

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование технологического процесса верхней крышки и оснастки</b>
УДК <u>621.81-2:621.643.4.001.6</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Малахов Александр Леонидович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алферова Е.А.	к.ф.-м.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Е.В.	к.филос.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Томск – 2018 г.

**Планируемые результаты обучения по программе**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<b>Универсальные компетенции</b>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Малахову Александру Леонидовичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления верхней крышки и оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, чертеж заготовки, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Технологический, Конструкторский</p>	<p>Алфёрова Е.А.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Старикова Е.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Федорчук Ю.М.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p> </p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p> </p>
--	----------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Е.А.	к.ф.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Малахов Александр Леонидович		

## Реферат

Тема выпускной квалификационной работы: «Проектирование технологического процесса изготовления верхней крышки и оснастки». Объём дипломной работы 96 страниц, на которых размещены 7 рисунков и 21 таблица. При написании диплома использовалось 9 источников.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, размерный анализ.

Объектом исследования является деталь «крышка подшипника» и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы - разработать технологический процесс изготовления детали «крышка подшипника».

В процессе исследования проводилось следующие: рассмотрены вопросы выбора заготовки, баз и схем установки; разработана маршрутнооперационная технология; определены технологические допуски, припуски на операционные размеры; выбрано оборудование, приспособление и инструмент; рассчитаны режимы резания и нормы времени.

В результате исследования был спроектирован технологический процесс изготовления детали: «Крышка подшипника»

В разделе втором проектируется станочное приспособление, которое будет использовано на одной из операций технологического процесса.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали «крышка подшипника».

Заключение посвящено основным выводам.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали типа «Крышки подшипника». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали . Технологический процесс разрабатывается для условий крупносерийного производства

## Оглавление:

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
1.1 Техническое задание.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	9
1.3 Определение типа производства .....	10
1.4 Выбор исходной заготовки.....	13
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали.....	13
1.6.1 Построение размерной схемы технологического процесса .....	17
1.6.2 Построение графа технологических размерных цепей.....	18
1.6.3 Допуски на конструкторские размеры.....	19
1.6.4 Допуски на диаметральные технологические размеры.....	19
1.6.5 Допуски на осевые технологические размеры.....	20
1.6.6 Проверка условия $TK \geq TA$ .....	20
1.6.7 Определение минимальных припусков на обработку.....	21
1.6.8 Расчет диаметральных технологических размеров .....	22
1.6.9 Расчет осевых припусков и технологических размеров .....	26
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	31
1.8 Расчет режимов и мощности резания .....	33
1.9 Нормирования технологических операций .....	38
<b>2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.....	43
2.2 Расчет силы закрепления.....	43
2.3 Выбор и расчет привода зажимного устройства .....	46
2.4 Расчет точности приспособления.....	46
2.5 Описание работы приспособления.....	48

### 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖЕМЕНТ, РЕСУРСОВЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования .....	50
3.2 Планирование научно-исследовательской работы .....	57
3.3 Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	78

### 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Техногенная безопасность.....	79
4.2 Региональная безопасность.....	86
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	91
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...93	
5. Заключение.....	95
Список литературы.....	96

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «крышка подшипника». Чертеж детали представлен на рис 1.

Годовая программа выпуска: 27 000 шт.

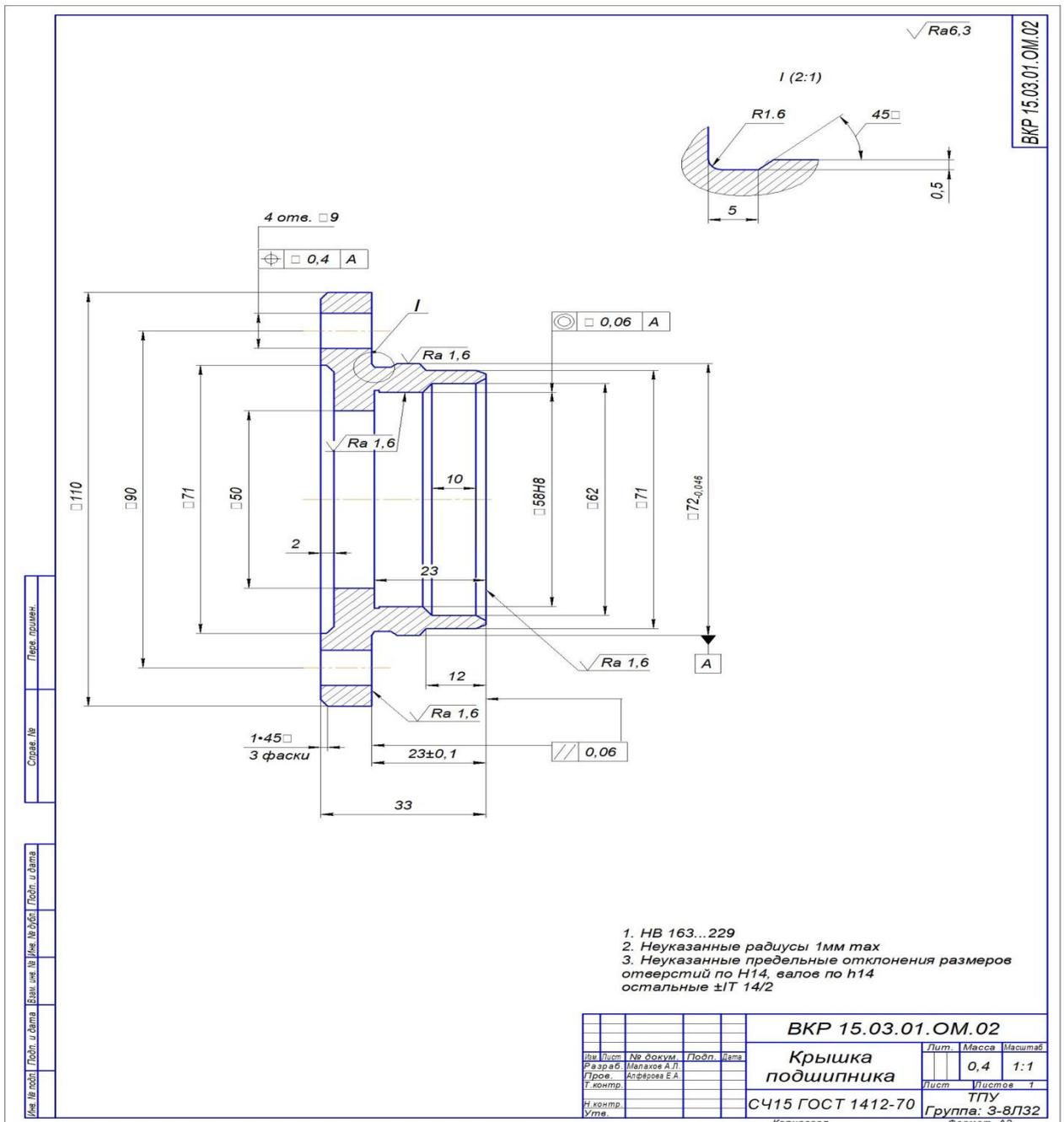


Рис. 1 - Чертеж детали

## 1.2 Анализ технологичности детали

Чертеж детали содержит все необходимые виды и разрезы, дающие однозначное представление о форме и размерах детали. Размеры и требования чертежа охватывают все формообразующие поверхности с указанием допусков на изготовление. Обозначения посадок и шероховатостей выполнены в соответствии с требованиями по оформлению чертежей по ЕСКД. Т.е. чертёж удовлетворяет всем предъявляемым требованиям и может быть принят к производству.

Анализируя параметры точности размеров детали, можно заметить, что почти на все поверхности (кроме базовой и посадочной), назначены относительно грубые допуски, что позволяет использовать неточное оборудование и простой измерительный инструмент. Наличие точных поверхностей  $\varnothing 58H8^{(+0,046)}$  и  $\varnothing 72_{(-0,046)}$  подразумевает использование операции, обеспечивающей высокую точность размера, например чистовое растачивание.

Относительно качества поверхностного слоя не было предъявлено жестких требований по обеспечению низкого параметра шероховатости. Параметры шероховатости Ra 6,3 мкм для всех поверхностей, а также Ra 1,6 для поверхностей  $\varnothing 58H8^{(+0,046)}$ ,  $\varnothing 72h8_{(-0,046)}$  могут быть выдержаны непосредственно при токарной обработке, т.е. без необходимости применения доводочных операций. Параметр шероховатости Ra 1,6 торцевой поверхности крышки с линейным размером 12 мм получим тонкой подрезкой торцов.

### 1.3 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}, \quad (1)$$

где  $t_{в}$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$  – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{в} = \frac{60 F_d}{N} \quad (2)$$

где  $F_d$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы:  $F_d= 4029$  ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{60 F_d}{N} = \frac{4029 * 60}{27000} = 9 \text{ мин.};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (3)$$

где –  $T_{ш.к i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции, мин.;

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 2 операции ( $n=2$ ): Токарная с ЧПУ и радиально-сверлильная;

Штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.147]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{кi} \cdot T_{oi} \quad (4)$$

где  $\varphi_{кi}$  – коэффициент  $i$ - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{oi}$  – основное технологическое время  $i$ - ой операции, мин.

Для первой операции (токарная с ЧПУ ):  $\varphi_{к.1} = 2,14$ ;

Для второй операции(радиально-сверлильная):  $\varphi_{к.2} = 1,75$ ;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов: Подрезка торцев, обтачивание и растачивание поверхностей.

Основное технологическое время первой операции:

$$T_{o1} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,037(D^2 - d^2) + 0,052(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0.18dl) \cdot 10^{-3}$$

где  $d$  – диаметр, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{o1} = (0,037(71^2 - 0^2) + 0,037(110^2 - 0^2) + 0,052(71 - 0^2) + 0,17 * 72 * 23 + 0.18 * 58 * 23) \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{о.1} = 2,14 \cdot 0,52 = 1,11 \text{ мин};$$

Основное технологическое время второй операции

$$T_{о2} = 4(0,52 \text{dl}) \cdot 10^{-3}$$

Тогда:

$$T_{о2} = 4 * (0,52 * 9 * 33) \cdot 10^{-3} = 0,62 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции рассчитываем по формуле (3):

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{о.2} = 1,75 \cdot 0,62 = 1,085 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

мин.

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n} = \frac{1,11 + 1,085}{2} = 1,0975 \text{ мин};$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{ср}} = \frac{9}{1,0975} = 8,19$$

Так как  $K_{з.о.} = 8,19 \leq 10$ , то тип производства - крупносерийное.

#### 1.4 Выбор исходной заготовки

Вначале осуществляем выбор исходной заготовки. Для изготовления детали приведенной на рис. 1. Наиболее рациональными методами получения заготовки, с учетом материала, массы, конфигурации, габаритов детали и годовой программы выпуска, являются литье в ПГФ.. Эскиз заготовки представлен на рис. 2.

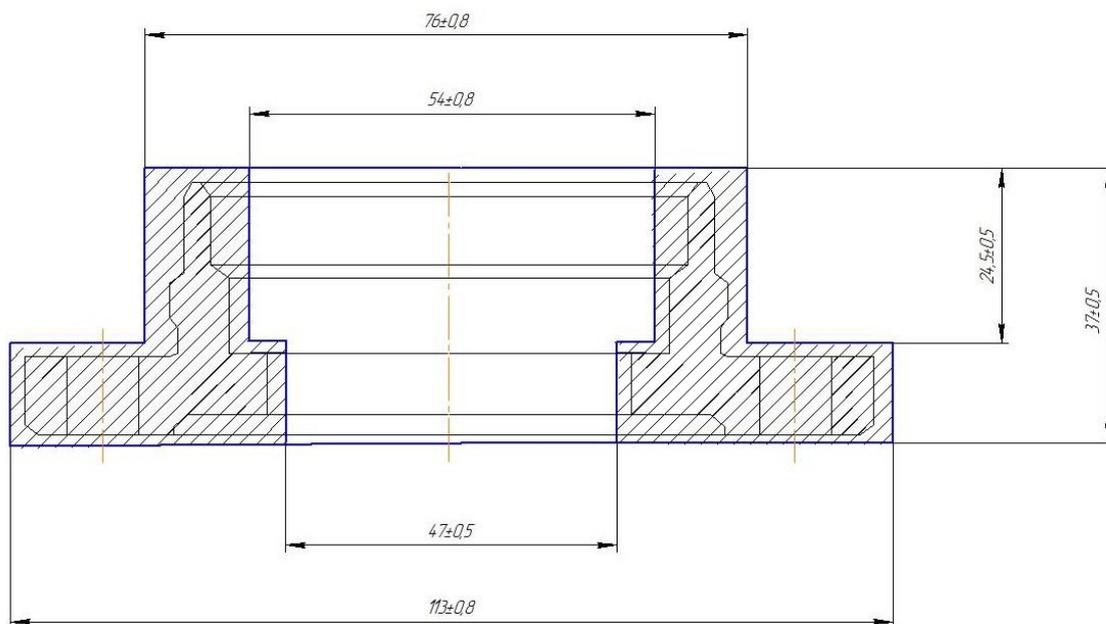
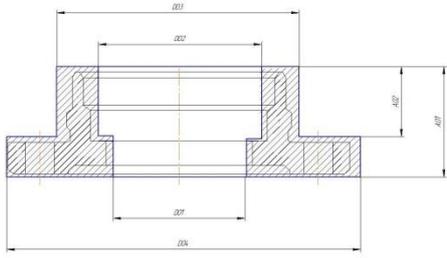
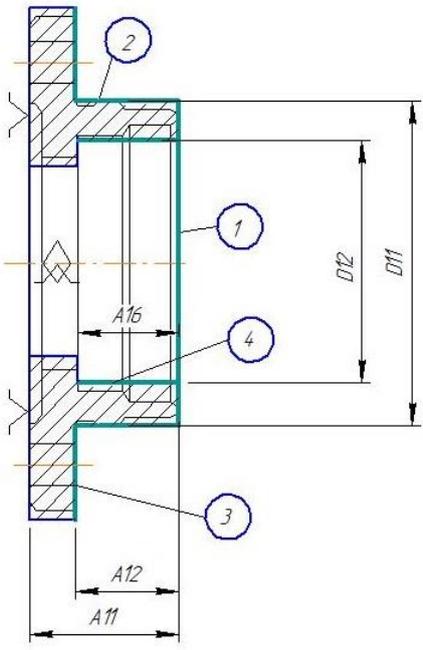


Рис. 2 – Заготовка

#### 1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали типа «крышка подшипника» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

Таблица 1 - Маршрут обработки

№ оп	Уст	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
005		<p><u>Заготовительная</u></p> <p>1. Лить заготовку согласно чертежу</p>	
010	А	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить, закрепить и снять деталь</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец 1 в размер <math>A_{11}</math></li> <li>2. Точить поверхность 2 с подрезкой торца 3, выдерживая размеры <math>D_{11}</math> и <math>A_{12}</math></li> <li>3. Расточить внутреннюю поверхность 4, выдержав размеры <math>A_{16}</math> и <math>D_{12}</math></li> </ol>	



Окончание таблицы 1

010	Б	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить, закрепить и снять деталь</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец пов.13 в размер <math>A_{28}</math>;</li> <li>2. Точить пов.14 на проход, выдерживая размеры <math>D_{25}</math></li> <li>3. Точить фаску 15, выдерживая размер <math>A_{29}</math>;</li> <li>4. Расточить пов.16 в размер <math>D_{27}</math>, выдерживая размер <math>A_{30}</math></li> <li>5. Расточить пов.17 на проход, выдерживая размеры <math>D_{26}</math>;</li> </ol>	
015		<p><u>Слесарная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Острые кромки притупить, заусенцы запилить</li> </ol>	
020		<p><u>Радиально-сверлильная</u></p> <p>Установить, закрепить и снять деталь</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сверлить 4 отв.18 размером <math>D_{29}</math>, выдерживая размер <math>D_{28}</math></li> </ol>	
025		<p><u>Контрольная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контролировать размеры, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, параметры шероховатости согласно чертежу изделия.</li> </ol>	

### 1.6.1 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размеров

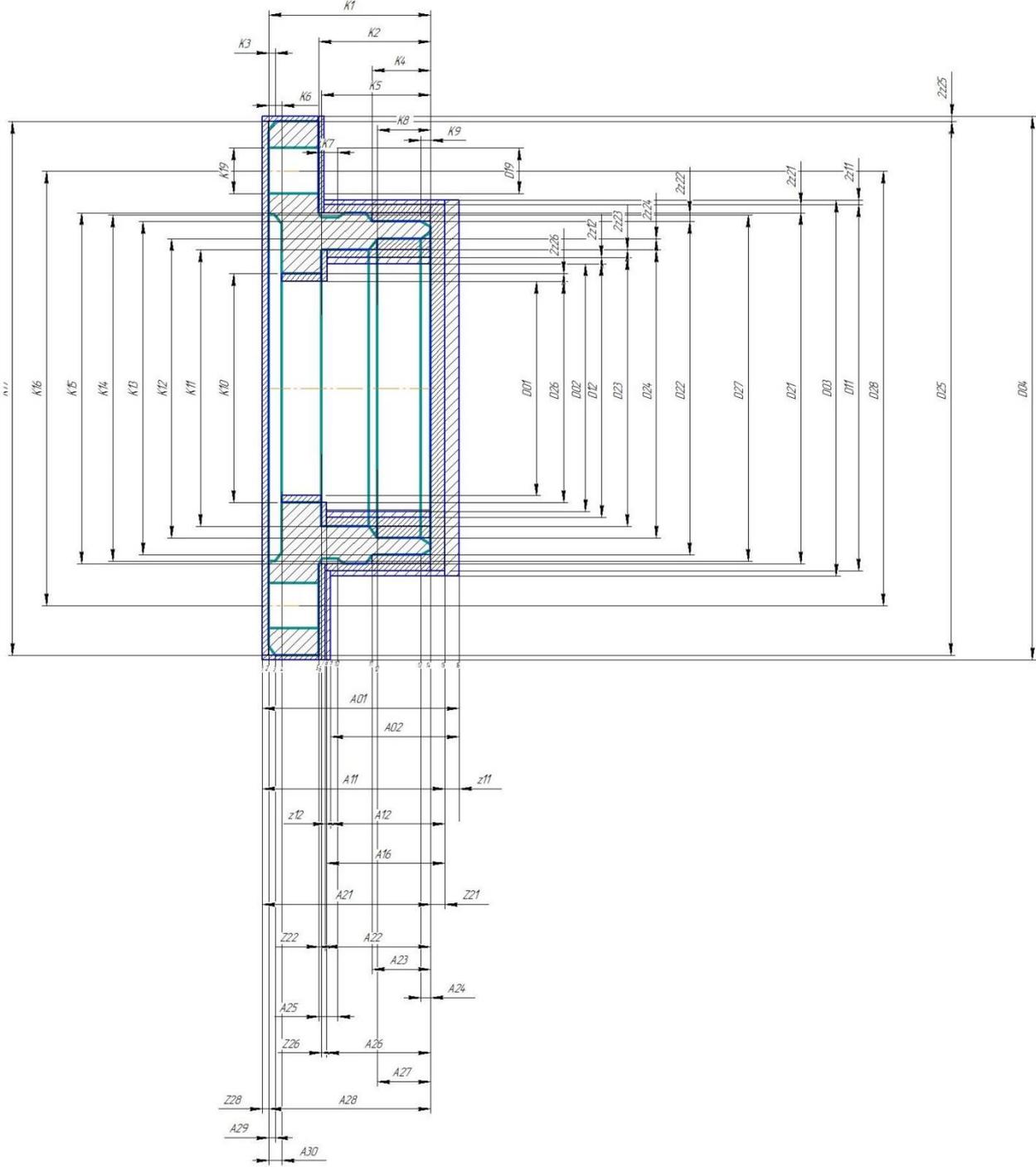


Рис.3 - Размерная схема

## 1.6.2 Построение графа технологических размерных цепей

Граф технологических размеров

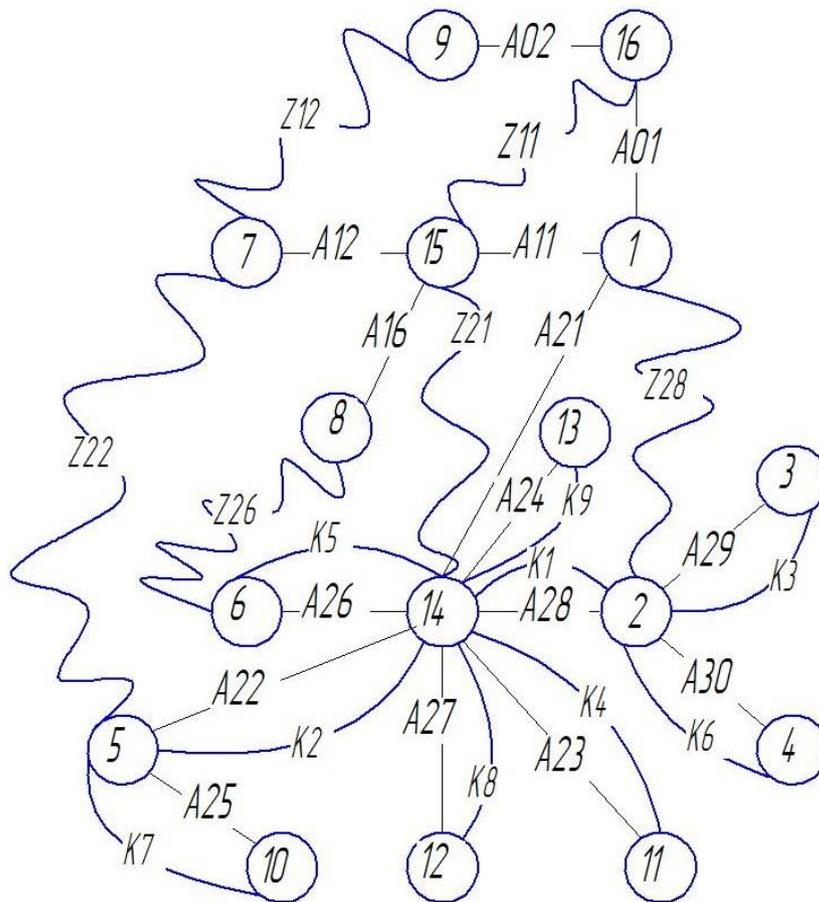


Рис. 4 - Граф технологических размеров

Правильность построения размерной схемы проверяется так:

- число технологических размеров должно быть на единицу меньше числа поверхностей;

Число технологических размеров  $A = 15$ ;

Число поверхностей 16.

Сумма конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров;

Сумма конструкторских размеров и припусков равна 15;

### 1.6.3 Допуски на конструкторские размеры

$TK_1 = 0,62 \text{ мм};$	$TK_9 = 0,36 \text{ мм};$
$TK_2 = 0,1 \text{ мм};$	$TK_{10} = 0,62 \text{ мм};$
$TK_3 = 0,25 \text{ мм};$	$TK_{11} = 0,046 \text{ мм};$
$TK_4 = 0,43 \text{ мм};$	$TK_{12} = 0,74 \text{ мм};$
$TK_5 = 0,52 \text{ мм};$	$TK_{13} = 0,74 \text{ мм};$
$TK_6 = 0,25 \text{ мм};$	$TK_{14} = 0,74 \text{ мм};$
$TK_7 = 0,3 \text{ мм};$	$TK_{15} = 0,046 \text{ мм};$
$TK_8 = 0,43 \text{ мм};$	$TK_{16} = 0,87 \text{ мм};$
	$TK_{17} = 0,87 \text{ мм};$

### 1.6.4 Допуски на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, с. 38]:

$$TD_i = \omega_c; \quad (1.5)$$

где  $\omega_c$  – статистическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски руководствуясь [прил.1][2, стр. 74].

$$\begin{aligned} TD_{01} &= \omega_c = 0,7 \text{ мм}; TD_{22} = \omega_c = 0,7 \text{ мм}; \\ TD_{02} &= \omega_c = 0,7 \text{ мм}; TD_{23} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}; \\ TD_{03} &= \omega_c = 0,7 \text{ мм}; TD_{26} = \omega_c = 0,6 \text{ мм}; \\ TD_{04} &= \omega_c = 0,7 \text{ мм}; TD_{24} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}; \\ TD_{11} &= \omega_c = 0,3 \text{ мм}; TD_{25} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}; \\ TD_{12} &= \omega_c = 0,6 \text{ мм}; TD_{29} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}; \\ TD_{21} &= \omega_c = 0,3 \text{ мм}; \end{aligned}$$

### 1.6.5 Допуски на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаем из [2, стр. 37]:

$$TA_i = \omega_c + \rho_u; \quad (1.6)$$

где  $\omega_c$  – статистическая погрешность, мм;

$\rho_u$  – пространственное отклонения измерительной (технологической базы).

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_u = 0,2 + 0,4 = 0,6\text{мм};$$

$$TA_{28} = \omega_c + \rho_u = 0,2 + 0,4 = 0,6 \text{ мм};$$

Допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

$$TA_{01} = \omega_c = 0,6\text{мм};$$

$$TA_{21} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{22} = \omega_c = 0,08\text{мм};$$

$$TA_{23} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{24} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{25} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{26} = \omega_c = 0,16 \text{ мм};$$

$$TA_{27} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{29} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{30} = \omega_c = 0,12\text{мм};$$

### 1.6.6 Проверка условия $TK \geq TA$ ;

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно:

$$TK_1 = 0,62 \geq TA_{28} = 0,6$$

$$TK_2 = 0,1 \geq TA_{22} = 0,08$$

$$TK_3 = 0,25 \geq TA_{29} = 0,12$$

$$\begin{aligned}
TK_4 &= 0,43 \geq TA_{23} = 0,12 \\
TK_5 &= 0,52 \geq TA_{26} = 0,16 \\
TK_6 &= 0,25 \geq TA_{30} = 0,12 \\
TK_7 &= 0,3 \geq TA_{25} = 0,12 \\
TK_8 &= 0,43 \geq TA_{27} = 0,2 \\
TK_9 &= 0,36 \geq TD_{19} = 0,15 \\
TK_{10} &= 0,62 \geq TD_{26} = 0,6 \\
TK_{11} &= 0,046 \geq TD_{23} = 0,04 \\
TK_{12} &= 0,74 \geq TD_{24} = 0,1 \\
TK_{13} &= 0,74 \geq TD_{22} = 0,7 \\
TK_{14} &= 0,74 \geq TD_{27} = 0,1 \\
TK_{15} &= 0,046 \geq TD_{11} = 0,04 \\
TK_{16} &= 0,87 \geq TD_{28} = 0,4 \\
TK_{17} &= 0,87 \geq TD_{25} = 0,3
\end{aligned}$$

### 1.6.7 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^D \min = 2 \cdot \left( R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (4)$$

где:  $z_{\min i}^D$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{zi-1}$  – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2} \quad , \quad (5)$$

где:  $\rho_{\phi i-1}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$2z_{11}^{D \min} = 2 \cdot (0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2}) = 2,64 \text{ мм},$$

$$2z_{12}^{D \min} = 2 \cdot (0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2}) = 2,33 \text{ мм},$$

$$2z_{21}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,06^2}) = 0,60 \text{ мм}$$

$$2z_{22}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$2z_{23}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$2z_{24}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$2z_{26}^{D \min} = 2 \cdot (0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2}) = 2,33 \text{ мм},$$

$$2z_{25}^{D \min} = 2 \cdot (0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2}) = 2,64 \text{ мм},$$

Расчет минимальных значений для линейных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (6)$$

где:  $z_{\min i}^D$  – минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z i-1}$  – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2, \quad (7)$$

где:  $\rho_{\phi i-1}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{11}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{12}^{\min} = 0,16 + 0,2 + 0,6 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{21}^{\min} = 0,16 + 0,2 + 0,6 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{22}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{26}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{28}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм}.$$

### 1.6.8 Расчет диаметральных припусков и технологических размеров

$$K_{10}=D_{26} = 50^{+0,62} \text{ мм},$$

$$K_{11}=D_{23} = 58^{+0,046} \text{ мм},$$

$$K_{12}=D_{24} = 62^{+0,74} \text{ мм},$$

$$K_{13}=D_{22} = 71_{-0,74} \text{ мм},$$

$$K_{14}=D_{27} = 71^{+0,74} \text{ мм},$$

$$K_{15}=D_{21} = 72_{-0,046} \text{ мм},$$

$$K_{16}=D_{28} = 90 \pm 0,435 \text{ мм},$$

$$K_{17}=D_{25} = 110_{-0,87} \text{ мм},$$

$$K_{19}=D_{29} = 9^{+0,36} \text{ мм}.$$

1. Найдем технологический размер  $D_{11}$ .

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $D_{11}$ .

$$2z_{11}^{D\text{cp}} = D_{03}^{\text{cp}} - D_{11}^{\text{cp}}$$

$$D_{11}^{\text{cp}} = D_{03}^{\text{cp}} - z_{11}^{D\text{cp}}$$

$$D_{03}^{\text{cp}} = 76\text{мм},$$

$$2z_{11}^{D\text{cp}} = \frac{2z_{11}^{D\text{min}} + (2z_{11}^{D\text{min}} + TD_{11} + TD_{03})}{2} = \frac{2,64 + (2,64 + 0,3 + 0,7)}{2} \\ = 3,14\text{мм},$$

$$D_{11}^{\text{cp}} = D_{03}^{\text{cp}} - 2z_{11}^{D\text{cp}} = 76 - 3,14 = 72,86\text{мм}.$$

Принимаем  $D_{11} = 72,86_{-0,5}\text{мм}$

2. Найдем технологический размер  $D_{12}$ .

$$z_{12}^{D\text{cp}} = D_{12}^{\text{cp}} - D_{02}^{\text{cp}}$$

$$D_{12}^{\text{cp}} = D_{02}^{\text{cp}} + z_{12}^{D\text{cp}}$$

$$D_{02}^{\text{cp}} = 54\text{мм},$$

$$z_{12}^{D\text{cp}} = \frac{z_{12}^{D\text{min}} + (z_{12}^{D\text{min}} + TD_{12} + TD_{02})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,6 + 0,7)}{2} \\ = 2,98\text{ мм},$$

$$D_{12}^{\text{cp}} = D_{02}^{\text{cp}} + z_{12}^{D\text{cp}} = 54 + 2,98 = 56,98\text{ мм}.$$

Принимаем  $D_{12} = 56,98^{+0,5}\text{мм}$ .

3. Найдем технологический размер  $D_{21}$ .

$$z_{21}^{D\text{cp}} = D_{11}^{\text{cp}} - D_{21}^{\text{cp}}$$

$$D_{21}^{\text{cp}} = D_{11}^{\text{cp}} - z_{21}^{D\text{cp}}$$

$$D_{21}^{\text{cp}} = K_{15}^{\text{cp}} = 72_{-0,046}\text{ мм},$$

$$z_{21}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{21}^{D \text{ min}} + (z_{21}^{D \text{ min}} + TD_{21} + TD_{11})}{2} = \frac{0,6 + (0,6 + 0,3 + 0,3)}{2} = 0,9 \text{ мм},$$

$$D_{21}^{\text{cp}} = D_{11}^{\text{cp}} - z_{21}^{D \text{ cp}} = 72,86 - 0,9 = 71,96 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D_{21} = 72_{-0,046} \text{ мм}$ .

4. Найдем технологический размер  $D_{22}$ .

$$z_{22}^{D \text{ cp}} = D_{21}^{\text{cp}} - D_{22}^{\text{cp}}$$

$$D_{22}^{\text{cp}} = D_{21}^{\text{cp}} - z_{22}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{22}^{\text{cp}} = K_{13}^{\text{cp}} = 71_{-0,74} \text{ мм},$$

$$z_{22}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{22}^{D \text{ min}} + (z_{22}^{D \text{ min}} + TD_{22} + TD_{21})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,7 + 0,3)}{2} = 1,09 \text{ мм},$$

$$D_{22}^{\text{cp}} = D_{21}^{\text{cp}} - z_{22}^{D \text{ cp}} = 72 - 1,09 = 70,91 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D_{22} = 71_{-0,74} \text{ мм}$ .

5. Найдем технологический размер  $D_{23}$ .

$$z_{23}^{D \text{ cp}} = D_{23}^{\text{cp}} - D_{12}^{\text{cp}}$$

$$D_{23}^{\text{cp}} = D_{12}^{\text{cp}} + z_{23}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{23}^{\text{cp}} = K_{11}^{\text{cp}} = 58^{+0,046} \text{ мм},$$

$$z_{23}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{23}^{D \text{ min}} + (z_{23}^{D \text{ min}} + TD_{23} + TD_{12})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,3 + 0,6)}{2} = 1,04 \text{ мм},$$

$$D_{23}^{\text{cp}} = D_{12}^{\text{cp}} + z_{23}^{D \text{ cp}} = 56,98 + 1,04 = 58,02 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D_{23} = 58^{+0,046} \text{ мм}$ .

6. Найдем технологический размер  $D_{26}$

$$z_{26}^{D \text{ cp}} = D_{26}^{\text{cp}} - D_{01}^{\text{cp}}$$

$$D_{26}^{cp} = D_{01}^{cp} + z_{01}^{D cp}$$

$$D_{01}^{cp} = 47$$

$$z_{26}^{D cp} = \frac{z_{26}^{D min} + (z_{26}^{D min} + TD_{26} + TD_{01})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,6 + 0,7)}{2} \\ = 2,98 \text{ мм},$$

$$D_{26}^{cp} = D_{01}^{cp} + z_{26}^{D cp} = 47 + 2,98 = 49,98 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D_{26} = 50^{+0,62} \text{ мм}$ .

7. Найдем технологический размер  $D_{25}$ .

$$z_{25}^{D cp} = D_{04}^{cp} - D_{25}^{cp}$$

$$D_{25}^{cp} = D_{04}^{cp} - z_{25}^{D cp}$$

$$D_{04}^{cp} = 113 \text{ мм},$$

$$z_{25}^{D cp} = \frac{z_{25}^{D min} + (z_{25}^{D min} + TD_{25} + TD_{04})}{2} = \frac{2,64 + (2,64 + 0,3 + 0,7)}{2} \\ = 3,14 \text{ мм},$$

$$D_{25}^{cp} = D_{04}^{cp} - z_{25}^{D cp} = 113 + 3,14 = 109,86 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D_{25} = 110_{-0,87} \text{ мм}$

### 1.6.9 Расчет осевых припусков и технологических размеров

$$K_1 = A_{28} = 33 \pm 0,31 \text{ мм}$$

$$K_2 = A_{22} = 23 \pm 0,1 \text{ мм},$$

$$K_3 = A_{29} = 1 \pm 0,125 \text{ мм},$$

$$K_4 = A_{23} = 12 \pm 0,215$$

$$K_5 = A_{26} = 23 \pm 0,26$$

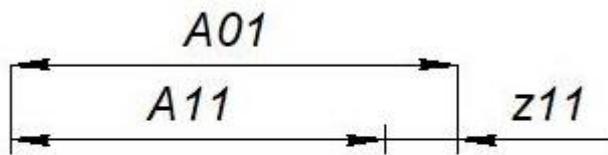
$$K_6 = A_{30} = 2 \pm 0,125 \text{ мм},$$

$$K_7 = A_{25} = 5 \pm 0,15 \text{ мм},$$

$$K_8 = A_{27} = 11 \pm 0,215$$

$$K_9 = A_{24} = 1 \pm 0,125 \text{ мм}$$

1. Найдем технологический размер  $A_{11}$ .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{11}$ .

$$z_{11}^{cp} = A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp}$$

$$A_{11}^{cp} = A_{01}^{cp} - z_{11}^{cp}$$

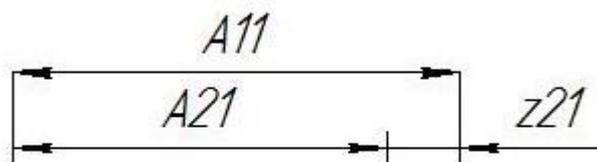
$$A_{01}^{cp} = 37 \text{ мм},$$

$$z_{11}^{cp} = \frac{z_{11}^{\min} + (z_{11}^{\min} + TA_{11} + TA_{01})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,6 + 0,6)}{2} = 1,56 \text{ мм},$$

$$A_{11}^{cp} = A_{01}^{cp} - z_{11}^{cp} = 37 - 1,56 = 35,44 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{11} = 35,44_{-0,5} \text{ мм}$ .

2. Найдем технологический размер  $A_{21}$ .



$$z_{21}^{cp} = A_{11}^{cp} - A_{21}^{cp}$$

$$A_{21}^{cp} = A_{11}^{cp} - z_{21}^{cp}$$

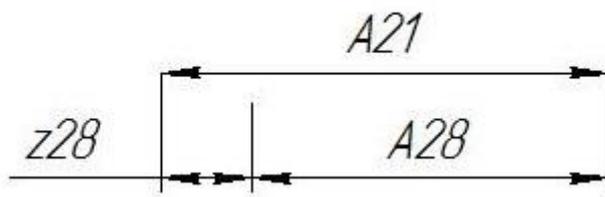
$$A_{11}^{cp} = 34,6 \text{ мм},$$

$$z_{21}^{cp} = \frac{z_{21}^{min} + (z_{21}^{min} + TA_{21} + TA_{11})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,2 + 0,6)}{2} = 0,74 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = A_{11}^{cp} - z_{21}^{cp} = 35,44 - 0,74 = 34,7 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{21} = 34,7 \pm 0,5 \text{ мм}$ .

3. Найдем технологический размер  $A_{28}$ .



$$z_{28}^{cp} = A_{21}^{cp} - A_{28}^{cp}$$

$$A_{28}^{cp} = A_{21}^{cp} - z_{28}^{cp}$$

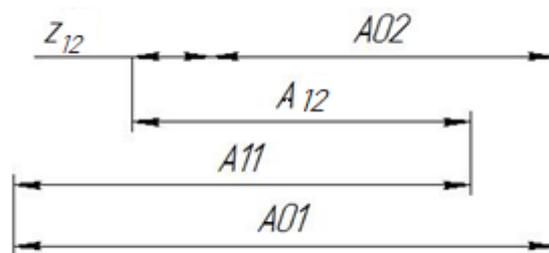
$$A_{21}^{cp} = 34,7 \text{ мм},$$

$$z_{28}^{cp} = \frac{z_{28}^{min} + (z_{28}^{min} + TA_{28} + TA_{21})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,6 + 0,3)}{2} = 1,41 \text{ мм},$$

$$A_{28}^{cp} = A_{21}^{cp} - z_{28}^{cp} = 34,7 - 1,57 = 33,13 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{28} = 33 \pm 0,31 \text{ мм}$ .

4. Найдем технологический размер  $A_{12}$ .



$$z_{12}^{cp} = A_{12}^{cp} + A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp} - A_{02}^{cp}$$

$$A_{12}^{cp} = A_{11}^{cp} + A_{02}^{cp} - A_{01}^{cp} + z_{12}^{cp}$$

$$A_{02}^{cp} = 24,5 \text{ мм},$$

$$A_{01}^{cp} = 37 \text{ мм},$$

$$A_{11}^{cp} = 35,44 \text{ мм}$$

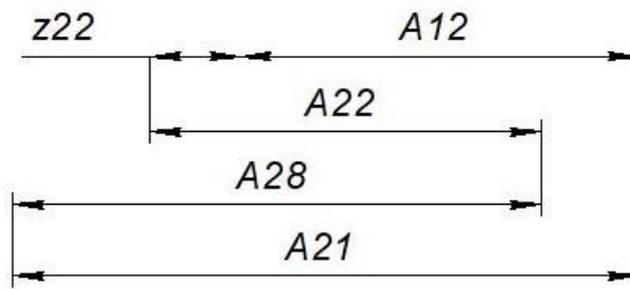
$$z_{12}^{cp} = \frac{z_{12}^{\min} + (z_{12}^{\min} + TA_{12} + TA_{01} + TA_{11})}{2}$$

$$= \frac{0,96 + (0,96 + 0,5 + 0,6 + 0,6)}{2} = 1,81 \text{ мм},$$

$$A_{12}^{cp} = A_{11}^{cp} + A_{02}^{cp} - A_{01}^{cp} - z_{12}^{cp} = 35,44 + 24,5 - 37 + 1,81 = 24,75 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{12} = 24,75 \pm 0,3 \text{ мм}$ .

5. Найдем технологический размер  $A_{22}$ .



$$z_{22}^{cp} = A_{22}^{cp} - A_{21}^{cp} + A_{11}^{cp} - A_{12}^{cp}$$

$$A_{22}^{cp} = A_{21}^{cp} - A_{11}^{cp} + A_{12}^{cp} - z_{22}^{cp}$$

$$A_{12}^{cp} = 24,75 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = 34,7 \text{ мм},$$

$$A_{11}^{cp} = 35,44 \text{ мм}$$

$$z_{22}^{cp} = \frac{z_{22}^{\min} + (z_{22}^{\min} + TA_{22} + TA_{21} + TA_{28})}{2}$$

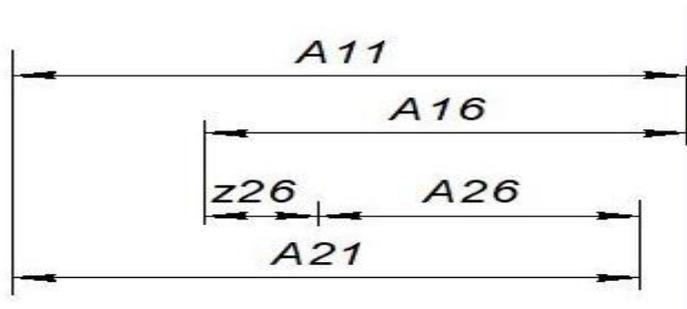
$$= \frac{0,29 + (0,29 + 0,08 + 0,3 + 0,6)}{2} = 0,84 \text{ мм},$$

$$A_{22}^{cp} = A_{21}^{cp} - A_{11}^{cp} + A_{12}^{cp} - z_{22}^{cp} = 34,7 - 35,44 + 24,75 - 0,84 = 23,1$$

мм

Принимаем  $A_{22} = 23 \pm 0,1$  мм.

6. Найдем технологический размер  $A_{16}$ .



$$z_{26}^{cp} = A_{26}^{cp} + A_{11}^{cp} - A_{21}^{cp} - A_{16}^{cp}$$

$$A_{16}^{cp} = A_{26}^{cp} + A_{11}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{26}^{cp}$$

$$A_{26}^{cp} = 23 \text{ мм,}$$

$$A_{11}^{cp} = 35,44 \text{ мм,}$$

$$A_{21}^{cp} = 34,7 \text{ мм}$$

$$z_{26}^{cp} = \frac{z_{26}^{\min} + (z_{26}^{\min} + TA_{26} + TA_{11} + TA_{21})}{2}$$

$$= \frac{0,29 + (0,29 + 0,16 + 0,6 + 0,3)}{2} = 0,97 \text{ мм,}$$

$$A_{16}^{cp} = A_{26}^{cp} + A_{11}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{26}^{cp} = 23 + 35,44 - 34,7 - 0,745 = 22,995 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{16} = 23 \pm 0,3$  мм.

## 1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

### Токарный станок с ЧПУ SNC 50TC



Рис.5

Технические характеристики Токарного станка с ЧПУ SNC 50TC. Таблица 2.

Модель	Блок	SNC 50TC
Система ЧПУ		FANUC 0i Mate-TD
Макс. диаметр обработки над станиной	мм	Ø430 (17")
Макс. диаметр обработки над поперечным суппортом	мм	Ø300 (12")
Макс. диаметр обработки	мм	Ø300 (12")
Макс. длина обточки	мм	550 (22")
Отверстие диаметра шпинделя	мм	Цанговый патрон: Ø42 (1.6"); патрон: Ø45 (1.8")
Скорость вращения шпинделя	об / мин	50-4500
Ускоренная подача по оси X	м/мин	24
Ускоренная подача по оси Z	м/мин	24
Количество станций		12
Размер инструмента (токарно- карусельный)	мм	20x20/Ø32
Диаметр задней бабки	мм	90 (3.5")
Центр конус задней бабки		MT-5
Перемещение пиноли задней бабки	мм	90 (3.5")
X перемещение по оси	мм	220 (8.7")
Z перемещение по оси	мм	600 (24")
Мощность двигателя шпинделя	кВт	11/15
Мощность двигателя X/Z оси	кВт	1.8/2.5
Полый гидравлический патрон		8"
Полый гидравлический цилиндр		6"
Требуется электроэнергии	кВА	15
Габаритные размеры (L×W×H)	мм	2700x1650x1780(106"×65'×70")
Вес нетто	кг	3500

## 2М55 станок радиально-сверлильный



Рис.6

Технические характеристики сверлильного станка 2М55. Таблица 3.

Наименование параметра	2М55
<b>Основные параметры станка</b>	
Класс точности станка	Н
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	50
Наибольший условный диаметр сверления в чугуне, мм	63
Диапазон нарезаемой резьбы в стали 45, мм	
Расстояние от оси шпинделя до направляющей колонны (вылет шпинделя), мм	375...1600
Наибольшее горизонтальное перемещение сверлильной головки по рукаву, мм	1225
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	450...1600
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне (установочное), мм	750
Скорость вертикального перемещения рукава по колонне, м/мин	
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя (ход шпинделя), мм	400
Угол поворота рукава вокруг колонны, град	360

Продолжение таблицы 3.

Размер поверхности плиты (ширина длина), мм	1000 x 2555
Наибольшая масса инструмента, устанавливаемого на станке, кг	
<b>Шпиндель</b>	
Диаметр гильзы шпинделя, мм	
Обозначение конца шпинделя по ГОСТ 24644-81	Морзе 5
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	20...2000
Количество скоростей шпинделя прямого вращения	21
Частота обратного вращения шпинделя, об/мин	
Количество скоростей шпинделя обратного вращения	
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя, мм/об	0,056...2,5
Число ступеней рабочих подач	12
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя при нарезании резьбы, мм	
Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1
Перемещение шпинделя на оборот лимба, мм	
Наибольший допустимый крутящий момент, кгс*см	7100
Наибольшее усилие подачи, кН	20
Зажим вращения колонны	Гидр
Зажим рукава на колонне	Электр
Зажим сверлильной головки на рукаве	Гидр
<b>Габариты и масса станка</b>	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2665 1020 3430
Масса станка, кг	4700

## 1.8 Расчет режимов и мощности резания.

### Токарная операция с ЧПУ:

Выполняется на токарном станке с ЧПУ SNC 50TC

## Установ А

### 1) Подрезка торца в размер 35,44-0,5

Припуск  $z_{11}=1,5$  мм; делим на два прохода  $t_1 = 1$  мм;  $t_2 = 0,5$  мм;

Назначаем подачу на подрезку торца по (табл.11) [3,стр.266]:  $S_1=0,8$  мм/об. и  $S_2=0,35$ мм/об. по (табл.14) [3,стр.268];

Определяем скорость резания  $V$  по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v, \quad (1.10)$$

где  $C_v$ -коэффициент (табл.17) [3,стр.269];

$m, x, y$  – показатели степени (табл.17) [3,стр.269];

$T$  – среднее значение стойкости 30-60 мин;

$K_v$  – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_{mv} = 1,25$  (табл. 1-4) [3. с.261], состояние поверхности  $K_{nv} = 0,8$  (табл. 5) [3. с.263], материал инструмента  $K_{uv} = 1$  (табл. 6) [3. 263].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} \quad (1.11)$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1,25 * 0,8 * 1 = 1;$$

Принимаем:  $C_v = 340$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ ;  $m = 0,2$ ;

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{340}{60^{0,2} * 1^{0,15} * 0,8^{0,45}} * 1 = 165,8 \text{ м/мин};$$

Принимаем:  $C_v = 420$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$ ;  $m = 0,2$ ;

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{420}{60^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,35^{0,2}} * 1 = 254 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d}, \quad (1.12)$$

где  $d$  – диаметр заготовки.

$$n_1 = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 165,8}{3,14 * 76} = 518 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$n_2 = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 254}{3,14 * 76} = 793 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения  $n_1 = 500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}; n_2 800 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$

Тогда действительная скорость  $V_d$  равна:

$$V_1 = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 76 * 500}{1000} = 119,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$V_2 = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 76 * 800}{1000} = 190,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Минутная подача будет равна:

$$S_m = S * n \quad (1.13)$$

$$S_{m1} = 0,8 * 500 = 400 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$S_{m2} = 0,35 * 800 = 280 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Остальные расчеты заносим в таблицу 4.

Таблица 4- режимы резания

№ операции	Наименование операции	Глубина резания L, м	Частота вращения шпинделя	Скорость резания	Подача	Основное время
			n, об/мин	v, м/мин	S, мм\о	To, мин
010 А	Токарная с ЧПУ					
	1. Подрезка торца 1 в размер 35,44мм	1,6	500	119,3	0,8	0,09
	2. Наружное точение до $\varnothing 73$ мм.	1,5	620,3	142,1	0,6	0,2
	3. Растачивание пов.4 до $\varnothing 57$ мм	1,5	556,6	99,6	0,6	0,18
	4. Подрезка торца 5 в размер 34,6мм	0,85	744	170,5	0,3	0,16

Продолжение таблицы 4.

	5.Наружное точение пов.6 до $\varnothing$ 72мм	0,5	698	157,8	0,3	0,35
	6.Точить поверхность 7, до $\varnothing$ 71мм	0,5	519	181,8	0,6	0,22
	7.Точить фаску 9	1	500	158,7	0,49	0,01
	8.Растачивание пов.10 до $\varnothing$ 58мм	0,5	500	148,2	0,3	0,39
	9.Растачивание пов.11 до $\varnothing$ 62мм	1,9	695	155	0,6	0,15
	10.Точение канавки 1.	0,5	671	146,6	0,35	0,03
	11.Точение фаски	1	500	158,7	0,49	0,01
Б	Токарная с ЧПУ					
	1.Подрезка торца 13 в размер 33мм	1,5	519	177,4	0,8	0,09
	2.Наружное точение до $\varnothing$ 110мм	1,5	456	155,4	0,49	0,51
	3.Точение фаски 15	1	500	148,2	0,49	0,01
	4.Растачивание пов.17 до $\varnothing$ 50мм	1,5	695	155	0,6	0,125

## 020- сверлильная операция.

### 1) Сверление четырех отверстий $\varnothing 9^{+0,36}$

Инструмент:

Спиральное сверло из быстрорежущей стали  $\varnothing 9$  мм.

Определение скорости резания ( $v$ ):

$$v_{\text{расч}} = \frac{C_v * D^q}{T^m * s^y} K_V,$$

где значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени ( $q, y, m$ ) ((2), стр.278):

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,5; m = 0,2$$

$t = 4,5$  – глубина резания;

$s = 0,26$  – подача, мм/об ((2), стр.277)

$D = 9$  – диаметр сверла, мм;

$T = 25$  – период стойкости, мин ((2), стр.279)

$K_V$  – общий поправочный коэффициент резания, учитывающий фактические условия резания ( $K_V = K_{MV} * K_{PV} * K_{LV}$ ).

$K_{LV} = 1$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления ((2), стр. 280).

$$K_V = 0,8 * 0,8 * 1 = 0,64$$

$$V_{расч} = \frac{10 * 9^{0,4}}{25^{0,2} * 0,26^{0,5}} * 0,64 = 16,22 \text{ (м/мин)}.$$

Определение расчетной частоты вращения шпинделя ( $n_{расч}$ ):

$$n_{расч} = \frac{1000 * V_{расч}}{\pi * D} = \frac{1000 * 16,22}{3,14 * 9} = 573 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем  $n=500$  (об/мин)

Тогда

$$V = \frac{500 * 3,14 * 9}{1000} = 14,13$$

Определение крутящего момента на шпинделе ( $M_{кр}$ ):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * s^y * K_p = 10 * 0,0345 * 9^2 * 0,26^{0,8} * 0,94 = 5,85 \text{ (Нм)}$$

где значение коэффициента  $C_M$  и показателей степени ( $q, y$ ) ((2), стр.281):

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8;$$

Определение осевой силы ( $P_o$ ):

$$P_o = 10 * C_p * D^q * s^y * K_p = 10 * 68 * 9 * 0,26^{0,7} * 0,94 = 1815 \text{ (Н)}$$

где значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени ( $q, y$ ) ((2), стр.281):

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7;$$

$K_p = 0,94$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания ((2), стр. 275)

Определение мощности резания ( $N$ ):

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{5,85 * 500}{9750} = 0,3 \text{ кВт}$$

## 1.9 Нормирование технологических операций

### 1.9.1 Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad (6)$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_1 + l_2, \quad (7)$$

где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{вр}}$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{пер}}$  – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем:  $l_{\text{под}} = 1$  мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{вр}} = \frac{t}{\text{tg} \varphi} \quad (8)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n}, \quad (9)$$

Расчёт основного времени операции Токарная с ЧПУ (Установ А).

Подрезать торец в размер 35,44 мм,

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(35,4 + 1,5 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 500} = 0,09 \text{ мин.}$$

Точить пов. в Ø 73.

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(73 + 1,5 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 620} = 0,2 \text{ мин.}$$

Точить пов. в Ø 57.

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(57 + 1,5 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 550} = 0,18 \text{ мин.}$$

Подрезать торец в размер 34,6 мм

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(34,6 + 0,8 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 750} = 0,16 \text{ мин.}$$

Точить пов. в Ø 72.

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(72 + 0,5 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 700} = 0,35 \text{ мин.}$$

Точить пов. в Ø 71

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(71 + 0,5 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 550} = 0,22 \text{ мин.}$$

Точить фаску.

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 500} = 0,01 \text{ мин.}$$

Расточить внутреннюю пов. в Ø 58,

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(58 + 0,5 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 500} = 0,39 \text{ мин.}$$

Расточить внутреннюю пов. в Ø 62,

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(62 + 1,9 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 700} = 0,15 \text{ мин.}$$

Проточить канавку,

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5 + 0,5 + 1) \cdot 1}{0,35 \cdot 650} = 0,03 \text{ мин}$$

Точить фаску.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 500} = 0,01 \text{ мин.}$$

Операции Токарная с ЧПУ (Установ Б).

Подрезать торец в размер 33 мм,

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(33 + 1,5 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 500} = 0,09 \text{ мин}$$

Точить пов. в Ø 62.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(110 + 1,5 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 450} = 0,51 \text{ мин}$$

Точить фаску.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 500} = 0,01 \text{ мин.}$$

Расточить внутреннюю пов. в Ø 71,

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(71 + 2 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 700} = 0,17 \text{ мин.}$$

Расточить внутреннюю пов. в Ø 50,

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(50 + 1,5 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 700} = 0,125 \text{ мин.}$$

### 1.9.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [8].

$$t_e = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм}; \quad (10)$$

Где  $t_{уст}$  - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$  - время на управление станком;

$t_{изм}$  - время измерения детали.

Токарная операция с ЧПУ.

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

$$t_{\epsilon} = t_{yctm} + t_{ynp} = 0,17 + 0,12 = 0,29 \text{ мин.}$$

### 1.9.3 Расчет оперативного времени

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} \quad (11)$$

Токарная с ЧПУ (Установ А)

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 1,79 + 0,29 = 2,08 \text{ мин,}$$

Токарная с ЧПУ (Установ Б)

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,905 + 0,29 = 1,195 \text{ мин.}$$

### 1.9.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} \quad (12)$$

Токарная с ЧПУ (Установ А)

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 2,08 = 0,06 \text{ мин,}$$

Токарная с ЧПУ (Установ Б)

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 1,195 = 0,03 \text{ мин,}$$

### 1.9.5 Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} \quad (13)$$

Токарная с ЧПУ (Установ А)

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} = 0,04 * 2,08 = 0,08 \text{ мин.}$$

Токарная с ЧПУ (Установ Б)

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} = 0,04 * 1,195 = 0,05 \text{ мин.}$$

### 1.9.6 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} \quad (14)$$

Токарная с ЧПУ (Установ А)

$$t_{шт} = t_{осн} + t_e + t_{обс} + t_{отд} = 1,79 + 0,29 + 0,06 + 0,08 = 2,22 \text{ мин.}$$

Токарная с ЧПУ (Установ Б)

$$t_{шт} = t_{осн} + t_e + t_{обс} + t_{отд} = 0,905 + 0,29 + 0,03 + 0,05 = 1,545 \text{ мин.}$$

### 1.9.7 Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{пз}}{N}, \quad (15)$$

Где N- объем партии деталей.

$$t_{шт.к} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{пз}}{N} = 5 + \frac{33}{27000}$$

Расчеты нормирования технологических операций сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Нормирования технологических операций

Номер операции	Наименование операции	Основное время	Вспомогательное время	Оперативное время	Время на обслуживание рабочего места	Время на отдых	Штучное время	Подготовительно-заключительное время
010 А	Токарная с ЧПУ	1,79	0,29	2,08	0,06	0,08	2,22	12
010 Б	Токарная с ЧПУ	0,905	0,29	1,195	0,03	0,05	1,545	12
020	Радиально-сверлильная	3,8	0,58	1,11	0,03	0,04	1,18	9

## 2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

Приспособление применяется при сверлении отверстий в детали на радиально-сверлильном станке модели 2М55 и предназначено для базирования заготовки.

### 2.2 Расчет силы закрепления

Деталь находится под воздействием момента  $M_{кр}$  и осевой силы  $P$  (рис.2.1)

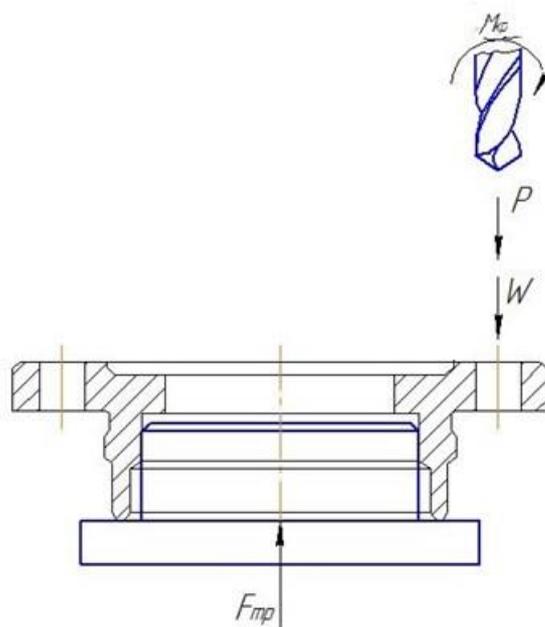


Рис. 2.1- Расчетная схема приспособления

Определим силы резания для операции Сверление.

Выполняется на радиально-сверлильном станке 2М55.

Подачу принимаем по (табл. 25) [3. с. 277]  $s = 0,3 \text{ мм/об}$ ;

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v,$$

где  $C_v$  – коэффициент равный  $C_v = 14,7$  (табл.28) [3. с. 278];

$q, y, m$  – показатели степеней  $q=0,25; y=0,55; m=0,125$  по (табл.28) [3. с. 278];

$T$  – среднее значение стойкости сверл, (табл.30) [3. с. 279];  $T = 25$  мин.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания:  $K_{mv}$ - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 1-4), [3. с. 261];

$K_{uv}$ -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 263];

$K_{lv}$ - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 31), [3. с. 280].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{lv} = 1,3 * 0,8 * 1 = 1,04$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{14,7 * 9^{0,25}}{25^{0,125} * 0,3^{0,55}} * 1,04 = 22,73 \frac{м}{мин}$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 22,73}{3,14 * 9} = 804,3 \frac{об}{мин}$$

Принимаем  $n = 810 \frac{об}{мин}$ ;

Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 9 * 810}{1000} = 22,9 \frac{м}{мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$C_M = 0,021; y=0,8; q=2; K_p=0,85$ ; (табл. 32) [3. с. 281].

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,021 * 9^2 * 0,3^{0,8} * 0,85 = 5,52 Н * м$$

Расчет осевой силы:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

$$C_p = 42,7, \quad y = 0,8, \quad q = 1, \quad K_p = 0,85, \quad (\text{табл. 32}) \quad [3. \text{ с. 281}].$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 9 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,85 = 1246,7 \text{ Н}$$

Силовой расчет учитывает коэффициент запаса -  $K$ , поскольку при обработке заготовки возникают неизбежные колебания сил и моментов резания. В общем случае величина этого коэффициента находится в пределах от 2...3,5, в зависимости от конкретных условий обработки.

$$\text{Величина } K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Значение коэффициента надежности  $K$  следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора: [4. с. 119].

$K_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1$  – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2 = 1,4$  – коэффициент затупления;

$K_3 = 1,2$  – учитывает увеличение сил резания;

$K_4 = 1$  – коэффициент, учитывающий изменение зажимного усилия прикладываемого к заготовке;

$K_5 = 1$  – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6 = 1$  – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку.

Выполним расчет:

$$K = 1,5 * 1 * 1,4 * 1,2 * 1 * 1 * 1 = 2,52$$

$$W = \frac{(K * M_{кр}) - (F_{тр} * P)}{F_{тр} * D},$$

где  $F_{тр}$  – коэффициент силы трения, (табл. 4.2) [4. с. 121];

$D$  – диаметр заготовки,

W- сила зажима,

$$W = \frac{(2,52 * 5,52 * 10^3) - (0,15 * 1246,7)}{0,15 * 110} = 831,7 \text{ Н}$$

### 2.3 Выбор и расчет привода зажимного устройства

В качестве силового механизма выступает кондукторная плита и пневмоцилиндр.

Фактическая сила зажима, развиваемая пневмоцилиндром определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi(d_n^2 - d_{um}^2)}{4} P \eta, \quad (2.1)$$

где p- давление в пневмосистеме предприятия, P=0,4-1,6 МПа.

$\eta$ - КПД пневмоцилиндра,  $\eta=0,9$ .

Тогда:

$$Q = \frac{3,14(65^2 - 25^2)}{4} * 1 * 0,9 = 2826 \text{ Н}$$

Данный зажим вполне удовлетворяет всем требованиям и обеспечивает необходимую зажимную силу, которая превосходит силы резания.

### 2.4 Расчет точности приспособления

Особенностью обработки отверстий на сверлильных станках является наличие в конструкции приспособлений элементов для направления режущих элементов (кондукторных втулок) направление и ориентация инструментов осуществляется непосредственно по режущей части.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки  $\varepsilon_o$ , которая не должна превышать допуск  $\delta$  выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.  $\varepsilon_o \leq \delta$ .

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы, изложенной в [4, с. 85]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (2.2)$$

где -  $\delta = 0,43\text{мм}$  – допуск выполняемого размера;

$k_T = 1,2$  – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, [4, с. 85];

$k_{T1} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, [4, с. 85];

$k_{T2} = 0,6$  – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, [4, с. 85];

$\varepsilon_{\delta} = S_{max} = D_{max} - d_{min} = 58,046 - 57,896 = 0,15$  погрешность базирования заготовки в приспособлении;

где  $S_{max}$  – максимальный зазор при посадке,

$D_{max}$  – наибольший предельный размер отверстия заготовки,

$d_{min}$  – наименьший предельный размер диаметра пальца.

$\varepsilon_z = 0,07\text{мм}$  – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (табл. П4.) [4, с. 210];

$\varepsilon_y = 0,03\text{мм}$  – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_n = 0,01\text{мм}$  – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления;

$\varepsilon_u = 0,005\text{мм}$  – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,12$  – экономическая точность обработки  $\omega = 0,12$  для сверления по кондуктору по 4 классу точности.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np} &\leq 0,43 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0,05)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,12)^2} \\ &= 0,37\text{мм} \end{aligned}$$

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

## **2.5 Описание работы приспособления**

В корпус 2 встроены пневмоцилиндр 4, шток 7 которого служит средней скалкой кондуктора и связан с плитой 3. Две другие скалки 5 служат для направления плиты 3 относительно корпуса 2 при ее вертикальных перемещениях. Сжатый воздух поступает в верхнюю(зажим) или в нижнюю(разжим) полости цилиндра через штуцеры 8 и кран управления 9. В плите 3 монтируется кондукторная втулка 1. Деталь устанавливается на палец 6 и прижимается плитой 3.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л32	Малахову Александру Леонидовичу

<b>Институт</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ОМ</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитана стоимость материальных затрат Рассчитаны затраты на специальное оборудование Рассчитаны затраты на оплату труда Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды Рассчитаны накладные расходы</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы 30%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

- 1. Оценка конкурентоспособности технических решений*
- 2. Матрица SWOT*
- 3. Альтернативы проведения НИ*
- 4. График проведения и бюджет НИ*
- 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Старикова Е.В.	к.филос.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л32	Малахов А.Л.		

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

#### **3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### 3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»

С целью анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – Крышка подшипника, используемый тип производства – Крупносерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали

«Крышка подшипника» представленная на рисунке 3.1.

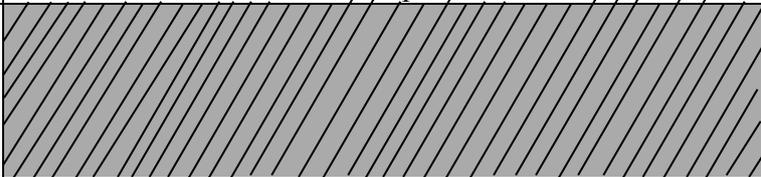
		Услуги по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»
<i>Тип серийного производства</i>	Крупносерийное	

Рис. 3.1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»:

 Фирма А

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» при мелкосерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня

конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «Крышка подшипника» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с крупносерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании с крупносерийным производством).

### **3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD**

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

<b>Критерии оценки</b>	<b>Вес критерия</b>	<b>Баллы</b>	<b>Максимальный балл</b>	<b>Относительное значение (3/4)</b>	<b>Средневзвешенное значение (5x2)</b>
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,05	75	100	0,75	0,037
2. Надежность	0,03	70	100	0,7	0,021

Продолжение таблицы 6.

3. Унифицированность	0,01	50	100	0,5	0,005
4. Уровень материалоемкости разработки	0,2	80	100	0,8	0,16
5. Уровень шума	0,04	40	100	0,4	0,016
6. Безопасность	0,02	50	100	0,2	0,004
7. Простота эксплуатации	0,04	50	100	0,2	0,008
8. Повышение производительности труда	0,1	80	100	0,8	0,08
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
9. Конкурентоспособность продукта	0,2	85	100	0,85	0,17
10. Уровень проникновения на рынок	0,03	30	100	0,3	0,009
11. Перспективность рынка	0,01	60	100	0,6	0,006
12. Цена	0,15	85	100	0,85	0,1275
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	85	100	0,85	0,085
14. Срок выхода на рынок	0,02	30	100	0,3	0,006
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,7345</b>

Значение  $P_{cp} = 78,95$  показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» на рынке выше среднего.

### **3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» посредством SWOT-анализа**

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT-анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса.</p> <p>С2. Низкая металлоемкость.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Высокая производительность труда.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		

Продолжение таблицы 7

<p><b>Угрозы:</b>          У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.          У2. Развитая конкуренция технологий производства.          У3. Ограничения на экспорт технологии.          У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны.          У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p>		
--	--	--

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	0	+	-
	B2	+	0	+	-	+
	B3	+	+	+	0	-
	B4	+	0	+	0	+
	B5	+	0	+	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	0	+	-	-
	B2	+	+	+	-	0
	B3	+	+	0	-	0
	B4	+	+	+	-	0
	B5	0	+	+	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	+	0	-
	У2	-	+	+	0	+
	У3	-	-	+	0	+
	У4	+	-	+	-	0
	У5	+	+	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	0	-	-	-	0
	У4	+	+	+	-	0
	У5	+	+	0	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 9.

Таблица 9 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса.</p> <p>С2. Низкая металлоемкость.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Высокая производительность труда.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>В1С1С2С4 В2С1С3С5 В3С1С2С3 В4В5С1С3С5</p>	<p>В1Сл1Сл3 В2В4Сл1Сл2Сл3 В3Сл1Сл2 В5Сл2Сл3</p>

Продолжение таблицы 9

<p><b>Угрозы:</b>          У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.          У2. Развитая конкуренция технологий производства.          У3. Ограничения на экспорт технологии.          У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны.          У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p>	<p>У1С1С2С3          У2С2С3С5          У3С3С5          У4С1С3          У5С1С2С3С5</p>	<p>У1У2У4Сл1Сл2Сл3          У5Сл1Сл2Сл4</p>
--	---	---

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

### 3.2. Планирование научно-исследовательской работы

Важное значение для рациональной организации научно-исследовательской работы имеет ее планирование. Планирование научно-исследовательской работы заключается в определении структуры работы, ее трудоемкости, а также в формировании бюджета затрат.

#### 3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы

Продолжение таблицы 10.

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 3 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{3 * 10 + 2 * 15}{5} = 12 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{ож3} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы  $t_{ож4}$  составило:

$$t_{ож4} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{ож5} = \frac{3 * 30 + 2 * 40}{5} = 34 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{ож6} = \frac{3 * 20 + 2 * 30}{5} = 24 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{ож7} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{ож8} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож9}} = \frac{3 * 2 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{ чел. - дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где  $T_{p_i}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p_1} = \frac{3}{1} = 3 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p_3} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{34}{1} = 34 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{24}{1} = 24 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p_8} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p_9} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{к1} = 3 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{к2} = 12 \cdot 1,48 = 18$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{к3} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{к4} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{к5} = 34 \cdot 1,48 = 50$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{к6} = 24 \cdot 1,48 = 36$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ	Исполнители	Длительность работ в рабочих	Длительность работ в календарных днях,
----------	--------------------	-------------	------------------------------	--

	$t_{\min}$ , чел- дни	$t_{\max}$ , чел- дни	$t_{\text{ож}}$ , чел- дни		днях, $T_{pi}$	$T_{ki}$
Составление и утверждение технического задания	2	3	3	Руководитель темы	3	4
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Инженер (дипломник)	12	18
Выбор направления исследований	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,7	1
Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	30	40	34	Инженер (дипломник)	34	50
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	20	30	24	Инженер (дипломник)	24	36
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2
Контроль результатов исследований	2	3	2,4	Руководитель темы	2,4	4
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,7	1

На основе таблицы 11 построен календарный план-график представленный в таблице 12.

Таблица 12 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и	Руководитель	4														





- накладные расходы.

### 3.2.5 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи} ,$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника», представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника».

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.
Ручка	шт.	2	25,0	50,0
Карандаш	шт.	2	10,0	20,0
Ластик	шт.	2	5,0	10,0
Бумага офисная	л.	500	0,4	200,0
Итого				280,0

### 3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для выполнения научно-технического исследования специальное оборудование не приобреталось, а использовалось оборудование, имеющееся в наличии. Амортизационные отчисления оборудования, используемого при выполнении научно-технического исследования инженером (дипломником) (персональный компьютер), определены линейным методом начисления амортизации основных средств по формуле:

$$A = \text{Стоимость ОС} * \text{Норма амортизации} / 100\%,$$

где А – амортизация основного средства;

Стоимость ОС – стоимость основного средства при принятии на учет;

Норма амортизации = 100%/ срок полезного использования.

Норма амортизации персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составляет 10% в год (норма амортизации = 100%/10).

Амортизация персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составила:

$$A \text{ годовая} = 40500 * 10\% / 100\% = 4050 \text{ руб.}$$

$$A \text{ в период выполнения НИИ} = 4050 / 12 * 5 = 1687,5 \text{ руб.}$$

### **3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы**

Заработная плата руководителя темы и инженера (дипломника), непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя темы, инженера (дипломника) рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 23264,86 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 48390,9$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 26543,5$$

Таблица 14– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	28
- невыходы по болезни	10	
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	219

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{48390,9 * 10}{189} = 2560,3 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{26543,5 * 11}{219} = 1333,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{\text{осн}} = 2560,3 * 10 = 25603 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$З_{\text{осн}} = 1333,2 * 75 = 99990 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 15 и 16.

Таблица 15– Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»

Таблица-15.

Исполнители	З <sub>тс</sub> , руб.	k <sub>пр</sub>	k <sub>д</sub>	k <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель темы	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,9	2560,3	10	25603
Инженер (дипломник)	14584,32	0,2	0,2	1,3	26543,5	1333,2	75	99990
Итого З <sub>осн</sub>								125593

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» (поэтапный).

№	Наименование этапов	Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	
		Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
1	Разработка технического задания	1,4		2560,3	1333,2	3584,42	
2	Выбор направления исследований	0,7	16,1	2560,3	1333,2	1792,21	21464,52
3	Теоретические и экспериментальные исследования	2,4	63,4	2560,3	1333,2	6144,72	84524,88
4	Обобщение и оценка результатов	1,2	1,2	2560,3	1333,2	3072,36	1599,84
Итого:						14493,71	107589,24

### 3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с

обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принят равным 0,12).

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 * 14493,71 = 1739,2 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 * 107589,24 = 12910,7 \text{ руб.}$$

### 3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	14493,71	1739,2
Инженер (дипломник)	107589,24	12910,7

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%
Итого	41019,8

### 3.2.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определена по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 186289,7 * 0,16 = 29316,8 \text{руб.}$$

### 3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	280	Пункт 2.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1687,5	Пункт 2.4.2

Продолжение таблицы 18.

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	125593	Пункт 2.4.3
---	--------	-------------

4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14649,9	Пункт 2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	41019,8	Пункт 2.4.5
6. Накладные расходы	29316,8	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	212547	Сумма ст. 1-6

### 3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности произведено на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали « Крышка подшипника» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению детали « Крышка

подшипника» в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 289,0 тыс. руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{212547}{212547} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{289000}{212547} = 1,35$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета затрат разработки в размах базового технологического процесса.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент	Разработанный технологический	Базовый технологический
Критерии	параметра	процесс	процесс

1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,12	4	2
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,17	5	3
3. Безопасность	0,17	4	2
4. Энергосбережение	0,19	4	3
5. Надежность	0,22	5	4
6. Материалоемкость	0,13	6	5
ИТОГО	1		

$$I_{p-исн1} = 4 \cdot 0,12 + 5 \cdot 0,17 + 4 \cdot 0,17 + 4 \cdot 0,19 + 5 \cdot 0,22 + 6 \cdot 0,13 = 4,65;$$

$$I_{p-исн2} = 2 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,17 + 2 \cdot 0,17 + 3 \cdot 0,19 + 4 \cdot 0,22 + 5 \cdot 0,13 = 3,19;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{иснi}$ ) определен на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исн.1} = \frac{I_{p-исн1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исн.2} = \frac{I_{p-исн2}}{I_{финр.2}}$$

$$I_{исн.1} = \frac{4,65}{1} = 4,65$$

$$I_{исн.2} = \frac{3,19}{1,35} = 2,36$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 20). Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исн.1}}{I_{исн.2}}$$

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,35
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,15
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	2,36
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,6	0,57

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Крышка подшипника» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Малахову Александру Леонидовичу

Школа	ИШНПТ	Кафедра	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01. Машиностроение

**Проектирование технологического процесса верхней крышки и оснастка**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочее место расположено в закрытом помещении механического цеха. На рабочем месте возникают шумы, вибрации, опасность поражения током, недостаточность освещения, а так же травмы механической природы от работы станков. Воздействие химических факторов. Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу). Возможно возникновения ЧС техногенного, стихийного, экологического и социального характера.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Техногенная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	Опасные факторы Движущиеся машины и механизмы Возможность поражения электрическим током. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. Взрывоопасность и пожароопасность.  Вредные факторы: Превышение уровня шума и вибрации. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Травмы, вызванные механической природой.
<b>2. Региональная безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul>	Применение средств воздухоочистки Наличие отходов: стружка, СОЖ, абразивная пыль, люминесцентные лампы и способы утилизации. Вывоз отходов не подвергающихся вторичному использованию. Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> </ul>	Техногенные (пожары, взрывы с последующим горением, Внезапное обрушение сооружений, аварии не

<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>электроэнергетических системах, на очистных сооружениях.</p> <p>Природные (землетрясения, ураганы, бури, наводнения).</p> <p>Биолого-социальные (изменения состояния почвы, изменение свойств и состава воздушной и водной среды).</p> <p>Меры: Защитные сооружения. Мероприятия по рассредоточению и эвакуации персонала. Средства индивидуальной защиты.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Правила по охране труда на предприятиях и организация машиностроения.</p> <p>Правила эксплуатации электрооборудования.</p> <p>Правила по охране труда</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Малахов А.Л.		

**Введение.**

В данном разделе ВКР бакалавра рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия ООО «Нефтепромремонт», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Предприятие размещается на двух пром. площадках: 3 (основная) – Томская обл. г. Стрежевой, ул. Строителей 88.

ООО «НПР» специализируется на выпуске нефтяного оборудования различного типа и направленности, в т. ч. во взрывоопасном и коррозионностойком исполнении.

Расстояние до ближайшей жилой зоны составляет: 1000 м на восток от основной пром. площадки, 1500 м на запад от вспомогательной площадки. Расстояние до ближайшего водного объекта (р. Обь) -3000 м.

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В связи с тем, что дипломная работа предусматривает разработку нормативной и технической документации, вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции разработчика комплекта документов. Производственная среда, организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

#### **4.1.Техногенная безопасность.**

Администрация предприятий (учреждений) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и др.).

Технологический процесс изготовления детали типа «Крышка подшипника» характеризуется наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

На участке, где находится оборудование, могут быть следующие опасные и вредные факторы:

- Поражение электрическим током;
- Повышенный уровень шума и вибрации;
- Повышенная запыленность и загазованность воздуха;
- Взрывоопасность и пожароопасность;
- Неблагоприятные условия микроклимата и производственного освещения.

Производственный травматизм и воздействие вредных веществ:

- СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость);
- Стружка;
- Вращающиеся части станков;
- Слабое и ненадежное крепление инструмента;

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, а следовательно возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного персонала. Данные мероприятия должны быть согласованы с санитарно-гигиеническими и другими нормами охраны труда.

**4.1.1 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:**

**Поражение электрическим током.**

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к

токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1. 038-82 ССБТ .

Согласно Правила устройства электроустановок производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасности, т.к. в нашем помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токопроводящая пыль. Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током:

Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением путем надежной изоляции, вывешивание плакатов и знаков и т.д.;

Электрическое разделение сети;

Устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, и др.;

Применение специальных электрозащитных средств;

Безопасная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство «Крышки» осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

## **Стружка.**

При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки:

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

## **Вращающиеся части станков.**

При работе на токарных, сверлильных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

## **Слабое и ненадежное крепление инструмента.**

Слабое и ненадежное крепление инструмента (резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением инструмента:

Проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах, использование защитных экранов.

#### **4.1.2 Анализ вредных факторов при изготовлении крышки подшипника и мероприятия по их устранению**

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Согласно ГОСТ 120003-74. ССБТ все вредные опасные факторы, воздействующие при эксплуатации оборудования, можно классифицировать следующим образом:

а) санитарно - гигиенически: нерациональное освещение, содержание вредных и отравляющих веществ в воздухе;

б) организационно - технические: неправильная организация труда и рабочего места (загроможденность помещения, присутствие ненужных и отсутствие необходимых для работы приборов и приспособлений), недостаточное обучение работников правилам технике безопасности.

Изучение причин производственного травматизма даёт возможность разработать меры по их предотвращению. Важной организационной мерой является установление научно обоснованных норм по гигиене труда.

ГОСТ 120005-74 устанавливает оптимальные и допустимые метеоусловия в зависимости от времени года, категории работ, классификации помещения.

#### **СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость).**

При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

### Мероприятия по устранению СОЖ:

При работе на токарных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

### Неблагоприятные условия:

#### Микроклимат

Параметры микроклимата в производственном помещении на ООО «НПР» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от + 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12.1.005 - 88. ССБТ. понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам - разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 21.

#### Требования к микроклимату Таблица 21.

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	21 -23	40-60	0.1
Теплый	средняя	22-24	50-60	0.2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м<sup>2</sup> площади помещения и 20 м объема воздуха.

В данном помещении используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

#### **Производственное освещение.**

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

#### **Расчет искусственного освещения**

Недостаточная освещенность рабочей зоны и производственных помещений. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 200 лк согласно СНиП II - 4-95. В нашем случае освещенность

цеха комбинированная - сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Физиологами установлено, что при естественном освещении производительность труда рабочих на 10% выше чем при искусственном.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

### **Повышенный уровень шума.**

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума:  
правильная организация труда и отдыха;

ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;

применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;

применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

Основные источники шума технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

#### **4.2 Региональная безопасность.**

Проблема охраны окружающей среды очень важна так как при производственном процессе происходит выброс вредных веществ в атмосферный воздух.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми предприятием в атмосферный воздух, являются взвешенные вещества, хлористый барий, щелочь, масло и др. Для предприятия разработаны и утверждены нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются термический цех, механические цехи, ремонтно-хозяйственный цех, транспортный.

Из производственных цехов вредные вещества удаляются:

- местными отсосами,
- крышными вентиляторами.

При производстве изделий в цехах образуются производственные отходы. В утилизируемые отходы входят: металлическая стружка и кусковые отходы, отходы оболочковых форм, макулатура, отходы абразивных кругов, отработанное масло, отходы люминесцентных ламп. К не утилизируемым относятся отходы термических солей, отходы СОЖ и моющих растворов, отходы промасленной ветоши и опилок, шлам металлоабразивный, шлам станции нейтрализации.

Работа по сбору, хранению и вывозу отходов проводится по технологической инструкции «Учёт, сбор, хранение и транспортирование промышленных отходов I-IV классов токсичности.

### **Защита атмосферы.**

Наиболее эффективным направлением уменьшения загрязнения атмосферы является создание безотходных технологических процессов, предусматривающие, например, внедрение замкнутых газообразных потоков. Однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем очистки газов. При этом под очисткой понимают отделение от газов или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Для обезвреживания аэрозолей используют сухие, мокрые и электрические методы. В основе работы сухих аппаратов лежат

гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений.

Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

### **Защита гидросферы.**

Воду, которая используется в промышленности, можно подразделить на охлаждающую, технологическую и энергетическую.

Технологическую воду подразделяют на среда образующую, промывающую и реакционную.

Технологическая вода непосредственно контактирует с продуктами и изделиями.

Энергетическая вода потребляется для получения пара и нагревания оборудования, помещений, продуктов и т.п.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды и уменьшения сброса сточных вод - это создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения.

При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей обработки, исключающей образование каких либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлено:

- дефицитом воды;
- истощением ассимилирующей разбавляющей и самоочищающейся способности водного объекта, принимающего сточные воды;
- экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водо-охраным контролем.

Выбор метода очистки и конструктивное оформление процесса производится с учетом следующих факторов:

- санитарные и технологических требований предъявляемых к качеству очищенных сточных вод с учетом их дальнейшего использования;
- количества сточных вод;

- наличия у предприятия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов, а также необходимой площади для сооружения очистных установок;

- эффективности процесса обезвреживания.

На данном предприятии вода используется в основном для хозяйственных нужд и в системе водяного отопления. Поэтому для её очистки можно использовать общие очистительные системы, либо применять дополнительные отстойники и фильтры.

### **Защита литосферы.**

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Рациональным решением проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента использования металла, которое дает не только технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

Переработка отходов — технологическая операция или совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов товарной продукции.

Утилизация отходов более широкое понятие, чем переработка, так как включает все виды их использования, в том числе в качестве топлива для получения тепла и энергии, а также для полива земель в сельском хозяйстве, закладки выработанного горного пространства и т.д.

Обезвреживание отходов — технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсичное вещество или группа веществ превращаются в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения.

Централизованная переработка отходов представляет собой совокупность операций по сбору, транспортированию и переработке отходов на специализированном производственном участке.

Локальная переработка отходов представляет собой совокупность операций по переработке отходов, осуществляемых в зоне действия производственной установки, на которой образуются отходы.

В настоящее время все больше проявляется проблема осадков сточных вод (СВ), объем которых составляет около 1% от объема сточных вод. При очистке сточных вод образуется три типа осадков: минеральные, органические и избыточный ил. Эти осадки образуются на очистных сооружениях канализации населенных мест и промышленных предприятия. Технология их обработки состоит в их предварительном уплотнении, обезвоживании, компостировании или термической обработки, обезвреживании, затем ликвидации или утилизации.

#### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных

факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;

б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;

в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

#### **4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

На предприятии нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Сокращенная продолжительность рабочего времени применяется для работников:

16 часов в неделю - для работников в возрасте до шестнадцати лет;

5 часов в неделю - для работников, являющихся инвалидами I или II группы;

4 часа в неделю - для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет;

4 часа в неделю и более - для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Продолжительность работы накануне нерабочих праздничных и выходных дней.

Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Работа в ночное время.

Ночное время - время с 22 часов до 6 часов.

К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; инвалиды; работники, не достигшие возраста восемнадцати лет. Женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, работники, имеющие детей-инвалидов.

Сменная работа.

Сменная работа - работа в две, смены - вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг.

При сменной работе каждая группа работников должна производить работу в течение установленной продолжительности рабочего.

Работа в течение двух смен подряд запрещается.

## Заключение

Задачей дипломной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления для сверления четырех отверстий в детали «крышка подшипника». Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. В дипломной работе была проделана следующая работа: Составлен маршрутный технологический процесс изготовления детали «крышка подшипника» (таблица 1), разработана карта эскизов технологической операции; разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления; расчет экономической эффективности приспособления.

С учетом того, что приспособления устанавливается на радиальносверлильный станок, модели 2М55 конструктивно проработали компоновку приспособления. В качестве привода зажимного устройства, с учетом рекомендаций, применяем пневмоцилиндр. Расчет экономической эффективности от применения приспособления показывает, что его использование целесообразно т.к годовая экономия больше, чем годовые затраты, связанные с ним.

## Список литературы:

- 1.– Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Скворцов В.Ф. Учебное пособие. Томск издательство ТПУ 2009, 91с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. -стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983г. – М.: Альянс, 2015-256с
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2х томах. Том 2. Под редакцией А.М.Дальского, А.Г.Суслова, А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова, 4-е издание исправл, -М., Машиностроение-1, 2003. 944с.
4. Станочные приспособления: Справочник. В 2х томах. - Т1 \ под ред. Б.Н. Вардашкина и др., 1984, 592с., ил.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов 1983 г
6. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков - М.: Машиностроение, 1968, 650 с., ил.
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков.
8. . Справочник технолога - машиностроителя. Т2\ под ред.А.Г. Косиловой и др. - М.: Машиностроение, 1985 г.496 с., ил.
9. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений: Учеб. Пособие для студентов вузов машиностроительных спец. –М.: Выш.шк., 1986.