

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

Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Отделение материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологии изготовления полумуфты

УДК 621.825.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Тай Хуэймин		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Технологическая часть» и «Конструкторская часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мухолзоев А.В.			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и  
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л.А.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

**Томск – 2019**

Планируемые результаты обучения по программе

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

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



Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП:

\_\_\_\_\_ Ефременков Е. А.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л151	Тай Хуэймин

Тема работы:

Разработка технологии изготовления полумуфты
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали, годовая программа выпуска
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени,

	штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Мухолзоев А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л. А.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.Т.Н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Тай Хуэймин		

## Оглавление

<b>Введение</b>	<b>7</b>
<b>1 Технологическая часть</b>	<b>8</b>
1.1 Исходные данные	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	9
1.3 Определение типа производства	9
1.4 Выбор исходной заготовки	11
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления полмуфта	12
1.6 Построение размерной схемы и граф технологических цепей	18
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	19
1.7.1 Допуски на конструкторские размеры	19
1.7.2 Допуски на технологические размеры	19
1.7.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры	19
1.7.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры	20
1.7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	21
1.7.4 Расчет припусков на диаметральные размеры	25
1.7.5 Расчет припусков на осевые размеры	26
1.7.6 Расчёт технологических размеров	27
1.8 Расчет режимов резания	35
1.8.1 Операция 1:токарная с ЧПУ	35
1.8.2 Операция 2:долбежная	55
1.8.3 Чистая токарная	56
1.9 Выбор средств технологического оснащения	64
1.10 Расчет основного времени	65
<b>2 Конструкторская часть</b>	<b>71</b>
2.1 Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	71
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы	72
2.3 Описание работы приспособления	73
2.4 Определение необходимой силы зажима	73
<b>3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>76</b>
3.1 Анализ конкурентных технических решений	76

3.2 SWOT-анализ проекта	78
3.3 Планирование проекта	79
3.4 Бюджет затрат на реализацию проекта	84
3.4.1 Расчет материальных затрат проекта	84
3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта	85
3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	87
3.4.4 Накладные расходы	87
3.5 Формирование затрат на реализацию проекта	88
3.6 Ресурсоэффективность	88
<b>4 Социальная ответственность</b>	<b>92</b>
Введение	92
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
4.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих	102
4.3 Экологическая безопасность	104
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	109
<b>Список литературы</b>	<b>113</b>

## Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

Это определяет актуальность темы ВКР, направленной на разработку технологии изготовления полумуфты. Полумуфта – устройство (деталь машины), предназначенное для соединения двигателя с валом через фланец, которое передаёт крутящий момент.

Развитие современных технологий машиностроения осуществляется по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов в производстве;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

В ВКР решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления полумуфты. Технологический процесс разрабатывается для условий мелкосерийного производства.



## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – полумуфта под электродвигатель изготовлена из стали 45. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, используемую на станках с ЧПУ, обеспечивает свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям и отверстиям, но для отверстий со шпоночными пазами нужно использовать долбежный станок.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы.

Технологическая база. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением двух диаметральных размеров:  $\phi 195^{+0,10}_{+0,04}$  и  $\phi 100N6^{-0,016}_{-0,038}$ .

Шероховатость поверхностей полумуфты имеет параметр Ra 3,2 и Ra 1,25.

Требования к термообработке.

## 1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1, с. 20]:

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}};$$

где  $t_d$  – такт выпуска детали;

$t_{шс}$  – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется, как это уже отмечалось, по формуле [1, с. 2]:

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N};$$

где  $\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования ч;

$N$  – годовой объем выпуска деталей.

При двусменном режиме работы  $\Phi_d=4029$  ч;

$$t_d = \frac{60\phi_D}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{2000} = 120,87 \text{ ч.}$$

Для определения среднего штучного времени можно воспользоваться данными из существующего на производстве технологического процесса изготовления аналогичной детали или выполнить укрупненное нормирование разрабатываемого технологического процесса. Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ши}}{n};$$

где  $t_{ши}$  – штучное время  $i$  – й операции изготовления детали;

$n$  – число основных операций в технологическом процессе.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = \phi_k \cdot T_0;$$

где  $T_0$  – основное технологическое время,  $10^{-3}$  мин;

$\phi_k$  – коэффициент  $i$  – ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

Для первой операции (токарная с ЧПУ):  $\phi_k=2,14$ ;

Для третьей операции (долбежная):  $\phi_k=1,73$ ;

Для четвёртой операции (токарная):  $\phi_k=2,14$ .

Основное технологическое время первой операции (токарная с ЧПУ):

$$\begin{aligned} T_{01} &= [0,037(D^2-d^2)+0,17dlx7+0,52dl+0,43dl+0,18dl+0,19D^2+ \\ &\quad 0,037(D^2-d^2)+0,17dl+0,037(D^2-d^2)]10^{-3} \\ &= [0,037x202^2+0,17x157x95x7+0,52x50x123+0,43x80x123 \\ &\quad +0,18x99x123+0,19x150^2+0,037x202^2+0,17x202x28 \\ &\quad +0,037x(202^2-100^2)]x10^{-3}=131,7 \text{ мин;} \end{aligned}$$

$$T_{шк1}=\phi_{к1} \cdot T_{01}=2,14 \cdot 131,7=282 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время третьей операции (долбежная):

$$T_{03}=0,065Vl x 10^{-3}=0,065x28x157x10^{-3}=0,256 \text{ мин;}$$

$$T_{шк3}=\phi_{к3} \cdot T_{03}=1,73 \cdot 0,256=0,44 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время четвёртой операции (токарная):

$$T_{o4}=[0,037(D^2-d^2)+0,17dl+0,037(D^2-d^2)+0,17dl+0,2dlx]10^{-3}$$

$$=[0,037x157^2+0,17x157x950,037x200^2+0,17x200x28$$

$$+0,2x100x123]10^{-3}=8,3 \text{ мин};$$

$$T_{шк4}=\phi_{к4} \cdot T_{o4}=2,14 \cdot 8,3=17,8 \text{ мин.}$$

Поэтому:

$$t_{шт}=(282+0,44+17,8)/6=50 \text{ мин};$$

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шт}} = \frac{120,87}{50} = 2,41;$$

$1 \leq K_{30} \leq 10$ , поэтому, тип производства крупносерийный.

#### 1.4 Выбор исходной заготовки

С учетом эксплуатационных характеристик детали «полумуфта», форм, размеров и массы, выбираем в качестве исходной заготовки круглый горячекатаный прокат ( $210_{-3}^{+1,2}$  по ГОСТ 2590-88 ), рисунок 2.

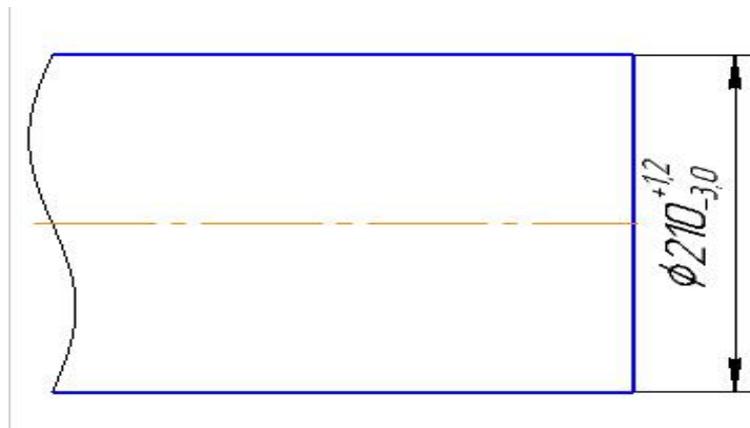


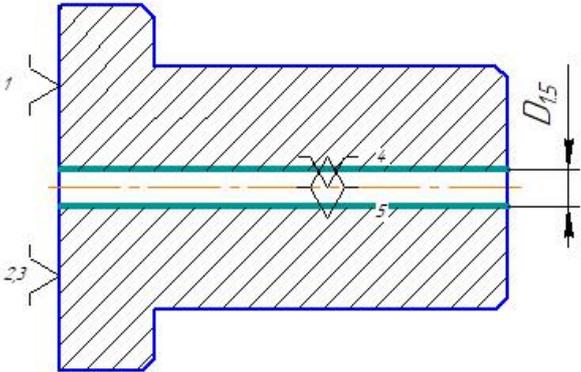
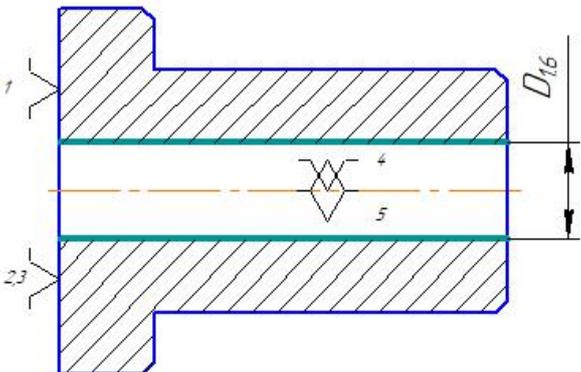
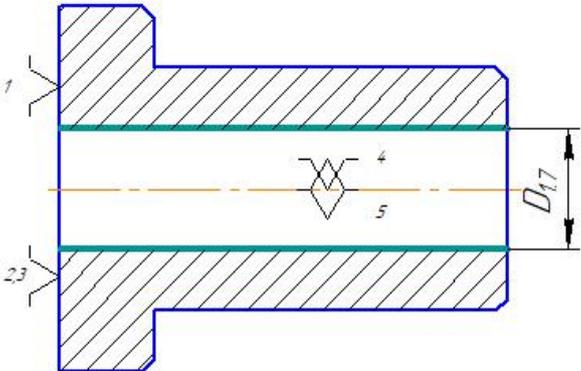
Рисунок 2 – Эскиз заготовки

## 1.5 Разработка маршрута технологии изготовления полумуфты

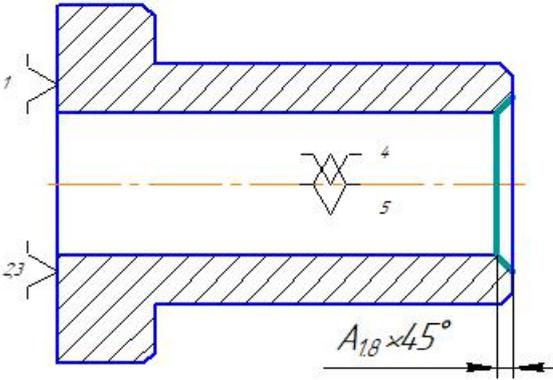
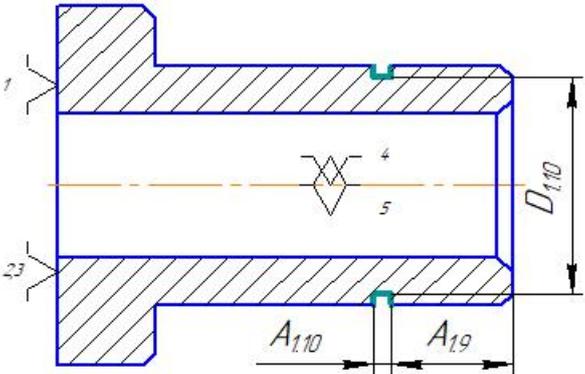
Таблица 1 – Маршрут технологии изготовления детали

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
0		<u>заготовительная</u> установить и снять деталь	
	1	отрезать деталь выдерживая размер $A_{0,1}$	
1		<u>токарная с ЧПУ</u>	
	A	установ A установить и снять деталь	
	1	подрезать торец выдерживая размер $A_{11}$	
	2	обточить поверхность выдерживая размер $A_{12}, D_{12}$	
	3	точить фаску выдерживая размер $A_{13} \times 45^\circ$ и $A_{14} \times 45^\circ$	

Продолжение таблицы 1

4	<p><i>сверлить сквозное отверстие выдержвая размер <math>D_{15}</math></i></p>	
5	<p><i>расверлить сквозное отверстие выдержвая размер <math>D_{16}</math></i></p>	
6	<p><i>расточить сквозное отверстие выдержвая размер до <math>D_{17}</math></i></p>	

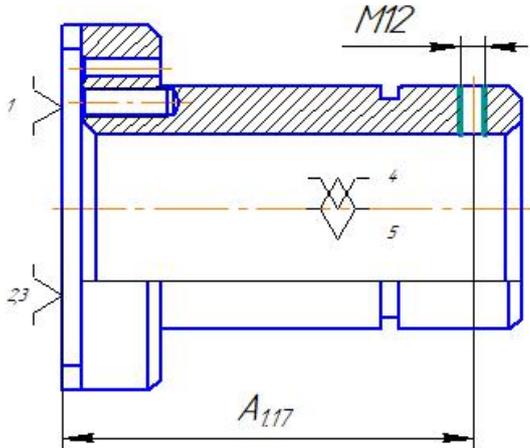
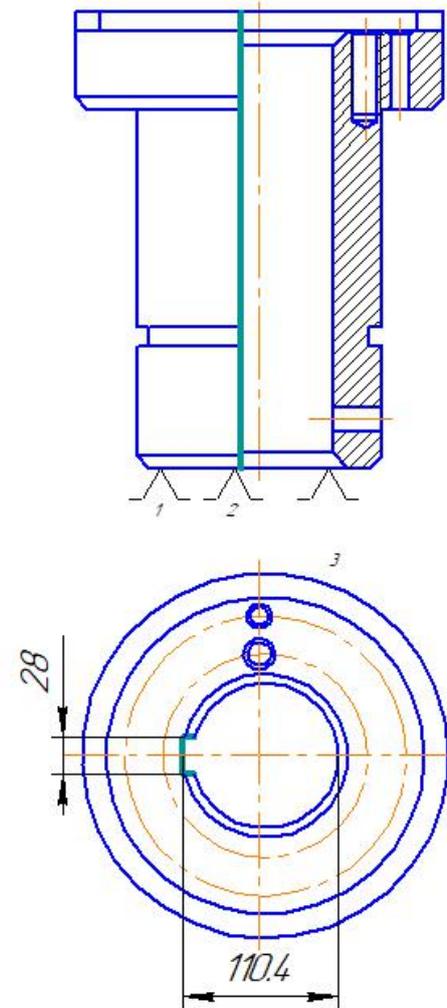
Продолжение таблицы 1

	7	<p><i>точить фаску выдерживая размер <math>A_{18} \times 45^\circ</math></i></p>	
	8	<p><i>точить канавку выдерживая размер <math>A_{110}</math> и <math>D_{110}</math></i></p>	

Продолжение таблицы 1

<p>Б</p> <p>установ Б</p> <p>установить и снять деталь</p>	<p>9</p> <p>подлезать торец выдерживая размер <math>A_{112}</math></p> <p>10</p> <p>обточить поверхность выдерживая размер <math>A_{113}, D_{113}</math></p> <p>11</p> <p>точить отверстие выдерживая размер <math>A_{114}, D_{114}</math></p> <p>12</p> <p>точить фаску выдерживая размер <math>A_{115} \times 45^\circ</math></p>	
<p>13</p> <p>сверлить отверстие выдерживая размер <math>\phi 10,5/1 \times 45^\circ</math></p> <p>14</p> <p>сверлить отверстие выдерживая размер <math>\phi 10,25</math></p> <p>15</p> <p>нарезать резьбы выдерживая размер <math>M12-7H, A_{116}</math></p>	<p>13</p> <p>сверлить отверстие выдерживая размер <math>\phi 10,5/1 \times 45^\circ</math></p> <p>14</p> <p>сверлить отверстие выдерживая размер <math>\phi 10,25</math></p> <p>15</p> <p>нарезать резьбы выдерживая размер <math>M12-7H, A_{116}</math></p>	<p><math>M12-7H/2 \times 45^\circ</math> <math>\phi 10,5/1 \times 45^\circ</math></p> <p>2 отв. 12 отв.</p> <p><math>\phi 178</math></p> <p><math>\phi 137</math></p>

Продолжение таблицы 1

	<p><i>B</i></p> <p><i>установ B</i></p> <p><i>установить и снять деталь</i></p>	<p><i>16</i></p> <p><i>нарезать резьбу</i></p> <p><i>выдерживая размер M12</i></p>	
<p><i>2</i></p>	<p><i>долбежная</i></p> <p><i>установить и снять деталь</i></p>	<p><i>1</i></p> <p><i>долбить паз</i></p> <p><i>выдерживая размер</i></p> <p><i>28 и 110,4</i></p>	

Продолжение таблицы 1

3	Химическо термическая	закалить, отпустить до HRC 38...42
4	<p><u>чистая токарная</u> установ А установить и снять деталь</p> <p>1 подрезать торец выдерживая размер <math>A_{4,1}</math></p> <p>2 точить поверхность выдерживая размер <math>A_{4,2}, D_{4,2}</math></p>	
	<p>Б установ Б установить и снять деталь</p> <p>3 подрезать торец выдерживая размер <math>A_{4,3}</math></p> <p>4 расточить отверстие выдерживая размер <math>A_{4,4}, D_{4,4}</math></p> <p>5 точить поверхность выдерживая размер <math>A_{4,5}, D_{4,5}</math></p>	
	6 расточить сквозное отверстие выдерживая размер до $D_{4,6}$	

## 1.6 Построение размерной схемы и граф технологических цепей

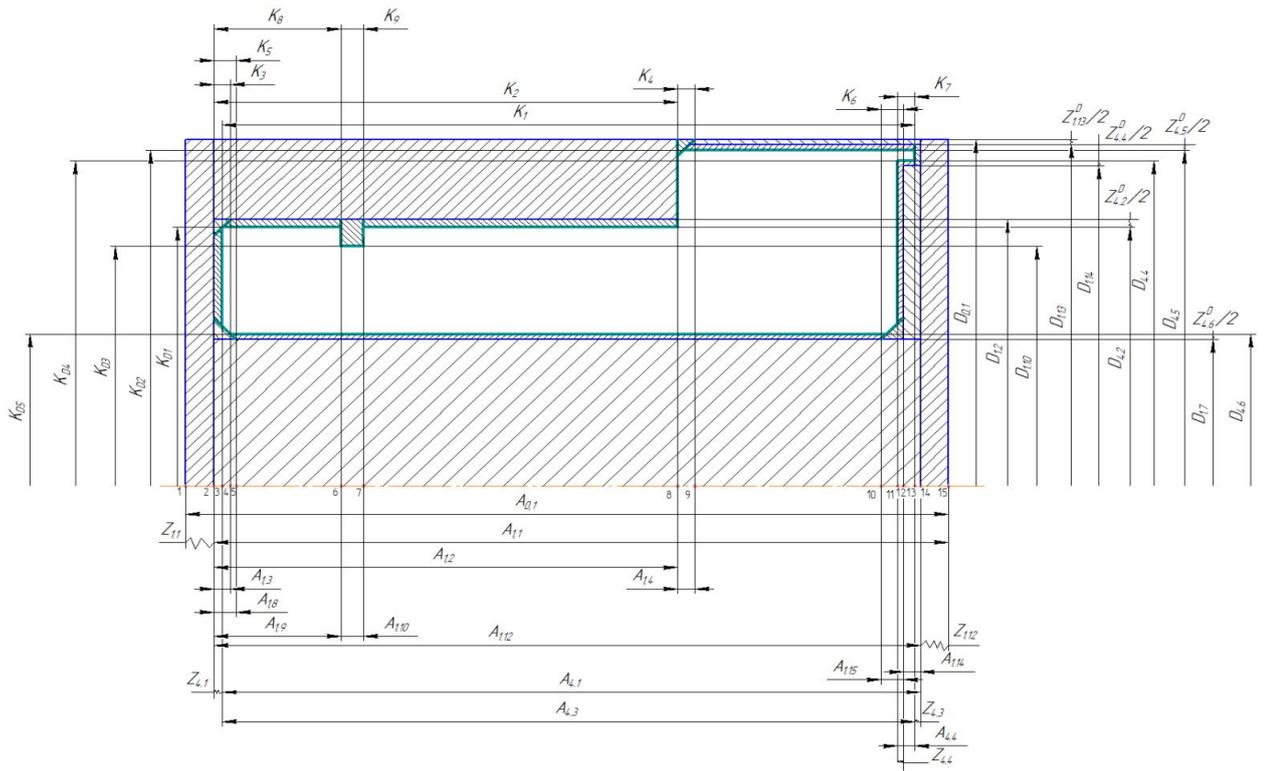


Рисунок 3 – Размерная схема технологического процесса.

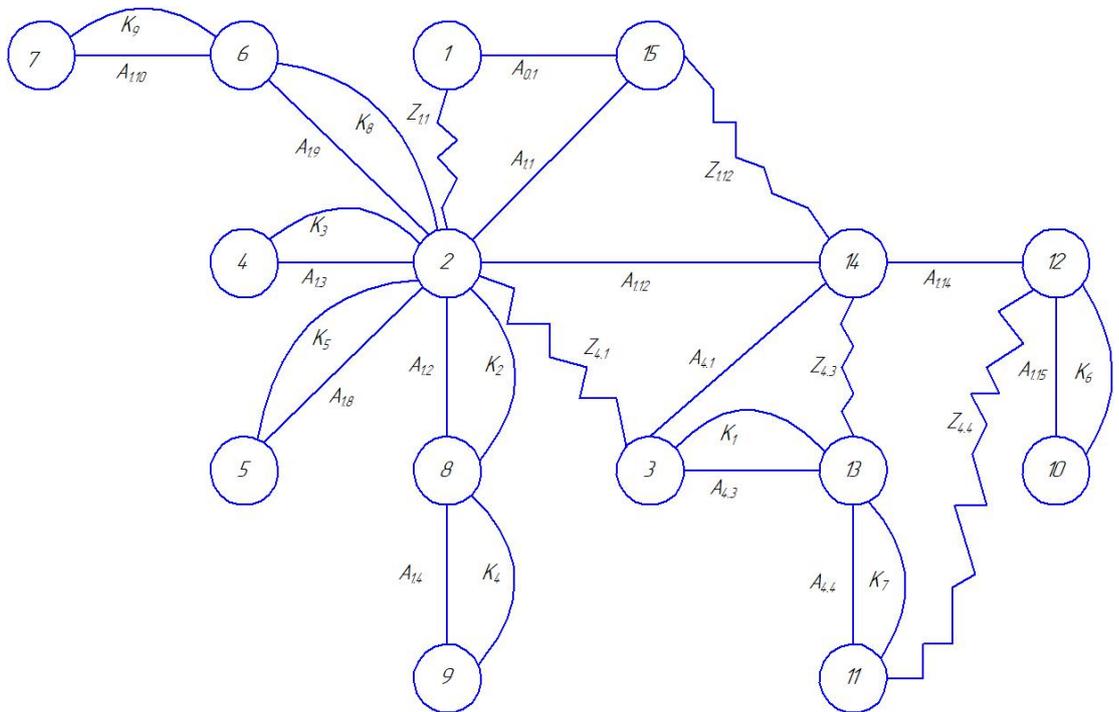


Рисунок 4 – Граф технологических размерных цепей.

## 1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 1.7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = 1\text{мм};$$

$$TK_2 = 0,87\text{мм};$$

$$TK_3 = 0,25\text{мм};$$

$$TK_4 = 0,25\text{мм};$$

$$TK_5 = 0,3\text{мм};$$

$$TK_6 = 0,3\text{мм};$$

$$TK_7 = 0,3\text{мм};$$

$$TK_8 = 0,62\text{мм};$$

$$TK_9 = 0,3\text{мм};$$

$$TK_1^D = (157,5)_{-1} = 1\text{мм};$$

$$TK_2^D = (199,575)_{-1,15} = 1,15\text{мм};$$

$$TK_3^D = (150,5)_{-1} = 1\text{мм};$$

$$TK_4^D = (195,04)^{+0,06} = 0,06\text{мм};$$

$$TK_5^D = (99,962)^{+0,02} = 0,022\text{мм}.$$

### 1.7.2 Допуски на технологические размеры

#### 1.7.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{ui-1} + \varepsilon_{6i} [2, \text{стр. 38}];$$

где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность, мм;

$\rho_{ni}$  – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$  – погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{1.1} = 0,2 + 0,4 = 0,6\text{мм};$$

$$TA_{1.2} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.4} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.8} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.9} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.10} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.12} = \omega_c + \varepsilon_{\delta} = 0,2 + \sqrt{0,035^2 + 0,060^2} = 0,26\text{мм};$$

$$TA_{1.14} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{1.15} = \omega_c = 0,2\text{мм};$$

$$TA_{4.1} = \omega_c = 0,17\text{мм};$$

$$TA_{4.3} = \omega_c = 0,17\text{мм};$$

$$TA_{4.4} = \omega_c = 0,17\text{мм}.$$

### 1.7.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными:

$$TD_i = \omega_c;$$

где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность мм;

$$TD_{1.2} = \omega_c = 0,115\text{мм};$$

$$TD_{1.7} = \omega_c = 0,115\text{мм};$$

$$TD_{1.10} = \omega_c = 0,115\text{мм};$$

$$TD_{1.13} = \omega_c = 0,115\text{мм};$$

$$TD_{4.2} = \omega_c = 0,06\text{мм};$$

$$TD_{4.4} = \omega_c = 0,072\text{мм};$$

$$TD_{4.5} = \omega_c = 0,072\text{мм};$$

$$TD_{4.6} = \omega_c = 0,022\text{мм}.$$

### 1.7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле[2, стр. 60]:  $TK \geq$

$$\sum_{i=1}^{n+p} TA_i;$$

1. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1$ (рисунок 4).

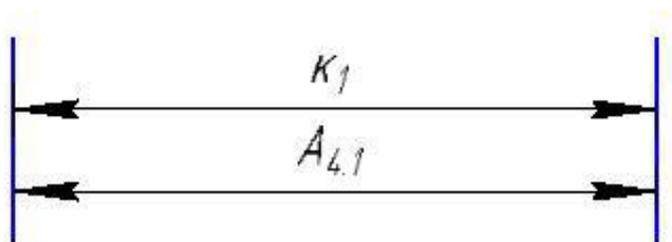


Рисунок 4 – Размерная цепь № 1

$TK_1 = 1\text{мм}; TA_{4.1} = 0,17\text{мм}$ . Размер  $K_1$  выдерживается.

2. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2$ (рисунок 5).

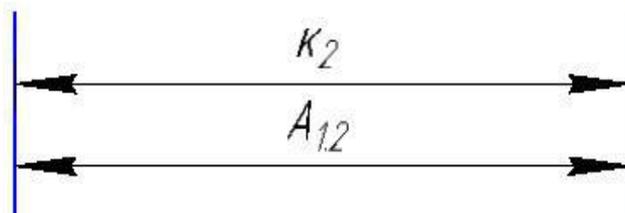


Рисунок 5 – Размерная цепь № 2

$TK_2 = 0,87\text{мм}; TA_{1.2} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_2$  выдерживается.

3. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3$  (рисунок 6).

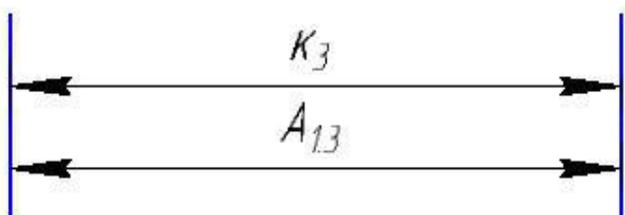


Рисунок 6 – Размерная цепь № 3

$TK_3 = 0,25\text{мм} ; TA_{1,3} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_3$  выдерживается.

4. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4$ (рисунок 7).

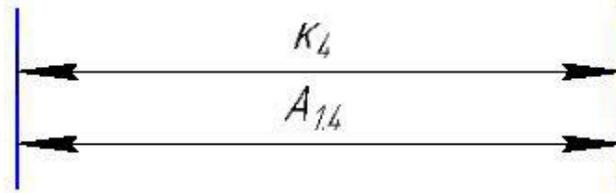


Рисунок 7 – Размерная цепь № 4

$TK_4 = 0,25\text{мм} ; TA_{1,4} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_4$  выдерживается.

5. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5$ (рисунок 8).

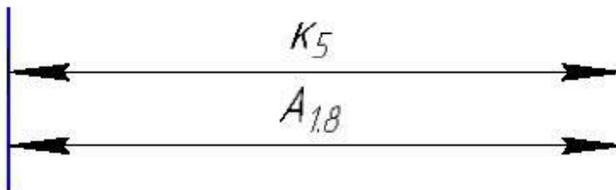


Рисунок 8 – Размерная цепь № 5

$TK_5 = 0,3\text{мм} ; TA_{1,8} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_5$  выдерживается.

6. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_6$ (рисунок 9).

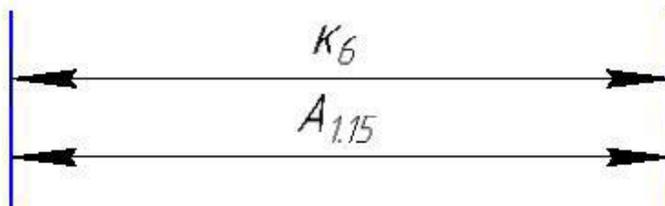


Рисунок 9 – Размерная цепь № 6

$TK_6 = 0,3\text{мм} ; TA_{1,15} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_6$  выдерживается.

7. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_7$ (рисунок 10).

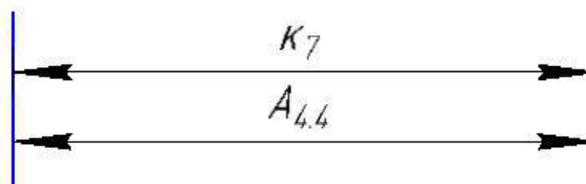


Рисунок 10 – Размерная цепь № 7

$TK_7 = 0,3\text{мм} ; TA_{4,4} = 0,17\text{мм}$ . Размер  $K_7$  выдерживается.

8. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_8$  (рисунок 11).

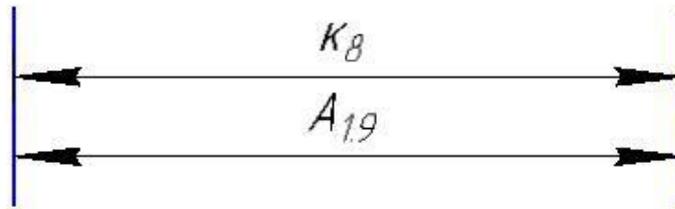


Рисунок 11 – Размерная цепь № 8

$TK_8 = 0,62\text{мм}$  ;  $TA_{1,9} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_8$  выдерживается.

9. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_9$  (рисунок 12).

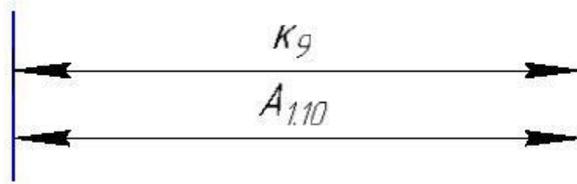


Рисунок 12 – Размерная цепь № 9

$TK_9 = 0,3\text{мм}$  ;  $TA_{1,10} = 0,2\text{мм}$ . Размер  $K_9$  выдерживается.

10. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1^D$  (рисунок 13).

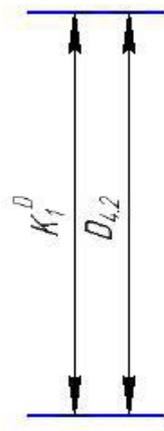


Рисунок 13 – Размерная цепь № 10

$TK_1^D = 1\text{мм}$  ;  $TD_{4,2} = 0,072\text{мм}$ . Размер  $K_1^D$  выдерживается.

11. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2^D$  (рисунок 14).

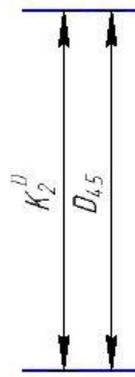


Рисунок 14 – Размерная цепь № 11

$TK_2^D = 1,15\text{мм}$  ;  $TD_{4.5} = 0,072\text{мм}$ . Размер  $K_2^D$  выдерживается.

12. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3^D$  (рисунок 15).

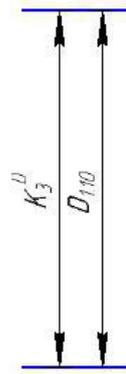


Рисунок. 15 Размерная цепь № 12

$TK_3^D = 1\text{мм}$  ;  $TD_{1.10} = 0,115\text{мм}$  Размер.  $K_3^D$  выдерживается.

13. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4^D$  (рисунок 16).

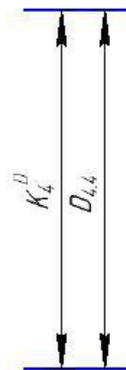


Рисунок 16 – Размерная цепь № 13

$TK_4^D = 0,06\text{мм} ; TD_{4.4} = 0,06\text{мм}$ . Размер  $K_4^D$  выдерживается.

14. Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5^D$  (рисунок 17).

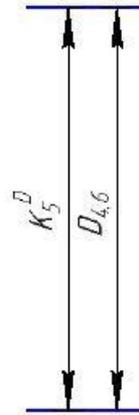


Рисунок 17 – Размерная цепь № 14

$TK_5^D = 0,022\text{мм} ; TD_{4.6} = 0,022\text{мм}$ . Размер  $K_5^D$  выдерживается.

#### 1.7.4 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, с. 42]:

$$z_{i\min} = 2 \cdot \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right);$$

где  $z_{i\min}$  – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$Rz_{i-1}$  – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$Z_{1.13\min}^D = 2 \cdot \left( 125 + 300 + \sqrt{(60 + 120)^2 + 450^2} \right) = 1800 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.2min}^D = 2 \cdot \left( 20 + 25 + \sqrt{(20 + 70)^2 + 450^2} \right) = 1000 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.5min}^D = 2 \cdot \left( 20 + 25 + \sqrt{(20 + 70)^2 + 450^2} \right) = 1000 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.4min}^D = 2 \cdot (20 + 25 + 20 + 70) = 270 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.6min}^D = 2 \cdot (15 + 20 + 20 + 70) = 250 \text{ мкм}.$$

### 1.7.5 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, с. 42]:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i;$$

где  $z_{i \min}$  – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$Rz_{i-1}$  – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$Z_{1.1min} = 125 + 300 + 50 + 160 = 635 \text{ мкм};$$

$$Z_{1.12min} = 125 + 300 + 50 + 160 = 635 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.1min} = 20 + 25 + 20 + 30 = 95 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.3min} = 20 + 25 + 20 + 90 = 95 \text{ мкм};$$

$$Z_{4.4min} = 20 + 25 + 6 + 10 = 61 \text{ мкм}.$$

### 1.7.6 Расчёт технологических размеров

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

1. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{4.1}$  (рисунок 18).

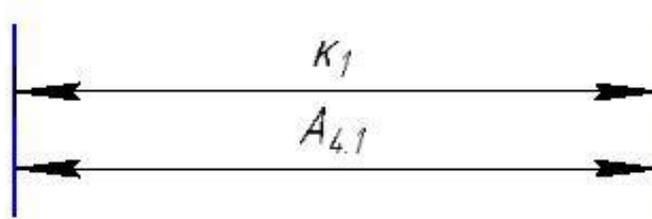


Рисунок 18 – Размерная цепь № 1

$$A_{4.1}^C = K_1^C = 123\text{мм}; A_{4.1} = 123.5_{-1}\text{мм}.$$

2. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.2}$  (рисунок 19).

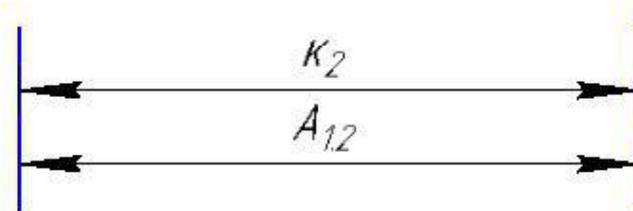


Рисунок 19 – Размерная цепь № 2

$$A_{1.2}^C = K_2^C = 95\text{мм}; A_{1.2} = 95 \pm 0,435\text{мм}.$$

3. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.3}$  (рисунок 20).

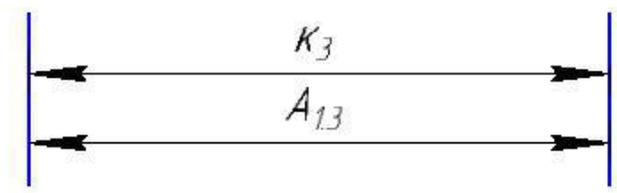


Рисунок 20 – Размерная цепь № 3

$$A_{1.3}^C = K_3^C = 2\text{мм}; A_{1.3} = 2 \pm 0,125\text{мм}.$$

4. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.4}$  (рисунок 21).

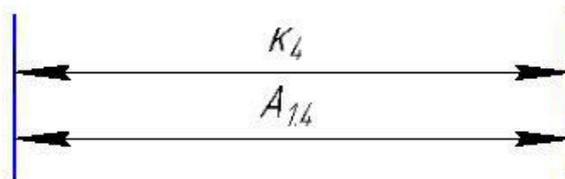


Рисунок 21 – Размерная цепь № 4

$$A_{1.4}^C = K_4^C = 2\text{мм}; A_{1.4} = 2 \pm 0,125\text{мм}.$$

5. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.8}$  (рисунок 22).

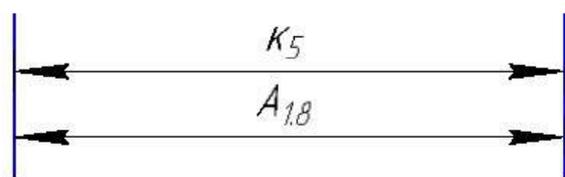


Рисунок 22 – Размерная цепь № 5

$$A_{1.8}^C = K_5^C = 3\text{мм}; A_{1.8} = 3 \pm 0,15\text{мм}.$$

6. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.15}$  (рисунок 23).

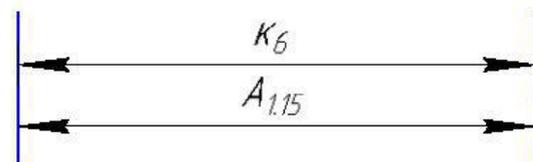


Рисунок 23 – Размерная цепь № 6

$$A_{1.15}^C = K_6^C = 3\text{мм}; A_{1.15} = 3 \pm 0,15\text{мм}.$$

7. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{4.4}$  (рисунок 24).

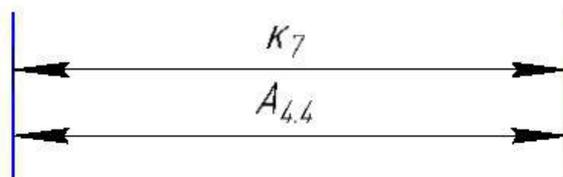


Рисунок 24 – Размерная цепь № 7

$$A_{4.4}^C = K_7^C = 3\text{мм}; A_{4.4} = 3 \pm 0,15\text{мм}.$$

8. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1,9}$  (рисунок 25).

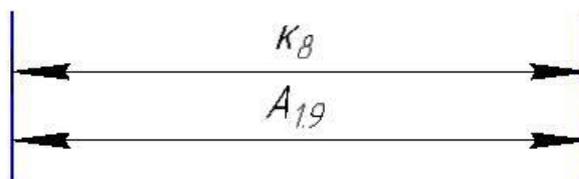


Рисунок 25 – Размерная цепь № 8

$$A_{1,9}^C = K_8^C = 42\text{мм}; A_{1,9} = 42 \pm 0,31\text{мм}.$$

9. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1,10}$  (рисунок 26).

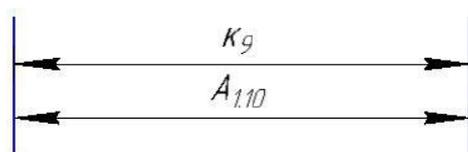


Рисунок 26 – Размерная цепь № 9

$$A_{1,10}^C = K_9^C = 5\text{мм}; A_{1,10} = 4,85^{+0,3}\text{мм}.$$

10. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{4,1}$  (рисунок 27).

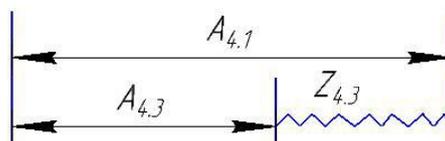


Рисунок 27 – Размерная цепь № 10

$$Z_{4,3}^C = A_{4,1}^C - A_{4,3}^C; Z_{4,3}^C = Z_{4,3min} + \frac{TA_{4,1} + TA_{4,3}}{2} = 0,68\text{мм};$$

$$A_{4,1}^C = Z_{4,3}^C + A_{4,3}^C = 0,7 + 123 = 123,68\text{мм};$$

$$A_{4,1} = 123,68 \pm 0,085 = 123,77_{-0,17}\text{мм}.$$

11. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{11,2}$  (рисунок 28).

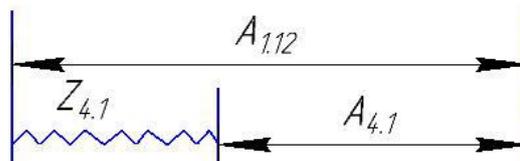


Рисунок 28 – Размерная цепь № 11

$$Z_{4.1}^C = A_{1.12}^C - A_{4.1}^C, Z_{4.1}^C = Z_{4.1min} + \frac{TA_{1.12} + TA_{4.1}}{2} = 0,31 \text{ мм};$$

$$A_{1.12}^C = Z_{4.1}^C + A_{4.1}^C = 0,31 + 123,68 = 124 \text{ мм};$$

$$A_{1.12} = 124 \pm 0,13 = 124,13_{-0,26} \text{ мм}.$$

12. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.1}$  (рисунок 29).

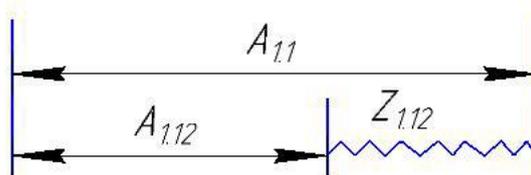


Рисунок 29 – Размерная цепь № 12

$$Z_{1.12}^C = A_{1.1}^C - A_{1.12}^C, Z_{1.12}^C = Z_{1.12min} + \frac{TA_{1.1} + TA_{1.12}}{2} = 1,07 \text{ мм};$$

$$A_{1.1}^C = Z_{1.12}^C + A_{1.12}^C = 1,07 + 124 = 125,07;$$

$$A_{1.1} = 125,07 \pm 0,3 = 125,1_{-0,6} \text{ мм}.$$

13. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{0.1}$  (рисунок 30).

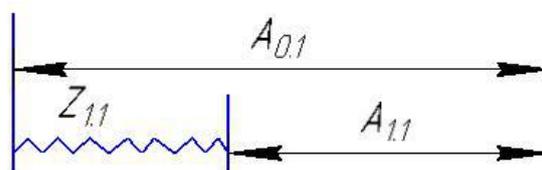


Рисунок 30 – Размерная цепь № 13

$$Z_{1.1}^C = A_{0.1}^C - A_{1.1}^C, Z_{1.1}^C = Z_{1.1min} + \frac{TA_{0.1} + TA_{1.1}}{2} = 1,14 \text{ мм};$$

$$A_{0.1}^C = Z_{1.1}^C + A_{1.1}^C = 1,14 + 125,07 = 126,2 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 126,2 \pm 0,2 = 126,4_{-0,4} \text{ мм}.$$

14. Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.14}$  (рисунок 31).

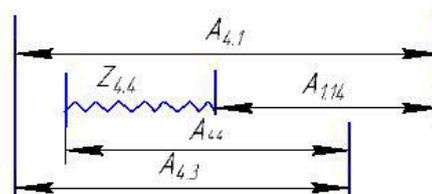


Рисунок 31 – Размерная цепь № 14

$$Z_{4.4}^C = A_{4.4}^C - A_{1.14}^C + (A_{4.1}^C - A_{4.3}^C);$$

$$Z_{4.4}^C = Z_{4.4min} + \frac{TA_{4.1} + TA_{1.14} + TA_{4.3} + TA_{4.4}}{2} = 0,89\text{мм};$$

$$A_{1.14}^C = A_{4.4}^C - Z_{4.4}^C + A_{4.1}^C - A_{4.3}^C = 3 - 0,89 + 123,68 - 123 = 2,79\text{мм};$$

$$A_{1.14} = 2,79 \pm 0,1 = 2,7^{+0,2}\text{мм}.$$

15. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{4.2}$  (рисунок 32).

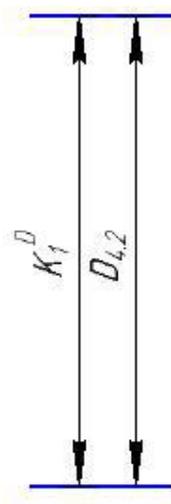


Рисунок 32 – Размерная цепь № 15

$$D_{4.2} = K_1^D = 157,5_{-1}\text{мм}.$$

16. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{4.5}$  (рисунок 33).

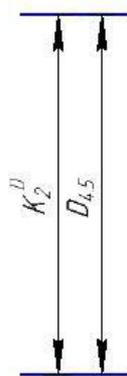


Рисунок 33 – Размерная цепь № 16

$$D_{4.5} = K_2^D = 199,6_{-1,15}\text{мм}.$$

17. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.10}$  (рисунок 34).

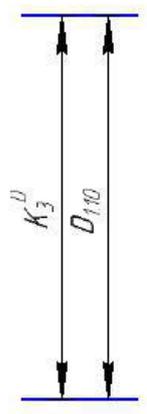


Рисунок 34 – Размерная цепь № 17

$$D_{1.10} = K_3^D = 151_{-1} \text{ мм.}$$

18. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{4.4}$  (рисунок 35).



Рисунок 35 – Размерная цепь № 18

$$D_{4.4} = K_4^D = 195,04^{+0,06} \text{ мм.}$$

19. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{4.6}$  (рисунок 36).

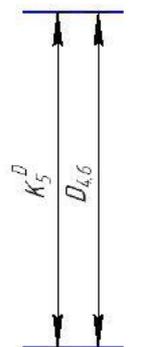


Рисунок 36 – Размерная цепь № 19

$$D_{4.6} = K_5^D = 99,962^{+0,022} \text{ мм.}$$

20. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.7}$  (рисунок 37).

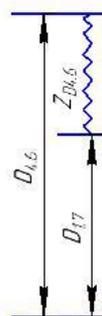


Рисунок 37 – Размерная цепь № 20

$$Z_{D_{4.6}}^C = D_{4.6}^C - D_{1.7}^C, Z_{D_{4.6}}^C = Z_{D_{4.6}min} + \frac{TD_{4.6} + TD_{1.7}}{2} = 0,34 \text{ мм;}$$

$$D_{1.7}^C = D_{4.6}^C - Z_{D_{4.6}}^C = 99,973 - 0,34 = 99,643 \text{ мм;}$$

$$D_{1.7} = 99,586^{+0,115} \text{ мм.}$$

21. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.13}$  (рисунок 38).

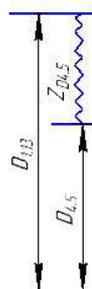


Рисунок 38 – Размерная цепь № 21

$$Z_{D_{4.5}}^C = D_{1.13}^C - D_{4.5}^C, Z_{D_{4.5}}^C = Z_{D_{4.5}min} + \frac{TD_{4.5} + TD_{1.13}}{2} = 1,63 \text{ мм;}$$

$$D_{1.13}^C = D_{4.5}^C + Z_{D_{4.5}}^C = 199 + 1,63 = 200,63 \text{ мм;}$$

$$D_{1.13} = 200,63 \pm 0,0575 = 200,688_{-0,115} \text{ мм.}$$

22. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{0.1}$  (рисунок 39).

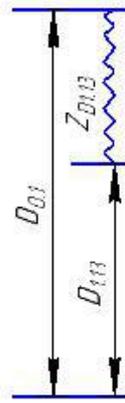


Рисунок 39 – Размерная цепь № 22

$$Z_{D1.13}^C = D_{0.1}^C - D_{1.13}^C, Z_{D1.13}^C = Z_{D1.13min} + \frac{TD_{0.1} + TD_{1.13}}{2} = 1,92 \text{ мм};$$

$$D_{0.1}^C = D_{1.13}^C + Z_{D4.5}^C = 200,63 + 1,92 = 202,55 \text{ мм};$$

$$D_{0.1} = 202,55 \pm 0,0575 = 202,6_{-0,115} \text{ мм}.$$

23. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.2}$  (рисунок 40).

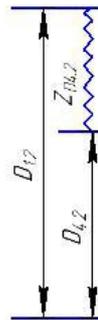


Рисунок 40 – Размерная цепь № 23

$$Z_{D4.2}^C = D_{1.2}^C - D_{4.2}^C, Z_{D4.2}^C = Z_{D4.2min} + \frac{TD_{1.2} + TD_{4.2}}{2} = 0,65 \text{ мм};$$

$$D_{1.2}^C = D_{4.2}^C + Z_{D4.2}^C = 157 + 0,65 = 157,65 \text{ мм};$$

$$D_{1.2} = 157,65 \pm 0,0575 = 157,7_{-0,115} \text{ мм}.$$

24. Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.14}$  (рисунок 41).

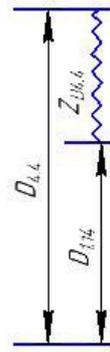


Рисунок 41 – Размерная цепь № 24

$$Z_{D4.6}^C = D_{4.6}^C - D_{1.14}^C, Z_{D4.6}^C = Z_{D4.6min} + \frac{TD_{4.6} + TD_{1.14}}{2} = 0,34\text{мм};$$

$$D_{1.14}^C = D_{4.6}^C - Z_{D4.6}^C = 195,07 - 0,34 = 194,73\text{мм};$$

$$D_{1.14} = 194,73 \pm 0,0575 = 194,693^{+0,115}\text{мм}.$$

## 1.8 Расчет режимов резания

### 1.8.1 Операция 1: токарная с ЧПУ

Операция 1 переход 1: подрезание торца:

Материал режущего инструмента – Т15К6 [4, с. 116].

- 1) Глубина резания  $t=1,14\text{мм}$ .
- 2) Подача  $S=0,8\text{мм/обо}$ [4, с.364].
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем :  $T = 30$  мин[4, с.363].

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с.367] [4, с.367].

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

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

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

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

По табл. 1, 5, 6 [4, с.358]:

$$K_{Мв} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_v$  для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.359]:

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Мв} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Мв} = 1,3; \quad K_{Пв} = 0,9; \quad K_{Ив} = 1;$$

$$K_v = K_{Мв} \cdot K_{Пв} \cdot K_{Ив} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 180 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180}{\pi \cdot 202,55} = 283 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ .

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10 C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

где  $K_{MP}$  – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 45 предел прочности на растяжение  $\sigma_B = 640 \text{ МПа}$ ; поэтому  $K_{MP} = 0,889$ ;

$K_{\varphi P}$  – коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане  $\varphi$  на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\gamma P}$  – коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости  $\gamma$  на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\lambda P}$  – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки  $\lambda$  на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{rP}$  – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца  $R$  на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с371-372], заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{M_P}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_P$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_v = 10 \times 300 \times 1,14^1 \times 0,8^{0,75} \times 180^{-0,15} \times 0,711 = 943 \text{ Н.}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ (кВт);}$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н;

$V$  – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{943 \cdot 180}{1020 \cdot 60} = 2,77 \text{ кВт;}$$

Операция 1 переход 2: обточить поверхность:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t = \frac{D_{0.1}^C - D_{1.2}^C}{2} = 22,45 \text{ мм}$ , примем  $t = 3 \text{ мм}$ .

2) Подача  $S = 0,8 \text{ мм/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 90$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 155 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 155}{\pi \cdot 202,55} = 244 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ .

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с. 371-372], заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{rp}$	$K_P$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_v = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 155^{-0,15} \times 0,711 = 2500 \text{ Н.}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{2500 \cdot 155}{1020 \cdot 60} = 6,33 \text{ кВт.}$$

Операция 1 переход 3: точить фаски:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=2\text{мм}$ .

2) Подача  $S=0,8\text{мм/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 90$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = 165 \text{ м/мин}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 165}{\pi \cdot 202,55} = 259 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с. 371-372], заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{MP}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_P$
$P_Z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,8^{0,75} \times 165^{-0,15} \times 0,711 = 1600 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{1600 \cdot 165}{1020 \cdot 60} = 4,31 \text{ кВт.}$$

Операция 1 переход 4: сверлить отверстие:

Материал режущего инструмента – Р6М5.

- 1) Глубина резания  $t = 25 \text{ мм}$ .
- 2) Подача  $S = 0,8 \text{ мм/об}$ .
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

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

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 90 \text{ мин}$ .

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17[4, с.367]

$$C_v = 9,8; m = 0,2; q = 0,4; y = 0,5$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{lv} = 1; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m s^y} \cdot K_v = 26 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26}{\pi \cdot 50} = 165 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Главная осевая сила резания, Н, формула:

$$P_0 = 10 C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P, [\text{Н}];$$

$$K_P = k_{MP} = 0,889;$$

Значения коэффициентов: определены по таблице 42 [4, с. 386]:

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

$$P_0 = 10 C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P = 10 \times 68 \times 50^1 \times 0,8^{0,7} \times 0,889 = 25850 \text{ Н};$$

Крутящий момент по формуле:

$$M_{KP} = 10 C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P;$$

Значения коэффициентов: определены по таблице 42 [4, с.386]:

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

$$M_{KP} = 10 C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P = 10 \times 0,0345 \times 50^2 \times 0,8^{0,8} \times 0,889 = 641 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = 11 \text{ кВт.}$$

Операция 1 переход 5: рассверлить отверстие:

Материал режущего инструмента-Р6М5.

1) Глубина резания  $t=15\text{ММ}$ .

2) Подача  $S=2\text{ММ/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 120$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 39

$$C_v = 16,2; x = 0,2; m = 0,2; q = 0,4; y = 0,5;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{lv} = 1; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 24 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24}{\pi \cdot 80} = 96 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Главная осевая сила резания, Н, формула

$$P_0 = 10C_P \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_P, [\text{Н}];$$

$$K_P = k_{MP} = 0,889;$$

Значения коэффициентов: определены по таблице 42 [4, с. 386]:

$$C_P = 67; x = 1,2; y = 0,68;$$

$$P_0 = 10C_P \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_P = 10 \times 67 \times 80^{0,2} \times 15^{1,2} \times 2^{0,68} \times 0,889 = 24600 \text{ Н};$$

Крутящий момент по формуле:

$$M_{KP} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_P;$$

Значения коэффициентов: определены по таблице 42

$$C_M = 0,09; q = 1; x = 0,9; y = 0,8;$$

$$M_{KP} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_P = 10 \times 0,09 \times 80^1 \times 15^{0,9} \times 2^{0,8} \times 0,889 = 1275 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = 12,5 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 6: расточить отверстие:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=5\text{мм}$ .

2) Подача  $S=0,2\text{мм/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = 0,9 \cdot \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с. 367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,20;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_\Gamma \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_\Gamma = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_\Gamma \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = 0,9 \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = 202 \text{ м/мин}.$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 202}{\pi \cdot 202,55} = 317 \text{ об/мин}.$$

Операция 1 переход 7: точить фаску:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

- 1) Глубина резания  $t=3\text{ММ}$ .
- 2) Подача  $S=0,8\text{ММ/обо}$ .
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,2; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 155 \text{ м/мин.}$$

- 4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 155}{\pi \cdot 202,55} = 244 \text{ об/мин.}$$

- 5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10 C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

Где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с371-372], заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет составляющих сил резания.

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{MP}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_P$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_v = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 155^{-0,15} \times 0,711 = 2500\text{H};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{2500 \cdot 155}{1020 \cdot 60} = 6,33 \text{ кВт.}$$

Операция 1 переход 8:точить канавку:

Материал режущего инструмента – Т5К10.

1) Подача  $S=0,2\text{мм/об}$ .

2) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с.367]:

$$C_v = 47; m = 0,2; y = 0,8;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 0,65;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,76;$$

$$v = \frac{C_v}{T^{m_s} S^y} \cdot K_v = 6 \text{ м/мин.}$$

3) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 6}{\pi \cdot 157,65} = 12 \text{ об/мин.}$$

Операция 1 переход 9: точить торец:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t = 1,07$  мм.

2) Подача  $S = 0,8$  мм/обо.

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с.367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 181 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 181}{\pi \cdot 157,65} = 366 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы,

направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H],$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с. 371-372], заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет составляющих сил резания.

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{MP}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_P$
$P_Z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_P = 10 \times 300 \times 1,07^1 \times 0,8^{0,75} \times 181^{-0,15} \times 0,711 = 885H;$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{885 \cdot 181}{1020 \cdot 60} = 2,62 \text{квт.}$$

Операция 1 переход10: обточить поверхность:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=0,96\text{мм}$ .

2) Подача  $S=0,8\text{мм/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с. 367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = 184 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 184}{\pi \cdot 157,65} = 371 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_P, [H];$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с371-372], заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет составляющих сил резания.

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{MP}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_P$
$P_Z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_Z = 10C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_P = 10 \times 300 \times 0,96^1 \times 0,8^{0,75} \times 184^{-0,15} \times 0,711 = 792 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{792 \cdot 184}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт.}$$

Операция 1 переход 11: расточить отверстие:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

- 1) Глубина резания  $t=2,79$  мм.
- 2) Подача  $S=0,8$  мм/об.
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 157 \text{ м/мин.}$$

- 4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 157}{\pi \cdot 157,65} = 317 \text{ об/мин.}$$

Операция 1 переход 12: точить фаску:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

- 1) Глубина резания  $t = 3$  мм.
- 2) Подача  $S=0,8$  мм/об.
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 155 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 144}{\pi \cdot 157,65} = 310 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10 C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с371-372], заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет составляющих сил резания.

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{rp}$	$K_P$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_v = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 155^{-0,15} \times 0,711 = 2500 \text{Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{2500 \cdot 155}{1020 \cdot 60} = 6,33 \text{кВт}.$$

Операция 1 переход 13: сверлить отверстие:

Материал режущего инструмента – Р6М5.

1) Глубина резания  $t = 5,25$  ММ.

2) Подача  $S = 0,32$  ММ/об.

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m s^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 45$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]

$$C_v = 9,8; m = 0,2; q = 0,4; y = 0,5;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{lv} = 1; K_{lv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m s^y} \cdot K_v = 26 \text{м/мин}.$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26}{\pi \cdot 10,5} = 788 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Главная осевая сила резания, Н, формула:

$$P_O = 10C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P, [\text{Н}];$$

$$K_P = k_{MP} = 0,889;$$

Значения коэффициентов: определены по таблице 42 [4, с. 386]:

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

$$P_O = 10C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P = 10 \times 68 \times 10,5^1 \times 0,32^{0,7} \times 0,889 = 2860 \text{ Н};$$

Крутящий момент по формуле:

$$M_{KP} = 10C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P;$$

Значения коэффициентов: Определены по таблице 42 [4, с.386]:

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

$$M_{KP} = 10C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P = 10 \times 0,0345 \times 10,5^2 \times 0,32^{0,8} \times 0,889 = 14 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = 1,1 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 14 :сверлить отверстие:

Материал режущего инструмента – P6M5.

1) Подача  $S=0,32 \text{ мм/об}$ .

2) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m s^y} \cdot K_v;$$

3) Стойкость инструмента принимаем:  $T = 45 \text{ мин}$ .

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [4, с.367]:

$$C_v = 9,8; m = 0,2; q = 0,4; y = 0,5;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{lv} = 1; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = 26 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26}{\pi \cdot 10,25} = 807 \text{ об/мин.}$$

Операция 1 переход 15:нарезание резьбы:

Материал режущего инструмента – Р6М5.

Число рабочих ходов назначаем по таблице 114 [4, с. 428]. Черновые ходы: 3 раза; Чистовые ходы: 2 раза; Общее число рабочих ходов: 5 раз.

1) Подача  $S=1,75 \text{ мм/об.}$

2) Скорость резания определяется по формуле:

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

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 45 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с. 367]:

$$C_v = 64,8; \quad m = 0,9; \quad q = 1,2; \quad y = 0,5;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, \quad n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{lv} = 1; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = 62 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 62}{\pi \cdot 12} = 1645 \text{ об/мин.}$$

Операция 1 переход 16: сверлить отверстие:

Материал режущего инструмента – Р6М5.

1) Подача  $S=0,32\text{ММ/обо.}$

2) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 45$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с. 367];

$$C_v = 9,8; m = 0,2; q = 0,4; y = 0,5;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{lv} = 1; K_{Иv} = ;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v = 26 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26}{\pi \cdot 10,25} = 807 \text{ об/мин.}$$

Операция 1 переход 17:нарезание резьбы:

Материал режущего инструмента – Р6М5.

Число рабочих ходов назначаем по таблице 114 [4, с. 428]. Черновые ходы: 3 раза; Чистовые ходы: 2 раза; Общее число рабочих ходов: 5 раз

1) Подача  $S=1,75\text{ММ/обо.}$

2) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s y}} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 45$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с.367]:

$$C_v = 64,8; m = 0,9; q = 1,2; y = 0,5;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{lv} = 1; K_{Иv} = ;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3;$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s y}} \cdot K_v = 62 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 62}{\pi \cdot 12} = 1645 \text{ об/мин.}$$

### 1.8.2 Операция: долбежная

Операция 2 переход 1: долбить паз:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Подача  $S=0,3$  мм/дв ход.

2) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = 0,6 \frac{C_v}{T^{m_s y}} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с.367]:

$$C_v = 47; m = 0,2; y = 0,8;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = 0,6 \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = 44 \text{ м/мин.}$$

3) Расчёт число двойных ходов долбяка в минуту:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{2 \cdot L} = \frac{44 \cdot 1000}{2 \cdot 125} = 176 \text{ дв.ходов /мин.}$$

где L – длина хода долбяка.

### 1.8.3 Чистая токарная

Операция 4 переход 1: точить торец:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=0,31$  мм.

2) Подача  $S=0,19$  мм/обо.

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с. 367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,20:$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 345 \text{ м/мин.}$$

3) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 345}{\pi \cdot 157,65} = 695 \text{ об/мин.}$$

4) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_z, P_x, P_y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, [H];$$

Где  $C_p$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_p$  – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в таблице 22 и 23 [2, с371-372], заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет составляющих сил резания.

Компоне нта	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{rp}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 0,31^1 \times 0,19^{0,75} \times 345^{-0,15} \times 0,711 = 79 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{79 \cdot 345}{1020 \cdot 60} = 0,45 \text{ кВт.}$$

Операция 4 переход 2: точить поверхность

Материал режущего инструмента – Т15К6.

- 1) Глубина резания  $t=0,325\text{ММ}$ .
- 2) Подача  $S=0,19\text{ММ/об}$ .
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v.$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с. 367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,20;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 342 \text{ м/мин.}$$

- 4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 342}{\pi \cdot 157,65} = 690 \text{ об/мин.}$$

- 5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, [H];$$

где  $C_p$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_p$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в таблице 22 и 23 [2, с. 371-372], заносим в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{rp}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_v = 10 \times 300 \times 0,325^1 \times 0,19^{0,75} \times 342^{-0,15} \times 0,711 = 83\text{Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{83 \cdot 342}{1020 \cdot 60} = 0,46\text{кВт.}$$

Операция 4 переход3: точить торец:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=0,68\text{мм}$ .

2) Подача  $S=0,19\text{мм/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,20;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 306 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 345}{\pi \cdot 157,65} = 618 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10 C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

Где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в таблице 22 и 23 [2, с371-372], заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{MP}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_P$
$P_Z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_Z = 10 C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_P = 10 \times 300 \times 0,68^1 \times 0,19^{0,75} \times 306^{-0,15} \times 0,711 = 176 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{176 \cdot 306}{1020 \cdot 60} = 0,89 \text{ кВт.}$$

Операция 4 переход 4: расточить отверстие:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=0,34$  мм.

2) Подача  $S=0,19$  мм/об.

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17 [4, с.367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,20;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = ;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = 340 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 345}{\pi \cdot 157,65} = 686 \text{ об/мин.}$$

5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_Z, P_X, P_Y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_Z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_Z = 10 C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, [H];$$

Где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с. 371-372], заносим в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{fp}$	$K_{vp}$	$K_{lp}$	$K_{rp}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_v = 10 \times 300 \times 0,34^1 \times 0,19^{0,75} \times 340^{-0,15} \times 0,711 = 87\text{Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{87 \cdot 340}{1020 \cdot 60} = 0,48\text{кВт}$$

Операция 4 переход 5: точить поверхность:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=0,815\text{мм}$ .

2) Подача  $S=0,19\text{мм/об}$ .

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,2;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv};$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v};$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = 298\text{м/мин.}$$

4) Расчёт число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 298}{\pi \cdot 157,65} = 600 \text{ об/мин.}$$

### 5) Расчет силы и мощности резания:

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_z, P_x, P_y$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$ :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, [H];$$

Где  $C_p$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_p$  – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в таблице 22 и 23 [2, с. 371-372], заносим в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет составляющих сил резания.

Компонента	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{MP}$	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	$K_{rP}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,889	0,8	1,0	1,0	1,0	0,711

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 0,815^1 \times 0,19^{0,75} \times 298^{-0,15} \times 0,711 = 212H;$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{212 \cdot 298}{1020 \cdot 60} = 1 \text{квт.}$$

#### 4.6 Операция 4 переход б: расточить отверстие:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1) Глубина резания  $t=0,34$ мм.

2) Подача  $S=0,2$ мм/об.

3) Скорость резания определяется по формуле:

$$v = 0,9 \cdot \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v;$$

Стойкость инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

Значения коэффициентов: определены по таблице 17[4, с.367]:

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,20;$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$$K_{\Gamma} = 1,0, n_v = 1,75;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{640} \right)^{1,75} = 1,3;$$

$$K_{Mv} = 1,3; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = 1;$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,17;$$

$$v = 0,9 \frac{C_v}{T^{m_t} x_{S^y}} \cdot K_v = 302 \text{ м/мин.}$$

4) Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 302}{\pi \cdot 202,55} = 474 \text{ об/мин.}$$

## 1.9 Выбор средств технологического оснащения

Универсальная токарная обработка ALX 1500

Таблицы 14 – Технические характеристики

Макс. диаметр точения	460ММ
Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая)	2034ММ
Макс. диаметр зажимного патрона	152ММ
Макс. частота вращения шпинделя	6 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	7кВт(АС)
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	52ММ

Долбежный станок 7А420

Таблицы 15 – Технические характеристики

Длина хода долбяка	20..200 ММ
Диаметр рабочей поверхности стола	Ø 500 ММ
Число двойных ходов долбяка в минуту	40..163

Мощность привода	3 кВт
Вес станка полный	2,0 т

## Прецизионный токарный станок Weiler Primus VCD

Таблицы 16 –Технические характеристики

Межцентровое расстояние	500ММ
Высота центров	140ММ
Диаметр вращения над поперечным суппортом	280ММ
Ход поперечного суппорта	150ММ
Поворот верхнего суппорта	150Град
Ширина станины	205ММ
Расстояние между верхними салазками и осью центров	26ММ
Диаметр передней части шпинделя	70ММ
Мощность	4КВт
Скорость вращения	30...400об/мин
Количество подач	24
Скорость продольной подачи	0,02...0,63мм/об
Скорость поперечной подачи	0,006..0,2мм/б

### 1.10 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S};$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

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

$S$  –подача, мм/об или мм/мин;

Расчётная длина обработки;

$$L=l+l_B+l_{cx}+l_{пл};$$

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

$l_B$  –величина врезания инструмента, мм;

$l_{cx}$  – величина схода инструмента, мм;

$l_{пл}$  – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем:  $l_{cx} = l_{пл} = 1$  мм;

величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{tg\varphi};$$

Где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  – угол в плане.

### 1) Для первой операции (токарная с ЧПУ):

а) переход 1: подрезка торца

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(101 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 283} = 0,45 \text{ мин.}$$

б) переход 2: точить поверхность

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + t/tg\varphi + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(95 + 3 + 1 + 1) \cdot 7}{0,8 \cdot 244} = 3,5 \text{ мин.}$$

с) переход 3: точить фаски:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 2}{0,8 \cdot 259} = 0,04 \text{ мин.}$$

д) переход 4: сверлить отверстие

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(157 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 165} = 1,2 \text{ мин.}$$

е) переход 5: рассверлить отверстие

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(157 + 1 + 1) \cdot 1}{2 \cdot 96} = 0,83 \text{ мин.}$$

ф) переход 6: расточить отверстие

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(157 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 317} = 2,5 \text{ мин.}$$

г) переход 7: расточить отверстие

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пл}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(157 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 320} = 2,48 \text{ мин.}$$

h) переход 8: точить фаску

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(101 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 244} = 0,5 \text{ мин.}$$

переход 9: точить канавку

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(5 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 12} = 0,73 \text{ мин.}$$

**Для второй операции (токарная с ЧПУ):**

a) переход 1: подрезка торца

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(101 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 283} = 0,45 \text{ мин.}$$

b) переход 2: точить поверхность

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 283} = 0,13 \text{ мин.}$$

c) переход 3: точить отверстие

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(50 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 283} = 0,23 \text{ мин.}$$

d) переход 4: точить фаску

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(3 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 311} = 0,02 \text{ мин.}$$

e) переход 5: сверлить отверстие

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(25 + 1 + 1) \cdot 12}{0,32 \cdot 788} = 1,29 \text{ мин.}$$

f) переход 6 : сверлить отверстие

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(40 + 1 + 1) \cdot 2}{0,32 \cdot 807} = 0,32 \text{ мин.}$$

g) переход 7: нарезание резьбы

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(40 + 1 + 1) \cdot 2 \cdot 5}{0,32 \cdot 1645} = 0,8 \text{ мин.}$$

**2) Для третьей операции**

a) переход 1: сверлить отверстие

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + 1 + 1) \cdot 2}{0,32 \cdot 807} = 0,23 \text{ мин.}$$

б) переход 2: нарезание резьбы

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + 1 + 1) \cdot 2 \cdot 5}{0,32 \cdot 807} = 1,15 \text{ мин.}$$

**3) Для четвертой операции (долбежная):**

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(123 + 1 + 1) \cdot 5}{0,3 \cdot 176} = 11,8 \text{ мин.}$$

**4) Для пятой операции (токарная):**

а) переход 1: точить торец

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(78,5 + 1 + 1) \cdot 1}{0,19 \cdot 695} = 0,61 \text{ мин.}$$

б) переход 2: точить поверхность

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + t/tg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(95 + 0,325 + 1 + 1) \cdot 1}{0,19 \cdot 690} = 0,74 \text{ мин.}$$

**5) Для шестой операции (токарная):**

а) переход 1: точить торец

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,19 \cdot 618} = 0,03 \text{ мин.}$$

б) переход 2: точить отверстие

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + t/tg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(0,89 + 0,17 + 1 + 1) \cdot 1}{0,19 \cdot 686} = 0,03 \text{ мин.}$$

с) переход 3: точить поверхность

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + t/tg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + 0,815 + 1 + 1) \cdot 1}{0,19 \cdot 600} = 0,3 \text{ мин.}$$

**б) Для седьмой операции (разточение):**

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(123 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 474} = 1,32 \text{ мин.}$$

## Определение штучно-калькуляционного времени

В крупносерийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{ш-к}$ :

$$T_{ш-к} = 1,5 \left( \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт} \right);$$

Штучное время определяем по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от};$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$T_{об}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_v = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из};$$

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

Время на обслуживание:  $T_{об} = 5\% \times T_{опер}$ .

Время на отдых:  $T_{от} = 6\% \times T_{опер}$ .

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

$n$ - количество деталей в настроечной партии,  $n = 2000$  шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{ш-к} = 1,5 \left( \frac{T_{пз}}{n} + T_o + T_v + T_{об} + T_{от} \right);$$

### 1) Для первой операции

$$T_o = 12,23 \text{ мин}; \quad T_v = 2 \text{ мин}; \quad T_{опер} = 14,23 \text{ мин};$$

$$T_{об} = 0,72 \text{ мин}; \quad T_{от} = 0,86 \text{ мин}; \quad T_{п.з} = 10 \text{ мин};$$

$$T_{ш-к} = 1,5 \left( \frac{10}{2000} + 12,23 + 2 + 0,72 + 0,86 \right) = 23,72 \text{ мин.}$$

### 2) Для второй операции

$$T_o = 3,24 \text{ мин}; \quad T_v = 2 \text{ мин}; \quad T_{опер} = 5,24 \text{ мин};$$

$$T_{об} = 0,26 \text{ мин}; \quad T_{от} = 0,31 \text{ мин}; \quad T_{п.з} = 10 \text{ мин};$$

$$T_{ш-к} = 1,5 \left( \frac{10}{2000} + 3,23 + 2 + 0,26 + 0,31 \right) = 8,7 \text{ мин.}$$

### 3) Для третьей операции

$$\begin{aligned}T_O &= 1,38 \text{ мин}; & T_B &= 2 \text{ мин}; & T_{\text{опер}} &= 3,38 \text{ мин}; \\T_{\text{об}} &= 0,17 \text{ мин}; & T_{\text{от}} &= 0,21 \text{ мин}; & T_{\text{п.з}} &= 10 \text{ мин}; \\T_{\text{ш-к}} &= 1,5(10/2000 + 1,38 + 2 + 0,17 + 0,21) = 5,65 \text{ мин.}\end{aligned}$$

4) **Для четвёртой операции**

$$\begin{aligned}T_O &= 11,8 \text{ мин}; & T_B &= 2 \text{ мин}; & T_{\text{опер}} &= 13,8 \text{ мин}; \\T_{\text{об}} &= 0,69 \text{ мин}; & T_{\text{от}} &= 0,83; & T_{\text{п.з}} &= 10 \text{ мин}; \\T_{\text{ш-к}} &= 1,5(10/2000 + 13,8 + 2 + 0,69 + 0,83) = 26 \text{ мин.}\end{aligned}$$

5) **Для пятой операции**

$$\begin{aligned}T_O &= 1,35 \text{ мин}; & T_B &= 2 \text{ мин}; & T_{\text{опер}} &= 3,35 \text{ мин}; \\T_{\text{об}} &= 0,17 \text{ мин}; & T_{\text{от}} &= 0,2 \text{ мин}; & T_{\text{п.з}} &= 10 \text{ мин}; \\T_{\text{ш-к}} &= 1,5(10/2000 + 1,35 + 2 + 0,17 + 0,2) = 5,59 \text{ мин.}\end{aligned}$$

6) **Для шестой операции**

$$\begin{aligned}T_O &= 0,36 \text{ мин}; & T_B &= 2 \text{ мин}; & T_{\text{опер}} &= 2,36 \text{ мин}; \\T_{\text{об}} &= 0,12 \text{ мин}; & T_{\text{от}} &= 0,15 \text{ мин}; & T_{\text{п.з}} &= 10 \text{ мин}; \\T_{\text{ш-к}} &= 1,5(10/2000 + 0,36 + 2 + 0,12 + 0,15) = 4 \text{ мин.}\end{aligned}$$

7) **Для седьмой операции**

$$\begin{aligned}T_O &= 1,32 \text{ мин}; & T_B &= 2 \text{ мин}; & T_{\text{опер}} &= 3,32 \text{ мин}; \\T_{\text{об}} &= 0,17 \text{ мин}; & T_{\text{от}} &= 0,2 \text{ мин}; & T_{\text{п.з}} &= 10 \text{ мин}; \\T_{\text{ш-к}} &= 1,5(10/2000 + 1,32 + 2 + 0,17 + 0,2) = 5,54 \text{ мин.}\end{aligned}$$

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 17.

Таблица 17 – Техническое задание.

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «полумуфта» на долбежной станке 7А420.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «полумуфта».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «полумуфта» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические требования	Тип производства – крупносерийное. Программа выпуска - 2000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать долбежному станку 7А420. Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: Ra = 3,2 мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), Сборочный чертеж для технического проекта специального приспособления, принципиальная схема специального приспособления.

## 2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкции приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рисунок 25)

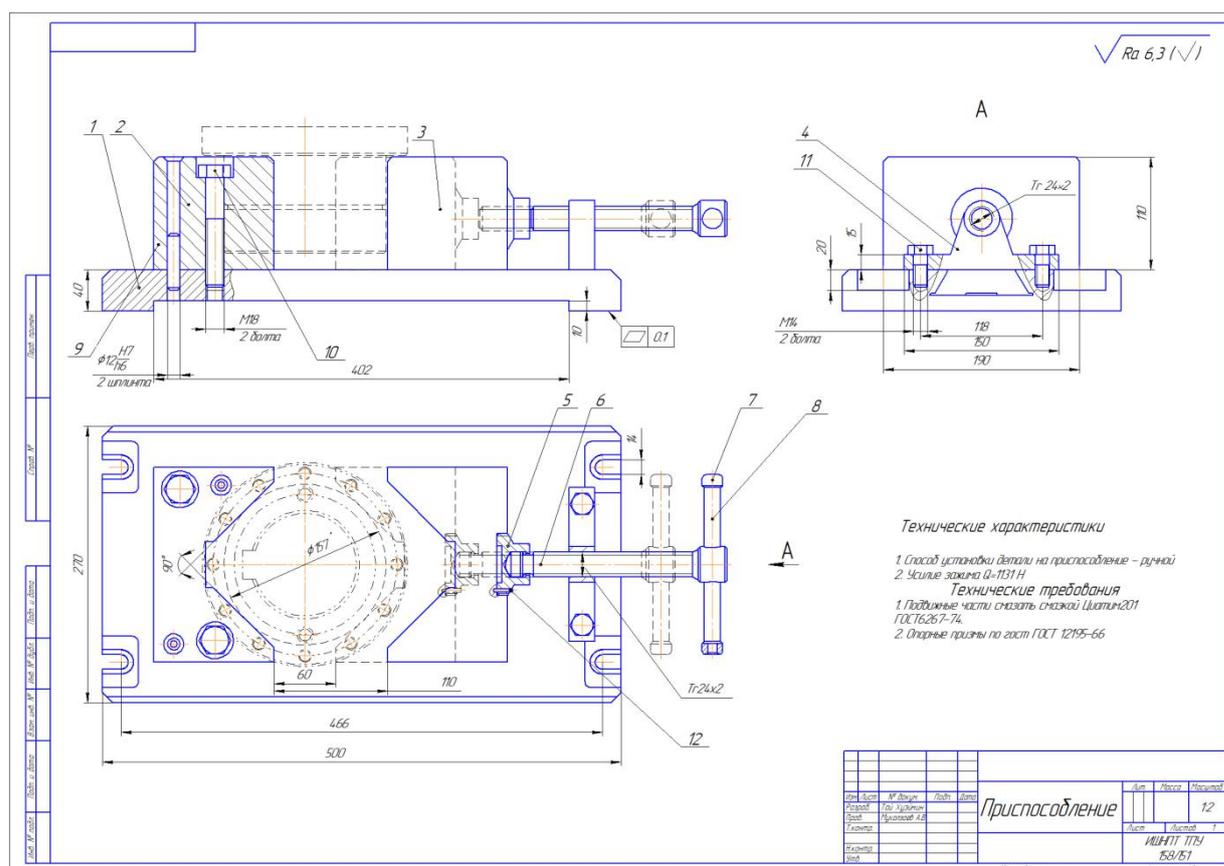


Рисунок 25 – Чертёж приспособления

## 2.3 Описание работы приспособления

Приспособление применяется для долбежной операций в детали «полумуфта» при её обработке на долбежной станке 7А420. Специальное приспособление устанавливается на рабочем столе долбежного станка с помощью четырех болтов. Заготовка закрепляется с помощью двух призм: подвижная призма 2 и неподвижная призма 3, неподвижная призма соединена с корпусом 1 через два болта 10 и два шплинта 9, подвижная призма двигается с помощью направляющих ласточкин хвост.

Вращением ручки 8 выполняется движением подвижной призмы на заготовку или от заготовки.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТу и нормативам машиностроения.

## 2.4 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рисунок 26), учитывающую тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы, к детали приложена сила зажима .

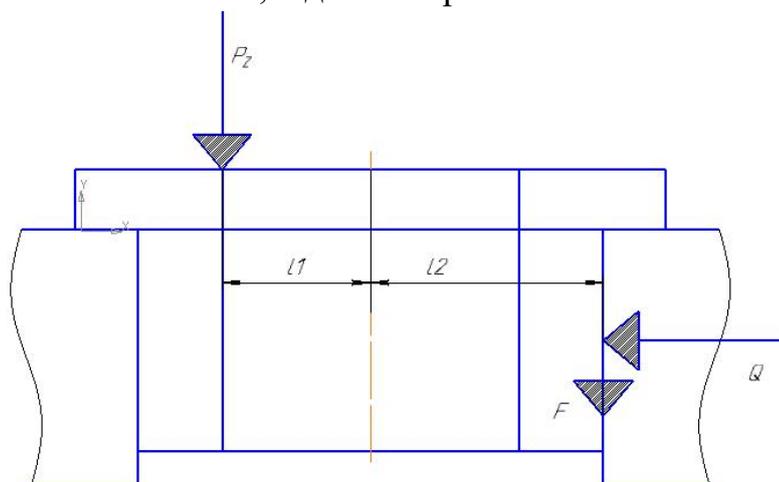


Рисунок 26 – Схема «Сила зажима»

$$P_Z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \times 300 \times 3 \times 0,3^{0,75} \times 44^{-0,15} \times 0,711 = 1470 \text{ Н};$$

$$L_1 = 0,05 \text{ м}; L_2 = 0,075 \text{ м};$$

Q – сила зажима (16000 N) [5, стр. 72, табл. 1,3];

$$M_1 = P_Z \cdot L_1 = 1470 \times 0,05 = 73,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = F \cdot L_2 = Q \cdot f \cdot L_2 = 16000 \times 0,075 \times 0,16 = 192 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_1 < M_2;$$

Поэтому, достаточно этой силы для зажима заготовки во время работы.

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

Студенту:

<b>Группа</b> 158Л51	<b>ФИО</b> Тай Хуэймин
-------------------------	---------------------------

<b>Школа</b>	ИШНПТ	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Материаловедение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

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

1. Анализ конкурентных технических решений	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование проекта	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Формирование бюджета на затраты проекта	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

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

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Матрица SWOT
3. Дерево целей
4. График Ганта

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158Л51	Тай Хуэймин		

### 3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

#### 3.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 18).

Таблица 18 – Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность	0	1	1	1	0	0	0

подключения в сеть ЭВМ							
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл i-го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 68 \cdot 4,33 = 294,44$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,86 = 145,86$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 48 \cdot 2,98 = 143,04$$

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим

характеристикам (масса, обслуживание, цена, дизайн), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время срабатывания). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

### 3.2 SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 19).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Таблица 19 – SWOT-анализ проекта

		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
<b>Внешние факторы</b>		1. Наличие бюджетного финансирования. 2. Наличие опытного руководителя 3. Использование Современного оборудования 4. Наличие современного программного продукта 5. Актуальность проекта 6. Использование УП	1. Развитие новых технологий 2. Высокая стоимость оборудования 3. Отсутствие квалифицированного персонала
	<b>Возможности:</b> 1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области 2. Повышение стоимости конкурентных разработок	- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением; - При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с	-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; - Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.

		высокими эксплуатационными свойствами	
	<b>Угрозы:</b> 1Появление новых технологий 2Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	Расширение области применения за счет развития новых технологий.

### 3.3 Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 27).

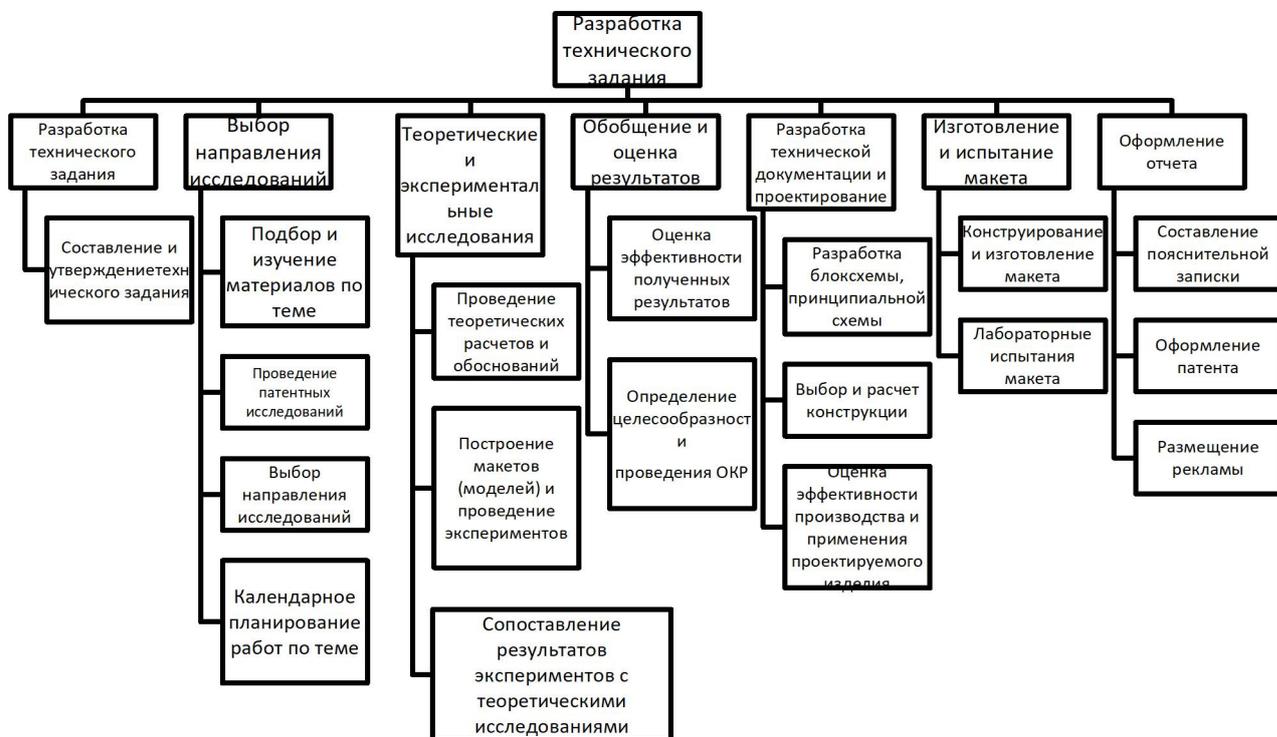


Рисунок 27 – Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 20).

В данной работе проектная организация состоит из двух типов сотрудников:.

Таблица 20 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность, <i>дней</i>	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
3	Проведение патентных исследований	10	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	3	Студент- дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	13	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	8	Руководитель темы, Студент- дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	13	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	16	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	8	Руководитель темы, Студент- дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	10	Студент- дипломник
15	Лабораторные испытания макета	4	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	4	Студент- дипломник
17	Оформление патента	6	Руководитель темы,

			Студент- дипломник
18	Размещение рекламы	6	Студент- дипломник

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 21).

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.

Таблица 21– Г рафик Ганта

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tki	Феврал ь		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	11	■	■												
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	27	■	■	■											
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3				■										
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3				■										
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22					■	■								





ALX1500				
Долбежный станок 7А420	шт.	1	100000	100000
Штангенциркуль	шт.	5	300	1500
Внутренний микрометр	шт.	5	1600	8000
Итого, руб				747230

В сумме материальные затраты составили 747230 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

### 3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату  $Z_{осн}$  и дополнительную заработную плату  $Z_{доп}$ :

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $Z_{осн}$ .

Основная заработная плата работника:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 1.3.1);

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

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

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

при отпуске в 28 раб. дней  $M=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $M=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

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

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1755 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1755 \cdot 13 = 22815 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 22815 = 3080 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1852,5 \cdot 17 = 31495,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 31495,5 = 4251,5 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$k_{\text{д}}$	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	Итого, руб.
руководитель	18000				35100	1755	13	22815		3080	25895

студент	19000				37050	1852,5	17	31495,5		4251,5	35747
---------	-------	--	--	--	-------	--------	----	---------	--	--------	-------

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

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 24 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, <i>руб.</i>	Дополнительная заработная плата, <i>руб.</i>
Руководитель	22815	3080
Студент	31495,5	4251,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	7768,5	
Студент	10724,1	

### 3.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{\text{нак}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{нак}} = (747230 + 61642 + 18492,6) \cdot 0,16 = 132378 \text{ руб.}$$

### 3.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 25

Таблица 25 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	747320	82
2. Затраты по основной зарплате	54310,5	5,98
3. Затраты по дополнительной зарплате	4331,5	0,47
4. Отчисления во внебюджетные фонды	18492,6	2,03
5. Накладные расходы	132378	9,52
Бюджет затрат на проектирование	907832,6	100

Бюджет всех затрат проекта равен 907832,6 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (82 %).

### 3.6 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45.$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 907832,6 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале  $I_p = 4,45$ , что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л51	Тай Хуэймин

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Материаловедения</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

**Тема ВКР:**

Разработка технологии изготовления полумуфты	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технологический процесс изготовления полумуфты. Рабочая зона– участок цеха. Область применения: автоматизация технологического процесса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Оценка рабочего места на наличие вредных факторов. Действие фактора на организм человека. Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ. Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов. Оценка помещения по электробезопасности. Меры по защите от поражения .
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду и

	защищать окружающую среду.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Оценка пожарной опасности помещения. План эвакуации..

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Тай Хуэймин		

## **4 Безопасность жизнедеятельности**

### **Введение**

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда Технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

#### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м<sup>3</sup> свободного пространства и не менее 4.5 м<sup>2</sup> площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное

время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

### **Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах; - применение режима сокращённого рабочего дня.

Для нарушителей промышленной безопасности субъекта к установленным требованиям дисциплины, материальной, административной и уголовной и финансовой ответственности за. Для того, чтобы привлечь юридическую ответственность за установление и регулирование трудового,

административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации.

Ф е д е р а л ь н ы й государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В НИ ТПУ ведомственный контроль осуществляется отделом по охране труда. Действуя в соответствии с Типовым положением об уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда (утвержденным постановлением Исполкома Генсовета ФНПР от 30 мая 1996 г. №3-8), о р г а н и з у е т с я общественный контроль за соблюдением прав и интересов работников в области охраны труда. Руководство ТПУ обязано создавать соответствующие условия для работы уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда.

## **Производственная безопасность**

### **Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, является опасным. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические, психофизические. [ГОСТ 12.0.003-74]:

Так как на состояние здоровья технологов биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то мы будем рассматривать лишь две группы факторов.

Физические факторы:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;
- освещенность;
- ионизирующее излучение.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Основными опасным фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;

- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

Таблица 27 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток	+	+	+	

естественного света				список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

### **Выбор светильников**

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
- определение типа и размещения светильников.

#### **Размещение светильников**

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

$H$  – высота помещения = 4;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

$h = h_n - h_p$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью = 3,5-0,8 = 2,7

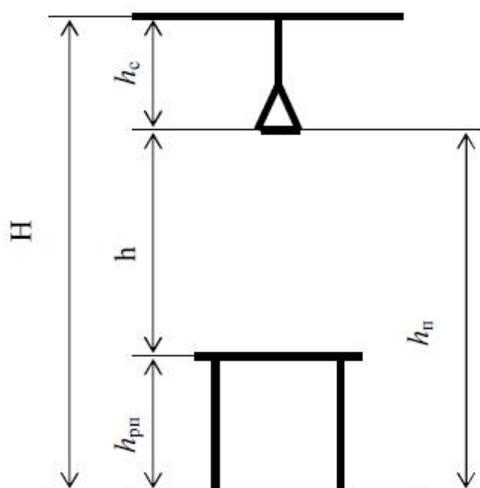


Рисунок 28 – Основные расчетные параметры

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника  $h=2,7$  м и  $\lambda=1,4$  (для ОД), определим расстояние между светильниками  $L$ :

$$L = \lambda \cdot h = 2,7 \cdot 1,4 = 3,78 \text{ м}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Расстояние  $l$  от крайних светильников или рядов до стены:

$$L/3 = 3,78/3 = 1,26 \text{ м}$$

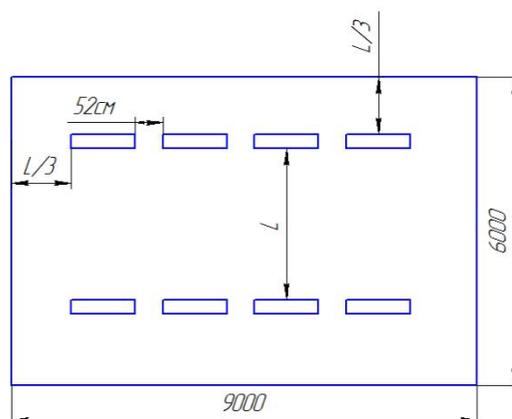


Рисунок 29 – План размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рис.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $n = 8 \cdot 1 \cdot 2 = 16$  ламп.

Индекс помещения определяется по формуле  $i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}$ .

$$i = \frac{6 \cdot 9}{2,7 \cdot (6 + 9)} = \frac{54}{40,5} = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0,53$ .

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\hat{O} = \frac{E_i \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ где:}$$

$E_i$  – нормируемая минимальная освещённость по СНИП 23-05-95,лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли);

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{\text{ср.}} / E_{\text{min}}$ .

Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n$  – число светильников;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока(Определяем по таблице [5])

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,54} = \frac{24255}{5,76} \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по таблице [5] выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников  $n$  либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{2850 - 3094}{3094} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректировать число светильников  $n$  либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega * S = 40 * 54 = 2160 \text{ Вт.}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{\text{л}} = P / n = 2160 / 16 = 135 \text{ Вт.}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт.}$$

## **4.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих**

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы; дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;

- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;

- При многорядном расположении ПЭВМ, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

Разработана технология защиты от электростатических, переменных электрической и магнитной составляющих ЭМИ путем населения

электропроводных покрытий на внутреннюю поверхность корпуса монитора и его заземления, встраивания в дисплей оптического защитного фильтра, защищающего от излучений со стороны экрана.

Мероприятия по снижению шума:

- применение звукоизоляции
- использование материалов, имеющих хорошие звукопоглощающие свойства
- ежедневное проветривание помещения

Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

Мероприятия по организации рабочих мест:

Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемой по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500мм, глубиной на уровне колен - не менее 450мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм по ГОСТу 12.2.033-78 ССБТ [6];

Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте, в соответствии с СанПиН 2.2.2. 542-96;

Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и —

– уменьшению его вредного влияния (СанПиН 2.2.2. 542-96):

– установление рационального режима труда и отдыха;

– организация отдыха в процессе работы;

– профессиональный набор.

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

– вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;

– обеспечение спецодеждой (халатом);

– медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

### **4.3 Экологическая безопасность**

#### **Защита атмосферы**

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

– экологизацию технологических процессов;

– очистки газа от вредных примесей;

– рассеивание газовых выбросов в атмосфере;

– соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

– Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Экологизация технологических процессов-создание замкнутого технологического цикла, без отходов и малу линии технологии, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ грязная. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более эко логичными типами,

приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергии и др.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), влажная уборка: пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, поглощения, адсорбционные) и другие технологии очистки природного газа от токсичных газов и паров загрязняющих веществ.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере является снижение его концентрации риска, – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Высшее руководство, более рассеянный эффект. К сожалению, такой подход позволяет снизить локальное загрязнение, но это показывает летней областной.

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

### **Защита гидросферы**

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;
- очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;
- передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство);
- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;
- очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. Учитывая многообразие состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др. В зависимости от характера загрязнения и уровней рисков очистки сточных вод может сделать какой-либо метод или набор методов (комбинированный способ).

### **Защита литосферы**

Общая характеристика.

Различают природные и антропогенные загрязнения почвы. Природный загрязнение почв в результате естественных процессов в биосфере, произошел без вмешательства человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ, которые происходят гидросферы, атмосферы, гидросферы или литосферы, например, из-за выветривания горных пород или осадков в виде дождя или снега, зачистки грязных материалов в атмосферу.

Наиболее опасные природные экосистемы и человека антропогенного загрязнения почвы, особенно техногенного человеческого происхождения. Наиболее распространенными загрязнителями называется удобрения, пестициды, тяжелые металлы и других веществ из промышленных источников. Источники загрязняющих веществ в почве. Можно выделить следующие основные типы источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов от промышленных источников;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы рассматриваем только на вопросы твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основные виды промышленных отходов-это отходы шлаки тепловых электростанций и металлургических фабрик, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию ресурсов похоронен, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Переработка твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

#### 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории  $A_n$ ,  $B_n$ ,  $B_n$ ,  $\Gamma_n$  и  $D_n$ .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. [6, ст. 12]

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метанвзрывоопасен).

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

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;

- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному выходу.

#### План эвакуации из помещения

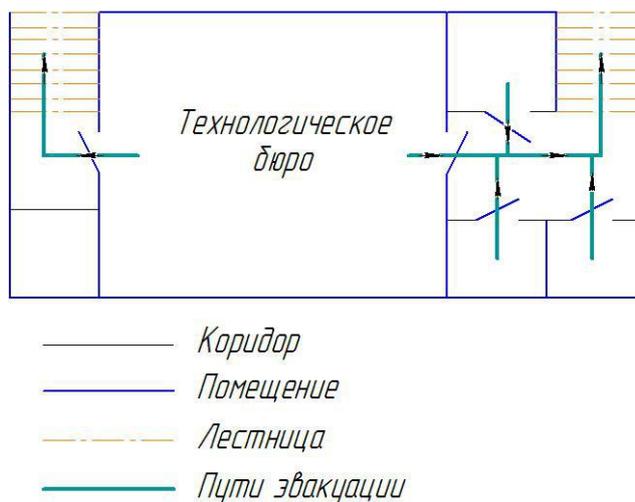


Рис 4. План эвакуации.

#### Вывод:

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали, в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

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

При проектировании рабочих мест были учтены освещенность, температура, шум, наличие вредных веществ и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании технологического процесса было уделено внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также учитывалась возможность чрезвычайных ситуаций.

#### Список литературы:

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от

- электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
  3. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
  4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
  5. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность.
  6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ .2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
  7. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
  8. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
  8. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
  9. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда.
  10. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ.

## Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2015. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процес-сов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 1/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 2003. 912 с., ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 2003. 912 с., ил.
5. Ансеров М.А. 1975 Приспособления для металлорежущих станков.