

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки – 15.03.01. Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) – Материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка»

УДК 621.887.6/.8.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ЛЗ1	Акентьев Евгений Владимирович		14.06.2018г

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Юрий Борисович	К.Т.Н		14.06.2018г

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	К.Ф.Н.		11.06.2018

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Д.Т.Н.		11.06.2018

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Рук. ОПШ	Ефремов Егор Алексеевич	К.Т.Н.		14.06.2018г

Томск – 2018 г.



	-Чертеж приспособления.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический	Червач Юрий Борисович
Конструктоский	Червач Юрий Борисович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	26.02.2018г
---	-------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Юрий Борисович	к.т.н.		26.02.2018г

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Акентьев Евгений Владимирович		26.02.2018г

## Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>Р2</b>	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
<b>Р3</b>	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
<b>Р4</b>	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
<b>Р5</b>	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>Р11</b>	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 частей изложенных на 103 стр., 30 рис., 17 табл., 6 листов графического материала и 14 источников.

Ключевые слова: Втулка, технологический процесс, режим резания, размерный анализ, технологическая оснастка.

Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка»

Цель работы: закрепление навыков проектирования технологического процесса изготовления детали на современном оборудовании; а так же закрепление навыков конструирования приспособления для различных технологических операции.

В ходе работы ВКР использовался метод полной взаимозаменяемости при размерном анализе технологического процесса а также метод аналогов и прецедентов.

В результате выполнения ВКР разработан тех процесс изготовления втулки на станках с ЧПУ, а так же приспособление для фрезерования пазов втулки .

Результаты работы могут быть использованы на томском электромеханическом заводе.

## **Abstract**

Graduation qualification work consists of 4 parts set out on 103 pages, 30 figures, 17 tables, 6 sheets of graphic material and 14 sources. **Keywords:** Bushing, technological process, cutting mode, dimensional analysis, technological equipment. The object of development is the technological process of manufacturing "Widget"

Targeted work: consolidating the skills of designing the technological process of manufacturing parts on modern equipment; as well as strengthening the skills of constructing the device for various operations

During the work of stimulated Raman scattering, a method of complete interchangeability was used in the dimensional analysis of the technological process and also the method of analogues and precedents

As a result of the implementation of stimulated Raman scattering, the process of manufacturing the bushing on CNC machines has been developed, as well as a device for milling the bushings of the bushing. The results of the work can be used at the Tomsk Electromechanical Plant.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Технологическая часть</b> .....	10
1.1 Определения типа производства.....	10
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	17
1.3 Анализ материала детали.....	17
1.4 Выбор исходной заготовки.....	17
1.5 Расчет получения заготовки .....	18
1.6 Разработка технологии изготовления «Втулки».....	19
1.7 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	30
1.8 Расчет припусков и осевых технологических размеров .....	36
1.9 Расчет режимов резания.....	38
1.10 Выбор средств технологического оснащения .....	45
1.11 Расчет норм времени.....	48
1.12 Расчет основного времени.....	48
1.13 Расчет штучно-калькуляционного времени.....	51
<b>2. Конструкторская часть</b> .....	54
2.1 Описание работы приспособления.....	56
2.2 Расчет усилия зажима.....	56
2.3 Определение силы закрепления заготовки .....	57
2.4 Рассчитаем силу зажима $W$ для винтового механизма зажима .....	57
<b>3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и и ресурсоубеждение</b> .....	60
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсоубеждения.....	60
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	60
3.1.2 Технология QuaD.....	61
3.1.3 SWOT- анализ .....	62
3.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	64
3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования.....	64
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	66
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	70
3.3 Определение бюджета научно-технического исследования.....	75
3.1.3 Расчет материальных затрат научно-технического исследования...75	
3.2.3 Расчет основной заработной платы исполнителя темы.....	76
3.3.3 Расчет дополнительной заработной платы исполнителя темы.....	77
3.3.4 Расчет отчислений во внебюджетные фонды .....	78
3.3.5 Расчет накладных расходов.....	79

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	80
<b>4. Социальная ответственность.....</b>	<b>82</b>
4.1 Анализ выявления вредных факторов проектируемой производственной среды .....	82
4.2 Микроклимат.....	82
4.3 Вредные вещества .....	83
4.4 Производственный шум.....	85
4.5 Расчет оснащенности участка.....	87
4.6 Электрическая безопасность.....	91
4.7 Движущиеся машины и механизмы.....	93
4.8 Экологическая безопасность.....	94
4.9 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	98
4.10 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	100
<b>Заключение.....</b>	<b>102</b>
<b>Список использованных источников.....</b>	<b>103</b>

## Введение

Станкостроение является двигателем машиностроительного производства. Без качественного, надежного и высокопроизводительного оборудования невозможно выдерживать конкуренцию на международных и региональных рынках. В современных условиях импортозамещения возникает необходимость в изготовлении изделий, которые раньше закупались за рубежом. Поэтому основной задачей ВКР является разработка технологического процесса изготовления втулки, по качеству не уступающей зарубежным аналогам. Поставленная задача решается методом аналогов и прецедентов, методом максимума-минимума при анализе технологических размерных цепей с использованием САПР компас 3D. Разработанный технологический процесс предполагается использовать на УК МК. ВКР состоит из четырех частей: технологической, конструкторской, финансового менеджмента и социальной ответственности. В технологической части произведен анализ материала, составлен технологический процесс, рассчитаны режимы резания, припуски на обработку и нормы времени. В конструкторской части рассчитаны усилие зажима, определили илу закрепления заготовки . В части финансового менеджмента составлен SWOT анализ, произведены расчеты материальных затрат для разработки детали оправка. В части социальной ответственности произведен расчет освещенности цеха и составлен план эвакуации рабочих в случае ЧС.

## Техническое задание.

Разработать технологический процесс изготовления колпака. Чертёж детали представлен на рисунке 1. Годовая программа выпуска: 4000 шт.

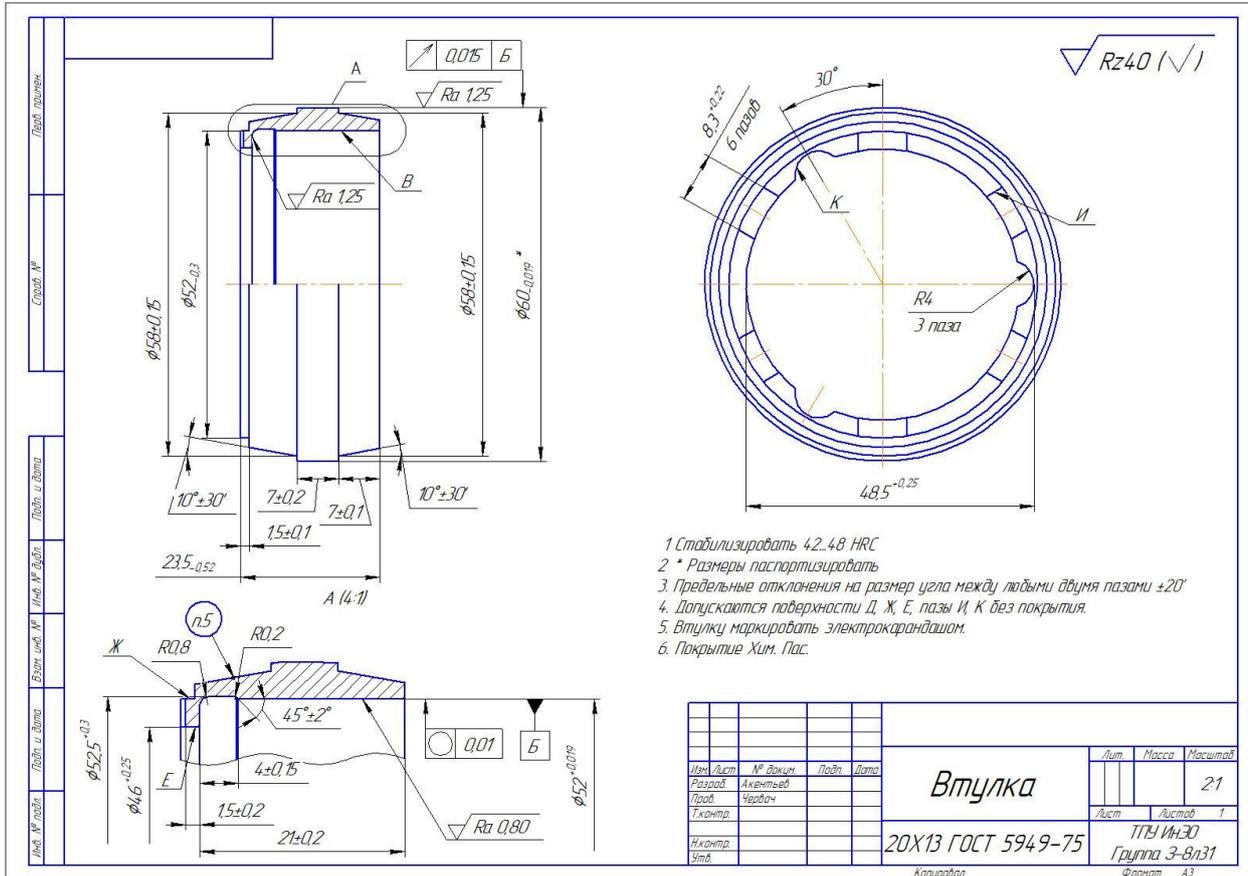


Рис.1- Чертеж детали «Втулка»

## 1. Технологическая часть

### 1.1 Определение типа производства

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой выпускаемых изделий при большом объеме выпуска. Серийное производство характеризуется более широкой номенклатурой выпускаемых изделий и меньшим объемом выпуска. Серийное производство является наиболее гибким и устойчивым, наиболее поддается автоматизированию. Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой и малым объемом выпуска изделий.

Тип производства определяется коэффициентом закрепления операций по формуле:

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

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

$t_B$  - такт выпуска детали, мин/шт.

Такт выпуска детали, вычисляют по формуле:

$$t_B = \frac{\Phi_D \cdot 60}{N_r}, \quad (2)$$

где  $\Phi_D$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе, ч;

$N_r=5\ 000$  – годовой объем выпуска деталей, шт.

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \left(1 - \frac{K}{100}\right), \quad (3)$$

где  $\Phi_{\text{н}} = d \cdot t \cdot n$  – номинальный фонд работы оборудования при 2<sup>х</sup> сменном режиме, ч;

$K = 3\%$  - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени;

$d = 247$  – число рабочих дней в 2018 году;

$t = 8$  – продолжительность рабочей смены, ч;

$n = 2$  – количество рабочих смен в день.

$$\Phi_{\text{д}} = 247 \cdot 8 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 3833 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{в}} = \frac{\Phi_{\text{д}} \cdot 60}{N_r} = \frac{3833 \cdot 60}{4000} = 57.495 \text{ мин.}$$

Определяем среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса (среднюю трудоемкость) по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт.к.}i}}{n}, \quad (4)$$

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

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем операции техпроцесса ( $n=4$ ).

Основное технологическое время  $T_0$  на операционные переходы определяем по укрупненным нормативам таблица 1. [4, прилож.11 с.244]

Таблица 1.1 - Формулы для определения норм основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки, $T_0$ , мин
Отрезка	$0,00011 \cdot D$
Черновая подрезка торца	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$
Черновое точение	$0,000075 \cdot dl$
Чистовое точение	$0,00017 \cdot dl$
Сверление отверстий	$0,00052 \cdot dl$
Рассверливание отверстий	$0,00052 \cdot dl$
Черновое растачивание отверстий	$0,00020 \cdot dl$
Растачивание отверстий	$0,00018 \cdot dl$
Фрезерование	$0,00701 \cdot dl$
d-диаметр обрабатываемой поверхности; l-длина обрабатываемой поверхности; D- диаметр обрабатываемого торца; (D-d)-разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.	

Расчет основного времени по переходам операций базового (заводского) техпроцесса

**005 Заготовительная:**

$$T_0 = 0,011 \cdot D = 0,00011 \cdot 65 = 0,071 \text{ мин.}$$

**010 Токарная:**

- переход 1

$$T_0 = 0,000037 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000037 \cdot 65^2 = 0,156325 \text{ мин}$$

- переход 2

$$T_0 = 0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 62 \cdot 20 = 0,0945 \text{ мин}$$

- переход 3

$$T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 6 \cdot 5 = 0,0156 \text{ мин}$$

- переход 4

$$T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 24,5 \cdot 40 = 0,509 \text{ мин}$$

- переход 5

$$T_0 = 0,00052 \cdot d_l = 0,00052 \cdot 24,5 \cdot 44 = 0,561 \text{ мин}$$

- переход 6

$$T_0 = 0,00052 \cdot d_l = 0,00052 \cdot 24,5 \cdot 46 = 0,586 \text{ мин}$$

- переход 7

$$T_0 = 0,00020 \cdot d_l = 0,00020 \cdot 49 \cdot 21 = 0,205$$

- переход 8

$$T_0 = 0,00020 \cdot d_l = 0,00020 \cdot 51 \cdot 21 = 0,215$$

- переход 9

$$T_0 = 0,00020 \cdot d_l = 0,00020 \cdot 53 \cdot 21 = 0,221$$

- переход 10

$$T_0 = 0,000037 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000037 \cdot 65^2 = 0,156325 \text{ мин}$$

- переход 11

$$T_0 = 0,000075 \cdot d_l = 0,000075 \cdot 62 \cdot 10 = 0,0465 \text{ мин}$$

- переход 12

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 56 \cdot 1,5 = 0,0142 \text{ мин}$$

- переход 13

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 58 \cdot 7 = 0,069 \text{ мин}$$

- переход 14

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 61 \cdot 7 = 0,073 \text{ мин}$$

- переход 15

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 58 \cdot 8 = 0,078 \text{ мин}$$

- переход 16

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 60,4 \cdot 7 = 0,0718 \text{ мин}$$

- переход 17

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 60 \cdot 7 = 0,0177 \text{ мин}$$

- переход 18

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 52 \cdot 20 = 0,0168 \text{ мин}$$

- переход 19

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_l = 0,00017 \cdot 60 \cdot 7 = 0,0714 \text{ мин}$$

- переход 20

$$T_0 = 0,00017 \cdot d_1 = 0,00017 \cdot 52 \cdot 20 = 0,0177 \text{ мин}$$

### 020 Фрезерная:

- переход 1

$$T_0 = 0,00701 \cdot d_1 = 6 \cdot (0,00701 \cdot 6 \cdot 10) = 2,524 \text{ мин}$$

- переход 2

$$T_0 = 0,00701 \cdot d_1 = 3 \cdot (0,00701 \cdot 6 \cdot 6) = 0,758 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, вычисляют по формуле:

$$T_{шт.к.i} = T_{oi} \cdot \varphi_{к.i}, \quad (5)$$

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

$\varphi_{к.i}$  – коэффициент  $i$ -ой основной операции, зависящий от типа производства и вида оборудования.

Для среднесерийного производства: [4, табл.П11.2 с.245]

$\varphi_{к} = 1,36$  (токарные станки)

$\varphi_{к} = 1,51$  (фрезерные станки)

Таблица 1.2 - Основное и штучно-калькуляционное время для основных операций базового техпроцесса

Наименование операции	$\sum T_0$ , мин.	$\sum T_{шт.к}$ , мин.
005 Заготовительная	0,071	0,159
010 Токарная	3,1	4,498
020 Фрезерная	3,281	4,955

Средне штучно-калькуляционное время:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к.i}}{n} = \frac{0,159 + 4,498 + 4,955}{3} = 3,204 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операций (серийности):

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{57}{3,204} = 17,76.$$

По значению коэффициента определяем тип производства при  $10 < K_{з.о} = 17,76 < 20$  – производство является среднесерийным.

Определяем размер партии деталей (количество деталей, запускаемых в производство одновременно) по формуле:

$$\Pi = \frac{N_r \cdot a}{\Phi}, \quad (6)$$

где  $\Phi = 247$  – количество рабочих дней в 2017 году;

$a = 15$  – нормы запаса (дне) для хранения на складе готовых деталей на складе

$$\Pi = \frac{N_r \cdot a}{\Phi} = \frac{4000 \cdot 15}{247} = 243 \text{ шт.}$$

Полученный ориентировочный размер партии для обеспечения ритмичности работы участка рекомендуется округлить до величины, кратной месячному объему выпуска

$$\Pi = \frac{N_r}{12} = \frac{4000}{12} = 333 \text{ шт.}$$

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь втулка представляет собой тело вращения, изготавливаемая из стали 20Х13. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Также имеет совокупность поверхностей которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Но так же присутствуют и нетехнологические элементы такие как: тонкие стенки, отклонения от формы и расположения поверхностей.

## 1.3 Анализ материала детали

Химический состав Сталь 20Х13

Табл. 1.3

### Химический состав

Химический элемент	%
Железо(Fe)	основа
Углерод(C)	0.16-0.25
Хром (Cr)	12-14
Марганец (Mn)	0.8
Фосфор (P), не более	0.030
Кремний (Si)	0.8
Сера (S), не более	0.25

## 1.4 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

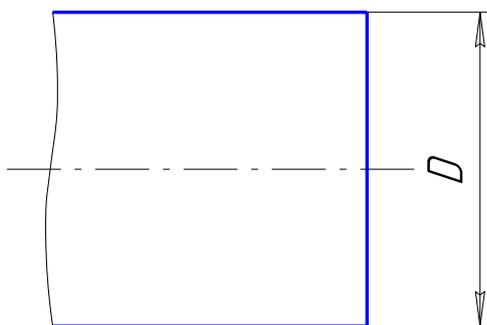


Рис. 1.2 Заготовка

## 1.5 Расчет получения заготовки

Выбираем заготовку сортовой круглый прокат нормальной точности по ГОСТу 21488-97  $\varnothing 65 \begin{smallmatrix} +0,5 \\ -1,1 \end{smallmatrix}$  мм и длиной  $26_{-0,8}$  мм.

Масса заготовки из круглого проката  $Q^{\text{пр}}$ , кг определяем по формуле :

$$Q^{\text{пр}} = \rho \cdot V, \quad (7)$$

где  $\rho = 7,76 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> – плотность материала;

$V$  – объем прутка, мм<sup>3</sup> находим по формуле:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L, \quad (8)$$

где  $R$  – радиус прутка, мм;

$L$  – длина заготовки, мм.

Тогда,

$$V = 3,14 \cdot 65^2 \cdot 26 = 344929 \text{ мм}^3.$$

$$Q^{\text{пр}} = 7,76 \cdot 10^{-6} \cdot 344929 = 2,6 \text{ кг}.$$

Коэффициент полезного использования материала:

$$K_{\text{им}}^{\text{пр}} = \frac{m_{\text{д}}}{Q^{\text{пр}}}, \quad (9)$$

где  $m_{\text{д}}$  – масса детали, кг.

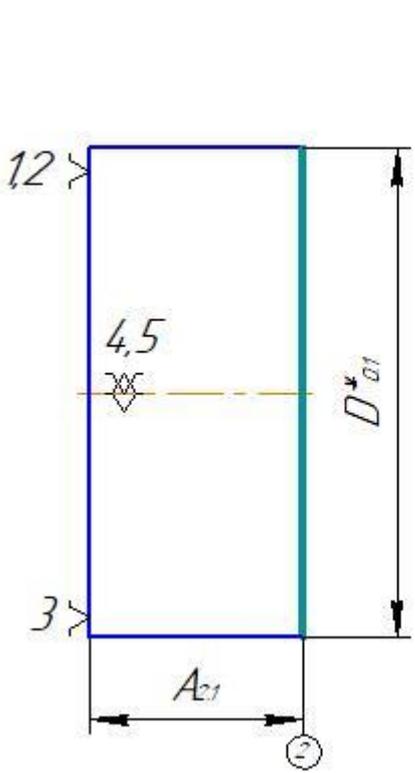
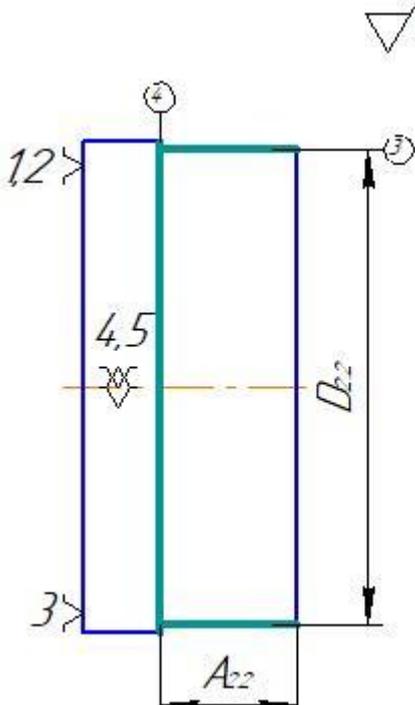
Тогда,

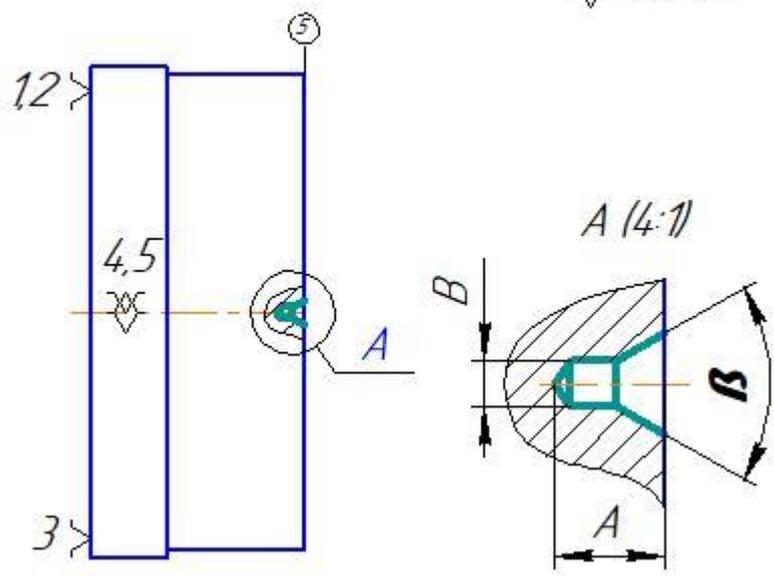
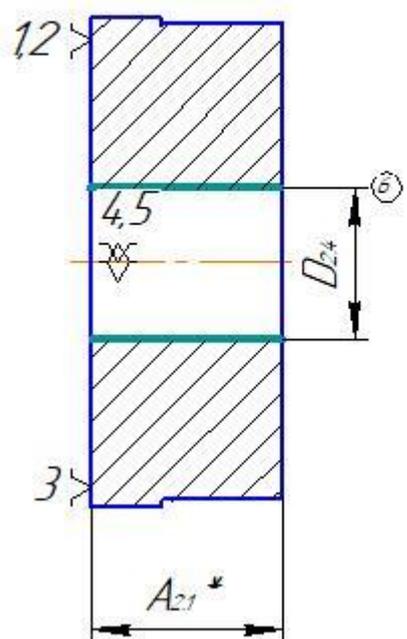
$$K_{\text{им}}^{\text{пр}} = \frac{1}{2,6} = 0,38$$

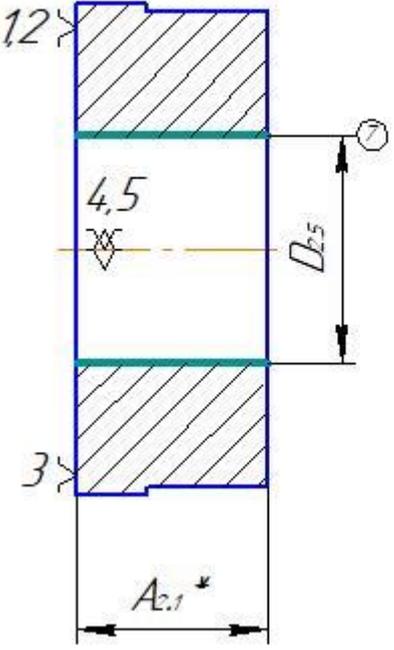
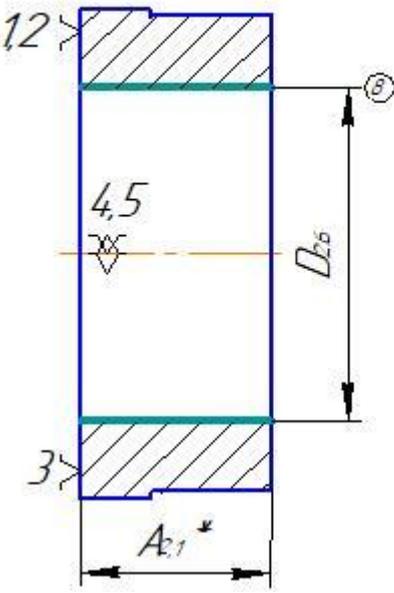
### 1.6. Разработка технологии изготовления Втулки.

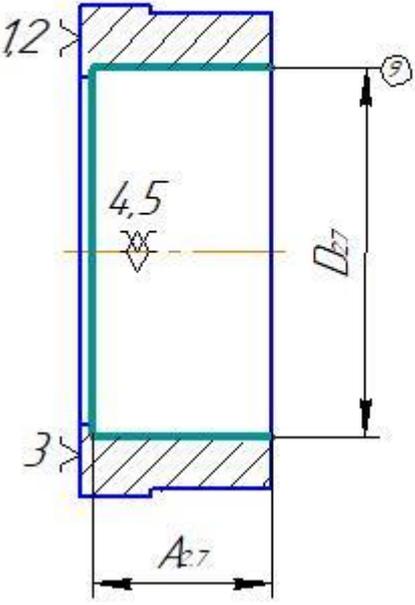
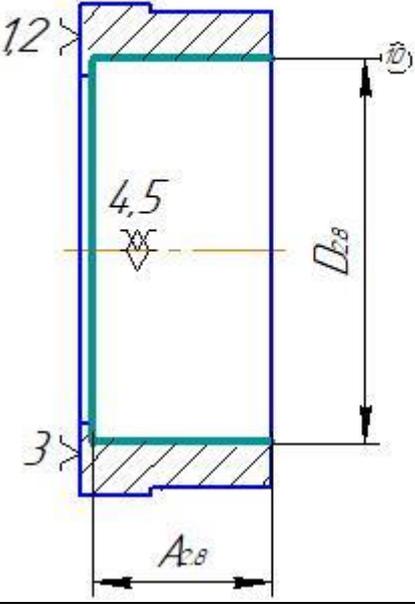
Маршрут технологии изготовления Втулки представлен в виде табл.1.4  
Таблица 1.4

операция	переход	Установ	Наименование, содержание операций и переходов	Операционный эскиз
1	2	3	4	5
005	1		<p><b>Заготовительная</b> Отрезать заготовку по поверхности 1, выдержав размер <math>A_{1.1}</math> <math>D_{0.1}</math>*- размер для справок</p>	

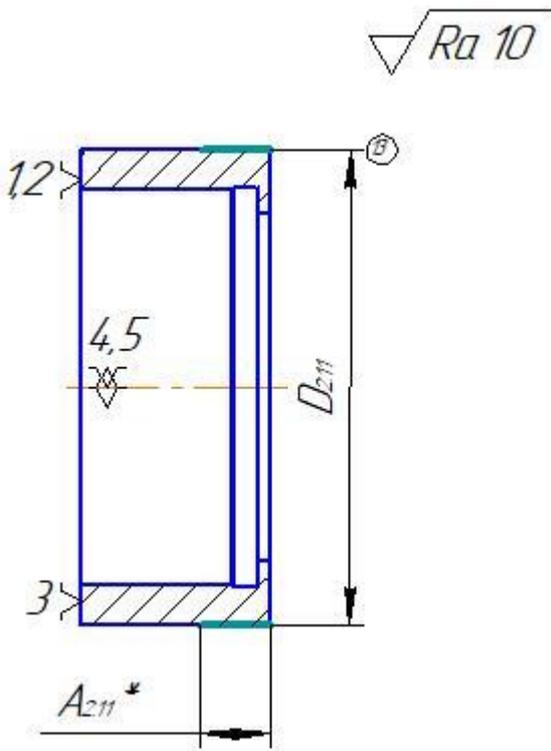
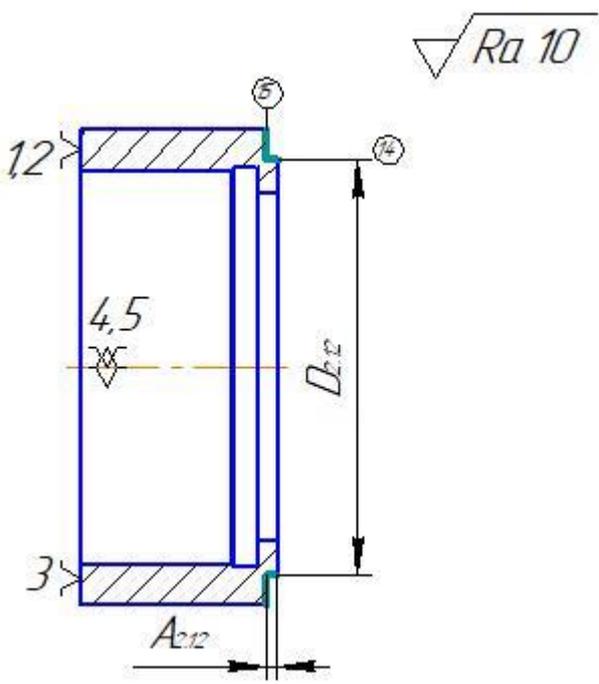
1	2	3	4	5
010	1	Б	<p><b>Токарная</b>            Подрезать торец 2, выдержав размер A2.1</p> <p>D0.1* - размер для справок</p>	 <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 10}</math></p>
	2		<p>Обработать поверхности 3 и 4, выдержав размеры A2.2 и D2.2</p>	 <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 10}</math></p>

1	2	3	4	5
	3		Центровать торец 5	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 10}</math></p> 
	4		Сверлить поверхность 6, выдержав размеры $D_{2.4}$ , $A_{2.1}$ *-Размеры для справок	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 25}</math></p> 

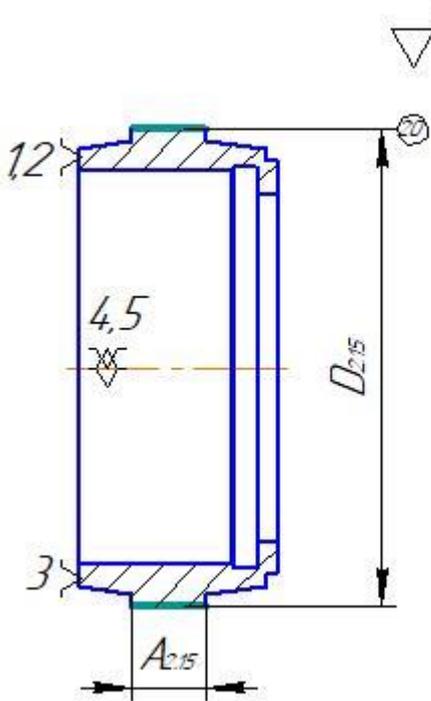
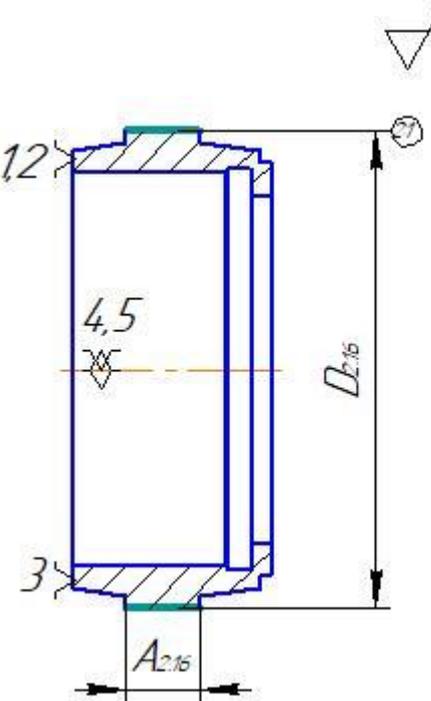
1	2	3	4	5
	5		<p>Рассверлить поверхность 7, выдержав размеры D2.5, A2.1*-Размеры для справок</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 12.5}</math></p> 
	6		<p>Рассверлить поверхность 8, выдержав размеры D2.6, A2.1*-Размеры для справок</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 10}</math></p> 

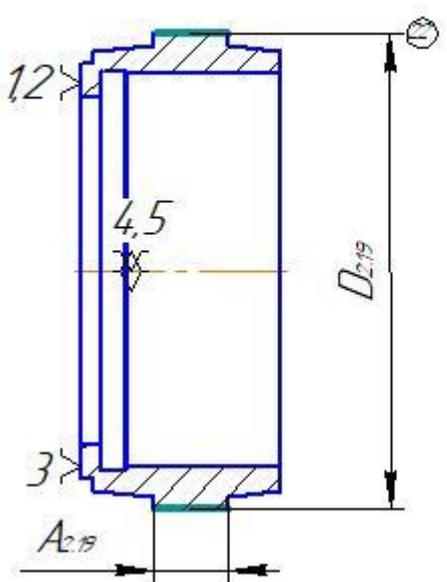
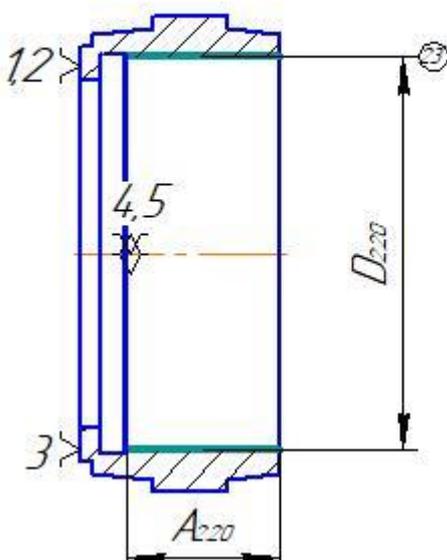
1	2	3	4	5
	7		<p>Расточить поверхность 9, выдержав размеры: A2.7, D2.7</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 6.3}</math></p> 
	8		<p>Расточить поверхность 10, выдержав размеры: A2.8, D2.8</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3.2}</math></p> 

1	2	3	4	5
	9		<p>Расточить поверхность 11, выдержав размеры: A2.9, A2.10, A2.11, A2.12, D2.9</p>	<p>Technical drawing for task 9. The main view shows a cross-section of a part with dimensions: 12 (top chamfer), 4.5 (inner diameter), 3 (bottom chamfer), A2.9 (width), and D2.9 (outer diameter). A surface texture symbol <math>\sqrt{Ra 10}</math> is indicated. A detail view shows the chamfered edge with dimensions A2.11, A2.10, and A2.12. The detail view is labeled B (2:1).</p>
	10	В	<p><b>Токарная</b> Подрезать торец 12, выдержав размеры: A2.10, D0.1* - размер для справок</p>	<p>Technical drawing for task 10. The main view shows a cross-section of a part with dimensions: 12 (top chamfer), 4.5 (inner diameter), 3 (bottom chamfer), and A2.10 (width). A surface texture symbol <math>\sqrt{Ra 10}</math> is indicated. A dimension D0.1* is shown for the outer diameter.</p>

1	2	3	4	5
	11		<p>Обточить поверхность 13, выдержав размеры:, <math>D_{2.11}</math>  <math>A_{2.11}^*</math>-размер для справок</p>	 <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra 10}</math></p>
	12		<p>Обработать поверхность 14,15, выдержав размеры: <math>A_{2.12}</math>, <math>D_{2.12}</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra 10}</math></p>

1	2	3	4	5
	13		<p>Обработать поверхность 16,17, выдержав размеры: A2.13, A2.14, D2.13</p>	
	14		<p>Обработать поверхность 18,19, выдержав размеры: A2.14, A2.15, D2.14</p>	

1	2	3	4	5
	15		<p>Обточить поверхность 20, выдержав размеры: A2.15, D2.15</p>	
	16		<p>Обточить поверхность 21, выдержав размеры: A2.16, D2.16</p>	

1	2	3	4	5
015		Термообработка (42...48 HRC)		
020	19	Г	<p><b>Токарная</b>            Обточить поверхность 22, выдержав размеры: A2.19, D2.19</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 125}</math></p> 
	20		<p>Расточить поверхность 23, выдержав размеры: A2.20, D2.20</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 0.80}</math></p> 

1	2	3	4	5
025	1		<p><b>Фрезерная с ЧПУ</b>  Фрезеровать поверхности 24 и 25, выдержав размеры: А5.3, А5.4, А5.5, А5.2</p>	<p>Technical drawing showing a circular part with a cross-section. The top view shows concentric circles and a central hole with dimensions A5.2, A5.3, and A5.4. A surface texture symbol indicates Ra 10. A section line B-B is shown. The cross-section B-B shows a cylindrical part with a diameter A5.1 and a chamfered edge. A green arrow labeled 'Б' points to the surface texture symbol.</p>

## 1.7 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

Расчет припусков на обработку  $\varnothing 60-0,019$

Минимальный припуск  $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм

Токарная черновая : Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [1, с. 64]:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\Phi_{i-1}}^2 + \rho_{\rho_{i-1}}^2},$$

где  $\rho_{\rho_{i-1}}$  – погрешность расположения обрабатываемой поверхности, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi_{i-1}}$  – погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода, мкм, определяют по формуле:

$\varepsilon_{y_i} = \sqrt{\varepsilon_{\Phi_{i-1}}^2 + \varepsilon_{z_i}^2}$ , где  $\varepsilon_{\Phi_{i-1}}^2, \varepsilon_{z_i}^2$  – погрешности базирования и закрепления на данном переходе.  $\varepsilon_{\Phi_{i-1}} = 0$  т.к базируется в кулачках

$Rz=160$ мкм,  $h=250$ мкм.  $\rho_i = \sqrt{\rho_{\Phi.прокат}^2 + \rho_{p.прокат}^2} = \sqrt{150^2 + 300^2} = 335,4$ мкм.

$$\varepsilon_{y_i} = \sqrt{\varepsilon_{\Phi_{i-1}}^2 + \varepsilon_{z_i}^2} = 420$$

## Минимальный припуск на черновое точение

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), = 2 \cdot (160 + 250 + \sqrt{420^2 + 335,4^2}) =$$

$$= 1896 \text{ мкм}$$

Принимаем = 1,9 мм

Шероховатость поверхности, толщину дефектного слоя, точность и геометрические формы расположения поверхностей, погрешности закрепления определяем по приложению 2,3,4 ( 2; стр 72-76)

Токарная получистовая: Rz=80мкм, h=100мкм.

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), = 2(80 + 100 + \sqrt{50^2 + 111,8^2}) = 604 \text{ мкм} = 0,604$$

$$\text{мм}$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{50^2 + 100^2} = 111,8$$

$$\varepsilon y_i = \sqrt{50^2} = 50$$

Токарная чистовая: Rz=40мкм, h=40 мкм

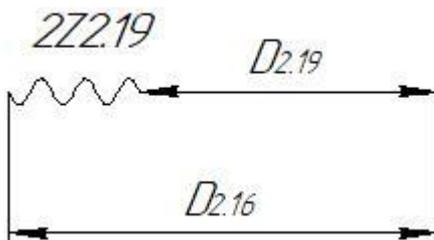
$$2z_{\min} = 2(40 + 40) = 160 \text{ мкм} = 0,16 \text{ мм}$$

Токарная тонкое : Rz=20мкм, h=20 мкм

$$2z_{\min} = (20 + 20 + \sqrt{50^2 + 16^2}) = 185 \text{ мкм} = 0,185 \text{ мм}$$

$$\varepsilon y_i = \sqrt{50^2} = 50$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{15^2 + 6^2} = 16$$



Находим D2.16

$$D_{2.19} = 60_{-0.019}$$

$$D_{\text{ср}} 2.19 = 59,9905$$

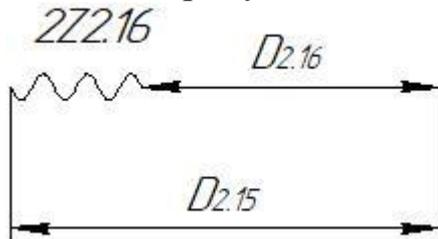
$$Z_{\text{ср}} = 0,2175$$

$$D_{2.16}^c = 60.208 \text{ мм}$$

$$D_{2.16} = 60.231$$

$$\text{Принимаем } D_{2.16} = 60.3_{-0.046}$$

$$\text{Значение припуска } 2Z_{2.16} = 0.3_{-0.046}^{+0.019}$$



Находим D2.15

$$D_{\text{ср}} 2.16 = 60,277 \text{ мм}$$

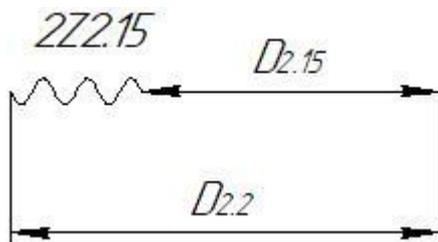
$$Z_{\text{ср}} 2.16 = 0,278 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср}} 2.15 = 60.555 \text{ мм}$$

$$D_{2.15} = 60.65 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2.15} = 60.7_{-0.19}$$

$$\text{Значение припуска } 2Z_{2.15} = 0.4_{-0.19}^{+0.046}$$



Находим D2.2

$$D_{\text{ср}} 2.15 = 60.605 \text{ мм}$$

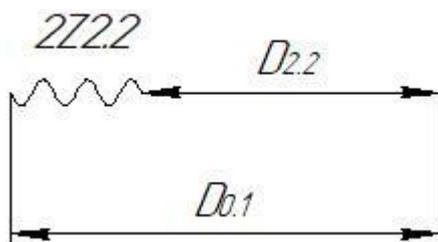
$$Z_{\text{ср}} 2.15 = 0,722 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср}} 2.2 = 61.4 \text{ мм}$$

$$D_{2.2} = 61.7 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2.2} = D_{2.11} = 62_{-0.3}$$

$$\text{Значение припуска } 2Z_{2.2} = 1.3_{-0.3}^{+0.19}$$



Находим  $D_{0.1}$

$$D_{\text{ср } 2.2} = 61.85 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{ср } 2.2} = 2.2 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср } 0.1} = 64.05 \text{ мм}$$

$$D_{0.1} = 64.85 \text{ мм}$$

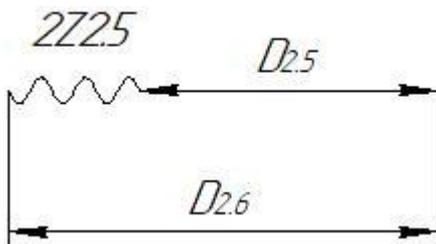
$$\text{Значение припуска } Z = 3_{-1.1}^{+0.3}$$

$$\text{Согласно ГОСТ 2590-2006, принимаем } D_{0.1} = 65_{-1.1}^{+0.5} \text{ мм}$$

Расчет припусков на обработку  $\text{Ø}46_{+0.25}$

$$2Z_{\text{min } 2.4} = 1.2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{min } 2.5} = 1 \text{ мм}$$



Находим  $D_{2.5}$

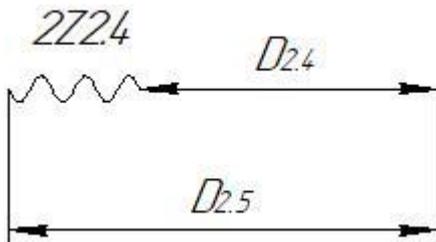
$$D_{\text{ср } 2.6} = 46.125 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{ср } 2.6} = 1.32 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср } 1.5} = 44.805 \text{ мм}$$

$$D_{2.5} = 44.61 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2.5} = 44.6_{+0.39} \text{ мм}$$



Находим  $D_{2.4}$

$$D_{\text{ср } 2.5} = 44.795 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{ср } 2.5} = 1.705 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср } 1.5} = 43.09 \text{ мм}$$

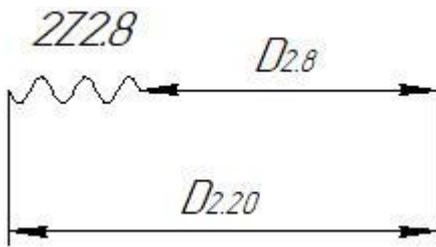
$$D_{2.5} = 42.78 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2.4} = 42.7_{+0.62} \text{ мм}$$

Расчет припусков на обработку  $\text{Ø}52_{+0.019}$

$$2Z_{\text{min } 2.7} = 1 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{min } 2.8} = 0,985 \text{ мм}$$



Находим  $D_{2.8}$

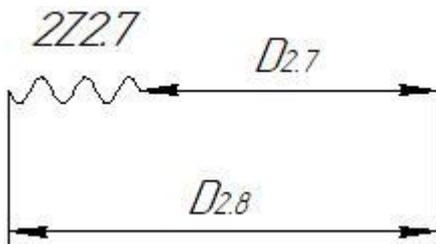
$$D_{\text{ср } 2.20} = 52.0095 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{ср } 2.20} = 1.0175 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср } 2.8} = 50.992 \text{ мм}$$

$$D_{2.8} = 50.969 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2.4} = 50.9^{+0.046} \text{ мм}$$



Находим  $D_{2.7}$

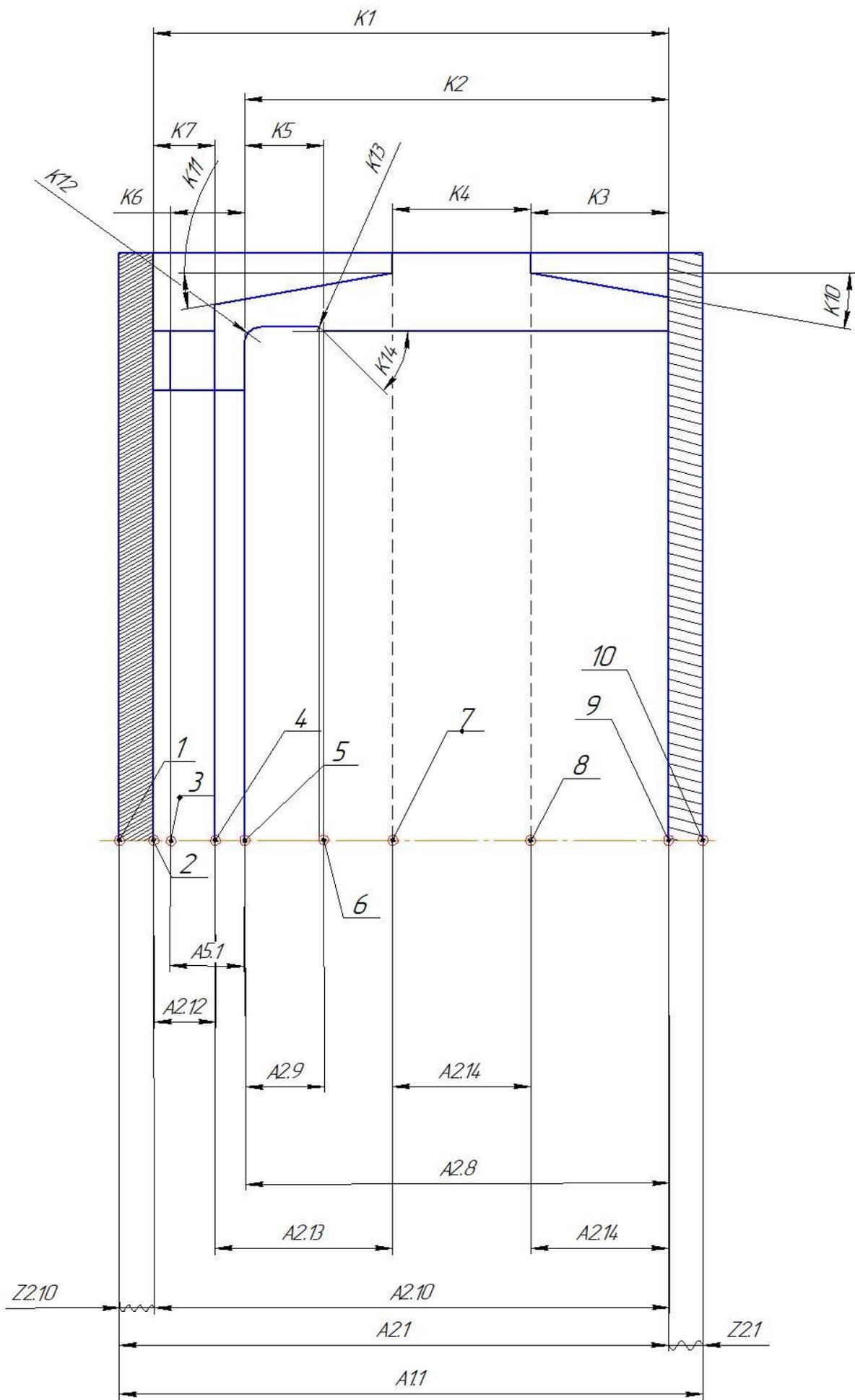
$$D_{\text{ср } 2.8} = 50.923 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{ср } 2.8} = 1.118 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср } 2.7} = 49.805 \text{ мм}$$

$$D_{2.7} = 49.71 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } D_{2.7} = 49^{+0.19} \text{ мм}$$



## 1.7 Расчет припусков и осевых технологических размеров

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad \rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}},$$

где  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

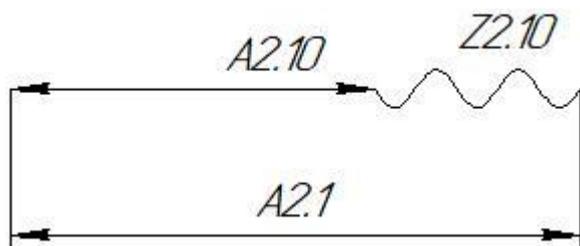
Назначим допуски на технологические размеры:

$$TA_{1.1} = 800 \text{ мкм} = 0,8 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1} = 2,7 \text{ мм}$$

$$Z_{2.10} = 1,59 \text{ мм}$$



Найдем  $A_{2.1}$

$$A_{2.1} = K_1 = 23,5 - 0,21$$

$$TA_{2.10} = 0,21 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TZ_{2.10} = 0,21 + 0,4 = 0,61 \text{ мм}$$

$$TZ_{2.10 \text{ min}} = 0,105 \text{ мм}$$

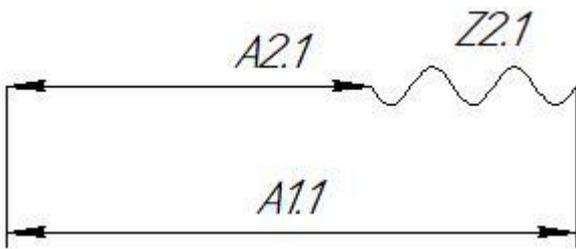
$$A_{2.10 \text{ ср}} = 23,395 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{ср } 2.10} = 0,105 + 0,305 = 0,41 \text{ мм}$$

$$A_{2.1 \text{ ср}} = 23,395 + 0,41 = 23,805 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = 23,805 + 0,2 = 24,005 \text{ мм}$$

Принимаем  $24,1 - 0,4$



Найдем  $A_{1.1}$

$$T_{A_{2.1}} = 0.4 \text{ мм}$$

$$T_{A_{1.1}} = 0.8 \text{ мм}$$

$$T_{Z_{2.1}} = 0.8 + 0.4 = 1.2 \text{ мм}$$

$$T_{Z_{2.1} \text{ min}} = 0.4$$

$$A_{2.1 \text{ ср}} = 23.9 \text{ мм}$$

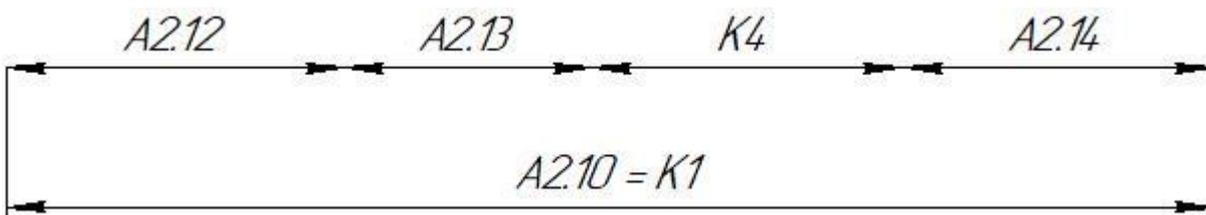
$$Z \text{ ср } 2.1 = 0.4 + 0.6 = 1 \text{ мм}$$

$$A_{1.1 \text{ ср}} = 23.9 + 1 = 24.9 \text{ мм}$$

$$A_{.1.1} = 24.9 + 0.4 = 25.1 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{.1.1} = 26 - 0.8$

Расчитаем цепь в которой замыкающим звеном является конструкторский размер.



Для размера  $T_{K_4} = 0.4 \geq$

$$\sqrt{(A_{2.10 \text{ ср}} + A_{2.14 \text{ ср}} + A_{2.13 \text{ ср}} + A_{2.12 \text{ ср}})^2} = 0.4 \text{ мм, т. е. размер } K_4 \text{ обеспечен с заданной точностью.}$$

$$K_4 \text{ ср} = A_{2.10 \text{ ср}} - (A_{2.14 \text{ ср}} + A_{2.13 \text{ ср}} + A_{2.12 \text{ ср}})$$

$$A_{2.13 \text{ ср}} = A_{2.10 \text{ ср}} - (A_{2.14 \text{ ср}} + K_4 \text{ ср} + A_{2.12 \text{ ср}})$$

$$A_{2.14 \text{ ср}} = K_3 \text{ ср} = 7 \text{ мм}$$

$$K_4 \text{ ср} = 7 \text{ мм}$$

$$A2.12 \text{ ср} = 1,5 \text{ мм}$$

$$A2.10 \text{ ср} = 23,29 \text{ мм}$$

Определим размер A2.13

$$A2.13 \text{ ср} = 23,29 - 15,5 = 7.79$$

$$A2.13 = 0,21$$

$$A2.13 \text{ в} = 0,21 + 0,1 = 0.31$$

$$A2.13 \text{ н} = 0,21 - 0,1 = 0,11$$

$$A2.13 = 7.79_{-0,11}^{0,31}$$

## 1.9 Расчет режимов резания

### Отрезная операция 0

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблицы 3

[3, с. 178] – Т15К6.

Подача на зуб по таблице 108 [4, с.425] при металл :  $S = 0,05 \text{ мм/зуб}$ ,  $Z=30$

Скорость резания  $V = 50 \text{ м/мин}$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30 \text{ мин}$ .

Минутная подача  $S_m = 1500 \text{ мм}^3/\text{мин}$

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{70 \text{ мм}}{50} = 1,4 \text{ мин}$$

Где  $D_{px}$ -длина рабочего хода

Ширина полотна  $t=1.1$

### Токарная операция 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями GC2015 .

#### Переход 1 точение торца

Глубина резания:  $t = Z_{2.1}^c = 1.9 \text{ мм}$ .

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,25 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60 \text{ мин}$ .

Значения коэффициентов:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{PIV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IIV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{PIV} = 0,9; \quad K_{IIV} = 1.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 (0,7 \cdot 0,94) = 0,687.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{280}{60^{0,20} 1,9^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 143 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 143}{3,14 \cdot 65} = 700 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 2 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D1,1}^c = 3 \text{ мм}$

Подача по таблице 15 [4, с. для данной глубины резания:

$$S = 0,25 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{280}{60^{0,20} 3^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 149 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 149}{3,14 \cdot 65} = 730 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 3 центровка отверстия

Глубина резания:  $t = 5 \text{ мм}$ .

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 5^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 166,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166,6}{3,14 \cdot 100} = 531 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

#### Переход №4: сверление отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 36/2 = 20$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=3,5$ ;  $q=0,50$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,12$ .

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,9$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,9 * 2,7 * 1 = 2,43$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 70$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{3,6 * 40^{0,50}}{70^{0,20} * 0,2^{0,30}} 2,43 = 51 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 51}{3,14 \cdot 40} = 451 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

#### Переход №5: рассверление отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5(D-d) = 0,5(44-40) = 2$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=3,5$ ;  $q=0,50$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,12$ .

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,9$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,9 * 2,7 * 1 = 2,43$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 70$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{3,5 * 44^{0,50}}{70^{0,12} * 0,2^{0,45}} 2,43 = 40 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 44} = 289 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход №6: рассверление отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5(D-d) = 0,5(46-44) = 1$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=3,5$ ;  $q=0,50$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,12$ .

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,9$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,43$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 70$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{3,5 * 46^{0,50}}{70^{0,12} * 0,2^{0,45}} 2,43 = 55 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 46} = 347 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 7 расточка отверстия

Глубина резания:  $t = Z_{D1,6^c} = 3$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,25$  мм/об

Значения коэффициентов:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,3^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 110 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 48,9} = 710 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 8 расточка отверстия

Глубина резания:  $t = 1,9$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,25$  мм/об

Значения коэффициентов:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{280}{30^{0,20} 1,9^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 134 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 51,1} = 834 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 9 расточка отверстия

Глубина резания:  $t = 1,6$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,25$  мм/об

Значения коэффициентов:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{280}{30^{0,20} 1,6^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 131 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131}{3,14 \cdot 52,5} = 793 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## Токарная операция 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями GC2015

### Переход 2 точение торца

Глубина резания:  $t = Z_{1,1}^c = 1,59$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$S = 0,25$  мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Коэффициент  $K_v$ :

$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}$ ,

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;  
 $K_{ИV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{МV} = 1,25$ ;  $K_{ПV} = 0,9$ ;  $K_{ИV} = 1$ .

$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 (0,7 \cdot 0,94) = 0,687$ .

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{280}{60^{0,20} 1,59^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 92 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 92}{3,14 \cdot 65} = 415 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## Переход 2 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D2,1}^c = 3 \text{ мм}$

Подача по таблице 15 [4, с. для данной глубины резания:

$S = 0,25 \text{ мм/об}$

Значения коэффициентов:  $C_V = 280$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{60^{0,20} 3^{0,15} 0,25^{0,45}} 0,687 = 79,2 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 79,2}{3,14 \cdot 65} = 388 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## Переход №1: фрезерование пазов.

Материал режущей части фрезы берем IC900

Характеристики фрезы:  $D_{фр} = 8 \text{ мм}$ ,  $z = 4$ ,  $B = 3 \text{ мм}$ .  $L = 4 \text{ мм}$

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 75 [4, с. 403]:

$t = 4 \text{ мм}$ ,  $S_z = 0,06 \text{ мм}$ .

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

$C_v = 180$ ;  $q = 1,1$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,8$ ;  $u = 1,1$ ;  $p = 0,13$ ;  $m = 0,3$  – по табл 41(4 стр 291).

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]:  $T = 80 \text{ мин}$ .

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = 120 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 8} = 4777 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\text{ст}} = 4700 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 4700}{1000} = 118 \text{ м/мин}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_{\text{ст}} = 0,06 \cdot 4 \cdot 4700 = 1128 \text{ мм/мин}$$

б Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мп}}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $w = 0$  – определены по таблице 41 [4, с.291].

$$\text{По табл. 9 [4, с.264]: } K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,3} = 0,93.$$

Окружная сила, формула

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мп}} = 874 \text{ Н}$$

8. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D_{\phi}}{2 \cdot 1000} = \frac{29 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 1,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{29 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт}$$

Мощность привода контршпинделя станка 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

### 1.10 Выбор средств технологического оснащения ABS 320 В - АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛЕНТОЧНАЯ ПИЛА

Технические характеристики:

Табл. 1.5

<b>Размеры отрезаемого сечения</b>	
размер отрезаемого сечения под 90° (плоск.)	250x280 мм
размер отрезаемого сечения под 90° (круг)	280 мм
размер отрезаемого сечения под 90° (квадрат)	270 мм
длина упора	500 мм
скорость резания	20 - 100 м/мин
<b>Рабочая зона</b>	
длина рольганга	1200 мм
подводящие ролики	4 шт
<b>Мощность</b>	
мощность двигателя гл. привода	1,5 кВт
напряжение в сети	400 В
мощность двигателя гидравл. насоса	0,37 кВт
мощность двигателя подачи	0,25 кВт
мощность двигателя насоса СОЖ	0,12 кВт
<b>Размеры и масса</b>	

размеры ленты	27x0,9x3400 мм
габариты	1800x850x1200 мм
масса	600 кг

### Фрезерный станок Abene VHF-360

Технические характеристики: Abene VHF-360

**Табл. 1.6**

<b>СТОЛ</b>	
Поверхность стола	1200x450мм
Ширина Т-образных пазов	6x18H7мм
Макс. нагрузка	400кг
<b>ХОДЫ</b>	
Продольный	650мм
Поперечный	480мм
Вертикальный	475мм
Подача	Беступенчатая
Быстрая подача по X, Y	4000мм/мин
Быстрая подача по Z	1500мм/мин
Двигатель подачи (Z)	3.0(12.5)Нм

<b>ШПИНДЕЛЬ</b>	
Скорость вращения	55-6000об/мин
Конус шпинделя	ISO40/din2079
Число ступеней	С регулир. частоты
Мощность двигателя	12кВт
Угол наклона головки	0-140 градусов
Ход пиноли шпинделя	-
Маховик	-
Масса	2300кг
Масса нетто	2100кг

## GOODWAY GA-2600

Табл. 1.7

Вес	4000 кг
Максимальный диаметр прутка	до 65 мм
Максимальный диаметр точения	350 мм
Максимальная длина точения	до 606 мм
Диаметр патрона	10 "
Количество позиций в револьверной головке	12 ( 10-опц. ) шт
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.)	11 кВт; 15/ 18
Скорость быстрого перемещения по оси X	20 м/мин
Скорость быстрого перемещения по оси Z	24 м/мин
Скорость вращения шпинделя	40 об/мин; 4000 об/мин
Повторяемость	0.003 мм
Точность позиционирования	0.005 мм
Тип направляющих	Скольжения
Система ЧПУ	Fanuc 0i-TD (31i - опц.)

### 1.11 Расчет норм времени

#### 1.11.1 Расчет основного времени Токарная операция 1

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m},$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$  - длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{пер}$  - длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм (1 ÷ 3 мм);

$i$  - число рабочих ходов;

$S_m$  - минутная подача, мм/мин.

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(32,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 700} = 0,41 \text{ мин.}$$

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 2 + 2) \cdot 3}{0,2 \cdot 730} = 0,49 \text{ мин.}$$

Переход №3

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(5 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531} = 0,013 \text{ мин.}$$

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(26 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,15 \times 451} = 0,43 \text{ мин}$$

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(24,5 + 2 + 2 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 451} = 0,52 \text{ мин}$$

Переход №6:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(24,5 + 2 + 2 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 289} = 0,52 \text{ мин}$$

Переход №7:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(21 + 0 + 2 + 2) \cdot 3}{0,25 \times 710} = 0,42 \text{ мин}$$

Переход №8:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(21 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 834} = 0,24 \text{ мин}$$

Переход №9:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(4 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 793} = 0,08 \text{ мин}$$

Переход №10:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(32,5 + 2 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 4,15} = 0,067 \text{ мин}$$

Переход №11:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(10 + 2 + 2 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 388} = 0,3 \text{ мин}$$

Переход №12:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1,5 + 2) \cdot 10}{0,25 \times 415} = 0,303 \text{ мин}$$

Переход №13,14:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15,5 + 2 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 770} = 0,34 \text{ мин}$$

Переход №15,16:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8 + 2 + 2) \cdot 2}{0,25 \times 770} = 0,17 \text{ мин}$$

Переход №17:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(7 + 2 + 2 + 2) \cdot 1}{0,25 \times 770} = 0,22 \text{ мин}$$

Переход №19:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(7 + 2 + 2) \cdot 1}{0,08 \times 470} = 0,23 \text{ мин}$$

Переход №20:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(21 + 2 + 2) \cdot 3}{0,08 \times 47} = 1,98 \text{ мин}$$

### Токарно-фрезерная операция (фрезерование пазов)

$$t_o = \left( \frac{(l + l_{\text{сп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} + t_n \right) \cdot n + \left( \frac{(l + l_{\text{сп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} + t_n \right) \cdot n_1 = \left( \frac{(2 + 2 + 2 + 2) \cdot 1}{1128} + 0,04 \right) \cdot 3 + \left( \frac{(3 + 4 + 4 + 3) \cdot 1}{1128} + 0,02 \right) \cdot 6 = 0,13 + 0,17 = 0,3 \text{ мин}$$

$n$  – количество пазов;

$t_n$  – время, затраченное на поворот заготовки

$$t_n = \frac{2\pi R}{n \cdot S_{\text{мин}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 23}{3 \cdot 1128} = 0,04 \text{ мин}$$

$$t_n = \frac{2\pi R}{n \cdot S_{\text{мин}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 23}{6 \cdot 1128} = 0,02 \text{ мин}$$

### 1.11.2 Расчет штучно – калькуляционного времени

Штучно – калькуляционное время включает штучное время и время на наладку станка:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (15)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучное время;

$T_{\text{п-з}}$  – подготовительно – заключительное время, время наладки станка;

$n$  – число деталей в партии, обрабатываемых на настроенном оборудовании.

Штучное время – это время обработки одной детали на одной операции:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}, \quad (16)$$

где  $T_o$  – основное время (или машинное), время работы станка;

$T_v$  – вспомогательное время, время управления станком;

$T_{\text{обс}}$  – время обслуживания станка; оно включает время технического обслуживания оборудования и время организационного обслуживания;

$T_{\text{отд}}$  – время отдыха рабочего и время на естественные надобности.

Вспомогательное время состоит из времени на установку и снятие детали, времени, связанного с выполнением операции и времени, затрачиваемого на контрольные измерения и определяется по формуле:

$$T_v = T_{\text{уст}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{изм}}, \quad (17)$$

где  $T_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали; [5, с.236]

$T_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали; [5, с.236]

$T_{упр}$  – время на управление станком;

$T_{изм}$  – время на измерение детали.

Время, затрачиваемое на контрольные измерения  $T_{изм}$  не учитываются, поскольку контроль можно проводить во время обработки другой детали, это время будет перекрываться основным временем работы станка.

Оперативное время:  $T_{опер} = T_o + T_v$ .

Время на обслуживание и отдых:  $T_{о.т} = 15\% \cdot T_{опер}$ .

Подготовительно – заключительное время  $T_{п.з}$ .

$n$  – количество деталей в настроечной партии,  $n=5000$  шт.

Тогда,

$$T_{шт-к} = T_o + T_v + T_{о.т} + \frac{T_{п-з}}{5000}$$

### **Операция 005**

$T_o = 1,34$  мин.

$T_v = 0,18 + 0,21 + 0,16 = 0,55$  мин.

$T_{опер} = 1,34 + 0,55 = 1,89$  мин.

$T_{о.т} = 15\% \cdot 1,89 = 0,2835$  мин.

$T_{шт} = 1,34 + 0,55 + 0,2835 = 2,17$  мин.

$T_{п.з.} = 3$  мин.

$T_{шт-к} = 1,34 + 0,55 + 0,2835 + \frac{3}{4000} = 2,171$  мин.

### **Операция 010 Установ (Б)**

$T_o = 3,043$  мин.

$T_v = 0,82 + 0,04 + 0,16 = 1,02$  мин.

$T_{опер} = 3,043 + 1,02 = 4,063$  мин.

$T_{о.т} = 15\% \cdot 4,063 = 0,609$  мин.

$T_{шт} = 3,043 + 1,02 + 0,609 = 4,672$  мин.

$$T_{п.з.} = 12 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 3,043 + 1,02 + 0,609 + \frac{12}{4000} = 4,675 \text{ мин.}$$

### **Операция 010 Установ (В)**

$$T_o = 2 \text{ мин.}$$

$$T_b = 0,82 + 0,04 + 0,16 = 1,02 \text{ мин.}$$

$$T_{опер} = 2 + 1,02 = 3,02 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \cdot 3,02 = 0,453 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,453 + 1,02 + 2 = 3,473 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 12 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 0,453 + 1,02 + 2 + \frac{12}{4000} = 3,476 \text{ мин.}$$

### **Операция 010 Установ (Г)**

$$T_o = 2,23 \text{ мин.}$$

$$T_b = 0,82 + 0,04 + 0,16 = 1,02 \text{ мин.}$$

$$T_{опер} = 3,25 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \cdot 3,25 = 0,487 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,48 + 3,25 = 4,83 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 12 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 17,981 + 1,02 + 2,85015 + \frac{12}{5000} = 21,8535 \text{ мин.}$$

### **Операция 020 (Фрезерная)**

$$T_o = 0,66 \text{ мин.} \quad T_b = 0,18 + 0,1 + 0,29 = 0,57 \text{ мин.}$$

$$T_{опер} = 0,66 + 0,57 = 1,23 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \cdot 0,649 = 0,1845 \text{ мин.}$$

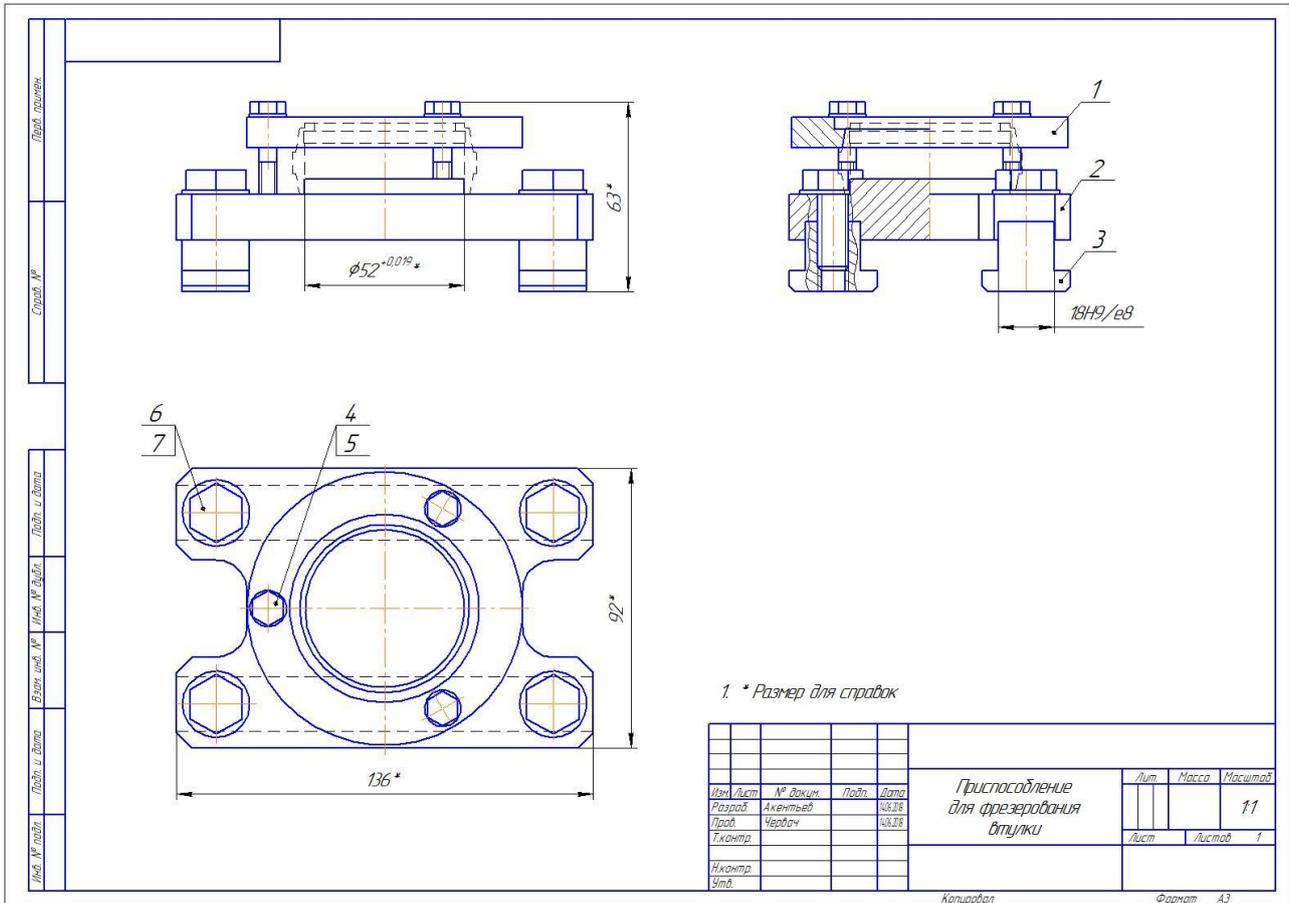
$$T_{шт} = 0,66 + 0,57 + 0,1845 = 1,456 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 0,66 + 0,57 + 0,1845 + \frac{10}{4000} = 1,4585 \text{ мин.}$$

## 2 Конструкторская часть

При выполнении фрезерования необходимо использовать приспособление, на котором фрезеруется данная деталь.





## 2.1 Описание приспособления

Основная часть приспособления устанавливается на станок с помощью ласточкиного хвоста, после чего на основание (2) устанавливается заготовка. Которое прижимается дистанционным кольцом (1) и затягивается болтом (3)

## 2.2 Расчет усилия зажима

1. Силы, действующие на концевую фрезу при фрезеровании паза представлены на рисунке а

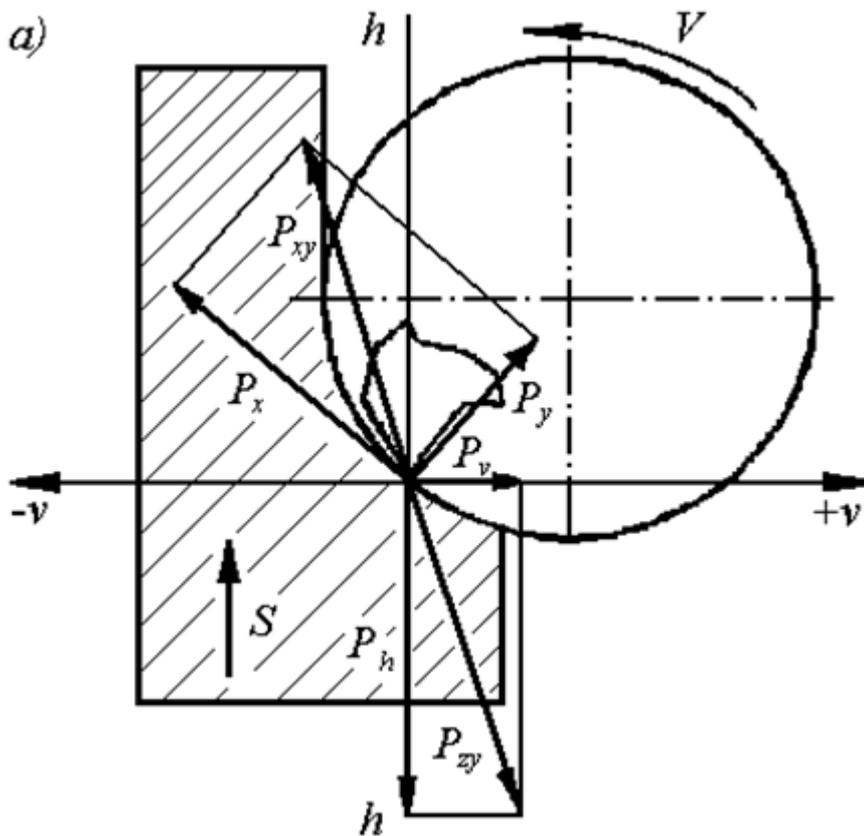


Рис. а

Усилие зажима осуществляется за счёт закрепления трех болтов.

Болт М6-6gx3058 ГОСТ 7805-70

1. Главная составляющая силы резания

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n,$$

[ табл. 9 стр. 264]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad n = 0,3$$

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,3} = 0,93$$

Значение коэффициента Ср и показателей степени

$$Cp = 82; x = 0,75; y = 0,6; u = 1; q = 0,86; w = 0;$$

[4 табл. 41 стр. 291]

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 4^{0,75} \cdot 0,06^{0,6} \cdot 2,5^1 \cdot 4}{8^{0,73} \cdot 4777^0} \cdot 0,93 = 874 \text{ Н} = 87,4 \text{ кгс}$$

### 2.3 Определяем силу закрепления заготовки

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

$k_0$  – гарантированный коэффициент запаса силы закрепления;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовках;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за затупления режущего инструмента;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

$k_5$  – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах;

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 = 6,318$$

$P_h = (0,2 \dots 0,4) \cdot P_z$  – горизонтальная составляющая силы резания;

$$P_h = 0,4 \cdot 874 = 349,6 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{k \cdot P_h}{2 \cdot (f_1 + f_2)}, \text{ Н}$$

$k$  – общий коэффициент запаса силы зажима;

$f_1, f_2$  – коэффициенты трения в зонах контакта заготовки с зажимными и установочными элементами приспособления соответственно;

$$Q = \frac{6,318 \cdot 349,6}{2 \cdot (0,16 + 0,16)} = 3451,2 \text{ Н}$$

### 2.4 Рассчитаем силу зажима W для винтового механизма зажима

Момент, развиваемый на рукоятке, для получения заданной силы закрепления Q определяется по формуле:

$$W \cdot l = Q \cdot r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi)$$

$r_{cp}$  – средний радиус резьбы;

$\varphi$  – угол трения в резьбе;

$l$  – длина рукоятки ключа;

$\alpha$  – угол подъема резьбы;

$$\alpha = \arctg \left( \frac{p}{\pi \cdot d} \right)$$

$p$  – шаг резьбы;

$d$  - номинальный диаметр резьбы болта;

$$\alpha = \arctg \left( \frac{1}{3,14 \cdot 6} \right) = 3^\circ$$

$$W = \frac{Q \cdot r_{\text{ср}} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi)}{l} = \frac{3451,2 \cdot 0,45 \cdot \text{tg}(3 + 10,5)}{100} = 3,73 \text{ Н для 3-х болтов}$$

$$\text{Для одного болта } W_1 = \frac{3,73}{3} = 1,243 \text{ Н}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л31	Акентьеву Евгению Владимировичу

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение	Отделение материаловедения
Уровень образования	<b>Бакалавр</b>	Направление/специальность	<b>15.03.01 «Машиностроение»</b>

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад научного руководителя – 17000 руб. Оклад инженера – 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент научного руководителя 30%; Доплаты и надбавки научного руководителя 40%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта; - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

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

1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i>	
2. <i>График Гантта</i>	
3. <i>Расчет бюджета затрат на НИ</i>	
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		26.02.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Акентьев Евгений Владимирович		26.02.2018

### **3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В данном разделе рассматривается конкурентоспособность создания фрезы концевой, а также показатели ресурсоэффективности и ресурсосбережения данного проекта. В ходе написания ВКР основные затраты пришлось на обработку металлорежущим инструментом фрезы концевой.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» будут рассмотрены:

- потенциальные потребители результатов исследования;
- Технология QuaD;
- SWOT - анализ – структура работ в рамках научного исследования;
- график проведения научного исследования;
- бюджет научно-технического исследования (НТИ).

#### **3.1 ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

##### **3.1.1 ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование, но так, как для втулки, является только один потребитель, то данная разработка не выйдет на целевой рынок. Компания, которая её изготавливает и использует – УК МК ТОО «КазЦинк»

### 3.1.2 ТЕХНОЛОГИЯ QUAD

Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, и позволяют принимать решение целесообразности вложения денежных средств в разрабатываемый проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей оценки коммерческого потенциала разработки и оценки качества разработки. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Ошибка! балл	Ошибка! значение (3/4)	Ошибка! значение (5×2)
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1.Повышение <b>Ошибка!</b> труда у пользователя	0,25	90	100	0,90	0,225
2.Удобство в эксплуатации	0,12	80	100	0,80	0,096
3.Энергоэкономичность	0,05	60	100	0,60	0,030
4. Надежность	0,15	75	100	0,75	0,113
5.Простота эксплуатации	0,08	75	100	0,75	0,06
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
6. <b>Ошибка!</b> продукта	0,15	95	100	0,95	0,143
7.Уровень <b>Ошибка!</b> на рынок	0,04	35	100	0,35	0,014

8. Цена	0,06	65	100	0,65	0,039
Ошибка! срок эксплуатации	0,10	90	100	0,90	0,09
Итого	1				0,81

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot V_i,$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{cp}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Таким образом, в результате расчетов получено  $P_{cp} = 89 \%$ , следовательно, разработка перспективна.

### 3.1.3 SWOT-АНАЛИЗ

Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, данный вид анализа позволяет определить сильные и слабые стороны проекта, выявить возможностей и угрозы для его реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней и внутренней среде, результаты SWOT-анализа представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны:</b>  С1. Высокая скорость производства;  С2. Высокая точность детали;  С3. Повышение производительности труда пользователя;  С4. Простота и удобство в эксплуатации.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>  Сл1. Возможное появление чрезвычайных ситуаций;  Сл2. Возможность раскола детали.  Сл3. Интенсивный нагрев в зоне соприкосновений при посадке</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Использование сотрудниками УК МК;  В2. Уменьшение времени обработки изделий;  В3. Рост числа изделий, в которых втулка является составляющим звеном;  В4. Обеспечение безопасной дальнейшей эксплуатации.</p>	<p>В1С3. Использование базы УК МК повысит производительность;  В2С2С3. Уменьшение времени обработки изделия повысит производительность труда пользователя и точность изготовления детали;  В4С1. Защитные двери со смотровым окном позволяют следить оператору за процессом фрезерования;  В3С1С2. Увеличение числа изделий за счет использования всех функциональных возможностей и технических характеристик фрезы.</p>	<p>В4Сл1. Обеспечение безопасности при эксплуатации снижает риск появления чрезвычайных ситуаций;  В3Сл2. Своевременная замена составной части.  В4Сл3. В зону соприкосновений деталей предварительно смазывается.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Повышение цен на материалы;  У2. Ужесточение требований пользователей.</p>	<p>У2С1С2С4.  Расширение функциональных возможностей;  У1С3.  Производительность труда будет компенсировать повышение цен.</p>	<p>У2Сл1. Усиление защит от возникновения ЧС.</p>

	У2.С4. Возможность перенастройки под соответствующие требования.	
--	--	--

Благодаря SWOT матрице мы можем обозначить основные стратегические направления по улучшению проекта в ближайшем будущем:

- улучшение проекта на предприятии в целях увеличения качества изделий;
- повышение уровня безопасности при работе с данным проектом и обязательное соблюдение необходимых требований по безопасности;
- обеспечение стабильной работы и защита от непреднамеренных поломок со стороны пользователя;
- расширение области использования проекта и обеспечение возможности модернизации;

### **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 «валик передний» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 15.

—

Таблица 3.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

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

анализ стоимости используемых компонентов и поиск аналогов на рынке в целях снижения себестоимости продукта.

$t_{maxi}$  – 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:

$$t_{ож1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

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

$$t_{\text{ож}2} = \frac{3*12 + 2*15}{5} = 13,2 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

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

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

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

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

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3*25 + 2*40}{5} = 31 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3*30 + 2*35}{5} = 32 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож8}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. - дн.}$$

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

$$t_{\text{ож9}} = \frac{3*1 + 2*3}{5} = 1,8 \text{ чел. - дн.}$$

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:

$$T_{p_1} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{13,2}{1} = 13,2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

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

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{31}{1} = 31 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{32}{1} = 32 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

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

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p_9} = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ раб. дн.}$$

### 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

$$T_{k1} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{к2} = 13,2 \cdot 1,48 = 20 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{к3} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{к4} = 2,4 \cdot 1,48 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{к5} = 31 \cdot 1,48 = 46 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{к6} = 32 \cdot 1,48 = 47 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 2,4 \cdot 1,48 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 0,9 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 16.

Таблица 3.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ож}$ , чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	12	15	13,2	Инженер (дипломник)	13,2	20
Выбор направления исследований	2	3	2,4	Руководитель, инженер (дипломник)	1,4	2
Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Инженер (дипломник)	2,4	4
Проведение теоретических расчетов и обоснований	25	40	31	Инженер (дипломник)	31	46
Построение макетов (моделей) и	30	35	32	Инженер (дипломник)	32	47

проведение экспериментов						
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	3	2,4	Инженер (дипломник)	2,4	4
Контроль результатов исследований	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Оценка эффективности полученных результатов	1	3	1,8	Руководитель, инженер (дипломник)	0,9	1

На основе таблицы 6 построен календарный план-график представленный в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнитель	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				январь			февраль			март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Ошибка! темы	4	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	18	■																	

3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)	1			■														
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)	2			■														
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)	49			■														
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)	50							■										
7	Сопоставление результатов экспериментов с <b>Ошибка!</b> исследованиями	Инженер (дипломник)	2																	■
8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы	4																	■
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)	2																	■

■ - руководитель темы

■ - инженер (дипломник)

### 3.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

При планировании бюджета научно-технического исследования (НТИ) необходимо обеспечить полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны с его выполнением. Для определения бюджета НТИ в рамках выполнения ВКР с учетом выбранного направления исследования и исполнителей работ были рассчитаны материальные затраты, основная заработная плата исполнителей темы, дополнительная заработная плата исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления), накладные расходы.

#### 3.3.1 РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках расчета материальных затрат НТИ должны быть учтены:

- приобретаемые сырье и материалы, необходимые для создания концевой фрезы;
- затраты на металлорежущий инструмент;
- сырье, материалы, различные комплектующие изделия, применяемые в качестве объектов исследования;

Материальные затраты на  $i$ -й материальный ресурс рассчитывается по формуле:

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

где –  $k_T$  коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;  
 $m$  – количество видов материальных ресурсов, используемых для выполнения научного исследования;

$C_i$  – цена на приобретение  $i$ -го вида приобретаемого материального ресурса;  
 $N_{расхi}$  – количество материального ресурса  $i$ -го вида, которое планируется для использования при выполнении научного исследования.

### 3.3.2 РАСЧЕТ ОСНОВНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ТЕМЫ

Заработная плата участников выполнения НТИ учитывает основную заработную плату и дополнительную и рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – величина основной заработной платы;

$Z_{доп}$  – величины дополнительной заработной платы (15 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата одного исполнителя от предприятия рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад, руб.;

$M$  – количество месяцев работы исполнителя без отпуска в течение года (при шестидневной рабочей неделе и отпуске в 48 рабочих дней значение составляет  $M=11$  месяцев);

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Действительный годовой фонд рабочего времени для С – 247, для НР – 170.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p ,$$

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принятый за 20 % от заработной платы по тарифной ставке;

$k_p$  – районный коэффициент (для г. Томска – 1,3).

В свою очередь тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{тс} = T_{ci} \cdot k_T ,$$

где  $T_{ci}$  – тарифная ставка работника первого разряда, равная 600 руб.;

$k_T$  – тарифный коэффициент, учитываемый по единой тарифной сетке для бюджетных организаций: для НР  $k_T$  (НР) принимается равным 2,047; для С  $k_T$ (С) – 1,407.

По результатам расчетов была заполнена таблица 3.6.

Таблица 3.6 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$k_T$	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
НР	2,047	1228,2	0,3	0,2	1,3	2395	149,33	7	1045,31

С	1,407	844,2	0,3	0,2	1,3	1646,2	70,36	89	6262,04
Итого									7307,36

### 3.3.3 РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ТЕМЫ

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации доплат за отклонения от нормальных условий труда, а также выплаты, связанные с обеспечением компенсаций и гарантий.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} + k_{\text{доп}},$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

В результате получили следующие значения:  $З_{\text{доп(НР)}} = 156,80$  руб;  $З_{\text{доп(С)}} = 939,31$  руб.

### 3.3.4 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Данная статья расходов отражает обязательные отчисления по нормам, установленным законодательством Российской Федерации, органам пенсионного фонда, государственного социального страхования, медицинского страхования, а также затраты на оплату труда работников.

Отчисления во внебюджетные фонды *внеб* рассчитывается по формуле:

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

где  $k_{внеб}$  – коэффициент уплаты во внебюджетные фонды, принятый равным 27,1 % для учреждений, осуществляющих научную деятельность. Величина отчислений во внебюджетные фонды представлена в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$ , руб.	$k_{внеб}$	$Z_{внеб}$
НР	1045,31	156,80	0,271	325,77
С	6262,04	939,31	0,271	1951,57
Итого	7307,36	1096,11	-	2277,34

### 3.3.5 РАСЧЕТ НАКЛАДНЫХ РАСХОДОВ

В накладные расходы должны быть включены те затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии, услуг связи, размножение материалов, печать и ксерокопирование материалов и т.д.

Накладные расходы  $Z_{накл}$  рассчитываются по формуле:

$$Z_{накл} = (Z_{доп} + Z_{осн} + Z_{внеб}) \cdot k_{нр},$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент накладных расходов, взятый в размере 16 %.

Получили следующие значения:  $Z_{накл(НР)} = 244,46$  руб;  $Z_{накл(С)} = 1464,47$  руб.

### 3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Полученная в результате величина затрат на научно-исследовательскую работу является базой для формирования бюджета затрат на проект. Определение бюджета затрат на НИИ представлено в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Номер пункта
	НР	С	
1. Материальные затраты НИИ	-	560	5.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.	-	5603	5.3.1
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы.	1045,31	6262,04	5.3.2
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы.	156,80	939,31	5.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды.	325,77	1951,57	5.3.4
6. Накладные расходы	244,46	1464,47	5.3.5
Бюджет затрат НИИ	1772,34	16780,39	

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л31	Акентьеву Евгению Владимировичу

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа новых производственных технологий</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавр</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>15.03.01 «Машиностроение»</b>

Тема дипломной работы: Разработки технологии изготовления «Втулки»

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Характеристика объекта исследования</b>	<i>Объектом исследования является механический цех по производству деталей типа «Втулка».</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</b>	<i>Параметры анализа: 1. микроклимат; 2. наличие вредных веществ; 3. производственный шум; 4. расчет освещения; 5. электрическая безопасность; 6. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования; 7. пожарная безопасность.</i>
<b>2. Экологическая безопасность</b>	<i>– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.</i>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<i>Защита в чрезвычайных ситуациях: – сильные морозы; – несанкционированное проникновение постороннего на территорию предприятия.</i>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	<i>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</i>
<b>5. Перечень графического материала</b>	<i>1. план размещения светильников; 2. план эвакуации.</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	26.02.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ТПУ	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		26.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л31	Акентьев Евгений Владимирович		26.02.2018

## **4. Социальная ответственность.**

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды. В данной работе рассмотрен цех по производству деталей типа «Втулка». Он состоит из основного помещения на первом этаже здания, где располагается металлорежущие оборудование и вспомогательные помещения (раздевалки, инструментальный склад, склад готовой продукции, склад ГСМ, туалет, кабинеты ИТР и ОТК). При проектировании рабочего помещения должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, наличие вредных веществ, электрической опасности и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест. При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды. Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Наиболее вероятной ЧС является мороз. Так же, одной из возможных ЧС может быть несанкционированное проникновение.

### **4.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

В цеху, где находятся различные электроустановки, станки, а также используется СОЖ и различные смазывающие масла, могут быть следующие вредные факторы, а именно - наличие: а) непригодного микроклимата; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) неправильной или недостаточной; д) электрическая опасность; е) движущиеся машины и механизмы

### **4.2 Микроклимат**

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

1) температура воздуха; 2) относительная влажность воздуха; 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и вследствие потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность

переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и проезды. (установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес). В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения. Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатывающих станков, относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 1.

Таблица 4.1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Влажность воздуха, $\varphi\%$	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже Ошибка! величин, $t^{\circ}_{\text{ОПТ}}$	Диапазон выше Ошибка! величин $t^{\circ}_{\text{ОПТ}}$		$t^{\circ}_{\text{ОПТ}}$	$t^{\circ}_{\text{ДОП}}$
Холодный	16	19-20	23-24	15-75	0,1	0,2
Теплый	16	15-28	24-28	20-80	0,1	<0,5

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении. При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и

металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами. Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

### 4.3 Вредные вещества

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.

Таблица 4.2 – Токсичность приоритетных компонентов СОЖ и продуктов их термоокислительной деструкции

Вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Акриловая кислота	5,0	3
Акролеин	0,2	2
Аммиак	20	4
Ацетон	200	4
Бутадиен	100	4
Бутилакрилат	10	3
Винилацетат	0,2	2
Гексахлорэтан	0,08	1
Дихлорэтан	10	2
метанол	5,0	3
Метатиол	0,8	2
Метилакрилат	5,0	3
Метилпропионат	10,0	3
Масляный альдегид	5,0	3
Метилпропионат	0,7	2

Минеральное масло	5,0	3
Метилнафталин	20,0	4
Меркаптан	0,1	1
Сероуглерод	10,0	2
Сера	6,0	4
Свинец	0,01	1
Сернистый газ	10,0	3
Нитрит натрия	50,	3
Тетрахлорэтан	5,0	3
Трихлорэтан	20,0	4
Тетрахлорметан	20,0	2
Углерод окид	20,0	4
Уксусная кислота	5,0	3
Фенол	0,3	2
Формальдегид	0,8	2
Этанол	1000	4
Этилметакрилат	0,048	1
Хлор	1,0	2
Хром3+	1,0	3
Хром6+	0,01	1
Хлористый водород	5,0	2
Бензол	5,0	2

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

#### 4.4 Производственный шум

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 85 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения.

Используют шумопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также шумопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). В качестве материала шумоизоляции используют вспененные синтетические материалы (газонаполненный пластик, пенополиэстр, пенополиуретан, пенополиэтилен, пенополипропилен) Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

- В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противозумные каски,

защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

#### **4.5 Расчет освещенности участка цеха.**

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма. С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости (блескости) источников света, а также больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда негативными последствиями, нежелательными как для качества трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

Естественное освещение в цеху.

- боковым (оконные проемы расположены в наружных стенах);
- верхним (световые проемы расположены в крыше);
- совмещенным (сочетание бокового и верхнего).

Искусственное освещение делится на общее, местное и комбинированное. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение. Применение одного местного освещения на производстве не допускается.

Использование одновременно естественного и искусственного освещения для больших объемов помещения также не допускается.

Нормирование искусственной освещенности производится согласно СНиП 23.05-95 с учетом разряда и подразряда зрительных работ (размеры объекта различения, цвет фона, величина контраста между объектом и

фоном), типа освещения (общее или комбинированное) и типа светильников (лампы накаливания или люминесцентные лампы).

Выбор системы освещения предполагает учет большого количества факторов. Выбор системы освещения включает и решение вопроса о размещении выбранных источников света над производственной площадью с учетом условий крепления или подвеса, дальности действия, допустимой высоты подвеса, мощности и т.п. Большую роль здесь играют конструктивные особенности здания или сооружения.

При выборе источника света предварительно решают вопрос о его виде.

Существуют следующие виды источников света (ИС) производственного назначения: лампы накаливания, люминесцентные лампы, разрядные лампы высокого давления, ксеноновые лампы, лампы для специального облучения.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента

светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и

стен. Длина помещения  $A = 18$  м, ширина  $B = 6$  м, высота = 3 м.

Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 0,8$  м.

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B,$$

где  $A$  – длина, м;

$B$  – ширина, м.

$$S = 18 \cdot 6 = 108 \text{ м}^2$$

Воспользуемся таблицей 4.8 из Практикума по Безопасности жизнедеятельности Ю.В. Бородина (Изд-во ТПУ, 2009) «Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении (по СНиП 23-05-95)».

Отсюда определим, что имеем характеристику работы малой точности (т.к. характер выполняемой работы от 1,5 до 5,0 мм), разряд зрительной работы V. Определим нормируемую минимальную освещенность при системе общего освещения  $E_H = 300$  Лк.

По таблице 4.9 из той же литературы найдем коэффициент запаса

- $K_3 = 2$  (т.к. у нас большое кол-во пыли в помещении, исходя из таблицы 2).
- Коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$ , т.к. у нас люминесцентные лампы.

Значения коэффициентов отражения потолка и стен у нас не заданы, выберем их из таблицы 4.10 (примем то, что у нас в помещении чистый бетонный потолок и стены бетонные с окнами), тогда

- $\rho_{п} \% = 50$ ,  $\rho_{ст} \% = 50$ .

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ПВЛ (таблица 4.11) – поскольку у нас большое количество пыли в помещении,  $\lambda = 1,5$  (таблица 4.7).

Приняв  $h_c = 0,5$  м, получаем  $h = 3 - 0,5 - 0,8 = 1,7$  м;

$L = \lambda \cdot H = 1,5 \cdot 1,7 = 2,55$  м;  $L/3 = 0,85$  м.

Размещаем светильники в три ряда. В одном ряду можно установить 9 светильников типа ПВЛ мощностью 80 Вт (с длиной 1531 мм), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 31 см.

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 54$ .

Находим индекс помещения

$$i = S / (h \cdot (A + B)) = 18 \cdot 6 / (3 \cdot (18 + 6)) = 1,5.$$

По табл. 4.11 определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 33\% = 0,33.$$

Световой поток

$$\Phi = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (N \cdot \eta).$$

$$\Phi = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (N \cdot \eta) = 300 \cdot 18 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 1,1 / (54 \cdot 0,33) = 4000 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в ряду

По табл. 4.1 выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД-80 Вт с потоком 4250 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% < ((\Phi_{\text{л стандарт}} - \Phi_{\text{л расч}}) / \Phi_{\text{л стандарт}}) \cdot 100\% < + 20\%.$$

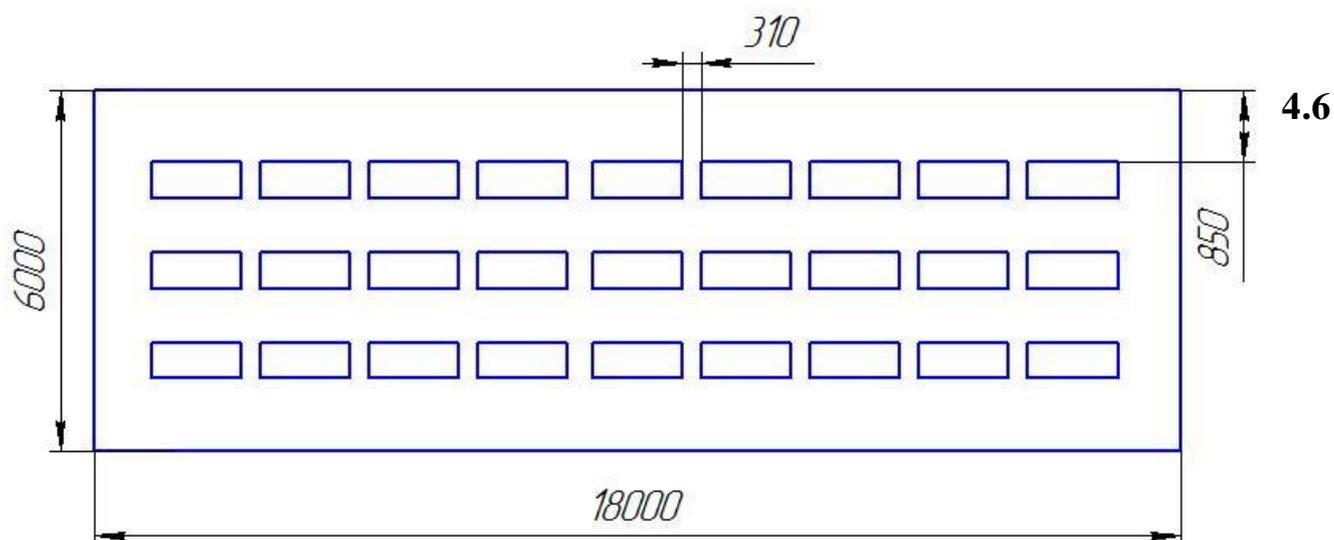
$$-10\% < ((4250 - 4000) / 4250) \cdot 100\% < + 20\%.$$

$$-10\% < 5,88\% < + 20\%.$$

По условиям проходит.

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 54 \cdot 80 = 4320 \text{ Вт.},$$



## 4.6 Электрическая безопасность

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока. Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные). В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на:

а) основные защитные средства; б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 вольт:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000в:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом. Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

*1. Защитное заземление* — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств

Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

*2. Зануление.* Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением. Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

*3. Защитное отключение.* Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.

Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель. Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжения корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения  $U_{к. доп}$ , вследствие чего прикосновение к корпусу становится опасным. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или зануленном корпусе повышенного напряжения. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

*4. Защитные ограждения.* К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования. Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения. Голые провода и

шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях). Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

*5. Разделительные трансформаторы.* Их используют для изоляция подключаемого оборудования от контура заземления.

#### **4.7 Движущиеся машины и механизмы**

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть как:

- 1) Предусмотренные технологическим процессом (например, работа с подъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).
- 2) Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта (например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).
- 3) Возникающие при каком-либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.
- 4) Человеческий фактор.

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и др.);

- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76..

#### **4.8 Экологическая безопасность**

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасывается из помещений.

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Отходы производства и способы их ликвидации и переработки:

*1) Металлическая стружка.* Образование производственных отходов в виде металлической или цветной стружки подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности,

стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла. Общий цикл утилизации стружки следующий: стружка по конвейерной ленте из станка попадает в цеховой бак приемки стружки, затем погрузчиком, на территории предприятия, складировается в специальных контейнерах, они различаются по виду стружки – для каждого вида стружки (вида стали или цветного металла) отдельный контейнер, как только контейнеры заполняются стружкой их вывозят на металлоперерабатывающие предприятия и продают как вторсырье. Там стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, СОЖ),

путем прогонки через магнитные ковши и печи малой температуры, брикетировается и далее может быть доставлена на сталелитейные предприятия, где она может быть переплавлена как сама по себе, так и добавлена в другие расплавы в печах, из которых в дальнейшем получают сталь для заготовок, которые вновь используются на производстве.

2). *СОЖ*. Химическая и физическая устойчивость *СОЖ* позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в механической очистке от твердых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Выбирая метод утилизации, ориентируются на экономичность процесса, основу которой составляет эффект масштабности производства. Расходы по содержанию вспомогательного оборудования и персонала при небольших объемах нейтрализации эмульсий не окупаются. Специализированные компании, оснащенные современной техникой, могут выбрать наиболее технологичный способ переработки. Таким образом для нашего предприятия будет рентабельней утилизировать *СОЖ* на специальных заводах и фабриках. Отработанная *СОЖ* из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости и доставляется погрузчиком на складе ГСМ на хранение, до заполнения всей свободной тары. Далее ее следует отвезти в компанию, специализирующуюся по переработке отработанных спец жидкостей.

Методы переработки *СОЖ*:

1) Физико-химический метод: разложение

Под разложением понимается переработка эмульсий путём разделения их на фазы «вода» и «масло». Переработка разложением осуществляется в несколько стадий:

- отделение неэмульгированных (поверхностных) масел
- отделение твердых частиц
- разложение эмульсии
- отделение полученных фаз

Химическое разложение производится путём добавления различных химикатов. Для достижения оптимального результата необходимо тщательно соблюдать дозировку.

«Кислотное разложение» требует применения более коррозионностойких и, соответственно, более дорогих, материалов для изготовления оборудования. Полученную воду перед сливом в канализацию необходимо нейтрализовать, для этого требуется добавление щёлочи. Вследствие этого в очищенной воде содержится значительное количество солей, что не позволяет повторно использовать очищенную воду. В новых методах разложения используются так называемые «де-эмульгаторы». Их необходимо подбирать в зависимости от перерабатываемой жидкости и тщательно дозировать. Это ограничивает применение данного метода при изменении состава жидкости.

Преимуществом физико-химического метода является возможность применения данного метода для больших объёмов стоков (>3 м<sup>3</sup>/ч). Таким образом, данный метод является наиболее экономически выгодным при больших объёмах стоков и при невысоких требованиях к качеству сливаемой вод.

## 2) Механический метод: мембранная очистка

Другим методом переработки эмульсий является ультрафильтрация. Под повышенным давлением (5-10 Бар) эмульсия проходит через пористую керамическую мембрану. Вода беспрепятственно проходит через поры, а масла, жиры и воски задерживаются на мембранах. Однако данный метод не может обеспечить полное отделение органических веществ. Остаточная влажность остатка составляет в среднем 60-70%. Значительным недостатком мембранной системы является ограничение применения подобной системы при изменениях состава жидкости, т.е. изменение состава жидкости может вызвать повреждение мембран. Кроме того, в процессе работы мембраны засоряются твёрдыми частицами и маслами. Из-за этого снижается производительность системы и повышаются энергозатраты, а также ухудшается качество очищенной воды. Поэтому требуется постоянная очистка системы от отложений с помощью химикатов.

## 3) Термический метод: выпаривание/дистилляция

Самым древним методом разделения веществ является дистилляция. Для выпаривания воды предлагаются различные технические решения. В каждом случае для оптимального энергобаланса требуется использовать энергию конденсации для процессов нагрева и испарения исходной жидкости. Поэтому

выпариватели с внешним нагревом, как правило, дороже, чем выпариватели с тепловым насосом или выпариватели, основанные на принципе прямой конденсации водяного пара.

Абразив, пыль, масляный туман. Все эти категории отходов объединяются одним общим свойством – переносом по воздуху. Для металлообрабатывающего цеха характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери. Как правило вентиляция для удаления воздуха осевыми вентиляторами, установленными на крыше или стене цеха, и имеет выходной рукав непосредственно на улицу, в окружающую среду. Конструкция представляет собой сеть гибких воздуховодов на кронштейнах, с фрикционными воронками-уловителями и воздушной заслонкой над рабочей зоной станков, что позволяет регулировать их положение и расход воздуха. Так же существует метод при котором к рабочей зоне станка непосредственно подается передвижной фильтровальный агрегат. Благодаря такой схеме удастся исключить капитальные и эксплуатационные затраты для стационарных вытяжных систем, более гибкая настройка удаления загрязнения из зоны станка. Оба этих метода удаления загрязненного воздуха из рабочей зоны станка объединяет наличие фильтрующего элемента в цепи воздуха отвода. Фильтр – съёмный расходный элемент, предназначенный для очищения проходящего воздушного потока, путем удержания в себе загрязняющих элементов. Фильтры подразделяются в зависимости от задачи удержания тех или иных вредных веществ в воздухе:

- Универсальные электростатические фильтры. Предназначены для удаления сварочного, масляного и других высокодисперсных аэрозолей взрыво- и пожароопасных концентраций, образующихся при различных видах обработки в машиностроении.

- Фильтр складчатый кассетный. Предназначены для очистки воздуха и газов от мелкодисперсных аэрозольных сухих пылей (в том числе свинцовых) со средним размером от 0,3 мкм и более. Рекомендуется применять при электро- и газосварке, пайке, лужении, лазерной и плазменной обработке, переплаве металлов и др. При высокой концентрации в помещении СО, NOx, HF и других вредных веществ - дополнительно могут быть укомплектованы кассетой хим. очистки.

- Фильтро-вентиляционные агрегаты для улавливания масляного тумана. Предназначены для отсоса и очищения воздуха от масляного тумана, глицерина, пластификаторов и других технологических жидкостей в

процессах металлообработки резанием, при холодной штамповке и прокатке, литье под давлением, промасливании, консервации.

- Агрегаты для улавливания пыли. Предназначены для удаления твердых сухих пылей (абразивных, металлических, неметаллических - графит, стекло и т.п.) при среднем размере от 3 мкм и более или от 0,3 мкм и более при наличии БУО.

#### **4.9 . Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Морозы при сильном ветре, длительное воздействие низких температур вызывают обморожение, и часто сильное. На предприятии это обусловлено возможной поломкой оборудования, выхода из строя технических систем которые обслуживают предприятие и сооружения. Ущерб от сильных морозов связан с переохлаждением, замораживанием технических объектов, разрушением систем отопления, при возникновении отключения теплоснабжения в цеху предприятия имеется газовые обогреватели с катализатором, которые могут обогреть производственные помещения в сильные морозы. При порывах в системе водоснабжения на предприятии предусмотрена емкость 500 литров чистой воды, которой снабжаются все необходимые помещения, по аварийной системе водоснабжения.

При повреждениях в электросетях, на предприятии имеется дизель генератор, который установлен в отдельном помещении с вентиляцией, он на время может обеспечить электроэнергией важные объекты. При поломке городского транспорта в сильные морозы, для своевременной доставки работников предприятия на рабочие места, на производстве предусмотрен автобус который в сильные морозы находится в теплом гараже и может без промедления выехать за работниками нуждающимися в транспортировке. От несанкционированного проникновения на территорию предприятия, необходимо территория оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной службой охраны, постами охраны с пропускной системой, системой связи. Не распространение сведений о системе охраны объектов, расположения оборудования, складов, сигнализаций. Должностные лица должны производить инструктаж и мероприятия по отработке действий при экстренных и чрезвычайных ситуациях

Разработано:

**EVAC-PLAN.RU**  
тел.: 981-9-112, 981-7-112

## ПЛАН ЭВАКУАЦИИ

при возникновении пожара или других чрезвычайных ситуаций  
из помещений по адресу:  
Ленинградская область, г. Шлиссельбург, ул. Чекалова, д. 23

"УТВЕРЖДАЮ"

\_\_\_\_\_/ Рогозин А. А.  
"02" октября 2015 г.

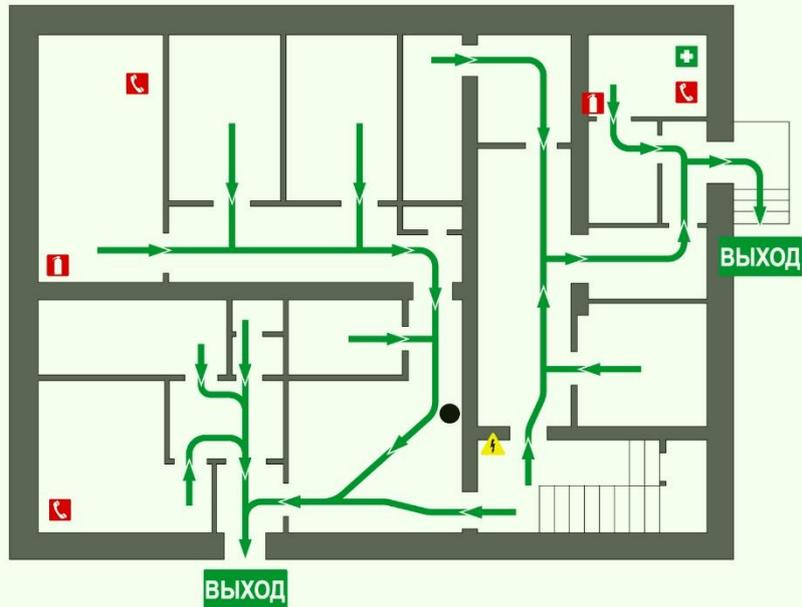
### [1 ЭТАЖ]

**ПРИ ПОЖАРЕ  
ЗВОНИТЬ:**

с местного тел:  
**78-233**

с городского тел:  
**01**

с мобильного тел:  
**112**



#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- вы находитесь здесь
- путь к эвакуационному выходу
- путь к аварийному выходу
- ВЫХОД** эвакуационный выход
- ☎ ТЕЛЕФОН
- 🔔 КНОПКА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ
- 🔥 ОГнетушитель
- ⚡ ЭЛЕКТРОШОК
- 🏠 АПТЕЧКА ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

#### ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОЖАРЕ И АВАРИИ: **СОХРАНЯТЬ СПОКОЙСТВИЕ!**

- 1. ☎ СООБЩИТЬ ПО ТЕЛЕФОНУ 01 ИЛИ 112 С МОБ.**  
- АДРЕС ОБЪЕКТА - ЕСТЬ ЛИ ПОСТРАДАВШИЕ  
- ЧТО СЛУЧИЛОСЬ - СВОЮ ФАМИЛИЮ
- 2. ПРИНЯТЬ МЕРЫ ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ И ОПОВЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ:**  
- ИСПОЛЬЗОВАТЬ РУЧНОЙ ИЗВЕЩАТЕЛЬ для включения пожарной автоматики. ПРИДЕРЖИВАТЬСЯ ПЛАНА ЭВАКУАЦИИ.  
- СЛЕДОВАТЬ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЗНАКОВ.
- 3. ЕСЛИ ПРОИЗОШЛА АВАРИЯ:**  
- ПРЕДОТВРАТИТЬ РАЗВИТИЕ АВАРИИ  
- ОБОЗНАЧИТЬ МЕСТА АВАРИИ  
- ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ, ОБЕСТОЧИТЬ ПОМЕЩЕНИЕ.
- 4. 🚒 ЕСЛИ НЕТ УГРОЗЫ ДЛЯ ЖИЗНИ ПРИНЯТЬ МЕРЫ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА.**  
ЕСЛИ ПОЖАР НЕ УДАЛОСЬ ЛИКВИДИРОВАТЬ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ - НЕМЕДЛЕННО ПОКИНУТЬ ГОРЯЩЕЕ ПОМЕЩЕНИЕ!
- 5. 🏠 ОКАЗАТЬ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ.**  
ПОМОЧЬ ПОСТРАДАВШИМ В ЭВАКУАЦИИ ИЗ ОПАСНОЙ ЗОНЫ (ЗДАНИЯ)
- 6. 🚪 ПОКИДАЯ МЕСТО ПОЖАРА ПЛОТНО ЗАКРЫВАТЬ ДВЕРИ. НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЛИФТ - СПУСКАТЬСЯ ПО ЛЕСТНИЦАМ.**

Изготовлено Evac-Plan.ru

РАЗРАБОТАНО В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 12.2.143-2009

#### **4.10 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:**

На предприятиях, связанных с обработкой металла, бывают несчастные случаи, связанные, зачастую с несоблюдением техники безопасности (захват волос и элементов одежды вращающимися частями станка, курение в неположенных местах, работе на станке без СИЗ), невнимательным отношением к работе (ненадёжное закрепление заготовки в приспособлении, неправильное хранение и складирование заготовок), неисправностью оборудования. При происшествии несчастного случая необходимо выяснить что явилось его причиной. Для этого и существуют такие документы, как правовые нормы и акты.

ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

3.ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

## Заключение

В результате выполнения ВКР разработан технологический процесс изготовления оправки и спроектировано приспособления для фрезерования пазов. Для изготовления оправки использовались современные станки с ЧПУ, которые позволили повысить производительность и качество изготовления оправки. Контроль качества изготовления производился надежными и зарекомендовавшими себя в производстве измерительными приборами и средствами контроля.

Разработанный технологический процесс планируется внедрить на томском электромеханическом заводе.

Операционные эскизы, чертежи, иллюстрации в работе были выполнены с помощью программы Компас-3D V16

Таким образом, все поставленные задачи были выполнены.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2009. 91 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Охрана труда/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.topone.ru/articles/>
9. Работа за компьютером/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.jurgid.ru/stati/trudovoe-pravo/>
10. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. М.: Минздрав России, 2003.
11. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 «Физические факторы производственной среды»М.: Минздрав России, 2003
13. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 1988.
14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.