}$  – время наладочных работ;

Базовый вариант:

$$Z'_o = 2170 \cdot 160 = 347200 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$Z''_o = 1110 \cdot 160 = 177600 \text{ руб};$$

4. Дополнительные отчисления на заработную плату наладчикам 6 – го разряда определим по формуле (21):

$$Z_d = \frac{Z_o \cdot H_{з.д.}}{100} \quad (21).$$

где,  $H_{з.д.}$  – норматив дополнительной заработной платы, %.

$H_{з.д.} = 8\%$  (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»)

Базовый вариант:

$$3'_{\partial} = \frac{347200 \cdot 8}{100} = 27776 \text{ руб.};$$

Проектный вариант:

$$3''_{\partial} = \frac{177600 \cdot 8}{100} = 14208 \text{ руб.};$$

## 5. Отчисления на Социальное Страхование

Данные отчисления рассчитаем по формуле (22):

$$O_{c.c.} = \frac{(3_0 + 3_{\partial}) \cdot H_{c.c.}}{100} \quad (22).$$

Где,  $H_{c.c.}$  – норматив отчислений на соц. Страх. %;

$H_{c.c.} = 26\%$  норматив отчислений на соц. страх. (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»)

Базовый вариант:

$$O'_{c.c.} = \frac{(347200 + 27776) \cdot 26}{100} = 97493,8 \text{ руб.};$$

Проектный вариант:

$$O''_{c.c.} = \frac{(177600 + 14208) \cdot 26}{100} = 49870 \text{ руб.};$$

6. Амортизация оборудования по наладке потока штампов определим по формуле (23):

$$A_{об} = \frac{K_n \cdot H_a.}{100 \cdot \Phi_{эф.р.}} \cdot t_{общ} \quad (23).$$

Где,  $K_n = 20,000,000$  руб. – стоимость оборудования для наладочных работ при изготовлении штампов: пресс Инноченти 1000 (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»);

$H_{a.об} = 9.28\%$  – норма амортизационных отчислений на используемое оборудование (по данным планово – бюджетного отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»);

$\Phi_{эф.р.}^z$  – годовой действительный фонд времени работы, час.;

$t_{общ.}$  – время наладочных работ, час;

Амортизационные отчисления по базовому варианту, будут составлять:

$$A'_{об} = \frac{20000000 \cdot 9.28}{100 \cdot 1920} \cdot 2170 = 2097666 \text{ руб};$$

Амортизационные отчисления по проектному варианту, будут составлять:

$$A''_{об} = \frac{20000000 \cdot 9.28}{100 \cdot 1920} \cdot 1110 = 1073000 \text{ руб};$$

7. Амортизация занимаемой площади рассчитаем по формуле (24)

$$A_s = \frac{S_{уч} \cdot Ц_s \cdot H_{a.зд}}{100 \cdot \Phi_{эф.р.}^z} \cdot t_{общ.} \quad (24).$$

Где,  $S_{уч} = 150 \text{ м}^2$  – площадь участка на наладочные работы;

$Ц_s = 5000 \text{ руб.}$  – цена  $1 \text{ м}^2$  производственной площади (по данным Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»);

$H_{a.зд} = 4.2\%$  – норма амортизации зданий (по данным планово–экономического отдела Производства Пресс – форм и Штампов ОАО «АвтоВАЗ»);

$t_{общ.}$  – общее время наладочных работ, час;

$\Phi_{эф.р.}^z$  – годовой действительный фонд времени работы, час;

Отчисление на амортизацию составит:

Базовый вариант:

$$A'_s = \frac{150 \cdot 5000 \cdot 4.2}{100 \cdot 1920} \cdot 2170 = 35601 \text{ руб};$$

Проектный вариант:

$$A''_s = \frac{150 \cdot 5000 \cdot 4.2}{100 \cdot 1920} \cdot 1110 = 18210 \text{ руб};$$

Полученные результаты расчетов сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Себестоимость наладочных работы по доводке потока штампов по изменяющимся элементам

№ п/п	Наименование статей затрат	Условное обозначение	Значение, руб	
			Базовый вариант	Проектный вариант
1	Затраты на энергию	$Z_э$	572.8	293
2	Затраты на протирочный материал, ветошь	$Z_м$	3341.8	1709.4
3	Оплата работ наладчиков	$Z_о$	347200	177600
4	Дополнительные отчисления на заработную плату наладчикам	$Z_д$	27776	14208
5	«Отчисления на социальное Страхование»	$O_{сс}$	97493.8	49870
6	Амортизация оборудования	$A_{об}$	2097666	1073000
7	Амортизация занимаемой площади	$A_з$	35601	18210
	Себестоимость наладочных работ	$C_{Т.нал}$	2609651.4	1334890.4

Итоговая себестоимость будет снижена из-за оптимизации процесса программой AutoForm. Приведем в таблицу 28 итоги изготовления штампов.

Таблица 28 – Показатели себестоимости изготовления потока штампов по изменяющимся элементам

№ п/п	Наименование затрат	Условное обозначение	Значение, руб	
			Базовый вариант	Проектный вариант
1	Технологическая себестоимость проектных работ	$C_{Т.пр}$	976933	1063251

2	Себестоимость наладочных работ	$C_{T.нал}$	2609651	1334890
3	Итого:	$C_{пот.шт}$	3586584	2398141

Снижение наладочных работ и корректировок снижают себестоимость изготовления.

Себестоимость изготовления потока штампов по изменяющимся элементам в проектном варианте уменьшается, за счет снижения себестоимости наладочных работ.

### 5.3 Расчёт годовой экономической эффективности и прочих экономических показателей

Определим показатели экономической эффективности, от внедрения технологии проектирования штампов с использованием AutoForm, на примере изготовления потока штампов для детали 1118–5604032.

1. Годовой экономический эффект в системе проектирования составляет по формуле (25):

$$\mathcal{E}_{э.} = (C' - C'') \cdot nk - E_n \cdot \Delta K \quad (25).$$

Где,  $C'$  – Себестоимость изготовления 1–го потока штампов по базовому варианту, руб;

$C''$  – Себестоимость изготовления 1–го потока штампов по проектному варианту, руб;

$nk$  – Количество аналогичных комплектов штампов изготавливаемых в год, 35 шт. (по данным Конструкторского Отдела Штамповки ОАО «АвтоВАЗ»);

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности;

$\Delta K$  – Дополнительные капитальные вложения;

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{э.} &= (C' - C'') \cdot nk - E_n \cdot \Delta K = (3586584 - 2398141) \cdot 35 - 0.33 \cdot 1300000 = \\ &= 41166505 \text{ руб.} \end{aligned}$$

2. Условно годовой экономический эффект от внедрения новой технологии проектирования штампов в программе AutoForm, составит по формуле (26):

$$\mathcal{E}_{y.g.} = (C' - C'') \cdot nk \quad (26).$$

Где,  $C'$  – Себестоимость изготовления 1-го потока штампов по базовому варианту, руб;

$C''$  – Себестоимость изготовления 1-го потока штампов по проектному варианту, руб;

$nk$  – Количество аналогичных комплектов штампов изготавливаемых в год, 35 шт. (по данным Конструкторского Отдела Штамповки ОАО «АвтоВАЗ»);

$$\mathcal{E}_{y.g.} = (3586584 - 2398141) \cdot 35 = 41595505 \text{ руб.}$$

3. Коэффициент экономической эффективности рассчитаем по формуле (27):

$$E = \frac{(C' - C'') \cdot n_k}{K'' - K'} \quad (27).$$

Где,  $C'$  – Себестоимость изготовления 1-го потока штампов по базовому варианту, руб;

$C''$  – Себестоимость изготовления 1-го потока штампов по проектному варианту, руб;

$nk$  – Количество аналогичных комплектов штампов изготавливаемых в год, 35 шт. (по данным Конструкторского Отдела Штамповки ОАО «АвтоВАЗ»);

$K'$  – общие капитальные вложения по проектному варианту, руб;

$K''$  – общие капитальные вложения по базовому варианту, руб;

$$E = \frac{(3586584 - 2398141) \cdot 35}{1430000 - 130000} = 32$$

4. Срок окупаемости капитальных вложений определим по формуле (28):



$$T = \frac{K'' - K'}{(C' - C'') \cdot n_k} \quad (28).$$

Где,  $K'$  – общие капитальные вложения по проектному варианту, руб;

$K''$  – общие капитальные вложения по базовому варианту, руб;

$C'$  – Себестоимость изготовления 1–го потока штампов по базовому варианту, руб;

$C''$  – Себестоимость изготовления 1–го потока штампов по проектному варианту, руб;

$n_k$  – Количество аналогичных комплектов штампов изготавливаемых в год, 35 шт. (по данным Конструкторского Отдела Штамповки ОАО «АвтоВАЗ»);

$$T = \frac{1430000 - 130000}{(3586584 - 2398141) \cdot 35} = 0.03 \text{ года}$$

5. Снижение трудоемкости наладочных работ для изготовления потока штампов для детали 1118–5604032 определим по формуле (29):

$$\Delta t = t'_{\text{общ}} - t''_{\text{общ}} \quad (29).$$

где,  $t'_{\text{общ}}$  – Трудоемкость наладочных работ по базовому варианту, час;

$t''_{\text{общ}}$  – Трудоемкость наладочных работ по проектному варианту, час;

$$\Delta t = 2170 - 1110 = 1060 \text{ час.}$$

6. Процент снижения трудоемкости наладочных работ по доводке потока штампов определим по формуле (30):

$$\Delta t_{\%} = \frac{t'_{\text{общ}} - t''_{\text{общ}}}{t'_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{2170 - 1110}{2170} \cdot 100\% = 49\% \quad (30).$$

7. В результате снижения трудоемкости наладочных работы по доводке потока штампов происходит рост производительности труда у инженеров – технологов, который мы определим по формуле (31):

$$\Delta \Pi = \frac{\Delta t_{\%} \cdot 100}{100 - \Delta t_{\%}} \quad (31).$$

$$\Delta \Pi = \frac{49 \cdot 100}{100 - 49} = 96\%$$

## Заключение

В выпускной квалификационной работе была рассмотрена, получаемая методом холодной штамповки, деталь 1118 – 5604032 “Панель крышки багажника внутренняя”, ее технология изготовления, материал, оборудование, экологическая и экономическая часть. При анализе детали были выявлены опасные и критические зоны разрыва, оценена ее технологичность при штамповке. Выделены недостатки материала, что влияют на качество детали. Операция вытяжки имеет повышенную вероятность создать разрыв и утонение. Для устранения этих дефектов была использована программа AutoForm.

Экологическое влияние на окружающую среду и человека наводятся на допустимом уровне, либо нейтрализованы путем различных мероприятий и средствами индивидуальной защиты.

В самой технологии обработки металлов как штамповка, основные трудности и затраты лежат на этапе проектирования. Из-за чего требуются все возможности по упрощению проектирования и изготовления деталей путем штамповки, соответственно и снижение затрат и получаемый брак на производстве. Улучшения при проектировании необходимы для эффективной конкуренции на мировом рынке.

В данном случае целесообразно использовать программу AutoForm и внести начальные вложения, но это позволит в будущем возыметь экономический эффект и снизить затраты и трудоемкость проектирования штампов и деталей.

Данная программа может быть использована также и для других деталей, не обязательно для 1118 – 5604032 “Панель крышки багажника внутренняя”. AutoForm позволяет работать с любыми плоскими деталями любой сложности конструкции. Конкретно в машиностроительной индустрии как АвтоВаз, она применима для штамповки любых кузовных деталей.

## Список используемых источников

1. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
3. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
4. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
5. Уваров В. В., Носова Е. А. Учебное пособие: «Структура и свойства листовых сталей для холодной штамповки». – Самара: 2004. – 68с.
6. Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с..
7. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
8. Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
9. . Расторгуев Д.А. Проектирование технологических операций : Электронное учеб.-метод. Пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015 – 1 оптический диск.

10. . Уваров В. В., Носова Е. А. Учебное пособие: «Структура и свойства листовых сталей для холодной штамповки». – Самара: 2004. – 68с.
11. Davim, J.P. Modern Machining Technology. / J.P. Davim, - A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p.12.
13. Davim, J.P. (ed.) Sustainable Machining / J.P. Davim, - Springer, 2017. — 82 p.
14. Davim, J.P. Machining / J.P. Davim, - Fundamentals and Recen dvances. London: Springer, 2008, - 361 p.
15. Jackson, Mark. Machining with Abrasives Springer, / Mark Jackson, - New York, 2011. 439 p.
16. Klocke, F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer / F. Klocke, -Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, - 433 p.
17. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под. общ. ред. С.В. Белова. 4–е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 606 с.: ил.
18. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания для дипломного проектирования /Самарский государственный аэрокосмический университет. Составители: В В. Морозов, Т.Б. Козий, С.С. Козий. Самара, 2000, – 19с.
19. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под. общ. ред. С.В. Белова. 4–е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 606 с.: ил.
20. Методические материалы «Требования к системам менеджмента качества в автомобилестроении». – Самара: 2002. – 68 с.

## Приложение А

### Операционная карта

АО "АВТОВАЗ"		Карта циклов обработки										Листов	Лист	
												2	1	
Разраб.	Исмаилов Д.Р.	<b>2180-5604032</b>										№ изв.		
Инж. нормир.	Пальцева Т.А.	<b>Панель крышки багажника внутренняя</b>										Дата		
Нач. БНТП	Поспелов А.В.											№ изв.		
Нач. тех. отд.	Антонец А.Н.											Дата		
Н. контр.												Литера		
№ цеха	№ цикла	Материал			Условия поставки			Вид заготовки			Масса заготовки			
02930		01ЮТ (006/IF) +Z140 ТТМ 1.29.0002-2007			РЛН 0,70x1130x шаг 1490 мм			Трапеция			9,1 кг			
Изделие	2180							Суточная программа		Основная	Запчасти	Всего		
Кол. на 1 изделие	1									-	-	-		
№ опер.	Наименование операции, содержание	Оборуд-е, тип, модель, код	% исп. обор.	Время, мин			Тшт. мин		Часовая производительность		Кол-во оборуд.	% заг. обор.	Норма времени, мин	
				То	Тв. н.	Тобс. и отдых	На 1 ед. обор.	При мн. об.	На 1 ед. обор.	Средне-годов.			Актив-е	Всего
05	Резка заготовок	Линия резки ИНИ	85	0,042	0,0485	0,0105	0,101						0,303	0,303
Входит в узел											ИТОГО	На деталь	0,303	0,303
Отправляется в (цех, производство)												На изделие	0,303	0,303

Продолжение Приложения А

АО "АВТОВАЗ"		Карта циклов обработки										Листов	Лист		
№ цеха		№ цикла		2180-5604032 Панель крышки багажника внутренняя										2	2
02210															
№ опер.	Наименование операции, содержание	Оборуд-е, тип, модель, код	% исп. обор.	Время, мин			Тшт.мин		Часовая производительность		Кол-во оборуд.	% заг. обор.	Норма времени, мин		
				То	Тв.н.	Тобс.и отдых	На 1 ед. обор.	При мн.об.	На 1 ед. обор.	Средне-годов.			Актив-е	Всего	
	Заготовка поступает из цеха 29/3														
10.1	Вытяжка	Роботизированная пресовая линия №21 Komatsu 1000; 450	70	0,111	0,0341	0,0259	0,171								
10.2	1-я обрезка, пробивка														
10.3	2-я обрезка, пробивка														
10.4	3-я обрезка, пробивка														
10.5	4-я обрезка, пробивка														
10.6	Правка, фланцовка														
Входит в узел		2180-5604030									ИТОГО	На деталь	0,855	0,855	
Отправляется в (цех, производство)		04210										На изделие	0,855	0,855	

Продолжение Приложения А

Деталь 2180-5604032			Наименование Панель крышки багажника внутренняя						
Производство ПрП			Цех 02930						
№ п/п	Номер детали	Наименование детали	Наименование и марка материала детали	ГОСТ ТУ ТТМ	Вид заготовки	Масса детали, кг	Норма расхода на 1 деталь, кг	Масса отходов материала на деталь, кг	Агрегатное состояние отходов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2180-5604032	Панель крышки багажника внутренняя	08Ю	ТТМ 1.29.0002-2007	Трапеция	3,75	9,1	5,35	
Итого на деталь: КИМ 0,41									