

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 вала-шестерни редуктора цепного  
траншеекопателя

Обучающийся

А.В. Плотников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.А. Козлов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора цепного траншеекопателя. «Цель работы – проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни» [7] редуктора цепного траншеекопателя, обеспечивающего выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества в условиях среднесерийного типа производства с минимальными экономическими затратами.

Пояснительная записка работы состоит из пяти основных разделов. В первом разделе проведен анализ условий работы, назначения и технологичности детали, анализ типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь, формулируются задачи работы. «Во втором разделе произведен выбор метода получения заготовки, произведено проектирование заготовки, произведено проектирование плана изготовления детали, выбраны средства технологического оснащения технологического процесса, произведен расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [7]. В третьем разделе, с целью повышения эффективности базовой технологии, произведено проектирование специальных средств технологического оснащения. Спроектированы самоцентрирующие тиски и резец, что позволило решить технические проблемы ряда операций технологического процесса. В четвертом разделе рассмотрены безопасность и экологичность технического объекта. Это позволило выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду. «В пятом разделе определена экономическая эффективность технологического процесса» [7].

«Объем работы 66 страниц пояснительной записки и 7 чертежей формата А1» [7].

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали .....	6
1.3 Анализ характеристик типа производства .....	8
1.4 Формулировка задач работы.....	10
2 Разработка технологической части .....	11
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления детали .....	20
2.3 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.4 Расчет режимов резания и нормирование .....	26
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	29
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков .....	29
3.2 Проектирование токарного резца.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта .....	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	44
5 Экономическая эффективность работы .....	46
Заключение .....	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	64

## Введение

Работы по укладке коммуникаций предполагают необходимость получения большого количества траншей, в которые производится их укладка. С целью увеличения скорости данных работ применяется их механизация. Для этого используются специальные механизмы, которые называются траншеекопатели. Данный механизм состоит из исполнительного механизма, выполненного в виде цепи с ножами закрепленной на направляющей, редуктора и механизма отбора мощности от двигателя. Чаще всего траншеекопатели монтируются на подвижное шасси с собственным приводом движения. Такое решение позволяет получить высокие характеристики по мобильности, надежности и экономичности.

Рассматриваемый в данной работе вал-шестерня является частью редуктора цепного траншеекопателя. Вал-шестерня является ответственной деталью, непосредственно влияющей на работоспособность и надежность редуктора. В связи с этим технология изготовления детали должна обеспечить выполнение всех конструкторских требований, указанных на чертеже детали. Другим немаловажным требованием к технологии изготовления детали является обеспечение выпуска всей годовой производственной программы в соответствии с графиком производства. Данное требование при проектировании технологических процессов в современном производстве является ключевым, так как от его выполнения в конечном итоге зависит экономическая эффективность технологического процесса. С учетом выше изложенных соображений сформулируем цель выпускной квалификационной работы.

Цель работы – «проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни редуктора цепного траншеекопателя» [7], обеспечивающего выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества в условиях среднесерийного типа производства с минимальными экономическими затратами.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали**

Вал-шестерня предназначен для размещения на нем шестерни привода. Функциональное назначение вала-шестерни заключается в восприятии крутящего момента от шестерни привода посредством боковых поверхностей шлиц и передачи его на рабочую шестерню, посредством зубчатого венца, выполненного на валу.

Вал-шестерня устанавливается в корпусе редуктора на подшипники качения, что обеспечивает требуемую скорость вращения, которая может достигать 1000 об/мин.

Условия работы вала-шестерни зависят от области применения траншекопателя. Как правило, траншекопатель используется на открытом воздухе, поэтому на него действуют климатические факторы. С учетом того, что вал-шестерня установлен в закрытом корпусе наиболее вероятно воздействие температурного фактора, который может привести к повышенному износу трущихся поверхностей.

Сам принцип работы редуктора также способствует повышенному износу поверхностей вала-шестерни от воздействия сил трения в местах контакта с другими деталями редуктора. Также принцип работы редуктора приводит к воздействию на ряд поверхностей вала-шестерни знакопеременных циклических нагрузок большой величины.

Условия эксплуатации вала-шестерни подразумевают его работу в условиях обильной смазки. В случае повреждения корпуса редуктора при эксплуатации возможно снижение уровня смазки и попадание в корпус посторонних частиц, что может привести к разрушению вала-шестерни.

Из сказанного можно сделать вывод, что условия работы вала-шестерни сложные и способствуют его быстрому износу.

## 1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали описывается группой критериев. «К ним относятся технологичность материал, конструкции детали, механической обработки. Проведем анализ детали на технологичность согласно данным критериям и рекомендациям» [7].

«Технологичность материала детали определяется его физико-механическими свойствами. Рассмотрим их подробнее. Сталь 20Х ГОСТ 4543–1 имеет следующий химический состав: углерод от 0,17% до 0,23%, хром от 0,7% до 1,0%, никель до 0,3%, марганец от 0,5% до 0,8%, кремний от 0,17% до 0,37%, медь не более 0,3%, сера не более 0,035%, фосфор не более 0,035%» [22]. «Основные физико-механические характеристики предел прочности 590 МПа, предел текучести 345 МПа, твердость от 174 до 217 единиц по шкале Бринелля» [22]. Из представленных данных следует, что материал обладает оптимальными свойствами для выполнения детали ее служебного назначения. Сталь имеет пониженную обрабатываемость резанием, так как коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом составляет 0,95, а быстрорежущим инструментом 0,85. Оптимальными для получения заготовки будут методы пластического деформирования.

Технологичность конструкции детали определяется формой, точностью поверхностей, количеством ответственных поверхностей, наличием стандартных конструктивных элементов, соответствием размеров нормальному ряду. Форма детали достаточно простая, характерная для деталей данного типа. В конструкции детали используются стандартные конструктивные элементы, такие как фаски, зубчатый венец и шлицы. Заметим, что зубчатый венец и шлицы одни из наиболее сложных элементов в исполнении в конструкции данной детали. «Размеры детали соответствуют нормальному ряду чисел» [1]. Точность поверхностей детали относительно невысокая. Для того чтобы выяснить количество ответственных

поверхностей и их взаимное расположение выполним их классификацию по служебному назначению [1]. «На рисунке 1 приведен эскиз детали. В соответствии с ним: основная конструкторская база 12, 14, 16, 34; вспомогательная конструкторская база 32; исполнительные поверхности 6, 5, 24; свободные поверхности все оставшиеся» [1].

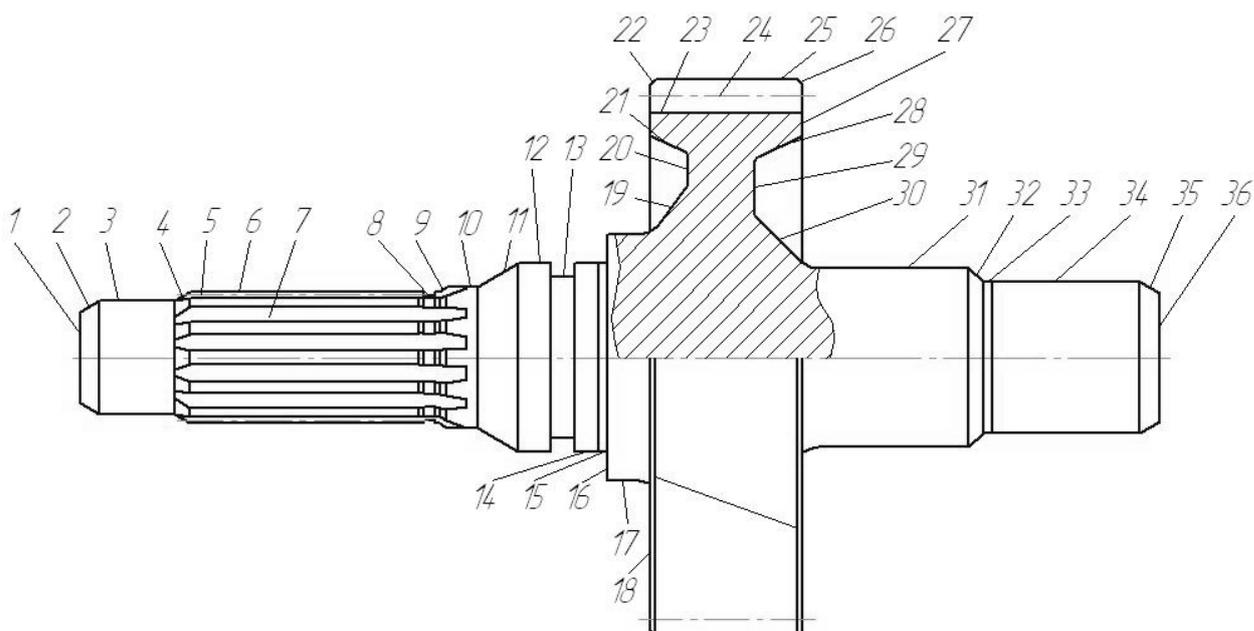


Рисунок 1 – Эскиз вала-шестерни

Такие характеристики конструкции детали позволяют применить при проектировании технологии изготовления в качестве базового варианта типовой технологический процесс, что существенно сократит время на проектирование.

Технологичность механической обработки определяется требуемой точностью обработки, характеристиками поверхностей, наличием базовых поверхностей. Точность поверхностей детали подразумевает механическую обработку всех поверхностей и может быть обеспечена типовыми методами обработки. В ряде случаев необходимо применить средства технологического оснащения повышенной точности. Характеристики поверхностей также могут быть обеспечены типовыми методами обработки,

включая термическую обработку. В качестве базовых поверхностей можно использовать имеющиеся на детали поверхности или создать искусственные технологические базы в виде центровых фасок, что для данной детали не вызовет технических затруднений и не повысит значительно стоимость механической обработки.

Анализ детали на технологичность по основной группе критериев позволяет сделать вывод о высокой технологичности детали. Это позволит использовать при проектировании технологического процесса типовые и ранее применяемые решения.

### **1.3 Анализ характеристик типа производства**

Проведем анализ характеристик типа производства. Для этого сначала определим тип производства. На начальной стадии проектирования рекомендуется определять тип производства по методике [10]. «Согласно данной методике тип производства определяется по годовой программе выпуска и массе детали» [10]. Определение массы детали произведем путем ее моделирования при помощи специализированного программного обеспечения. По результатам моделирования масса детали составляет 0,5 кг. Согласно заданию на проектирование годовая программа выпуска вала составляет 8000 штук. Такие исходные параметры соответствуют среднесерийному типу производства.

Проанализируем характеристики данного типа производства:

- групповая последовательная форма организации техпроцесса, с возможным применением адаптивных форм организации;
- проектирование техпроцесса с использованием типовых техпроцессов;
- достижение точности обработки путем работы на заранее настроенном оборудовании;
- использование методов получения заготовок, приближающих их

- форму к готовой детали, с учетом свойств материала детали;
- определение припусков на обработку поверхностей с использованием статистического метода для неточных поверхностей и расчетного метода для точных поверхностей;
  - использование типовых методов обработки для достижения заданной точности;
  - применение последовательной и последовательно-параллельной структур при проектировании технологических операций;
  - соблюдение основных принципов базирования;
  - применение типовых схем базирования;
  - определение режимов резания и нормирование операций на основе нормативных данных и эмпирических методов расчета;
  - применение станков с полуавтоматическим циклом работы, станков оснащенных системами числового управления, допускается применение специализированного и универсального оборудования;
  - применение переналаживаемой универсальной механизированной технологической оснастки, допускается применение сборно-разборной и специальной технологической оснастки;
  - «применение универсального и стандартизированного режущего инструмента, допускается применение специального режущего инструмента;
  - применение универсальных средств контроля с возможностью получения цифровых значений контролируемых параметров, допускается применение специальных средств контроля и средств контроля, дающих представление о годности контролируемого параметра» [10];
  - оформление технологической документации в виде соответствующем стандартам.

## 1.4 Формулировка задач работы

На основе проведенного выше анализа условий работы, назначения и технологичности детали, а также анализа типа производства сформулируем задачи работы:

- «произвести выбор метода получения заготовки;
- произвести проектирование заготовки;
- произвести проектирование плана изготовления детали;
- выбрать средства технологического оснащения технологического процесса;
- произвести расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [10];
- с целью повышения эффективности базовой технологии, произвести проектирование специальных средств технологического оснащения;
- выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду;
- «определить экономическую эффективность технологического процесса» [10].

Результатом раздела является «анализ условий работы, назначения и технологичности детали, анализ типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь и формулировка задач работы» [10].

## 2 Разработка технологической части

### 2.1 Выбор и проектирование заготовки

Согласно анализу типа производства необходимо использовать методы получения заготовок, приближающие их форму к готовой детали, с учетом свойств материала детали. Анализ свойств материала показал, что оптимальными для получения заготовки данной детали будут методы пластического деформирования. Опыт проектирования заготовок [8] показывает, что «в данном случае оптимальными для получения заготовки являются метод литья в кокиль или метод горячей штамповки. При использовании метода литья в кокиль необходимо заменить материал детали материалом с улучшенными литейными свойствами. Выбор одного из данных вариантов получения заготовки проводим сравнение общих затрат на изготовление деталей» [8].

«Общие затраты определяются по формуле:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где  $C_{zi}$  – стоимость получения заготовки, руб.;

$C_{обри}$  – стоимость механической обработки, руб.;

$i$  – индекс варианта получения заготовки» [8].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где  $C_{mi}$  – цена материала за тонну, руб.;

$M_{zi}$  – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$  – коэффициент, определяемый способом получения заготовки;

$K_T$  – коэффициент, определяемый необходимой точностью

заготовки;

$K_{сл}$  – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [8].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

$$M_{zi} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$K_p$  – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [8].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной горячей штамповкой, 2 для заготовки, полученной литьем в кокиль» [8].

«Выполняем расчеты.

$$M_{з1} = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ кг} \text{» [8].}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{з1} = \frac{20000 \cdot 0,6}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 9,84 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{20000 \cdot 0,7}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 13,78 \text{ р.} \text{» [8].}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{обрi} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (4)$$

где  $C_{уд}$  – удельная стоимость обработки, руб./кг;

$K_{имi}$  – коэффициент использования материала;

$K_o$  – коэффициент обрабатываемости материала» [8].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{имi} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (5) \gg [8]$$

Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{0,5}{0,6} = 0,83.$$

$$K_{им2} = \frac{0,5}{0,7} = 0,71.$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{обр1} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,83} - 1\right) \cdot 0,5}{1,1} = 0,89 \text{ р.}$$

$$C_{обр2} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,71} - 1\right) \cdot 0,5}{1,1} = 1,04 \text{ р.} \gg [8].$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 9,84 + 0,89 = 9,89 \text{ р.}$$

$$C_2 = 13,78 + 1,04 = 14,82 \text{ р} \gg [8].$$

«Приведенные расчеты показали, что метод получения заготовки горячей штамповкой имеет лучшие экономические показатели. Следовательно, для получения заготовки принимаем данный метод» [8].

«Далее необходимо определить припуски на обработку поверхностей. Для этого необходимо сначала определить маршруты их обработки» [12]. В ходе анализа детали на технологичность было выяснено, что размеры и характеристики поверхностей могут быть обеспечены применением типовых методов обработки. Определение маршрутов обработки произведем по методике [12]. Согласно ей необходимо знать форму поверхности, размер, требуемую точность обработки, качество обработки поверхности и ее твердость. В случае наличия нескольких вариантов маршрута обработки выбирается маршрут с минимальными суммарными удельными затратами. «Результат разработки маршрутов обработки поверхностей детали оформлен в виде таблицы 1» [12].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Шероховатость $Ra$ , мкм	Квалитет точности	Маршрут обработки
1	плоская	3,2	14	«ф–то» [12]
2	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
3	цилиндрическая	3,2	14	«т–тч–то» [12]
4	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
5	плоская	1,6	7	«ф–то–ш» [12]
6	цилиндрическая	3,2	9	«т–тч–то–ш» [12]
7	плоская	3,2	14	«ф–то» [12]
8	цилиндрическая	3,2	14	«тч–то» [12]
9	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
10	цилиндрическая	3,2	14	«т–тч–то» [12]
11	коническая	3,2	14	«т–тч–то» [12]
12	цилиндрическая	0,8	6	«т–тч–то–ш–шч» [12]
13	цилиндрическая	3,2	14	«тч–то» [12]
14	цилиндрическая	0,8	6	«т–тч–то–ш–шч» [12]
15	цилиндрическая	3,2	14	«тч–то» [12]
16	плоская	1,25	14	«т–тч–то–ш–шч» [12]
17	цилиндрическая	3,2	14	«т–тч–то» [12]
18	плоская	3,2	14	«т–тч–то» [12]
19	коническая	6,3	14	«т–то» [12]
20	плоская	6,3	14	«т–то» [12]
21	коническая	6,3	14	«т–то» [12]
22	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
23	эвольвента	3,2	12	«зф–то» [12]
24	эвольвента	0,63	6.	«зф–шв–то–ш» [12]
25	цилиндрическая	3,2	14	«т–тч–то» [12]
26	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
27	плоская	3,2	14	«т–тч–то» [12]
28	коническая	6,3	14	«т–то» [12]
29	плоская	6,3	14	«т–то» [12]
30	коническая	6,3	14	«т–то» [12]
31	цилиндрическая	3,2	12	«т–тч–то» [12]
32	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
33	цилиндрическая	3,2	14	«тч–то» [12]
34	цилиндрическая	0,1	5	«т–тч–то–ш–шч–шт» [12]
35	коническая	3,2	14	«тч–то» [12]
36	плоская	3,2	14	«ф–то» [12]

«Сокращения, принятые в таблице 1: т – черновое точение; тч – чистовое точение; то – термическая обработка; ш – шлифование черновое; шч – шлифование чистовое; шт – шлифование тонкое; ф – фрезерование; зф – зубофрезерование; шв – шевингование» [12].

Анализ характеристик типа производства показал, что определение припусков на обработку поверхностей производится с использованием статистического метода для неточных поверхностей и расчетного метода для точных поверхностей.

«Самой точной поверхностью детали является поверхность диаметром  $16h5(-0,008)$  мм. Расчет припуска для данной поверхности производим по методике» [16].

«Минимальные значения припусков определяются по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где  $a$  – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешности установки заготовки на операции, мм;

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [16].

«Максимальные значения припусков определяются по формуле:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

где  $Td_i$  – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

$Td_{i-1}$  – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [16].

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{imax} + z_{imin}). \quad (8)» [16]$$

«Выполняем расчеты припусков.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$z_{5min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,010 + \sqrt{0,001^2 + 0,012^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

$$z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (1,2 + 0,18) = 1,291 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,07) = 0,337 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,027) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$z_{4max} = z_{4min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,027 + 0,011) = 0,183 \text{ мм.}$$

$$z_{5max} = z_{4min} + 0,5 \cdot (Td_4 + Td_5) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,011 + 0,008) = 0,032 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1max} + z_{1min}) = 0,5 \cdot (1,291 + 0,601) = 0,946 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2max} + z_{2min}) = 0,5 \cdot (0,337 + 0,252) = 0,295 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,357 + 0,263) = 0,310 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4max} + z_{4min}) = 0,5 \cdot (0,183 + 0,164) = 0,174 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = 0,5 \cdot (z_{5max} + z_{5min}) = 0,5 \cdot (0,032 + 0,022) = 0,027 \text{ мм} \gg [16].$$

Операционные размеры рассчитываются по формулам:

«Минимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (9) \gg [16]$$

«Максимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10) \gg [16]$$

«Среднее значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \text{ max}} + d_{i \text{ min}}). \quad (11)» [16]$$

«Для перехода предшествующего термической обработке минимальный размер определяется по формуле:

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (12)» [16]$$

«Выполняем расчеты операционных размеров.

$$d_{5min} = 15,992 \text{ мм.}$$

$$d_{5max} = 16,000 \text{ мм.}$$

$$d_{5ср} = 0,5 \cdot (d_{5max} + d_{5min}) = 0,5 \cdot (16,000 + 15,992) = 15,996 \text{ мм.}$$

$$d_{4min} = d_{5min} + 2 \cdot z_{5min} = 15,992 + 2 \cdot 0,022 = 16,044 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = d_{4min} + Td_4 = 16,044 + 0,011 = 16,055 \text{ мм.}$$

$$d_{4ср} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (16,055 + 16,044) = 16,0495 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 16,044 + 2 \cdot 0,164 = 16,383 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 16,383 + 0,027 = 16,410 \text{ мм.}$$

$$d_{3ср} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (16,410 + 16,383) = 16,3971 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 16,383 + 2 \cdot 0,263 = 16,936 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 16,936 + 0,160 = 17,096 \text{ мм.}$$

$$d_{TO ср} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5(17,096 + 16,936) = 17,016 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 16,936 \cdot 0,999 = 16,919 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 16,919 + 0,070 = 17,149 \text{ мм.}$$

$$d_{2ср} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (17,149 + 16,919) = 17,114 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 16,919 + 2 \cdot 0,252 = 17,653 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 17,653 + 0,180 = 17,833 \text{ мм.}$$

$$d_{1ср} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (17,833 + 17,653) = 17,743 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 17,653 + 2 \cdot 0,601 = 19,035 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 19,035 + 1,2 = 20,235 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(20,235 + 19,035) = 19,635 \text{ мм} \gg [16].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13) \gg [16]$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14) \gg [16]$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [16]$$

«Выполняем расчет общих припусков.

$$2z_{min} = 19,035 - 16,0 = 3,035 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 3,035 + 1,2 + 0,008 = 4,243 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,035 + 4,243) = 3,639 \text{ мм} \gg [16].$$

«Как отмечалось ранее, определение припусков на обработку неточных поверхностей производится с использованием статистического метода. Минимальный припуск определяется по статистическим таблицам, а максимальный аналогично расчетному методу. Результаты определения припусков на обработку поверхностей согласно данному методу приведены в таблице 2» [20].

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Наименование перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1, 36	фрезерование	1,5	2,475
12, 14	точение черновое	1,2	1,905

Продолжение таблицы 2

Номер поверхности	Наименование перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
–	точение чистовое	0,25	0,397
	шлифование	0,30	0,359
	шлифование чистовое	0,06	0,083
16	точение черновое	1,6	2,35
	точение чистовое	0,7	0,91
	шлифование	0,4	0,483
	шлифование чистовое	0,1	0,146
24	зубофрезерование	0,6	1,05
	шевингование	0,18	0,228
	зубошлифование	0,2	0,238
5	шлицефрезерование	0,6	0,9
	шлицешлифование	0,2	0,244
6	точение черновое	1,2	1,89
	точение чистовое	0,25	0,375
	шлифование	0,30	0,357
3, 10, 11, 17, 31	точение черновое	1,2	1,89
	точение чистовое	0,25	0,382
25	точение черновое	1,5	2,35
	точение чистовое	0,25	0,46
18, 27	точение черновое	1,8	2,55
	точение чистовое	0,8	1,01
37, 38	сверление	0,4	0,7

«На следующем этапе проектирования заготовки определяем ее параметры:

- класс точности, в зависимости от метода получения заготовки Т4;
- группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М1;
- степень сложности заготовки С2;
- исходный индекс И9;
- штамповочные уклоны 7°;
- радиус закругления 3,0 мм;
- допустимые значения остаточного обля не более 1,2 мм;
- отклонение от concentричности 1,0 мм» [4].

В соответствии с определенными параметрами формируется контур заготовки, рассчитываются ее размеры и назначаются допуски на размеры, а

также напуски.

Спроектированная заготовка представлена на листе графической части работы.

## 2.2 Проектирование плана изготовления детали

«План изготовления представляет собой графическое отображение технологического процесса изготовления детали» [7].

«Из анализа типа производства следует, что проектирование технологического процесса изготовления детали производится с использованием типовых технологических процессов изготовления деталей данной группы» [14].

Технологические операции формируются путем объединения одинаковых методов обработки, выявленных при составлении маршрутов обработки поверхностей. Следует учитывать, взаимное расположение поверхностей, их форму и схемы базирования на операции. Результатом формирования технологических операций является маршрут изготовления детали, приведенный в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрута изготовления детали

Наименование операции	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Фрезерно-центровальная	фрезеровать, сверлить	1, 36, 37, 38
010 Токарная	точить	25, 27, 28, 29, 30, 31, 34
015 Токарная	точить	3, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21
020 Токарная	точить	25, 27, 26, 31, 32, 33, 34, 35
025 Токарная	точить	2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22
030 Зубофрезерная	фрезеровать	23, 24
035 Шлицефрезерная	фрезеровать	5, 7
040 Зубофасочная	фрезеровать	–
045 Шевинговальная	шевинговать	24
050 Термическая	закалка, отпуск	все

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
055 Центрошлифовальная	шлифовать	37, 38
060 Круглошлифовальная	шлифовать	6, 34
065 Торцекруглошлифовальная	шлифовать	12, 14, 16
070 Круглошлифовальная	шлифовать	34
075 Торцекруглошлифовальная	шлифовать	12, 14, 16
080 Круглошлифовальная	шлифовать	34
085 Шлицешлифовальная	шлифовать	5
090 Зубошлифовальная	шлифовать	24
095 Моечная	промыть, просушить	все
100 Контрольная	контроль	все

На следующем этапе разработки плана изготовления определяем схемы базирования на операциях техпроцесса. Проектирование схем базирования осуществляется с учетом геометрических особенностей детали, типовых схем базирования, а также принципов единства и постоянства баз. Результаты проектирования схем базирования приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Схемы базирования

Наименование операции	Наименование базы	Номера базирующих поверхностей
005 Фрезерно-центровальная	двойная направляющая база	10, 34
	опорная база	18
010 Токарная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	1
015 Токарная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	36
020 Токарная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	1
025 Токарная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	36
030 Зубофрезерная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	1
035 Шлицефрезерная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	38
040 Зубофасочная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	38
045 Шевинговальная	двойная направляющая база	37, 38

Продолжение таблицы 4

Наименование операции	Наименование базы	Номера базирующих поверхностей
–	опорная база	38
050 Термическая	–	–
055 Центрошлифовальная	двойная направляющая база	3, 34
	опорная база	1, 36
060 Круглошлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	38
065 Торцекруглошлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	37
070 Круглошлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	38
075 Торцекруглошлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	37
080 Круглошлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	38
085 Шлицешлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	37
090 Зубошлифовальная	двойная направляющая база	37, 38
	опорная база	38
095 Моечная	–	–
100 Контрольная	–	–

На следующем этапе проектирования плана изготовления определяются операционные технические требования с учетом средней статистической точности обработки, схем базирования, принятых на операциях и погрешностей пространственных отклонений [13].

«На заключительном этапе формируется графическое представление плана изготовления детали по рекомендациям» [13]. «Результаты проектирования плана изготовления приведены в графической части работы, а также в маршрутной и операционных картах (Приложение А «Технологическая документация»)» [7].

### 2.3 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения выбираем с учетом результатов анализа типа производства. В соответствии с ним будем придерживаться

следующих рекомендаций.

Следует выбирать станки с полуавтоматическим циклом работы, станки, оснащенные системами числового управления, допускается применение специализированного и универсального оборудования.

Следует выбирать переналаживаемую универсальную механизированную технологическую оснастку, допускается применение сборно-разборной и специальной технологической оснастки.

«Следует выбирать универсальные средства контроля с возможностью получения цифровых значений контролируемых параметров, допускается применение специальных средств контроля» [10] и средств контроля, дающих представление о годности контролируемого параметра.

«Выбор конкретных наименований и моделей средств технологического оснащения производим с использованием данных [11], [15], [17], [18], [19], [21]. Результаты выбора приведены в таблице 5» [10].

Таблица 5 – Результаты выбора средств технологического оснащения

Операция	Станки	Приспособления	Инструменты	Средства контроля
005 Фрезерно-центровальная	«фрезерно-центровальный МР–78» [21]	«тиски самоцентрирующие, упор» [17]	«фреза торцовая Ø40 ГОСТ 16985–80 Т5К10, сверло центровочное А 6,3 ГОСТ 14952-80 Р6М5» [15]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80, калибр контроля центрального отверстия» [11]
010 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [21]	«патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73, центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75» [17]	«резец контурный специальный Т5К10» [15]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80» [11]
015 Токарная	«токарно-винторезный » [21]	«патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73» [17]	«резец контурный специальный Т5К10» [15]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80» [11]

Продолжение таблицы 5

Операция	Станки	Приспособления	Инструменты	Средства контроля
–	16К20Ф3	центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75	–	
020 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр ГОСТ 8742-75» [17]	«резец контурный специальный Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4» [15]	«микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78» [11]
025 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [21]	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр ГОСТ 8742-75» [17]	«резец контурный специальный Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4» [15]	«микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78» [11]
030 Зубофрезерная	«зубофрезерный 5310А» [21]	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр плавающий ГОСТ2375-79» [17]	фреза зубонарезная ГОСТ 9324-80 Р6М5	шаблон
035 Шлицефрезерная	шлицефрезерный 5350	патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр плавающий ГОСТ2375-79	фреза шлицевая ГОСТ 8027-82 Р6М5	шаблон
040 Зубофасочная	зубофасочный ВС-320А	«патрон трехручьевый ГОСТ 2675-73, центр А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75» [17]	фреза специальная Р6М5	шаблон
045 Шевинговальная	зубошевинговальный 5А702Г	патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75	шевер дисковый ГОСТ 8570-75 Р18	шаблон
050 Термическая	печь	–	–	–
055 Центрошлифовальная	центрошлифовальный 3922	тиски самоцентрирующие, центр неподвижный ГОСТ 8742-75	«головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447-82» [15]	«шаблон» [11]

Продолжение таблицы 5

Операция	Станки	Приспособления	Инструменты	Средства контроля
060 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3А151	патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 1-500х203х80 23А46М6V8 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [11]
065 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75» [17]	«круг шлифовальный 5-500х203х80 23А46М6V8 30м/с1А ГОСТ 52781-2007» [15]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [11]
070 Круглошлифовальная	«круглошлифовальный 3А151» [21]	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75» [17]	«круг шлифовальный 1-400х127х16 24А80М5V5 30м/с1А ГОСТ 52781-2007» [15]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [11]
075 Торцекруглошлифовальная	«торцекруглошлифовальный 3Т160» [21]	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр ГОСТ 8742-75» [17]	«круг шлифовальный 5-500х203х80 24А80М5V5 30м/с1А ГОСТ 52781-2007» [15]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [11]
080 Круглошлифовальная	«круглошлифовальный 3А151» [21]	«патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр ГОСТ 8742-75» [17]	«круг шлифовальный 1-400х127х16 25А80К5V35м/с1А ГОСТ 52781-2007» [15]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [11]
085 Шлицешлифовальная	шлицешлифовальный 3450	патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 25А80К5V35м/с1А ГОСТ52781-2007	шаблон
090 Зубошлифовальная	зубошлифовальный 5В833	патрон поводковый ГОСТ2571-71, центр ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 25А80К5V35м/с1А ГОСТ52781-2007	шаблон
095 Моечная	моечная машина	—	—	—
100 Контрольная	контрольный стол	—	—	—

«Данные по средствам технологического оснащения используются при проектировании технологических наладок, приведенных на листах графической части работы, а также при разработке технологической документации, приведенной в приложении А «Технологическая документация»» [7].

## 2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Из анализа типа производства следует, что определение режимов резания и нормирование операций выполняется на основе нормативных данных и эмпирических методов расчета [5]. Рассмотрим более подробно основные положения данных методик.

«Определение скорости резания производится по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (16)$$

где  $C_V$  – постоянная определяемая видом обработки;

$K_V$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

$T$  – период стойкости инструмента, мин;

$t$  – глубина резания, мм.;

$S$  – подача, мм/об;

$m, x, y$  – показатели степеней, учитывающие условия резания» [5].

«Исходя из полученного значения, определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где  $d$  – диаметр обработки, мм» [5].

«Исходя из технических характеристик оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (18)» [5]$$

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (19)$$

где  $L_{р.х.}$  – длина рабочего хода, мм;

$S$  – подача, мм/об» [5].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (20)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$  – длина резания, мм.;

$l_2$  – длина перебега, мм» [5].

«Результаты расчета режимов резания и нормирования операций технологического процесса представлены в таблице 6» [7].

Таблица 6 – Режимы выполнения операций и их нормирование

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин
005	1	0,15	46,4	250	20	0,3
	2	0,26	16	180	12	0,26
010	1	0,3	161	1900	76	0,14
	2	0,3	161	1900	24	0,05
015	1	0,3	161	1900	85	0,15
	2	0,3	161	1900	18	0,04
020	1	0,1	160	1900	62	0,33

Продолжение таблицы 6

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин
025	1	0,1	160	1900	73	0,39
	2	0,09	160	1900	2	0,03
	3	0,09	160	1900	3	0,03
030	1	2,5	40	250	18	0,8
035	1	2,4	11	250	30	1,1
040	1	–	–	600	18	0,3
045	1	120	12	260	18	0,92
055	1	0,55	15	300	0,8	0,18
060	1	0,013	26	368	22	0,65
	2	0,013	26	368	28	0,98
065	1	0,009	26	300	0,382	0,2
070	1	0,008	30	368	22	0,10
075	1	0,003	30	300	0,192	0,32
080	1	0,001	30	300	22	0,11
085	1	0,01	44	1000	30	0,56
090	1	0,01	250	1500	18	0,25

«Используя полученные данные, проектируем технологические операции» [7]. Результаты выполнения данного этапа приведены в графической части работы на чертежах технологических наладок, а также в приложении А «Технологическая документация» в маршрутной карте и операционных картах.

«В данном разделе произведен выбор метода получения заготовки, произведено проектирование заготовки, произведено проектирование плана изготовления детали, выбраны средства технологического оснащения технологического процесса, произведен расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [7].

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков

Одна из проблем спроектированного технологического процесса заключается в использовании на фрезерно-центральной операции приспособления, не отвечающего принятой схеме базирования. Такое решение влияет на точность обработки и величину припусков, так как появляется погрешность базирования. Решением данной проблемы является проектирование приспособления, обеспечивающего центрирование заготовки в приспособлении в соответствии с принятой схемой базирования. Рассмотрим проектирование такого «приспособления для фрезерно-центральной операции, представленной на рисунке 2. Проектирование производим по методике» [2].

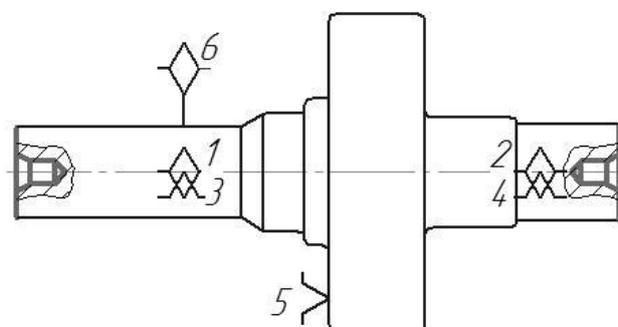


Рисунок 2 – Эскиз операции

«Для определения силовых характеристик проектируемого приспособления рассчитываем основную составляющую силы резания, возникающую при фрезеровании торцов заготовки по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (21)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – коэффициент и показатели степеней, характеризующие

фактические условия выполнения операции;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача инструмента, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$K_p$  – коэффициент условий обработки» [2].

$$P_Z = 10 \cdot 408 \cdot 1,5^{0,72} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 126^0 \cdot 0,9 = 1132 \text{ Н.}$$

«Крутящий момент от силы резания равен:

$$M_{кр} = \frac{P_Z \cdot D_{ср}}{2} \quad (22)$$

где  $D_{ср}$  – средний диаметр торцов, которые обрабатываются, мм» [2].

$$M_{кр} = \frac{1132 \cdot 12}{2} = 6792 \text{ Н мм.}$$

«Крутящий момент при сверлении центровых отверстий рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (23)$$

где  $C_m$ ,  $q$ ,  $y$ ,  $K_p$  – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$S$  – продольная подача, мм/об» [2].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,345 \cdot 5,0^{2,0} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 1,0 = 45,5 \text{ Н·м.}$$

«Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где  $C_p$  – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [2].

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 5,0^{1,0} \cdot 0,16^{0,7} \cdot 1,0 = 1200 \text{ Н.}$$

Необходимое усилие закрепления рассчитывается по максимальному крутящему моменту и осевой силе.

«Уравновешивающий момент силы закрепления определяется выражением:

$$M_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot (d_{31} + d_{32}), \quad (25)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей призмы и заготовки;

$d_{31}, d_{32}$  – диаметры закрепления, мм» [2].

Из условия равновесия системы сила закрепления для удержания заготовки при воздействии момента от силы резания определяется выражением:

$$\ll W = \frac{P_Z \cdot D_{cp} \cdot K}{8 \cdot f \cdot d_3}, \quad (26)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [2].

$$W = \frac{1132 \cdot 12 \cdot 2,2}{8 \cdot 0,16 \cdot (19 + 18)} = 551 \text{ Н.}$$

Из условия равновесия системы сила закрепления для удержания заготовки при воздействии осевой силы при сверлении определяется выражением:

$$\ll W = \frac{P_0 \cdot K}{8 \cdot f}. \quad (27) \gg [2]$$

$$W = \frac{1200 \cdot 2,16}{8 \cdot 0,18} = 1800 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчетов принимается большее из значений силы закрепления. Следует учесть влияние угла призм на данную силу.

«Изменение расчетной величины определяется по формуле:

$$W_{\text{изм}} = \frac{W}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (28)$$

где  $\alpha$  – угол призмы, град» [2].

$$W_{\text{изм}} = \frac{1800}{\sin 45^\circ} = 2546 \text{ Н.}$$

«Сила, прикладываемая к основанию призмы, определяется выражением:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (29)$$

где  $l$  – вылет призмы, мм;

$H$  – длина направляющих призмы, мм;

$f_1$  – коэффициент трения в направляющих призмы» [2].

$$W_1 = \frac{2546}{1 - \frac{3 \cdot 75}{180} \cdot 0,1} = 2910 \text{ Н.}$$

Исходя из особенностей конструкции приспособления, сила, прикладываемая к основанию призмы, определяется выражением:

$$Q = 2 \cdot W_1. \quad (30)$$

$$Q = 2 \cdot 2910 = 5820 \text{ Н.}$$

Усилие закрепления создается винтовым зажимным механизмом.

Рассчитаем данную передачу исходя из требуемого усилия.

«Определение среднего диаметра резьбы производится по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\pi \cdot k \cdot [q]}}, \quad (31)$$

где  $k$  – отношение высоты гайки к среднему диаметру резьбы;

$[q]$  – допускаемое давление, МПа» [2].

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 5820}{\pi \cdot 1,2 \cdot 10}} = 17,57 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное значение диаметра 20 мм.

«Для проверки обеспечения самоторможения механизма рассчитаем угол подъема резьбы по формуле:

$$\Psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{P}{\pi \cdot d}\right), \quad (32)$$

где  $P$  – шаг резьбы, мм» [2].

$$\Psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{2}{\pi \cdot 20}\right) = 1^{\circ}49'.$$

Полученное значение угла трения меньше чем справочное, значит, самоторможение обеспечивается.

Далее необходимо определить эквивалентное напряжение по формуле:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{M_{\text{кр}}}{0,2 \cdot d_1^3}\right)^2}, \quad (33)$$

где  $M_{\text{кр}}$  – крутящий момент в опасных сечениях винта, Н·м;

$d_1$  – внутренний диаметр резьбы, мм» [2].

«Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 0,5 \cdot d \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\Psi + \varphi^{\prime}), \quad (34)$$

где  $\varphi^{\prime}$  – угол трения приведенный, град» [2].

«Угол трения приведенный определяется из выражения:

$$\varphi^{\prime} = \frac{\varphi}{\cos(\alpha/2)}, \quad (35)$$

где  $\varphi$  – угол трения, град;

$\alpha$  – угол профиля резьбы, град» [2].

Проводим расчеты для определения эквивалентного напряжения.

$$\varphi^1 = \frac{5,71059}{\cos(30^\circ/2)} = 5,91204^\circ.$$

$$M_{кр} = 0,5 \cdot 20 \cdot 5820 \cdot \text{tg}(1,49^\circ + 5,91204^\circ) = 7561 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$\sigma_{эКВ} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 5820}{\pi \cdot 19^2}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{7561}{0,2 \cdot 19^3}\right)^2} = 24 \text{ МПа}.$$

«Допускаемое напряжение на сжатие рассчитывается по формуле:

$$[\sigma_c] = \frac{\sigma_T}{3}, \quad (36)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести материала винта, МПа» [2].

$$[\sigma_c] = \frac{600}{3} = 200 \text{ МПа}.$$

Эквивалентное напряжение меньше допускаемого, значит прочность винта достаточная.

«Расчет точности звеньев приспособления выполняется по точности приспособления, которая определяется их выражения:

$$\varepsilon_{пр} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{и}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (37)$$

где  $T$  – допуск обрабатываемого размера, мм;

$K_T$  – коэффициент поля рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$K_{T1}$  – коэффициент уменьшения погрешности базирования при работе на настроенном оборудовании;

$\varepsilon_6$  – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_y$  – погрешность установки, мм;

$\varepsilon_{и}$  – погрешность от износа установочных элементов, мм;

$K_{Т2}$  – коэффициент, учитывающий вклад погрешности обработки в суммарную погрешность;

$\omega$  – экономически эффективная точность обработки, мм» [2].

Проводим расчеты.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{пр} &\leq 0,1 - 1,0 \cdot \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,05^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,25)^2} = \\ &= 0,087 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Из полученного значения следует, что при условии применения способа равных допусков, элементы, составляющие размерную цепь должны иметь поле допуска не более 0,02 мм. Это необходимо учесть при проектировании конструкции приспособления.

В конструкции приспособления используется винтовой зажимной механизм. Это обеспечивает необходимое усилие закрепления и реализацию теоретической схемы базирования. Однако данная конструкция не является компактной. Конструкция самоцентрирующих тисков представлена на листе графической части работы и в приложении Б «Спецификации».

### **3.2 Проектирование токарного резца**

В проектируемом технологическом процессе на токарных операциях используется высокопроизводительное импортное оборудование и режущий инструмент способный обеспечивать требуемую скорость обработки. Такое решение положительно сказывается на показателях производительности операций. С другой стороны существенным недостатком данного решения является появление сливной стружки, что вызывает необходимость снижения режимов резания. С целью решения данной проблемы спроектируем резец с применением в его конструкции технических решений, устраняющих данный недостаток. Проектирование выполним по методике [6].

«Конструктивные параметры резца определяются исходя из площади

сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (38)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [6].

$$F = 0,805 \cdot 0,1 = 0,08 \text{ мм}^2.$$

«Полученному значению сечения стружки соответствует державка прямоугольного сечения со сторонами 20 мм на 16 мм и длиной 140 мм» [6].

Систему крепления выбираем с опорной пластиной через штифт. «Для обеспечения надежности крепления режущей пластины рассчитываем диаметр штифта по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (39)$$

где  $Q_1$  – сила, действующая на винт при работе инструмента, Н;

$\sigma_d$  – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [6].

$$\ll Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (40)$$

где  $P_{Zmax}$  – максимальное значение главной составляющей силы резания, Н» [6].

«Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{721}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм} \gg [6].$$

Данный расчетный диаметр необходимо увеличить в 1,5 раза [23]. Это связано с воздействием во время обработки разнообразных случайных факторов. Например, ударные нагрузки от неровностей обрабатываемой поверхности и так далее.

С целью устранения образования сливной стружки на токарной обработке, предлагается применить в конструкции резца пластину с особой формой заточки передней поверхности в виде специальных уступов, обеспечивающей дополнительную деформацию стружки. Конструкцию уступов примем по рекомендациям [6]. «Конструкция резца представлена на листе графической части работы и в приложении Б «Спецификации»» [7].

В данном разделе, с целью повышения эффективности базовой технологии, произведено проектирование специальных средств технологического оснащения. Спроектированы самоцентрирующие тиски для фрезерно-центровальной операции и резец для токарной, что позволило снизить погрешность обработки и припуски на фрезерно-центровальной операции за счет устранения погрешности базирования и решить проблемы токарной операции связанные с образованием в процессе резания сливной стружки.

## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта**

Объектом выпускной квалификационной работы является технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора цепного траншеекопателя в условиях среднесерийного типа производства.

Технологический процесс состоит из токарных, фрезерных, зубообрабатывающих, шлифовальных операций. В ходе технологического процесса используются следующие средства технологического оснащения. Станки: токарные 16К20Ф3, зубофрезерный 5310А, шлицефрезерный 5350, зубофасочный ВС-320А, зубошевинговальный 5А702Г, центрошлифовальный 3922, круглошлифовальный 3А151, торцекруглошлифовальный 3Т160, шлицешлифовальный 3450, зубошлифовальный 5В833. Станочные приспособления: тиски, патроны трехкулачковые, патрон поводковые, центра. Режущие инструменты: резцы, фрезы, сверло, шевёр, круги шлифовальные. Средства контроля: штангенциркули, шаблоны, скобы, калибры. Обслуживание и управление оборудования обеспечивают операторы станков с числовым программным управлением, зуборезчики, фрезеровщики, шлифовщики.

### **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Профессиональные риски, возникающие при проведении технологического процесса, идентифицируем по ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [3].

Полученные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
средства технологического оснащения, указанные в пункте 4.1	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [3]	«падение с высоты, падение предметов» [3]
	«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [3]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [3]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [3]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [3]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [3]
	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия, ослаблении внимания)» [3]
	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых» [3]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим» [3]

## Продолжение таблицы 7

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
–	тел и их поверхностей, характеризующие повышенным уровнем общей вибрации» [3]	или сосудистым расстройствам» [3]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [3]	«физические перегрузки» [3]
	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [3]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [3]

Определенные риски установлены исходя из наибольшей вероятности их появления в соответствии с применяемыми для изготовления детали средствами технологического оснащения.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Произведем подбор методов и средств снижения профессиональных рисков по Приказу Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [3].

Полученные данные приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [3]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [3]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [3]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [3], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [3]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [3], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [3]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [3]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты,» [3]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация» [3]

Продолжение таблицы 8

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
–	«дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [3]	«технологического оборудования» [3]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [3]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [3]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [3]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [3]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [3]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [3]
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [3]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими» [3]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного» [3]

Продолжение таблицы 8

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
–	«средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [3]	«оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [3]
«физические перегрузки» [3]	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [3]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [3]
«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [3]	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [3]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [3]

Предлагаемые организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора являются достаточными и эффективными при осуществлении спроектированного технологического процесса.

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

Идентификация источников потенциального пожара основано на знании класса пожара и выявлении его опасных факторов. «В данном случае класс пожара D, характеризуемый воспламенением и горением металлов» [3].

«Опасные факторы потенциального пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [3].

Для определения технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности необходимо определить категорию пожароопасности помещения. «В данном случае помещение относится к категории ВЗ помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б» [3].

Для помещений данной категории рекомендуются следующие средства пожаротушения: огнетушители ОП-10, мотопомпа, пожарные извещатели, пожарные щиты класса ЩП-А, пожарная сигнализация. Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: инструкции по действиям персонала, инструктаж по пожарной безопасности.

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

В ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса возникает ряд негативных экологических факторов. В первую очередь это возможность загрязнения гидросферы и литосферы горюче-смазочными

материалами, используемыми для работы оборудования, а также технологическими жидкостями, применяемыми в ходе технологического процесса. Также возможно их загрязнение частицами абразива, металлической стружкой и ломом, а также мусором, возникающим в ходе технологического процесса. Влияние на атмосферу выражено незначительными выбросами металлической и абразивной пыли, возникающими при шлифовании. Количество данных выбросов крайне мало.

Снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду регламентируется путем проведения мероприятий регламентированных в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [3]. «С целью снижения и устранения загрязнения гидросферы применяются технические средства по очистке сточных вод, которые должны соответствовать ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»» [3].

В данном разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности. Это позволило выявить опасные производственные факторы, устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду.

## 5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает применение более современной оснастки и более износостойкого инструмента, что приводит к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованных операций. Используемая оснастка и инструмент представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Результаты технических изменений после совершенствований операции, а именно замены оборудования, оснастки и инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 33,8 %;
- сокращение вспомогательного времени – на 23,7 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 1,5 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 3, представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

Используя, описанную на рисунке 3, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{BB}$ ), которая составила 8838935 руб. Данное значение

учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 4 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.



Рисунок 3 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [9]

Анализируя рисунок 4, можно сказать, что затраты на проектирование изменений являются самыми существенными, так как их доля составила 66,2 % в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить

изменения, то есть посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций.

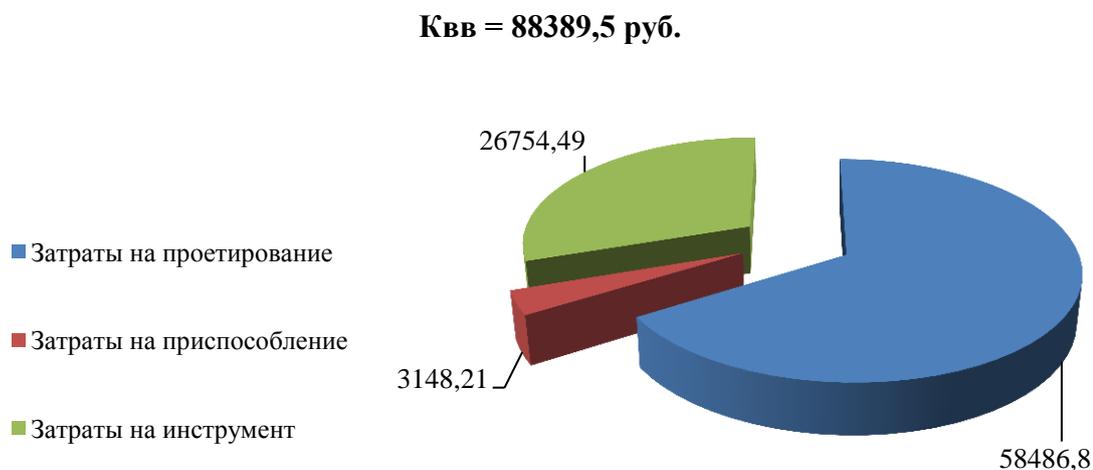


Рисунок 4 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

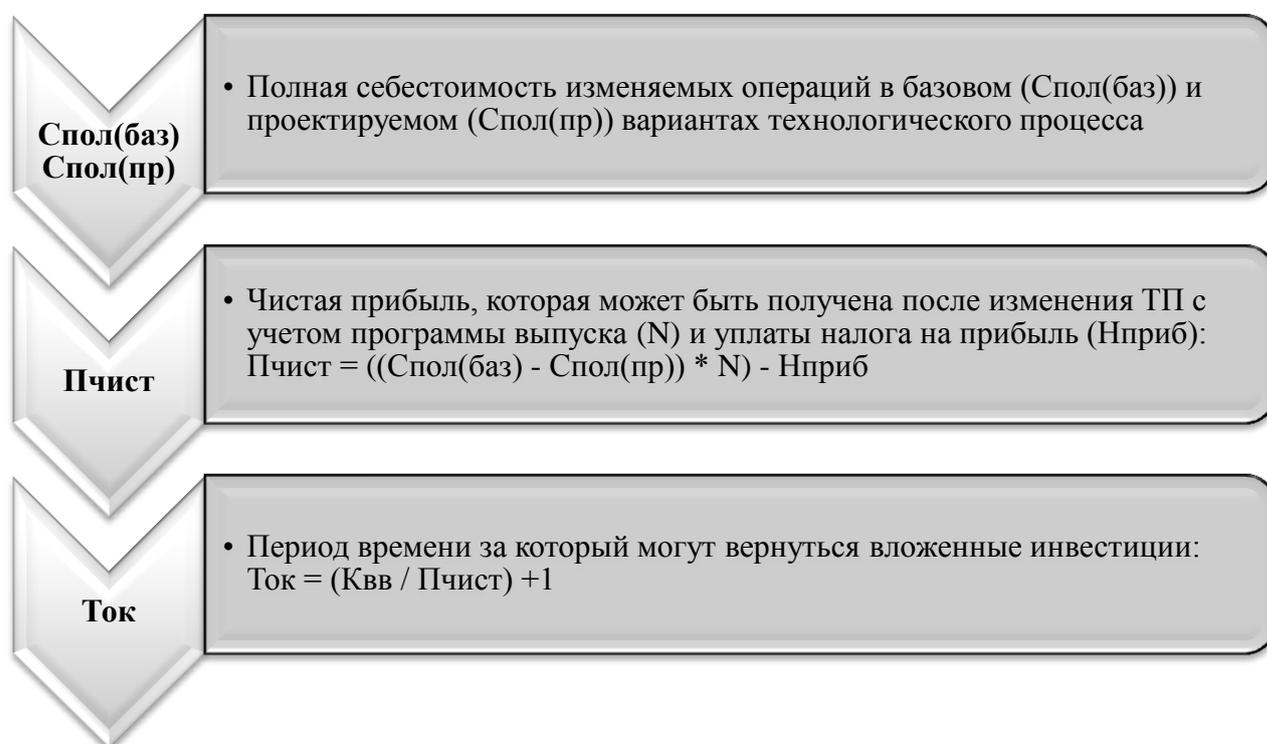


Рисунок 5 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Для промышленных предприятий определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ( $\mathcal{E}_{ИИТ}$ ) путем расчета через сложные проценты.

На рисунке 6 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости, и экономический эффект.

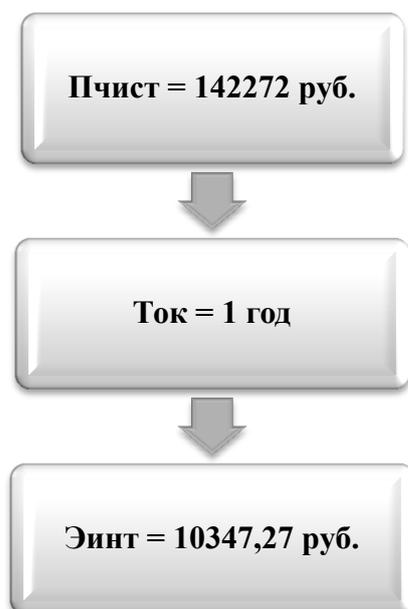


Рисунок 6 – Значения показателей чистой прибыли ( $П_{ЧИСТ}$ ), срока окупаемости ( $T_{ОК}$ ) и экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{ИИТ}$ )

Как показано на рисунке 6, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

В заключительной части данной бакалаврской работы определена экономическая эффективность спроектированного технологического процесса, которая подтвердила правильность принятых решений.

## Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы стал технологический процесс изготовления вала-шестерни редуктора цепного траншеекопателя. Получение данного результата стало возможным благодаря достижению «цели работы, заключающейся в проектировании технологического процесса изготовления вала-шестерни редуктора цепного траншеекопателя, обеспечивающего выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества в условиях среднесерийного типа производства с минимальными экономическими затратами» [23].

На первом этапе был проведен анализ условий работы, назначения и технологичности детали, а также анализ типа производства, в условиях которого необходимо изготовить деталь. На основании этого сформулированы задачи, решение которых позволило достичь заявленной цели работы. На следующем этапе проектирования произведены: «выбор метода получения заготовки, проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование технологических операций» [23]. Далее с целью повышения эффективности базовой технологии, произведено проектирование специальных средств технологического оснащения. Спроектированы самоцентрирующие тиски и резец, что позволило решить технические проблемы операций связанные с реализацией схемы базирования и образованием в процессе резания сливной стружки. Затем рассмотрены вопросы безопасности и экологичности. Это позволило выявить опасные производственные факторы, «устранить и уменьшить их влияние на работников производства и окружающую среду» [7]. «В заключительной части работы определена экономическая эффективность спроектированного технологического процесса, которая подтвердила правильность принятых решений» [7].

## Список используемых источников

1. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра –Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 10.04.2023).
2. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 20.04.2023).
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
4. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
5. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833110> (дата обращения: 18.04.2023).
6. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 20.04.2023).
7. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 25.03.2023).
8. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении.

Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 29.03.2023).

9. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 14.04.2023).

10. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5 –е изд., стер. – Санкт –Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 03.04.2023).

11. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 356 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/208667> (дата обращения: 16.04.2023).

12. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3 –е изд., доп. – Москва : ИНФРА –М, 2022. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 05.04.2023).

13. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 21.04.2023).

14. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2 –е изд. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 330 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088076> (дата обращения: 09.04.2023).

15. Справочник конструктора –инструментальщика / В. И. Баранчиков

[и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2 –е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2006. – 541 с.

16. Справочник технолога –машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

17. Справочник технолога –машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5 –е изд., испр. – Москва : Машиностроение –1, 2003. – 941 с.

18. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.

19. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 655 с.

20. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

21. Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 16.04.2023).

22. Химический состав и физико –механические свойства стали 20Х [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/20X?ysclid=lgje8zcbcc235864917](https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20X?ysclid=lgje8zcbcc235864917) (дата обращения: 21.03.2023).

23. Ямников А. С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / А. С. Ямников, А. А. Маликов; под ред. А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 252 с – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168516> (дата обращения: 15.04.2023).



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный специальный Т5К10.														
Т 20	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.														
21															
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,3														
О 24	Точить последовательно поверхности и торцы: 3, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21 $\phi 26,6_{-0,21}$ ; $\phi 21,44_{-0,21}$ ;														
О 25	$\phi 15,6_{-0,10}$ ; $\phi 15,12_{-0,10}$ ; $\phi 12,6_{-0,10}$ ; $4,95^{+0,25}$ ; $54,4^{+0,3}$ ; $60,76^{+0,3}$ ; $67,4^{+0,3}$ ; $71,7^{+0,3}$ ; $75,6^{+0,3}$ ; $104,1^{+0,35}$														
Т 26	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный специальный Т5К10.														
Т 27	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.														
28															
А 29	XX XX XX 020 4110 Токарная														
Б 30	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,46														
О 31	Точить последовательно поверхности и торцы: пов.25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34 $\phi 58,5^{+0,12}$ ; $\phi 19_{-0,084}$ ;														
О 32	$\phi 17,149_{-0,07}$ ; $1115^{+0,14}$ ; $76^{+0,12}$ ; $935^{+0,14}$														
Т 33	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный специальный Т30К4; 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 393410 Микраметр МК-50 ГОСТ 6507-78.														
Т 34															
35															
А 36	XX XX XX 025 4110 Токарная														
Б 37	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,68														
О 38	Точить последовательно поверхности и торцы: пов.2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22														
О 39	$\phi 26_{-0,21}$ ; $\phi 20,8_{-0,084}$ ; $\phi 15_{-0,084}$ ; $\phi 14,5_{-0,07}$ ; $\phi 12^{+0,07}$ ; $535^{+0,12}$ ; $58^{+0,12}$ ; $614^{+0,12}$ ; $717^{+0,3}$ ; $75,6^{+0,14}$ ; $103,5^{+0,14}$														
Т 40	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный специальный Т30К4; 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 393410 Микраметр МК-50 ГОСТ 6507-78.														
Т 41															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
А 69	XX XX XX	030	4153	Зубофрезерная													
Б 70	381572	Зубофрезерный 5310А					3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1		1,2
О 71	Фрезеровать пов. 23, 24 в размер 10-й степени точности																
Т 72	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза червячная Р6М5 ГОСТ9324-80.																
Т 73	394300 Прибор измерительный универсальный.																
74																	
А 75	XX XX XX	035	4153	Шлицефрезерная													
Б 76	381572	Шлицефрезерный 5350					3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1		1,25
О 77	Фрезеровать пов. 5, 7 в размер 10-й степени точности.																
Т 78	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза шлицевая Р6М5 ГОСТ8027-82.																
Т 79	394300 Прибор измерительный универсальный.																
80																	
А 81	XX XX XX	040	4162	Зубофасочная													
Б 82	381574	Зубофасочный ВС-320А					3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,45
О 83	Обработать доковые поверхности зубьев в размер 0,5x45°±30'																
Т 84	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза Р6М5 специальная.																
Т 85	393400 Калибр.																
86																	
А 87	XX XX XX	045	4157	Зубошевинговальная													
Б 88	381574	Зубошевинговальный 5717С1					3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1		1,15
О 89	Шевинговать пов. 15 в размер 8-й степени точности																
Т 90	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Шелвер дисковый Р18 ГОСТ8570-75.																
Т 91	394300 Прибор измерительный универсальный.																
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
A 94	XX	XX	XX	050	Термическая															
95																				
A 96	XX	XX	XX	055	414.2 Центрошлифовальная															
Б 97	381317	Центрошлифовальный	3922	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1								0,3
О 98	Шлифовать поверхности: пов. 28, 37 в размер $\phi 4^{+0,016}$																			
Т 99	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;																			
Т 100	393120 Калидры.																			
101																				
A 102	XX	XX	XX	060	4131 Шлифовальная															
Б 103	381311	Круглошлифовальный	ЗА151	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1								1,95
О 104	Шлифовать поверхность 34, 6 в размер $\phi 13,84_{-0,013}$ ; $\phi 16,41_{-0,027}$ .																			
Т 105	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																			
106																				
A 107	XX	XX	XX	065	4130 Торцециркулошлифовальная															
Б 108	381311	Торцециркулошлифовальный	ЗТ160	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1								0,3
О 109	Шлифовать поверхности: пов. 12, 14, 16 в размер $\phi 20,14_{-0,033}$ ; $58,12^{+0,046}$ .																			
Т 110	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																			
111																				
A 112	XX	XX	XX	070	4131 Шлифовальная															
Б 113	381311	Круглошлифовальный	ЗА151	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1								0,3
О 114	Шлифовать поверхность 34, в размер $\phi 16,055_{-0,011}$ .																			
Т 115	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																			
116																				
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
А 94	XX	XX	XX	075	4130	Торцевкруглошлифовальная									
Б 95	381311	Торцевкруглошлифовальный 3Т160 3				18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,48	
О 96	Шлифовать поверхности: пов. 12, 14, 16 в размер $\phi 20_{-0,002}^{+0,015}$ ; 58 <sup>+0,040</sup>														
Т 97	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная.														
98															
А 99	XX	XX	XX	080	4131	Шлифовальная									
Б 100	381311	Круглошлифовальный 3А151 3				18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,3	
О 101	Шлифовать поверхность 34, в размер $\phi 16_{-0,008}$														
Т 102	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная														
103															
А 104	XX	XX	XX	085	4151	Шлицешлифовальная									
Б 05	381562	Шлицешлифовальный 3450 3				12287	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,39	
О 106	Шлифовать пов. 5 в размер 7-й степени точности														
Т 107	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Круг шлифовальный; 394300 Прибор измерительный														
Т 108	универсальный.														
109															
А 110	XX	XX	XX	090	4151	Зубошлифовальная									
Б 111	381562	Зубошлифовальный 5В833 3				12287	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,39	
О 112	Шлифовать пов. 15 в размер 6-й степени точности														
Т 113	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Круг шлифовальный; 394300 Прибор измерительный														
Т 114	универсальный.														
115															
А 116	XX	XX	XX	095	Моечная										
МК															





Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Платникоб			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМТ									
Н.контр.	Козлов			Вал-шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД	
Токарная		20Х ГОСТ 4543-71			НВ 190	166	0,5	№61х116			0,6	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тгв	тип	слож				
16К20ФЗ					0,45			0,68	Ужиднал-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v				
от	1. Установить заготовку												
Т.зв	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный специальный ТЗОК4; 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 ТЗОК4; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.												
Т.зв													
о.зв	2. Точить последовательно поверхности и торцы: пов. 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.												
о.зв	22 выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.зв		1			0,805		0,1	1900	160				
Р.зв		2			0,1		0,09	1900	160				
Р.зв		3			1,5		0,09	1900	160				
Т.зв	5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
от													



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 2118-82		Фн		
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Платникоб			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП										
Н.контр.	Козлов			Вал-шестерня							Цех	Уч.	Р.М.	
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ			
Торцевуглошлифовальная		20Х ГОСТ 4543-71			НРС 30	166	0,5	#6х116			0,6			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тгв	тип	слож					
3Т160					0,32			0,48	Угловая-1					
			пи	о или в	L	f	i	s	п					
01	1. Установить заготовку													
Т.02	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный.													
0.03	2. Фрезеровать пов. 12, 14, 16 выдерживая размеры согласно эскиза.													
Р.04			1				0,07		0,003	300				
Т.05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.													
06														
07														
08														
09														
10														

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<u>Документация</u>					
A1		23.БР.ОТМП.302.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>					
A3	1	23.БР.ОТМП.302.65.00.001	Винт	1	
A4	2	23.БР.ОТМП.302.65.00.002	Винт	1	
A4	3	23.БР.ОТМП.302.65.00.003	Втулка	1	
A4	4	23.БР.ОТМП.302.65.00.004	Втулка	2	
A2	5	23.БР.ОТМП.302.65.00.005	Гайка	2	
A3	6	23.БР.ОТМП.302.65.00.006	Гильза	1	
A3	7	23.БР.ОТМП.302.65.00.007	Кольцо	1	
A4	8	23.БР.ОТМП.302.65.00.008	Корпус	1	
A3	9	23.БР.ОТМП.302.65.00.009	Муфта	1	
A2	10	23.БР.ОТМП.302.65.00.010	Палец	2	
A3	11	23.БР.ОТМП.302.65.00.011	Планка	4	
A3	12	23.БР.ОТМП.302.65.00.012	Ползун	2	
A3	13	23.БР.ОТМП.302.65.00.013	Призма	4	
A2	14	23.БР.ОТМП.302.65.00.014	Сухарь	2	
A2	15	23.БР.ОТМП.302.65.00.015	Толкатель	2	
A3	16	23.БР.ОТМП.302.65.00.016	Упор	2	
A3	17	23.БР.ОТМП.302.65.00.017	Упор	1	
A3	18	23.БР.ОТМП.302.65.00.018	Фланец	1	
A2	19	23.БР.ОТМП.302.65.00.019	Фланец	1	
23.БР.ОТМП.302.65.00.000					
Станочное приспособление					
Копировал					
Формат А4					



Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист	Лист	Листов
		<i>Документация</i>					
A2	23.БР.ОТМП.302.70.00.000СБ	Сборочный чертеж					
		<i>Детали</i>					
A3	1	23.БР.ОТМП.302.70.00.001	Вставка стингера	1			
A4	2	23.БР.ОТМП.302.70.00.002	Державка	1			
A4	3	23.БР.ОТМП.302.70.00.003	Штифт	1			
		<i>Стандартные изделия</i>					
		Винт зажимной	1				
	4	ГОСТ 17475-80					
	5	Клин ГОСТ 19084-80	1				
	6	Пластина опорная	1				
		ГОСТ 19046-80					
	7	Пластина режущая	1				
		ГОСТ 19046-80					
<b>23.БР.ОТМП.302.70.00.000</b>							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Платников						
Проб.	Козлов						
Н.контр.	Козлов						
Утв.	Логинов						
<b>Резец сборный проходной</b>					Лист	Лист	Листов
							1
					ТГУ ИМ гр. ТМдп-1801б		
<i>Копировал</i>					Формат А4		