

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 Технологический процесс изготовления пуансона

Обучающийся	<u>О.А. Ваньева</u> (Инициалы Фамилия) _____ (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

## Аннотация

Технологический процесс изготовления пуансона. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2022.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления пуансона для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

В выпускной квалификационной работе:

- проведен анализ использованных материалов, где рассчитано аналитическим методом, и доказана правильность выбора заготовки;

- разработан технологический процесс, включающий выбор схем базирования;

- рассчитано и сконструировано специальное станочное приспособление, и режущий инструмент;

- определены показатели и мероприятия по безопасности технологического процесса;

- проведён расчет показателей экономической эффективности от предложенного технологического процесса;

- разработан и оформлен комплект технологической документации

- разработан необходимый комплект графического материала, в соответствии с заданием.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 58 страниц, содержащую 17 таблиц, 17 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## **Annotation**

The technological process of manufacturing the punch. Bachelor's work. Togliatti. Togliatti State University, 2022.

The bachelor's thesis presents the technology of manufacturing a punch for medium-scale production conditions.

Keywords: part, workpiece, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, device, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

In the final qualifying work:

- an analysis of the materials used was carried out, where it was calculated by an analytical method, and the correctness of the choice of the workpiece was proved;

- a technological process has been developed, including the choice of basing schemes;

- a special machine tool and a cutting tool have been designed and constructed;

- indicators and measures for the safety of the technological process are determined;

- the calculation of economic efficiency indicators from the proposed technological process was carried out;

- a set of technological documentation has been developed and issued

- the necessary set of graphic material has been developed, in accordance with the task.

The bachelor's thesis contains an explanatory note in the size of 58 pages, containing 18 tables, 14 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	11
2 Разработка технологической части работы.....	13
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	13
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	13
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	16
2.4 Разработка технологических операций.....	22
3 Совершенствование инструмента .....	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Маршрутная карта.....	52
Приложение Б Операционные карты.....	55

## Введение

Современная мировая автомобильная промышленность развивается очень быстрыми темпами. ВАЗ один из немногих предприятий в России, несмотря на целый ряд трудностей, продолжает выпускать автомобили, пользующиеся большим спросом в стране.

Основной целью завода для развития и поддержания работы является внедрение в производство современных автомобилей, способных конкурировать не только на российском, но и на мировом уровне.

При этом немаловажным является обеспечение высокого качества выпускаемой продукции. В настоящее время завод находится на пути завершения внедрения международной системы качества ИСО-9000. Это является необходимым условием для выхода продукции завода на мировой рынок.

Вообще тема качества производства авто компонентов является актуальной задачей современного машиностроения.

Создание новых переднеприводных автомобилей Калина, Гранта, Веста явилось важным шагом на пути решения поставленных задач. Однако, более совершенная с точки зрения тенденций развития мирового автомобилестроения, модели новых автомобилей сложнее в изготовлении, чем их предшественники, разработанные на базе модели ВАЗ 2101. Усложнена форма многих деталей, увеличено число обрабатываемых поверхностей, повышены требования к их точности и шероховатости.

Но добиться повышения технического уровня и конкурентоспособности автомобиля невозможно без совершенствования технологических процессов обработки деталей.

Целью бакалаврской работы является повышение производительности и снижение себестоимости изготовления пуансона на рейку руля с переменным шагом за счет внедрения высокоскоростного фрезерования

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение детали**

Деталь «пуансон» является главной составляющей пресс-формы для изготовления рейки руля с переменным шагом на автомобиль 2170. Деталь «пуансон» изготавливается из поковки легированной инструментальной стали 4Х5МФС ГОСТ 5950-73 (код поковки 93272123270542, размеры 270×110×130 мм). Назначение стали 4Х5МФС – мелкие молотовые штампы, крупные молотовые и прессовые вставки при горячем деформировании конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупносерийного и массового производства, пресс-формы литья под давлением алюминиевых, а также цинковых и магниевых сплавов.

К детали можно предъявить следующие требования:

- должна быть обеспечена устойчивость к радиальной знакопеременной сосредоточенной нагрузке;
- должна быть обеспечена устойчивость к осевой нагрузке и крутящего момента;
- шлицы должны быть устойчивы к изгибающему усилию, контактного давления и силам трения.

Материал детали сталь 4Х5МФС ГОСТ 5950-73. Твёрдость после нитроцементации, закалки и низкого отпуска не менее 54-56 HRC<sub>3</sub>. Класс стали – конструкционная, высокоуглеродистая, легированная. Сталь находит большое применение в промышленности. Из нее изготавливают поковки, трубы, валы, крепежные детали, роторы, диски, зубчатые колеса, фланцы, втулки, пресс-формы для длительной службы при температурах до 550°С.

Стоимость данной стали относительно невысокая, а наряду со своими механическими характеристиками находит широкое применение в различных

областях машиностроения. Ниже в таблице 1 и таблице 2 указаны основные свойства и состав данной стали. [22], [24].

Таблица 1 – Химический состав стали 4X5MФC, в %.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,32-0,4	0,9-1,2	0,2-0,5	0,35	до 0.035	до 0.035	4,5-5,5	до 0.3

Примечание: Доля примесей фосфора и серы зависит от группы отливок и вида выплавки стали.

В составе стали присутствует большое количество полезных легирующих элементов – магний, никель и кремний. Концентрация вредных элементов (таких как сера и фосфор) должна быть ограничена и выдерживается по ГОСТу в определенном диапазоне (предельная концентрация данных элементов показана в таблице 1).

Плотность (или удельный вес) стали 20ХГНМ составляет 7826 кг/м<sup>3</sup>. К отпускной хрупкости структура не склонна. [23], [25].

Таблица 2 - Механические свойства стали 4X5MФC

Сталь	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\Psi$
4X5MФC	1270	1470	12	49

## 1.2 Классификация поверхностей детали

К детали (рисунок 1) предъявляются повышенные требования по качеству мех. обработки шлицевых пазов (биение не более 0,08, Ra0,63), а также по торцевым поверхностям вала (биение не более 0,1, Ra6,3). В остальном требования к механической обработке не высокие – точность по Н14; h14; IT14/2, шероховатость поверхности Ra12,5. Классификация поверхностей по служебному назначению показана ниже в таблице 3.

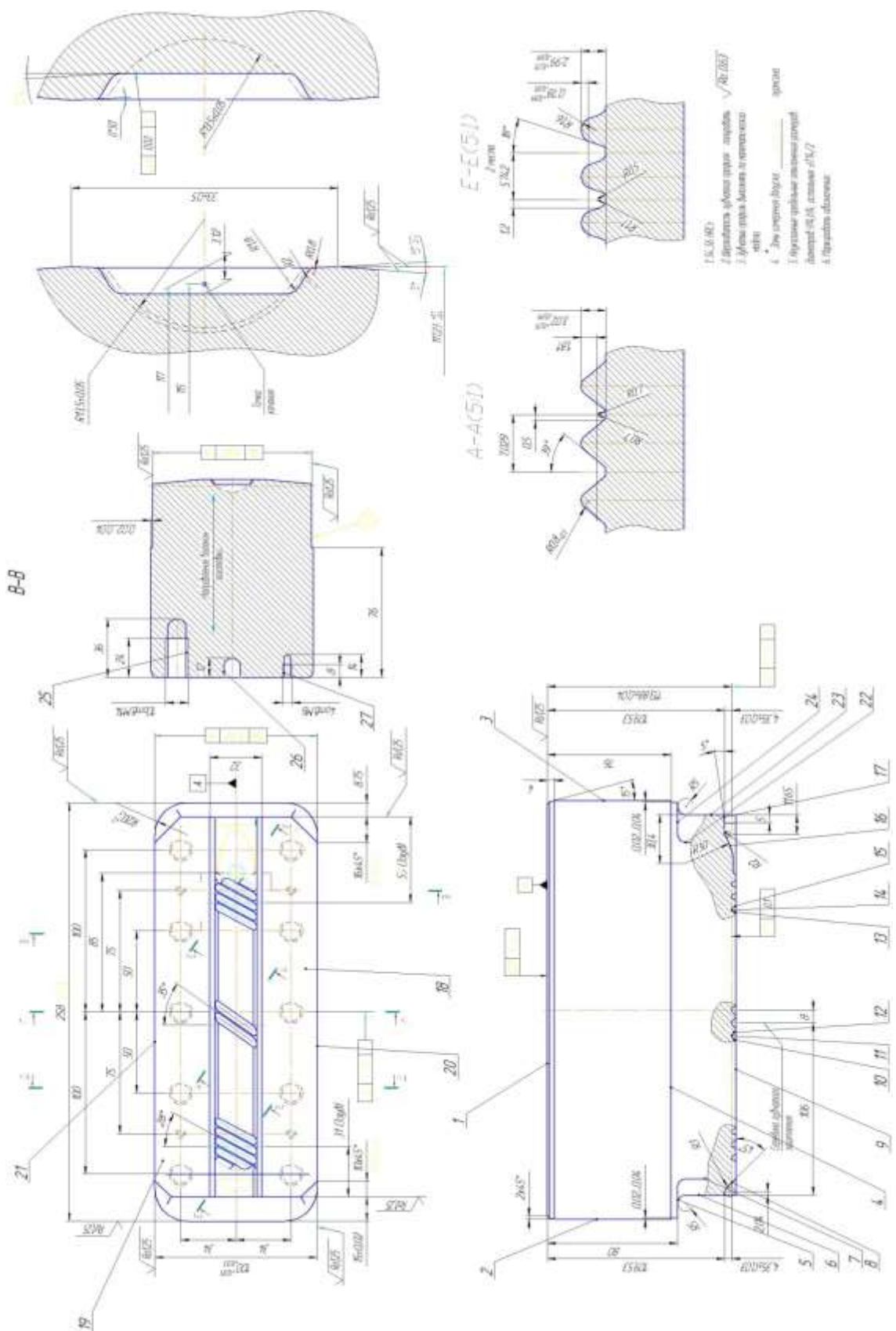


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Пуансон»



Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	1
ВКБ	2,3,6,9,23
Исполнительные	10,12,13,15
Свободные	остальные

### 1.3 Технологичность детали

Под технологичностью конструкции детали (ТКД) понимают соответствие конструкции детали ее служебному назначению, при минимальной себестоимости и материалоемкости изделия. [14]

Существует два метода определения технологичности конструкции детали: 1) качественный; 2) количественный.

Суть качественного метода заключается в том, что проводится анализ данной детали на соответствие следующим требованиям:

- элементы детали должны быть простыми и унифицированными;
- анализируется возможность применения при изготовлении высокопроизводительных методов обработки;
- элементы детали должны обеспечивать простое и надежное базирование детали с использованием принципов совмещения и постоянства баз;
- в детали не должно быть труднодоступных мест для обработки сложных поверхностей;
- при обработке детали должен быть обеспечен подвод и отвод, замена режущего инструмента;
- жесткость детали должна обеспечивать получение заданной точности поверхности.

Оценка конструкции детали на технологичность:

Суть количественного метода заключается в том, что ТКД оценивают путем расчета числовых значений определенных коэффициентов, которые

характеризуют простоту и точность детали, сложность обработки для достижения заданной точности и шероховатости, а также материалоемкости.

Качественный метод определения ТКД:

- чертеж обладает полной информацией для изготовления детали, обладает всеми необходимыми размерами на представленном виде в соответствии с ГОСТ 2.305 и не требует дополнительных видов, сечений разрезов и т.д;
- обрабатываемость данной стали резанием при HB 190 и  $\sigma_B=550$ МПа:
  - при обработке твердосплавным инструментом  $K_{v,тв.спл.} = 1,21$ ;
  - при обработке быстрорежущим инструментом  $K_{v,тв.спл.} = 1,1$ .
- поскольку оба коэффициента обрабатываемости детали лежат в диапазоне  $1 < K < 1,4$ , можно утверждать, что обрабатываемость материала хорошая, возможно легко получить требуемую шероховатость;
- практически все элементарные поверхности образующие данную деталь обладают свободным доступом для режущего и мерительного инструмента;
- основной квалитет по данным поверхностям 14-й, что дает более свободное поле допуска при изготовлении детали, тем самым уменьшая трудоемкость наладки (настройки) оборудования и последующего его изготовления. Основная шероховатость элементарных поверхностей Ra0.63, Ra3.2, Ra6.3, Ra12.5, и соответствует 6-3 классам. Сопряжение поверхностей детали с различной точностью и шероховатостью соответствуют применяемым методом и средствами обработки;
- поверхности, которые выполняются с помощью обработки механическими способами, имеют достаточную, требуемую степень точности, а также нужную шероховатость металла. Данное качество и принцип обработки гарантируют максимально точную работу детали;

- зубчатый профиль переменного шага существенно усложняет обработку детали.

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Масса детали, кг	-	22,45
Масса заготовки, кг	-	30,6
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д}/M_{з}$	$K_{и.м.} = 22,45/30,6 = 0,73$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Q_{э}$	$K_{у.э.} = 22/27 = 0,82$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/7,37) = 0,86$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/1,63 = 0,61$

Вывод: анализируемая деталь - «Пуансон», показывает крайне не высокую степень технологичности, таким образом, является не технологичной.

#### 1.4 Задачи работы

Исходя из поставленной выше цели, а также описания служебного назначения детали и ее технологичности, можно сформулировать задачи бакалаврской работы.

В первую очередь необходимо определить тип производства т.к. все характеристики проектируемого технологического процесса зависят от типа производства. Тип производства будет определён далее в разделе 2.1.

Исходя из особенностей производства, мы определяем способ получения заготовки и проектируем ее. При этом следует рассмотреть не

менее двух способов получения заготовки и выбрать наиболее экономичный способ на основе технико-экономического анализа.

Далее необходимо: спроектировать план изготовления детали; выбрать средства технологического оснащения и спроектировать технологические операции.

После этого необходимо спроектировать более совершенное станочное приспособление и режущий инструмент.

Требуется проработать вопросы безопасности и экологичности проекта, а также вопросы экономической эффективности технологии изготовления детали.

В заключении необходимо сделать выводы о проделанной работе и составить пояснительную записку.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 50 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 22,45 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как мелкосерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	20-40

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Учитывая геометрические параметры пуансона, в условиях мелкосерийного производства, в качестве заготовки для него может быть использована заготовка из плиты или ковванная заготовка. Сравним эти два варианта получения заготовок по стоимости. [3], [4], [6], [8].

Получение заготовки из плиты.

Стоимость заготовки из плиты определяем по формуле (1):

$$C_{\text{заг}} = \frac{C}{1000} \times M_{\text{заг}} - (M_{\text{заг}} - M_{\text{д}}) \times \frac{C_{\text{от}}}{1000}, \quad (1)$$

где  $C$  – стоимость 1 тонны материала заготовки (Сталь 4Х5МФС),  
 $C=82000$  руб./т;

$M_{\text{д}}$ - масса готовой детали,

$M_{\text{д}}=2,1$  кг;

$C_{\text{от}}$ - стоимость 1 тонны отходов,

$C_{\text{от}}=13000$  руб./т;

$M_{\text{заг}}$ - масса заготовки.

Массу заготовки определяем по формуле (2):

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{заг}} \times \rho = a \times b \times c \times \rho, \quad (2)$$

где  $a$  – длина плиты, мм;

$b$  – ширина плиты, мм;

$c$  – высота плиты, мм;

$\rho$ - плотность материала заготовки.

$$M_{\text{заг}} = 270 \cdot 110 \cdot 130 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 30,6 \text{ кг}$$

Стоимость заготовки из плиты составляет:

$$C_{\text{заг}} = \frac{82000}{1000} \cdot 30,6 - (30,6 - 22,45) \cdot \frac{13000}{1000} = 2403 \text{ руб.}$$

Получение заготовки ковкой.

Стоимость кованной заготовки определяем по формуле (4):

$$C_{\text{шт}} = \left( \frac{C}{1000} \times M_{\text{шт}} \times K_T \times K_C \times K_B \times K_M \times K_{\Pi} \right) - (M_{\text{шт}} - M_D) \times \frac{C_{\text{от}}}{1000}, (4)$$

где  $C$  – стоимость 1 тонны заготовок, полученных штамповкой из базового материала (4Х5МФС),  $C=152000$  руб./т;

$C_{\text{от}}$ - стоимость 1 тонны отходов,

$C_{\text{от}}=13000$  руб./т.

$K_T$ - коэффициент, учитывающий точность поковки.

Класс точности поковок устанавливают в зависимости от вида оборудования по ГОСТ 7505-89. Дляковки класс точности Т4, Т5.

$K_T=1,0$  для класса точности Т5;

$K_C$ - коэффициент, учитывающий сложность поковки.

Степень сложности определяем по формуле (5):

$$C = \frac{M_{\text{шт}}}{M_{\phi}}; \quad (5)$$

где  $M_{\phi}$  - масса простейшей геометрической фигуры, минимального объема, в которую вписывается заготовка, кг. Тогда по формуле (6):

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{заг}} \times \rho = a \times b \times c \times \rho, \quad (6)$$

$$M_{\text{заг}} = 270 \cdot 105 \cdot 125 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 27,6 \text{ кг}$$

Стоимость штампованной заготовки составляет:

$$C_{\text{шт}} = \frac{152000}{1000} \cdot 27,6 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 - (27,6 - 22,45) \cdot \frac{13000}{1000} = 2765,15 \text{ руб.}$$

Сравнив два метода получения заготовки, делаем вывод, что стоимость ковальной заготовки выше чем из плиты. Также, разность коэффициентов использования материала указывает на целесообразность использования заготовки из плиты. Общий вид заготовки представлен на рисунке 2.

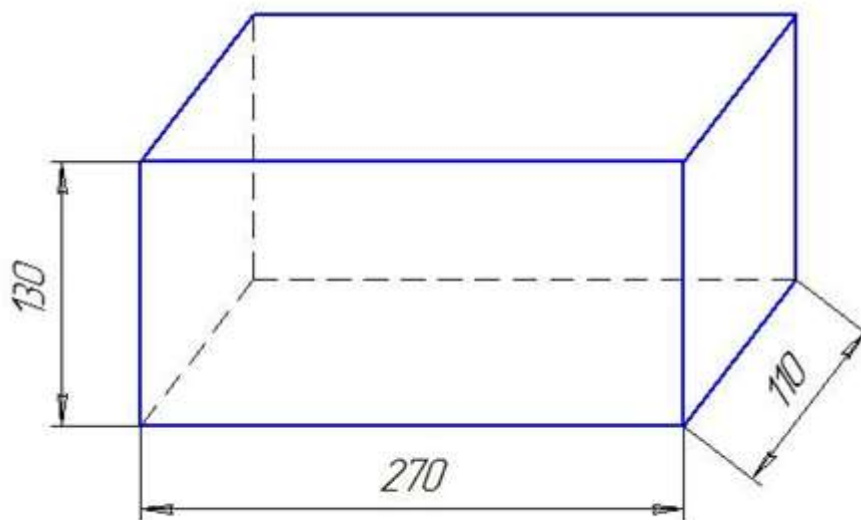


Рисунок 2 – Общий вид заготовки пуансона

### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

Рассмотрим перспективный маршрут обработки каждой из поверхностей. [5]



Данные по поверхности 1 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 2 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 3 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 4 – Ra6.3, IT12, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка.

Данные по поверхности 5 – Ra6.3, IT12, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка.

Данные по поверхности 6 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 7 – Ra6.3, IT12, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка.

Данные по поверхности 8 – Ra6.3, IT12, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной

поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка.

Данные по поверхности 9 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 10 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 11 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 12 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 13 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 14 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 15 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 16 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 17 – Ra0.63, IT6, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фрезерование высокоскоростное.

Данные по поверхности 18 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 19 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 20 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 21 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 22 – Ra6.3, IT12, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка.

Данные по поверхности 23 - Ra1.25, IT7, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной

поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, плоскошлифовальная.

Данные по поверхности 24 – Ra6.3, IT12, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка.

Данные по поверхности 25 – Ra3.2, IT9, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, резьбонарезание, термообработка.

Данные по поверхности 26 – Ra3.2, IT9, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, термообработка.

Данные по поверхности 27 – Ra3.2, IT9, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, резьбонарезание, термообработка. [17], [18].

Технологический процесс изготовления пуансона в целом представлен ниже в таблице 6.

Таблица 6 – Технологический процесс обработки детали

№ операции	Ra	IT	Модель станка	Название операции
000	12,5	15	-	Заготовительная
005	6,3	10	6T13	Фрезерная
010	3,2	9	3Б722	Плоскошлифовальная
015	6,3	10	FP2	Фрезерная
020	6,3	10	MP2P	Координатно-расточная
025	6,3	10	FP2	Фрезерная
030	12,5	12	2Н118	Сверлильная
035	12,5	12	FP2	Фрезерная
037	-	-	-	Термическая (закалка, отпуск)
040	1,25	7	3Б722	Плоскошлифовальная
045	1,25	7	3Г71	Плоскошлифовальная
050	0,63	6	HSM 700	Фрезерная

Продолжение таблицы 6

№ операции	Ra	IT	Модель станка	Название операции
055	1,25	7	ЗБ722	Плоскошлифовальная
060	-	-	-	Моечная
065	-	-	-	Контрольная

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки.

Таблица 7 – Оснастка для техпроцесса

№ операции	Название операции	Приспособление	Средства контроля	Режущий инструмент
000	Заготовительная	-	-	-
005	Фрезерная	Станочные тиски с пневмоприводом. [2]	Штангенциркуль ШЦ-П.	Торцовая фреза со вставными ножами Т5К10 Ø160мм, Z=10.
010	Плоскошлифовальная	Магнитная плита		Шлифовальный круг ПП25А40ПМ37К5 Ø450мм, Ø250мм Н=63 мм
015	Фрезерная	Станочные тиски с пневмоприводом. [19]		Спиральное сверло Р18, Ø10 мм; Спиральное сверло Ø12 мм; Р18
020	Координатно-расточная			Спиральное сверло Р18, Ø5 метчик М14; М6
025	Фрезерная			Концевая радиусная фреза Р18Ф, Ø25 мм, Z=4; Концевая фреза Ø25мм, Z=6 Концевая фреза Ø20мм, Z=4 угол наклона канавок 450,Р6М5 Концевая фреза Ø18мм, Z=6, Р6М5 Концевая фреза Р18Ф, Ø60 мм, Z=8, R21,75 мм Торцовая фреза Т5К10, Ø50мм, Z=4. [20]
030	Сверлильная			
035	Фрезерная			

Продолжение таблицы 7

№ операции	Название операции	Приспособление	Средства контроля	Режущий инструмент
037	Термическая (закалка, отпуск)	-	-	-
040	Плоскошлифовальная	Магнитная плита	Штангенциркуль ШЦ-II.	Шлифовальный круг ПП25А40ПМ37К5 Ø250мм,Ø76мм Н=40 мм
045	Плоскошлифовальная			
050	Фрезерная	Станочные тиски	Специальное контрольное оборудование “Leitz Cygnus X 1086”	Концевая сферическая фреза с TiAlN – покрытием Ø6 мм, Z=2 Ø3 мм, Z=2 Ø2 мм, Z=2 Ø1,5 мм, Z=2
055	Плоскошлифовальная	Магнитная плита	Штангенциркуль ШЦ-II.	Шлифовальный круг ПП16А40ПМ37К5 Ø250мм,Ø76мм Н=40 мм
060	Моечная	-	-	-
065	Контрольная	-	-	-

Принятая в таблице 7 технологическая оснастка и инструмент позволяют обеспечить выполнение технологического процесса наиболее эффективным образом. [9], [13], [15].

## 2.4 Разработка технологических операций

Нормы времени на выполнение операций определяются расчетным методом, формула 7. Норма штучного времени, мин:

$$t_{шт} = t_0 + t_0 + t_{mo} + t_{орг.обсл} \quad (7)$$

где  $t_0$  – основное время обработки;

$t_d$  – вспомогательное время (установка – снятие заготовки, запуск – остановка станка, контроль детали, уборка станка);

$t_{т.о}$  – соответственно время технического и организационного обслуживания;

$t_{орг.обсл}$  – время на организацию обслуживания. [1], [16].

Оперативное время, формула 8:

$$t_{on} = t_0 + t_e \quad (8)$$

Норма времени на техническое обслуживание оборудования, формула 9:

$$t_{m.o.} = 0,1 \cdot t_0 \quad (9)$$

Норма времени на организацию обслуживания, формула 10, мин:

$$t_{op.об} = 0,07 \cdot t_{on} \quad (10)$$

Определяем нормы времени для всех операций и заносим их в таблицу 8.

Штучно – калькуляционное время на изготовление одной детали состоит из штучного  $t_{шт}$  и подготовительно-заключительного  $t_{п-з}$  времени на одну деталь, формула 11:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + t_{п-з} \text{ мин.} \quad (11)$$

Результаты выбора и расчета заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	T <sub>о</sub> , мин	Tшт, мин
000	-	-	-	-	-
005	0,2	400	60	1,2	2,4
010	0,01	2200	-	0,8	1,2
015	0,2	400	60	0,5	1
020	0,2	200	60	0,8	1,4
025	0,2	400	60	0,5	1
030	0,2	200	60	3,4	5,2
035	0,2	400	60	0,5	1
037	-	-	-	-	-
040	0,01	2200	-	0,8	1,2
045	0,01	2200	-	0,8	1,2
050	0,2	600	60	227,2	230,4
055	0,01	2200	-	0,8	1,2
060	-	-	-	-	-
065	-	-	-	-	-

Таким образом, данные приведенные выше в разделе 2 позволяют выполнить графический необходимый материал, а именно:

- выполнить чертеж заготовки;
- выполнить чертеж плана обработки;
- выполнить чертежи наладок.

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.



### 3 Совершенствование инструмента

В области режущих инструментов, используемых в операциях нарезания пазов, отрезания и нарезки резьбы, известны множество примеров режущих вставок многоугольной формы, удерживаемых с возможностью удаления в принимающем вставку гнезде держателя инструмента.

В US 5004379 раскрыта режущая вставка, имеющая установочную часть по меньшей мере с тремя прямыми установочными сторонами для монтажа вставки, лежащими на сторонах воображаемого правильного многоугольника, причем вставка имеет проходящее радиально в наружном направлении плечо в каждом из углов указанного воображаемого многоугольника, каждое плечо имеет наружный край и пару противоположных сторон, которые проходят по существу радиально в наружном направлении от оси указанного многоугольника, и каждое плечо образует режущую кромку в пересечении наружного края и каждой из сторон плеча. Режущая вставка зажата в выемке держателя инструмента, имеющей стенки, образующие множество прямых установочных поверхностей держателя, которые упираются на установочные стороны указанной вставки.

В US 5308197 раскрыта режущая вставка, имеющая установочную часть с множеством прямых установочных сторон, лежащих на сторонах воображаемого многоугольника, который имеет ось и углы, причем вставка имеет по существу радиально проходящее в наружном направлении плечо в каждом из множества указанных углов указанного воображаемого многоугольника, при этом каждое плечо имеет режущую кромку, каждое плечо имеет верхнюю сторону, проходящую по существу радиально до указанной режущей кромки, и каждое плечо имеет нижнюю сторону.

В US 2013/0156516 раскрыт узел режущего инструмента, содержащий режущий инструмент и индексируемую режущую вставку, имеющую индексирующую ось.

Режущая вставка содержит параллельные друг другу первую и вторую стороны, соединенные периферийной поверхностью, которая проходит периферийно вокруг режущей вставки. По меньшей мере одно зажимающее отверстие открыто к одной или обоим из первой и второй сторонам вставки, и по меньшей мере часть зажимающего отверстия находится в зажимающей области режущей вставки. Периферийная поверхность вставки содержит режущие кромки, которые разнесены друг от друга и проходят от первой стороны вставки к второй стороне вставки. Вдоль направления ширины, которое перпендикулярно первой и второй сторонам вставки, ширина каждой из режущих кромок больше, чем ширина режущей вставки, по меньшей мере в зоне резания режущей вставки.

Предложен режущий инструмент, содержащий держатель инструмента, индексированную режущую вставку и по меньшей мере один зажимной элемент, причем: держатель инструмента содержит: хвостовик и удерживающую часть, соединенную с хвостовиком и имеющую лезвиеобразную переднюю часть с удлиненной опорной поверхностью, проходящей в задне-переднем направлении; и при этом режущая вставка имеет центральную ось, вокруг которой обеспечена возможность ее пошагового перемещения, и содержит: центральную часть, имеющую две противоположных боковых поверхности и три расположенных на расстоянии друг от друга установочных поверхности, проходящих между ними, при этом центральная ось пересекает указанные две противоположных боковых поверхности; три режущих части, соединенные с центральной частью, при этом каждая режущая часть образована между двумя из указанных трех установочных поверхностей и содержит режущую кромку; и срединную плоскость, расположенную посередине между указанными двумя противоположными боковыми поверхностями режущей вставки, причем указанные три установочных поверхности образуют первый воображаемый треугольник в сечении, получаемом по срединной плоскости, при этом режущая вставка выполнена с возможностью съемного прикрепления к

удерживающей части в любом из трех положений пошагового перемещения указанным по меньшей мере одним зажимным элементом, причем в каждом положении пошагового перемещения: указанный по меньшей мере один зажимной элемент полностью расположен позади первой вертикальной плоскости, содержащей центральную ось, и перпендикулярно задне-переднему направлению, и одна из указанных трех установочных поверхностей находится в зажимающем контакте с опорной поверхностью.

Предложена индекслируемая режущая вставка, имеющая центральную ось, вокруг которой обеспечена возможность ее пошагового перемещения, и содержащая: центральную часть, имеющую две противоположных боковых поверхности и три расположенных на расстоянии друг от друга установочных поверхности, проходящих между ними, причем центральная ось пересекает указанные две противоположные боковые поверхности; три режущих части, каждая из которых образована между двумя из трех установочных поверхностей и содержит режущую кромку; и срединную плоскость, расположенную посередине между указанными двумя противоположными боковыми поверхностями, при этом указанные три установочных поверхности образуют первый воображаемый треугольник в сечении, получаемом по срединной плоскости, причем: срединная плоскость пересекает каждую режущую кромку, три биссекторных плоскости, содержащих центральную ось, делят пополам соответствующие углы первого воображаемого треугольника, две из трех биссекторных плоскостей пересекают каждую установочную поверхность, и на виде сбоку режущей вставки каждая режущая кромка полностью расположена за пределами первого воображаемого треугольника и не пересечена воображаемыми продолжениями указанных трех установочных поверхностей, которые образуют первый воображаемый треугольник.

Рисунок 3 показывает перспективный вид режущего инструмента;

Рисунок 4 показывает покомпонентный перспективный вид режущего инструмента, показанного на рисунке 3;

Рисунок 5 показывает вид сбоку режущего инструмента, показанного на рисунке 3;

Рисунок 6 показывает вид сзади режущего инструмента, показанного на рисунке 3;

Рисунок 7 показывает вид сбоку режущей вставки согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения;

Рисунок 8 показывает вид сзади режущей вставки, показанной на рисунке 7, перпендикулярно биссекторной плоскости;

Рисунок 9 показывает разрез режущей вставки, показанной на рисунке 7, получаемый по линии VIII-VIII;

Идея относится к режущему инструменту 20, содержащему держатель 22 инструмента, индексирруемую режущую вставку 24 и по меньшей мере один зажимной элемент 26, как показано на рисунках 3,4.

Как показано на рисунках 5 и 6, держатель 22 инструмента имеет удерживающую часть 28, соединенную с хвостовиком 30, причем удерживающая часть 28 имеет лезвиеобразную переднюю часть 32 с удлиненной опорной поверхностью 34, проходящей в задне-переднем направлении DR, DF.

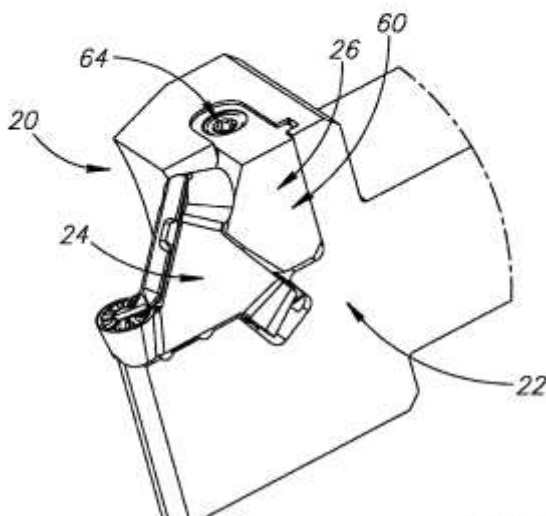


Рисунок 3 - Перспективный вид режущего инструмента

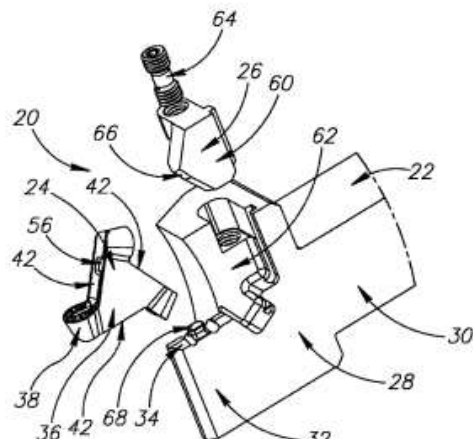


Рисунок 4 - Покомпонентный вид режущего инструмента

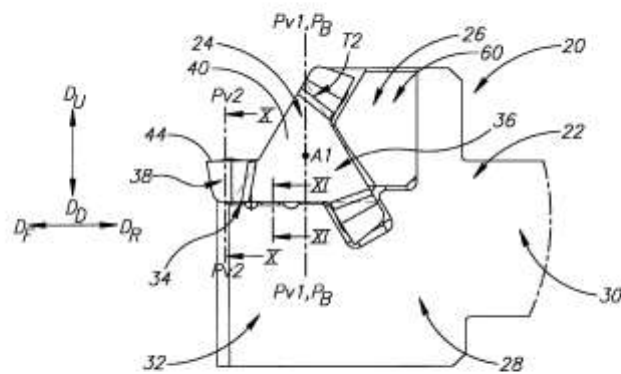


Рисунок 5 - Вид сбоку режущего инструмента

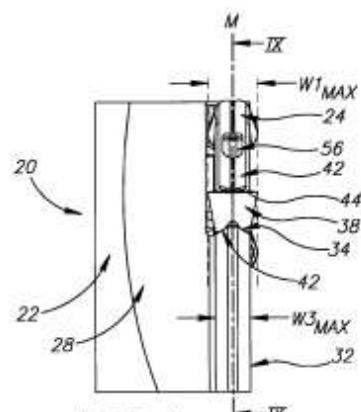


Рисунок 6 - Вид сзади режущего инструмента

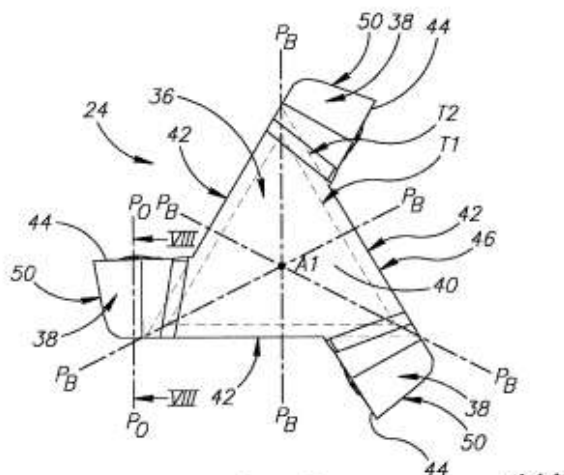


Рисунок 7 - Вид сзади режущей вставки

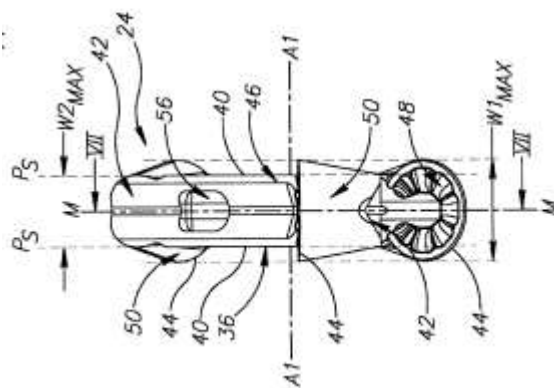


Рисунок 8 - Вид сбоку режущей вставки

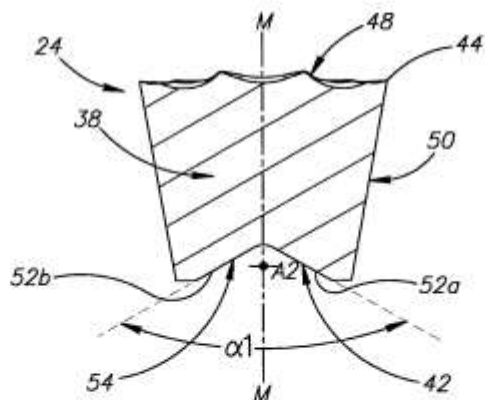


Рисунок 9 - Разрез режущей вставки

Согласно некоторым вариантам реализации идеи удерживающая часть 28 и хвостовик 30 могут быть встроенными частями держателя 22 инструмента, и хвостовик 30 может проходить в заднем направлении от удерживающей части 28.

Как показано на рисунках 7 и 8, режущая вставка 24 имеет одну центральную часть 36 и три режущих части 38, соединенных с центральной частью, причем центральная часть 36 имеет две противоположные боковые поверхности 40 и три расположенных на расстоянии друг от друга установочных поверхности 42, проходящих между ними, при этом каждая режущая часть 38 образована между двумя из указанных трех установочных поверхностей 42 и содержит режущую кромку 44.

Иными словами, три установочные поверхности 42 являются частями непрерывной периферийной поверхности 46, проходящей между двумя противоположными боковыми поверхностями 40, и разделены тремя режущими частями 38.

Согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения режущая вставка 24 предпочтительно может быть изготовлена прессованием в форме и спеканием цементированного карбида, такого как карбид вольфрама, и может быть снабжена покрытием.

Также согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения режущая вставка 24 может иметь только три режущих части 38.

Согласно еще одним вариантам реализации настоящего изобретения эти три режущих части 38 могут быть идентичными.

Согласно еще одним вариантам реализации настоящего изобретения каждая режущая часть 38 может иметь одиночную режущую кромку 44.

Согласно настоящему изобретению режущая вставка 24 выполнена с возможностью пошагового перемещения вокруг центральной оси A1, пересекающей две противоположных боковых поверхности 40.

Согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения, как показано на рисунке 7, режущая вставка 24 может иметь тройную вращательную симметрию вокруг центральной оси А1.

Как показано на рисунке 8, срединная плоскость М расположена посередине между указанными двумя противоположными боковыми поверхностями 40.

Согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения срединная плоскость М может пересекать каждую режущую кромку 44.

Также согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения, как показано на рисунке 8, режущая вставка 24 может иметь зеркальную симметрию относительно срединной плоскости М.

Согласно еще одним некоторым вариантам реализации настоящего изобретения эти две противоположные боковые поверхности 40 могут быть параллельными.

Как показано на рисунке 8, три установочных поверхности 42 образуют первый воображаемый треугольник Т1 в сечении, получаемом по срединной плоскости М.

Как показано на рисунке 7, две из трех биссекторных плоскостей Рв пересекают каждую установочную поверхность 42, и на виде сбоку режущей вставки 24 каждая режущая кромка 44 расположена полностью за пределами первого воображаемого треугольника Т1 и не пересечена воображаемыми продолжениями указанных трех установочных поверхностей 42, которые образуют первый воображаемый треугольник Т1.

Согласно некоторым вариантам реализации настоящего изобретения ни одна из биссекторных плоскостей Рв не пересекает ни одну из режущих кромок 44.

Как показано на рисунке 7, указанные три установочных поверхности 42 могут образовывать второй воображаемый треугольник Т2 на виде сбоку режущей вставки 24, и каждая режущая кромка 44 может быть полностью



расположена за пределами второго воображаемого треугольника Т2 на указанном виде сбоку.

Согласно еще одним некоторым вариантам три биссекторных плоскости Рв могут делить пополам соответствующие углы второго воображаемого треугольника Т2.

Как показано на рисунке 7, каждая режущая кромка 44 может быть образована в пересечении наклонной поверхности 48 и отводной поверхности 50.

Согласно некоторым вариантам реализации, как показано на рисунке 7, плоскость Ро смещения, параллельная одной из биссекторных плоскостей Рв и не пересекающая первый воображаемый треугольник Т1, может пересекать одну из указанных трех установочных поверхностей 42 и наклонную поверхность 48 смежной режущей части 38.

Как показано на рисунке 7, каждая установочная поверхность 42 может быть V-образной в поперечном сечении, получаемом по плоскости Ро смещения.

Согласно некоторым вариантам реализации, как показано на рисунке 9, каждая установочная поверхность 42 может пересекать отводную поверхность 50 смежной режущей части 38 в сечении, получаемом по срединной плоскости М.

Также согласно некоторым вариантам реализации, как показано на рисунке 9, каждая наклонная поверхность 48 может быть расположена полностью за пределами первого воображаемого треугольника Т1 в сечении, получаемом по срединной плоскости М.

## **1. Безопасность и экологичность технического объекта**

Предупреждение профессиональных заболеваний и отравлений на производстве достигается разработкой технологических процессов, в которых вредные вещества заменяются безвредными, а также модернизацией технологического оборудования и его усовершенствованием, медико-профилактическими мероприятиями.

На каждом предприятии должен осуществляться систематический контроль состояния воздуха рабочей зоны. Генеральным планом определяется необходимая территория, размещение на ней строений и сооружений, их габаритные размеры, инженерные сооружения и благоустройство участка предприятия.

Планировка строений и сооружений на территории предприятий, наличие достаточных санитарных и противопожарных рвов и препятствий, обеспечение безопасной эвакуации людей, различные вспомогательные устройства (отопление, освещение, вентиляция и др.) регламентируются в соответствии требований санитарных норм.

Загазованность и запылённость помещений, которые находятся на производственной территории, зависит от условий естественного проветривания. Поэтому не рекомендуется строить сооружения сложной конфигурации, особенно П и Ш-образной формы, а также сооружения с замкнутыми дворами.

Оборудование водоснабжения для хозяйственно – бытовых, производственных и противопожарных целей выбирают в соответствии с требованиями действующих санитарных норм.

Источники водоснабжения и качество воды регламентируются государственными стандартами и санитарными нормами в зависимости от целей, на которые используется вода.

Все производственные и вспомогательные помещения должны вентилироваться.

Вентиляция – это совокупность мероприятий и средств, которые обеспечивают расчетный воздухообмен в помещениях. Целью вентиляционных мероприятий является обеспечение чистоты воздуха и необходимых метеорологических условий в производственных помещениях.

В зависимости от того, с какой целью работает система вентиляции, - для поступления или удаления воздуха из помещения или для того и другого одновременно, она может быть приточной, вытяжной или приточной - вытяжной. По месту действия вентиляция бывает обще обменной и локальной.

К числу распространенных опасных факторов, имеющих место на производстве, относятся грузоподъемные механизмы и машины, сосуды давления, котлы, трубопроводы, механическое и транспортное оборудование, их подвижные и вращающиеся части, электрические установки, кабели и провода, которые могут быть причиной поражения электрическим током, ядовитые, удушающие и взрывоопасные газы, пожары, природные явления.

К вредным факторам, относятся факторы, действие которых на работника может привести к заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы по природе действия подразделяются на физические (движущиеся машины и механизмы, вибрация и производственный шум, повышенная скорость воздуха, недостаточное освещение, наличие в воздухе пыли и вредных газов), химические (обще токсические, канцерогенные, раздражающие, влияя на репродуктивную функцию), биологические (микроорганизмами), психофизиологические (физические перегрузки, нервно-психические перегрузки).

Наличие некоторых опасностей, таких как, ураган, шторм, является следствием независящих от человека причин и явлений. Такие явления не всегда можно предотвратить и предсказать. Но в абсолютном большинстве опасности и вредность возникают в процессе производства по причинам организационного и технического характера. Они полностью зависят от работодателя, проектировщиков, производителей оборудования, инженерно-

технического персонала служб охраны труда и, наконец, самих работников.

Производственный травматизм классифицируется по следующим признакам: по степени связи с производством, по числу пострадавших, по степени тяжести травм по характеру воздействия на человека и характера повреждений.

По степени связи с производством несчастные случаи подразделяются на случаи, связанные с производством и случаи непромышленного характера.

По числу пострадавших различают одиночные и групповые несчастные случаи. К групповым относятся случаи, которые произошли одновременно с двумя и более работниками, независимо от степени тяжести несчастного случая с каждым из потерпевших.

По степени тяжести травм несчастные случаи могут быть со смертельным исходом и без него.

На предприятии должны быть разработаны планы предупреждения и ликвидации возможных аварий.

Защита окружающей среды в производственной деятельности - это комплекс мер, направленных на недопущение загрязнения окружающей среды вредными факторами производства.

В существующем законодательстве много внимания уделяется вопросам охраны окружающей среды. Ужесточение требований к производству и материалам, а также разработка новых производственных и утилизационных технологий позволят уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 9 [7].

Таблица 9 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Ковка	Кузнец	Пресс	Сталь 4Х5МФС, смазки графитовые
Механическая обработка	Фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ HSM 700	Сталь 4Х5МФС, СОЖ, ветошь

«В таблице 10 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении детали» [7].

Таблица 10 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Ковка	«ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты.» [7]	Пресс

Продолжение таблицы 10

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Фрезерование	<p>«Факторы физического воздействия:                      Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов                      Движущиеся твердые объекты                      ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов                      ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания                      ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел                      ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел                      ОВПФ, связанные с электрическим током                      ОВПФ, связанные с электромагнитными полями                      Факторы химического воздействия:                      токсического, раздражающего (через органы дыхания)                      Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия:                      Статическая нагрузка                      Перенапряжение анализаторов.» [7]</p>	<p>«Фрезерный станок с ЧПУ HSM 700                      зона резания,                      зажимные губки патрона, фрезы, СОЖ, стружка                      Заготовка, инструмент                      Пульт управления станком, смазки                      Манипуляция заготовкой,                      контроль и управление» [7]</p>

Снижение рисков достигается мерами (таблица 11)» [7] .

Таблица 11 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
«Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 11

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	Резиновые виброгасящие покрытия
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	Применение противозумных вкладышей
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

«В таблицах 12 – 15 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки пуансона	Фрезерный станок с ЧПУ HSM 700	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 13 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	«Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией» [7]	Напорные пожарные рукава

Таблица 14 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 15 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления пуансона	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]



Результаты анализа в таблицах 16 и 17. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 16 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления пуансона	Токарный станок с ЧПУ FANUC	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 17 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления вала транспортера
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

«Рассматривается обработка на заготовительной и фрезерной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на фрезерном станке с ЧПУ HSM 700, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – специальное. Инструмент – фрезы. Применяются материалы: сталь 4X5МФС, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 9)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для фрезерной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 10» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 11» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления пуансона (таблица 12). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 13, 14), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления пуансона (таблица 15)» [7].

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления пуансона на окружающую среду (таблица 16). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 17)» [7].

«Выявив и проанализировав технологию изготовления пуансона и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

Большую роль в повышении производительности труда играет правильная организация рабочего места. Рабочее место – это часть производственной площади, оснащенная всеми необходимыми орудиями и средствами труда, в том числе вспомогательными устройствами и приспособлениями, предназначенными для выполнения определенной работы.

## 5 Экономическая эффективность работы

Целью раздела является экономическое обоснование целесообразности внедрения разработанного технологического процесса изготовления детали «Пуансон». Способ получения заготовки, ее масса, материал детали, последовательность технологических операций, применяемое оборудование, оснастка и инструмент, а также трудоемкость выполнения операций подробно описаны в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Для решения поставленной цели используются учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [10]. На основе этого пособия составлен алгоритм последовательности выполнения необходимых расчетов, для определения экономической эффективности. Визуализация этого алгоритма представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Алгоритм последовательности экономических расчетов

Расчет элементов технологической себестоимости состоит из определения ряда экономических показателей, которые представлены на рисунке 11.

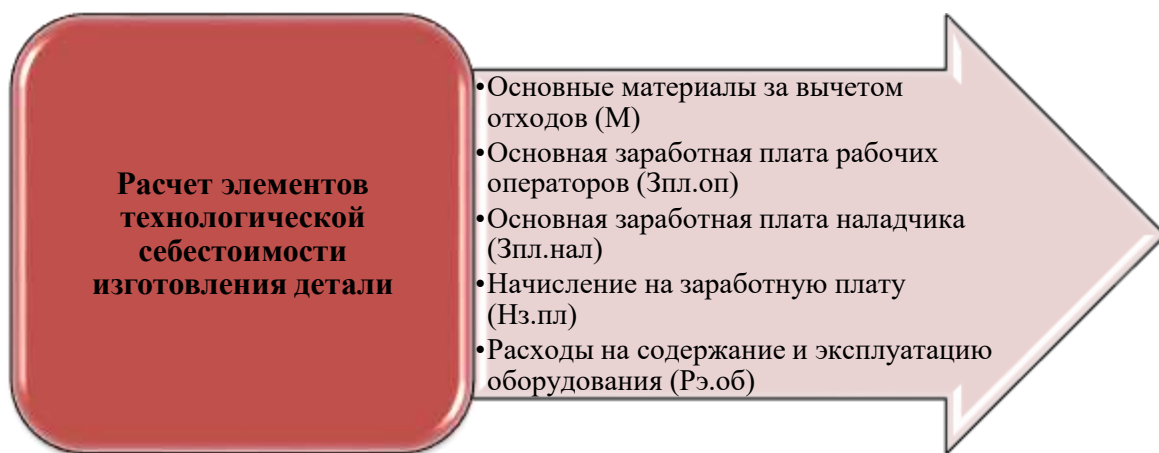


Рисунок 11 – Экономические показатели, входящие в технологическую себестоимость

Результаты расчетов экономических показателей представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Расчет элементов технологической себестоимости изготовления детали «Пуансон»

Анализируя рисунок 12, можно сказать, что максимальное влияние на величину технологической себестоимости оказал такой показатель как основные материалы за вычетом отходов, его доля составила 81,6%.

Пункт «калькуляция себестоимости изготовления детали» так же состоит из определения ряда экономических показателей, которые представлены на рисунке 13.

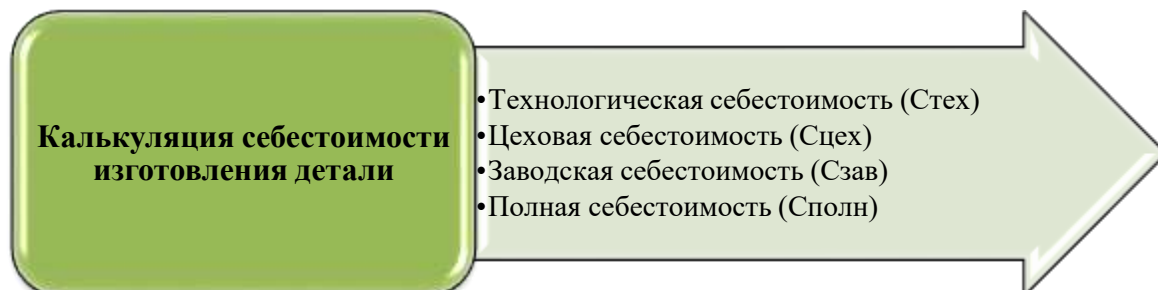


Рисунок 13 – Экономические показатели, входящие в технологическую себестоимость

В результате проведенных расчетов по пункту 2, был определен размер полной себестоимости, которая составила 11564,67 рублей.

Как и все предыдущие пункты алгоритма последовательности экономических расчетов, пункт «Расчет капитальных вложений в технологический процесс», также имеет обязательное определение ряда показателей, которые представлены на рисунке 14.

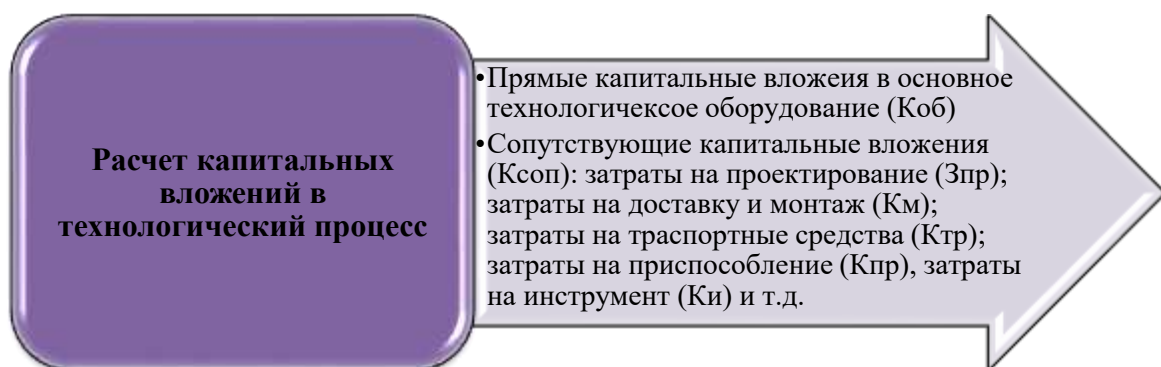


Рисунок 14 – Экономические показатели, из которых состоят капитальные вложения

Результаты расчетов экономических показателей представлены на рисунке 15.

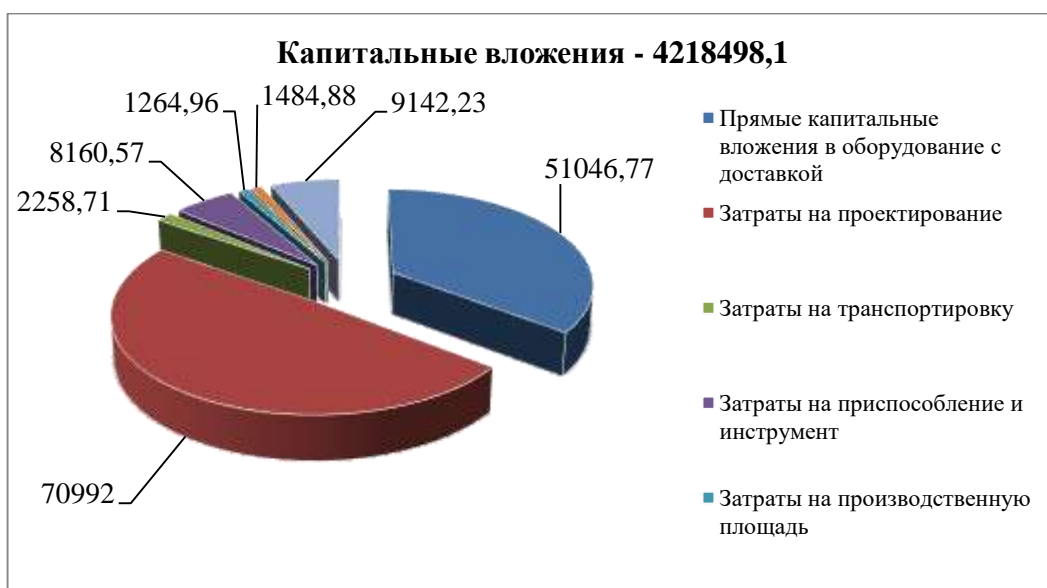


Рисунок 15 – Расчет капитальных вложений в технологический процесс изготовления детали «Пуансон»

Анализируя рисунок 16, можно сказать, что максимальное влияние на величину капитальных вложений оказал такой показатель как затраты на проектирование, их доля составила 49,2%.

Последний пункт алгоритма тоже имеет ряд обязательных расчетов соответствующих экономических показателей, которые представлены на рисунке 16.

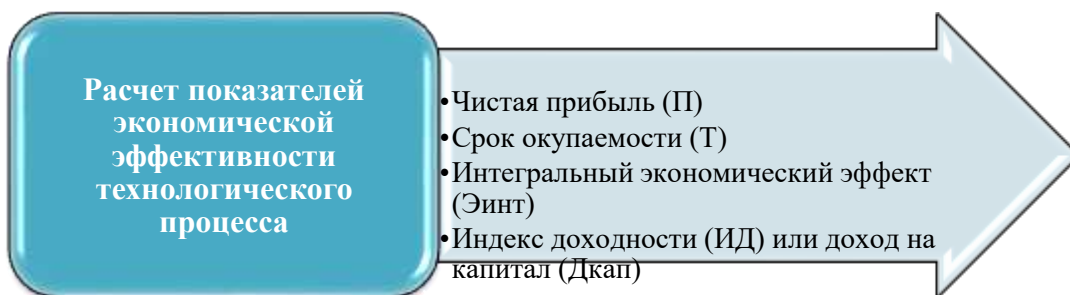


Рисунок 16 – Показатели, необходимые для расчета экономической эффективности

Значения, описанных на рисунке 16 показателей, применительно к анализируемому технологическому процессу представлены на рисунке 17.

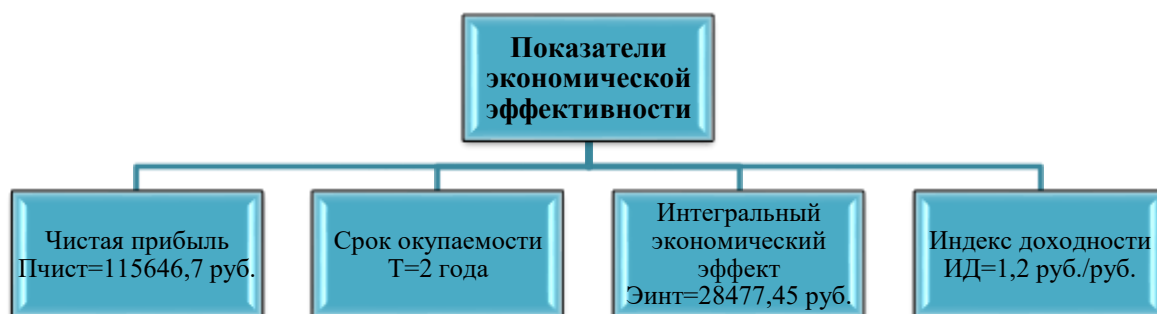


Рисунок 17 – Показатели экономической эффективности технологического процесса изготовления детали «Пуансон»

Анализируя представленные на рисунке 18 показатели, можно сделать вывод о том, предложенный технологический процесс изготовления детали «Пуансон» является эффективным, т.к. интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 28477,45 рублей. Инвестиции, вложенные в технологический процесс, окупятся в течение 2-х лет, обеспечив прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,2 рублей.

## Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы.

Был рассчитан и выбран наиболее рациональный метод получения заготовки с представленным чертежом в графической части. Был разработан маршрут обработки детали, структура и содержание технологических операций, выбрана схема базирования заготовки, определены металлорежущие станки, металлорежущий инструмент для обработки, станочные приспособления, измерительные устройства и измерительный инструмент. Также были определены припуски на механическую обработку детали и рассчитаны режимы резания, выполнено нормирование технологического процесса.

Была разработана конструкция устройства для установки и закрепления детали с представленным чертежом в графической части.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были получены практические знания и навыки, которые нужны не только при выполнении квалификационной работы, но и при работе на производстве.

Самое главное в проделанной работе это то, что удалось достичь положительного экономического эффекта и срока окупаемости ниже базового при заданной годовой программе выпуска деталей. Именно это было необходимо для достижения главной цели выпускной квалификационной работы.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления пуансона с минимальной себестоимостью достигнута.



## Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 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.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

13 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.

14 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 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.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.		Взам.		Подп.		Листов 3		Лист 1	
Разраб.		Провер.		Н.Контр.		Утв.		Пуансон	
Вахьева		Боронов		Боронов		Логинов		ТТУ	
М01		Сталь 4Х5МФС ГОСТ 5950-73		Код		Код загот.		Профиль и размеры	
М02		Код		ЕН		КИМ		КД	
		166		22,45		0,76		1	
А		Цек. Уч.		Опер.		Код, наименование операции		Обозначение документа	
Б		Код, наименование оборудования		СМ		Проф.		Р УТ КР КОИД ЕН ОП	
А03									
Б04		000		XXXXX		Заготовительная			
05Т									
06									
07									
080		005		4269		Фрезерная			
09Т		381825XXXXX		Фрезерный станок 6Т13					
10		Торцовая фреза со вставными ножами Т5К10 Ø160мм, Z=10.							
11									
120				010		4269		Плоскошлифовальная	
13Т		381825XXXXX		Плоскошлифовальный станок 3Б722					
14		Шлифовальный круг ПШ25А40ПМ37К5 Ø450мм, Ø250мм Н=63 мм							
15									
160				015		4269		Фрезерная	
17Т		381825XXXXX		Фрезерный станок FP2					
18		Торцовая фреза со вставными ножами Т5К10 Ø160мм, Z=10.							
19									
200				020		Координатно-расточная			
21Т		381825XXXXX		Координатно-расточной станок МР2Р					
22		Спиральное сверло P18, Ø10 мм, Спиральное сверло P18, Ø5 метчик М14; М6							
23									
МК									













Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1025-84, форма 7																				
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
		Листов										Лист								
		<b>ТГУ</b>																		
Разработ.	Ваньчева																			
Проб.	Варанов																			
Н. контр.	Варанов																			
Утв.	Лагуинов																			
		<b>ПУАНСОН</b>																		
				Цех		Уч.		РМ		050										
		<p>Переход 3</p> <p>Переход 4</p> <p>Переход 5</p>																		
		<p>M14x2</p> <p>M6x1,5</p> <p>19</p> <p>12.02</p> <p>31</p> <p>24.01</p> <p>32</p> <p>8.01</p> <p>10.01</p>																		
		<p>КЗ</p>																		