

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления детали «Шкив ведущий»</b>

УДК 621.81.002-585.176

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Евсеев Сергей Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н. доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 15.03.01 "Машиностроение"	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н. доцент		

## Запланированные результаты обучения по программе

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель: ООП 15.03.01

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

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Евсееву Сергею Игоревичу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Шкив ведущий»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.05.2019 №4216/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2019
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект проектирования – деталь «Шкив ведущий». Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Проектирование технологического процесса 2. Проектирование станочного приспособления 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 4. Социальная ответственность Заключение
<b>Перечень графического материала</b>	1. Чертеж детали «Шкив ведущий» 2. Размерная схема технологического процесса 3. Граф дерево 4. Технологическая оснастка 5. Спецификация

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
1. Технологический	Галин Николай Евгеньевич
2. Конструкторский	Галин Николай Евгеньевич
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
4. Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	20.02.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н. доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Евсеев Сергей Игоревич		

## Реферат

Выпускная классификационная работа: 98 страниц, 28 рисунков, 16 источников, 21 таблиц.

Графическая часть: 2 листа А4, 1 лист А3, 1 лист А2, 3 листа А1

Ключевые слова: шкив ведущий, технологический процесс, размерный анализ, режимы резания, нормы времени, зажимное приспособление.

Цель выпускной классификационной работы: разработать технологический процесс изготовления детали «Шкив ведущий».

В выпускной классификационной работе разработан технологический процесс обработки детали «Шкив ведущий», выполнен размерный анализ и определены операционные размеры заготовки, выбрано технологическое оборудование, оснастка и инструмент на каждую операцию, рассчитаны режимы резания и нормы времени, спроектировано специальное зажимное приспособление на сверлильную операцию. Выполнено экономическое сравнение вариантов технологического процесса и рассмотренная социальная ответственность при выполнении выпускной классификационной работы.

Во время разработки зажимного приспособления произведены расчеты усилия закрепления, параметров привода.

Разработаны: сборочный чертеж зажимного приспособления, операционные карты технологического процесса изготовления детали «Шкив ведущий», чертеж размерного анализа.

## Оглавление

Введение.....	8
Техническое задание.....	9
1 Технологическая часть.....	10
1.1 Определение типа производства.....	10
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	11
1.3 Выбор исходной заготовки.....	12
1.4 Разработка технологии изготовления.....	12
1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	16
1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров .....	20
1.7 Расчет режимов резания.....	23
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	39
1.9 Определение норм времени.....	42
1.9.1 Расчет основного времени.....	42
1.9.2 Определение норм вспомогательного времени для каждой операции.....	50
1.9.3 Определение штучно-калькуляционного времени.....	51
2 Конструкторская часть.....	54
2.1 Анализ исходных данных.....	54
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.....	55
2.3 Описание конструкции и работы приспособления.....	55
2.4 Определение необходимой силы зажима.....	56
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	60
3.1.1 Потенциальные потребители результатов технического проектирования.....	61

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	62
3.2 Планирование технического проектирования работ.....	64
3.2.1 Структура работ в рамках проектирования.....	64
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работы... ..	65
3.2.3 Разработка проведения технического проектирования.....	67
3.3 Смета затрат на технический проект.....	69
3.3.1 Расчет материальных затрат технического проекта.....	69
3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы.....	70
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)....	72
3.3.4 Накладные расходы.....	72
3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта.....	72
4 Социальная ответственность.....	75
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...75	75
4.2 Производственная безопасность.....	76
4.2.1 Анализ вредных и производственных факторов.....	76
4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)...	88
4.3 Экологическая безопасность.....	89
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
Заключение.....	96
Список использованных источников.....	97

## **Введение**

В условиях современного состояния промышленности важнейшей целью является развитие технологии машиностроения. Это достигается повышением производительности технологических процессов, повышением качества выпускаемой продукции, повышением уровня их автоматизации, а также снижением себестоимости изготовления единицы продукции.

В настоящее время примерно 75% от общего объема машиностроительных изделий приходится на долю мелко- и среднесерийного производства. Создаваемые машины характеризуются повышением их производительности, быстроходности, удельной мощности и надёжности, при снижении весовых и габаритных показателей. Это влечёт за собой использование новых высокопрочных, имеющих специальные свойства, конструкционных материалов, которые в большинстве случаев являются труднообрабатываемыми. Однако технический прогресс определяется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства.

*Целью* выполнения дипломного проекта по является разработка технологического процесса и проект участка механического цеха по обработке детали «Шкив ведущий».

*Актуальностью* данной работы является обеспечения высокого качества исследуемой детали зубчатое колесо с использованием современного технологического оборудования.

Решение этой проблемы возможно через широкое внедрение в производство гибких автоматизированных систем, представляющих качественно новый этап в комплексной автоматизации производственного процесса, вследствие их создания на основе широкого применения программно-управляемого технологического оборудования, микропроцессорных устройств, средств автоматизации проектно-конструкторских, производственных работ.

## Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «Шкив ведущий». Чертёж детали представлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 1000 шт.

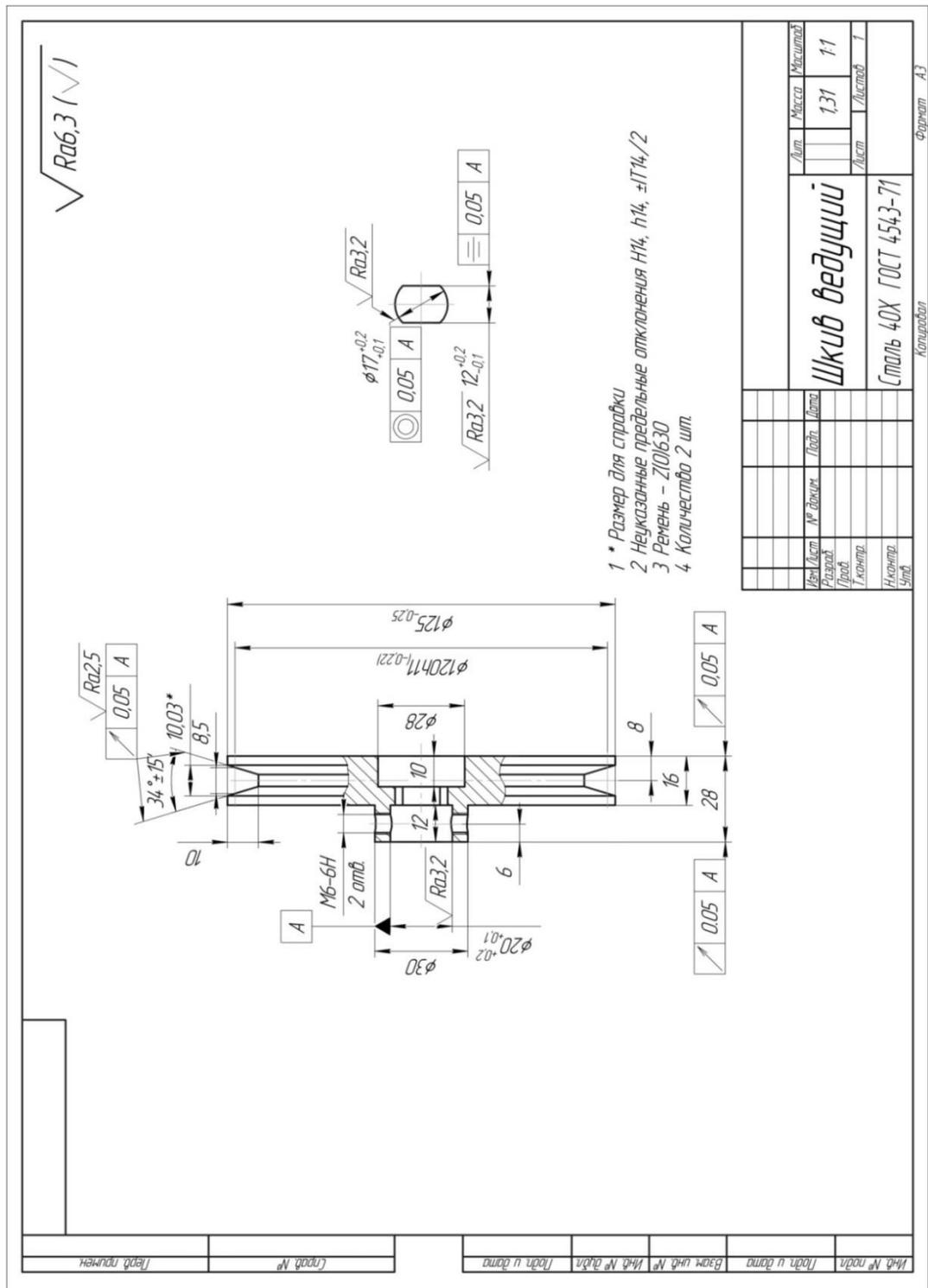


Рисунок 1.1 - Чертёж детали

## 1 Технологическая часть

### 1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}, \quad (1.1)$$

где  $t_d$  – такт выпуска деталей;

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

Такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N}, \quad (1.2)$$

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

$N = 1000$  – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1, с.22] при двухсменном режиме работы:  $F_r = 4015$  ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши} / n, \quad (1.3)$$

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

$n$  – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k \cdot T_0, \quad (1.4)$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент, который зависит от вида применяемого станка;

$T_0$  – основное технологическое время.

Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 \cdot D^2 \quad (1.5)$$

$$t_{ш0} = 1,5 \cdot 0,00019 \cdot 130^2 = 4,8 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

$$T_0 = (0,17 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3}, \quad (1.6)$$

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = (0,17 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = (0,17 \cdot 125 \cdot 16 + 0,1 \cdot 30 \cdot 12) \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ мин.},$$

$$t_{ш5} = 2,10 \cdot 0,4 = 8,4 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция:

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 \cdot d \cdot l \quad (1.7)$$

$$t_{ш2} = (1,72 \cdot 0,00052 \cdot 6 \cdot 5) \cdot 2 = 0,05 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная операция:

Нарезание резьбы в отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 \cdot d \cdot l \quad (1.8)$$

$$t_{ш8} = (1,72 \cdot 0,0004 \cdot 6 \cdot 5) \cdot 2 = 0,04 \text{ мин.}$$

Среднестучное время:

$$t_{шс} = \frac{4,8 + 8,4 + 0,05 + 0,04}{4} = 3,3 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 \cdot 4015 / 1000}{3,3} = 73$$

$K_{30} > 40$ , что соответствует единичному производству.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – шкив ведущий представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 40Х ГОСТ 4543-2016. Деталь имеет достаточно

простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Таблица 1.1 – Химический состав Сталь 40X

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36 – 0.44	0.17 – 0.37	0.5 – 0.8	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.8 – 1.1	до 0.3

### 1.3 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный  $\varnothing 130^{+0,6}_{-2,0}$  ГОСТ 2590-2006.

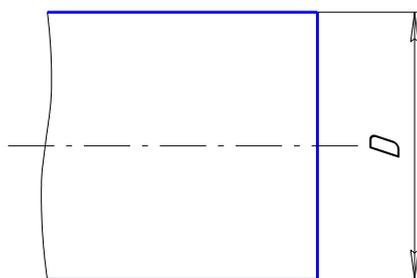


Рисунок 1.2 – Заготовка

### 1.4 Разработка технологии изготовления детали

Таблица 1.2 – Технологический процесс изготовления

0		<p>Заготовительная</p> <p>1) Отрезать заготовку, выдержав размер А0.1</p>
---	--	---

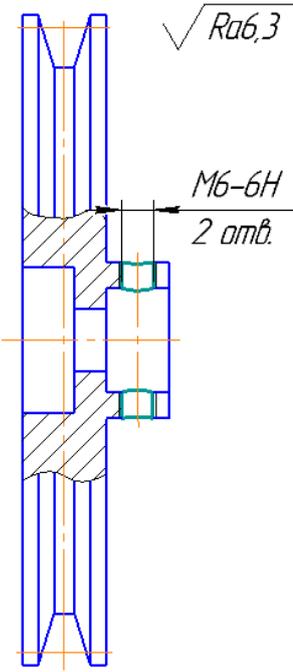
Продолжение таблицы 1.2

<p>1</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Подрезать торец 1, выдержав размер A1.1;</li> <li>2) Центровать торец</li> <li>3) Сверлить пов. 2, выдерживая размеры D1.1;</li> <li>4) Расточить пов. 3, выдержав размеры D1.2 и A1.2;</li> <li>5) Точить пов. 4, выдержав размеры D1.7 и A1.3;</li> <li>6) Точить пов. 4, выдержав размеры D1.6 и A1.3;</li> <li>7) Точить пов. 4, выдержав размеры D1.5 и A1.3;</li> <li>8) Точить пов. 4, выдержав размеры D1.4 и A1.3;</li> <li>9) Точить пов. 4, выдержав размеры D1.3 и A1.3.</li> </ol>
<p>2</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Подрезать торец 1, выдержав р-р A2.1;</li> <li>2) Расточить пов. 2, выдерживая р-ры D2.1, A2.2;</li> <li>3) Точить пов. 3, выдерживая р-р D2.2;</li> <li>4) Точить канавку 4, выдерживая р-ры D2.3, A2.4, A2.5, A2.6, alpha_2.1.</li> </ol>

Продолжение таблицы 1.2

<p>3</p>	<p>Technical drawing of a shaft with a groove. The drawing shows a cross-section with dimensions <math>D_{3,1}</math>, <math>2 \text{ амб}</math>, and <math>A_{3,1}</math>. A detail view of the groove shows dimensions 5, 12, and 3,4. Surface roughness is indicated as <math>\sqrt{Ra6,3}</math>.</p>	<p>Сверлильная</p> <p>1) Сверлить 2 отв. 1, выдержав раз-ры <math>D_{3.1}</math> и <math>A_{3.1}</math></p>
<p>4</p>	<p>Technical drawing of a shaft with a groove. The drawing shows a cross-section with dimensions 1, 4,5, and 2,3. A detail view of the groove shows dimensions <math>D_{4,1}</math>, <math>A_{4,1}</math>, and surface roughness <math>\sqrt{Ra3,2}</math>.</p>	<p>Электроэрозионная</p> <p>1) Обработать паз 1, выдержав размеры <math>D_{4.1}</math> и <math>A_{4.1}</math></p>

Продолжение таблицы 1.2

5	 <p>The drawing shows a shaft assembly in a half-profile view. The shaft has chamfered ends, indicated by a surface texture symbol <math>\sqrt{Ra6,3}</math>. A section of the shaft is threaded with M6-6H, and the length of this section is labeled as 2 отв. (2 threads). The drawing uses blue lines for the shaft and hatching for the mating part. Orange dashed lines indicate the centerline and axial positions.</p>	<p>Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Нарезать резьбу М6-6Н;</li><li>2. Снять заусенцы.</li></ol>
---	---	---

## 1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

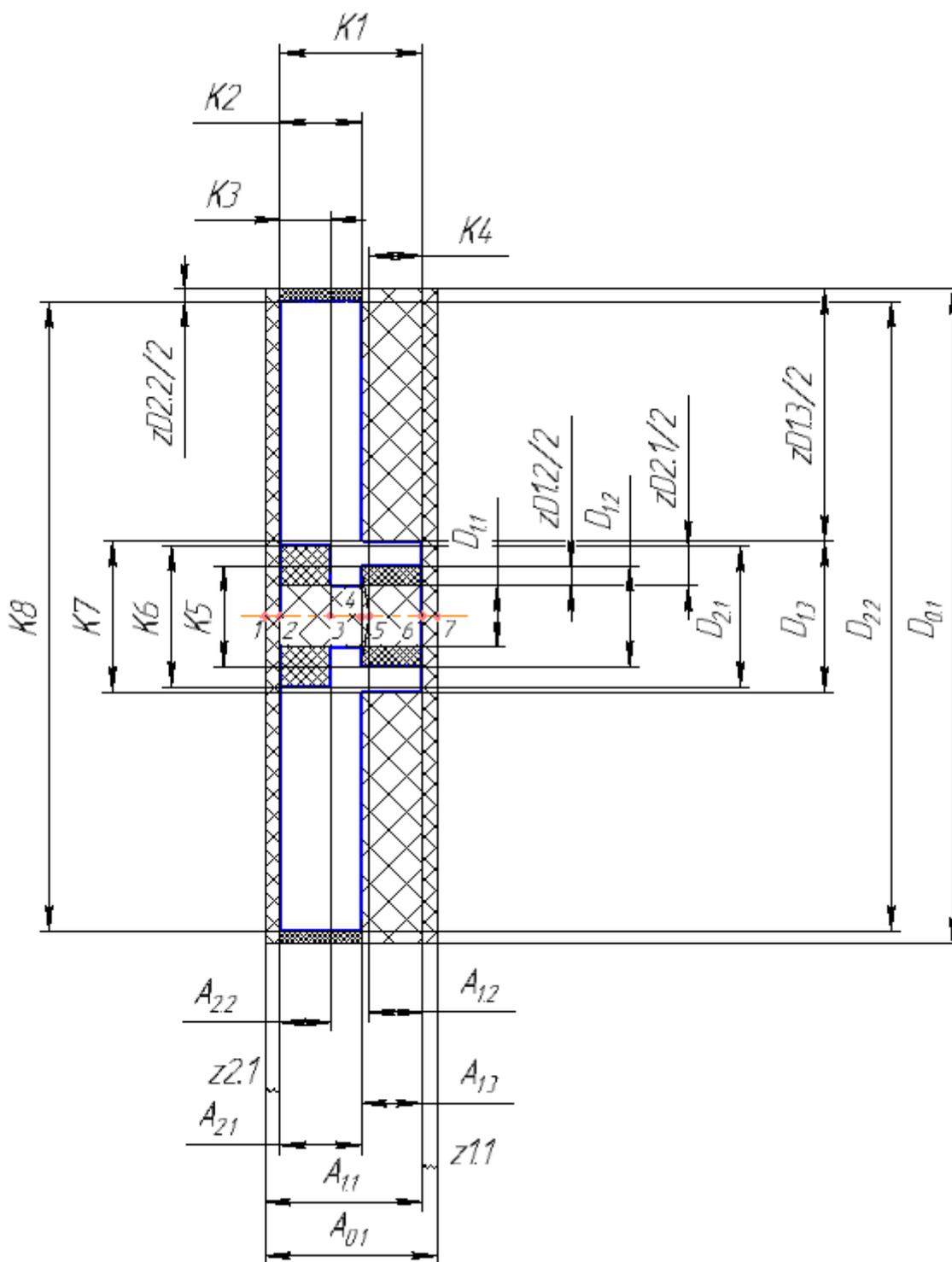


Рисунок 1.3 – Размерная схема

Допуски на диаметральные размеры:

$$TD_{0.1} = 2,6 \text{ мм};$$

$$TD_{1.1} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TD_{1.2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{2.2} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TD_{2.1} = 0,52 \text{ мм};$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (1.9)$$

Для размера  $K_1$  (см. рисунок 3):  $TK_5 = 0,1 \geq TD_{1.2} = 0,1$  мм, т. е. размер  $K_1$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_2$  (см. рисунок 3):  $TK_6 = 0,52 \geq TD_{2.1} = 0,52$  мм, т. е. размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_3$  (см. рисунок 3):  $TK_7 = 0,52 \geq TD_{1.3} = 0,52$  мм, т. е. размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_4$  (см. рисунок 3):  $TK_8 = 0,25 \geq TD_{2.2} = 0,25$  мм, т. е. размер  $K_{11}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

$$D_{1.2} = K_5 = 20_{+0,1}^{+0,2} \text{ мм};$$

$$D_{2.1} = K_6 = 28_{+0,52} \text{ мм};$$

$$D_{1.3} = K_7 = 30_{-0,52} \text{ мм};$$

$$D_{2.2} = K_8 = 125_{-0,25} \text{ мм}.$$

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.10)$$

Прокат горячекатаный обычной точности:

$$R = 0,1 \text{ мм}; \quad h = 0,1 \text{ мм}; \quad \rho = 0,13 \text{ мм}; \quad \varepsilon = 0 \text{ мкм};$$

Точение черновое:

$$R = 0,15 \text{ мм}; \quad h = 0,1 \text{ мм}; \quad \rho = 0,11 \text{ мм}; \quad \varepsilon = 0 \text{ мкм}.$$

$$2Z_{22}^D \min = 2Z_{13}^D \min = 2(0,1 + 0,1 + 0,13) = 0,66 \text{ мм};$$

$$2Z_{12}^D \min = 2Z_{21}^D \min = 2(0,15 + 0,1 + 0,11) = 0,72 \text{ мм}.$$

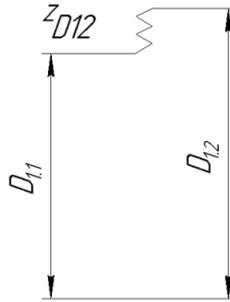


Рисунок 1.4 – Схема размерной цепи

Находим  $D_{1.1}$

$$D_{1.2}^c = 20,15 \text{ мм};$$

$$Z_{D1.2}^c = Z_{D1.2 \min} + (TD_{1.1} + TD_{1.2})/2 = 0,66 + (0,43 + 0,1)/2 = 0,925 \text{ мм};$$

$$D_{1.1}^c = D_{1.2}^c - Z_{D1.2}^c = 20,15 - 0,925 = 19,225 \text{ мм};$$

Т.к диаметр  $D_{11}$  не может быть меньше 12мм, принимаем  $D_{1.1} = 11^{+0,43}$  мм.

Фактическое значение припуска:

$$Z_{D1.2} = D_{12} - D_{11} = 20_{+0,1}^{+0,2} - 11^{+0,43} = 9_{-0,33}^{+0,2};$$

$$Z_{D1.2}/2 = 4,5_{-0,165}^{+0,1};$$

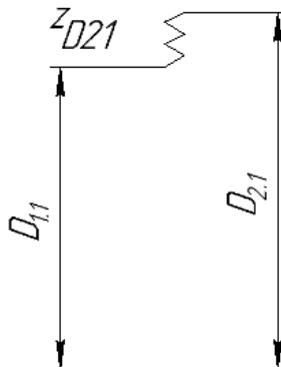


Рисунок 1.5 – Схема размерной цепи

Находим  $Z_{D2.1}/2$

$$Z_{D2.1} = D_{21} - D_{11} = 28^{+0,52} - 11^{+0,43} = 17_{-0,43}^{+0,52};$$

$$Z_{D2.1}/2 = 8,5_{-0,215}^{+0,26}.$$

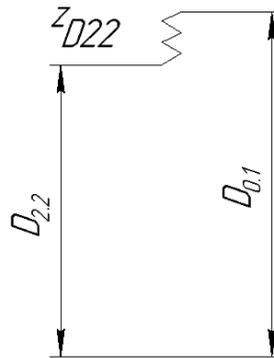


Рисунок 1.6 – Схема размерной цепи

Находим  $D_{0.1}$

$$D_{2.2}^c = D_{22} + (\text{BOD}_{22} + \text{HOD}_{22}) / 2 = (125 + 124,75) / 2 = 124,875 \text{ мм};$$

$$D_{22} = 125_{-0,25};$$

$$\text{TD}_{0.1} = 0,6 - (-2,0) = 2,6 \text{ мм};$$

$$\text{ZD}_{2.2}^c = \text{ZD}_{2.2 \text{ min}} + (\text{TD}_{2.2} + \text{TD}_{0.1}) / 2 = 0,66 + (0,25 + 2,6) / 2 = 2,085 \text{ мм};$$

$$D_{0.1}^c = D_{2.2}^c + \text{ZD}_{2.2}^c = 124,875 + 2,085 = 126,96 \text{ мм};$$

$$D_{0.1} = D_{0.1}^c - (\text{BOD}_{0.1} + \text{HOD}_{0.1}) / 2 = 126,96 - (0,6 - 2,0) / 2 = 128,36;$$

$$D_{0.1} = 128,36_{-2,0}^{+0,6} \text{ выбираем прокат } D = 130 \text{ мм};$$

$$\text{Следовательно } D_{0.1} = 130_{-2,0}^{+0,6}.$$

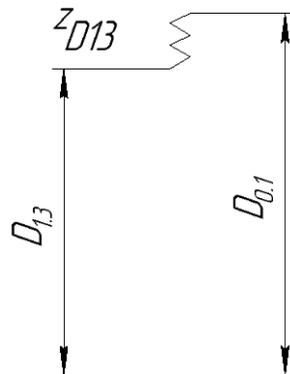


Рисунок 1.7 – Схема размерной цепи

Находим  $Z_{D1.3}/2$

$$Z_{D1.3} = D_{0.1} - D_{1.3} = 130_{-2,0}^{+0,6} - 30_{-0,52} = 100_{-2,0}^{+1,12};$$

$$Z_{D1.3}/2 = 50_{-1}^{+0,56}.$$

Поскольку получили значительно большой припуск следует разделить данные переход на 10 проходов по 5мм, т.е искусственно добавленные диаметры.

$$D_{1.4} = 50_{-0,52} \text{ мм};$$

$$D_{1.5} = 70_{-0,74} \text{ мм};$$

$$D_{1.6} = 90_{-0,87} \text{ мм};$$

$$D_{1.7} = 10_{-0,87} \text{ мм};$$

$$Z_{D1.3}/2 = 5_{-0,2}^{+0,112} \text{ мм}.$$

## 1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров

Назначаем допуски на осевые технологические размеры. Берем их равными средней статистической погрешности механической обработки из приложения 1 [2, с. 74].

Допуски на технологические размеры:

$$TA_{0.1} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{1.2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.3} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.2} = 0,2 \text{ мм}.$$

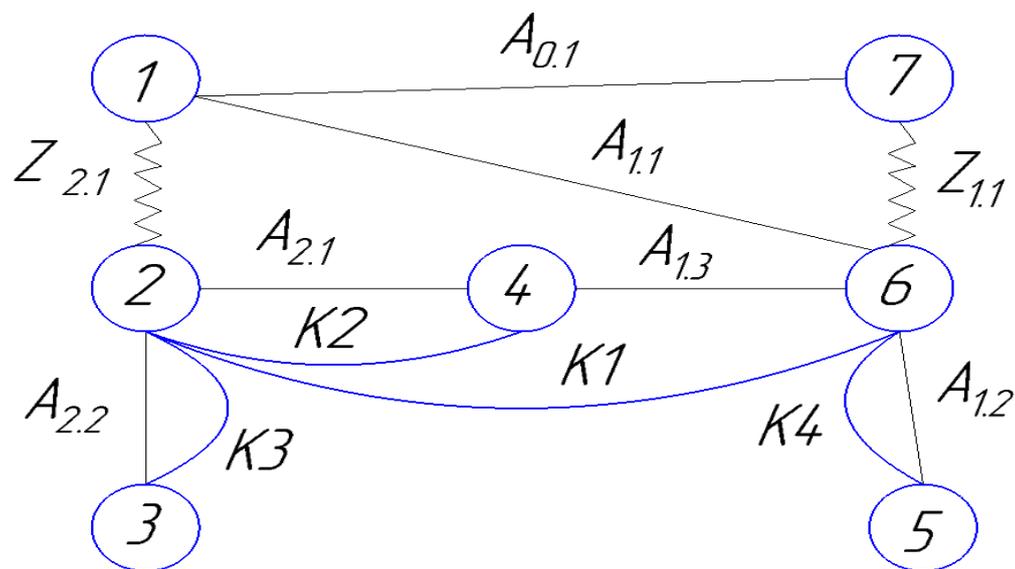


Рисунок 1.8 – Граф технологических размерных цепей

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (1.11)$$

Для размера  $K_1$  (см. рисунок 3):  $TK_1 = 0,43 \geq TA_{2.1} + TA_{1.3} = 0,2 + 0,2 = 0,4$  мм, т. е. размер  $K_1$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_2$  (см. рисунок 3):  $TK_2 = 0,43 \geq TA_{2.1} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_3$  (см. рисунок 3):  $TK_3 = 0,36 \geq TA_{2.2} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_4$  (см. рисунок 3):  $TK_4 = 0,43 \geq TA_{1.2} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_{11}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

$$A_{2.1} = K_2 = 16_{-0,43} \text{ мм};$$

$$A_{2.2} = K_3 = 10^{+0,36} \text{ мм};$$

$$A_{1.2} = K_4 = 12^{+0,43} \text{ мм}.$$

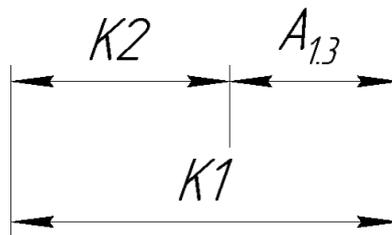


Рисунок 1.9 – Схема размерной цепи

Найдём  $A_{1.3}^c$ :

$$A_{1.3}^c = K_1^c - K_2^c = 27,74 - 15,785 = 11,955 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}; \quad (1.12)$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{r_{i-1}}. \quad (1.13),$$

Прокат горячекатанный обычной точности:

$$R = 0,1 \text{ мм}; \quad h = 0,1 \text{ мм}; \quad \rho = 0,13 \text{ мм}.$$

Минимальный припуск на черновую подрезку торца:

$$Z_{1,1 min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм}.$$

$$Z_{2,1 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм.}$$

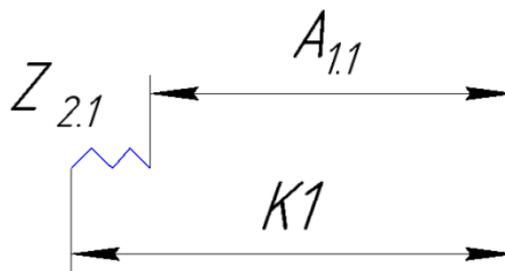


Рисунок 1.10 – Схема размерной цепи

Найдём  $A_{1.1}$

$$K_1 = 28_{-0,52} \text{ мм;}$$

$$K_1^c = 27,74 \pm 0,26 \text{ мм;}$$

$$Z_{2.1 \max} = Z_{2.1 \min} + TA_{1.1} + TK_1 = 0,33 + 0,52 + 0,25 = 1,1 \text{ мм;}$$

$$Z_{2.1}^c = (Z_{2.1 \max} + Z_{2.1 \min}) / 2 = (1,1 + 0,33) / 2 = 0,715 \text{ мм;}$$

$$A_{1.1}^c = K_1^c + Z_{2.1}^c = 27,74 + 0,715 = 28,445 \text{ мм;}$$

$$A_{1.1} = 28,445 \pm 0,1$$

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - K_1 = 28,445 \pm 0,1 - 28_{-0,52} = 0,445_{-0,1}^{+0,62} \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \min} = 0,345 \text{ мм}$$

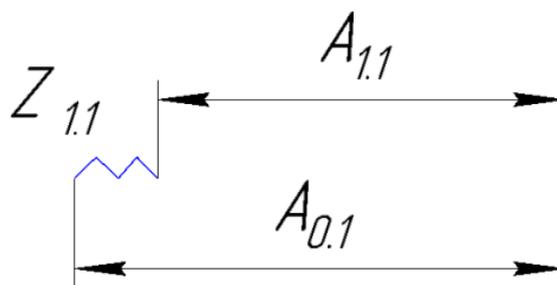


Рисунок 1.11 – Схема размерной цепи

Найдём  $A_{0.1}$

$$A_{1.1} = 28,445 \pm 0,1;$$

$$A_{1.1}^c = 28,445 \text{ мм;}$$

$$Z_{1.1 \max} = Z_{1.1 \min} + TA_{1.1} + TA_{0.1} = 0,33 + 0,2 + 0,30 = 0,83 \text{ мм;}$$

$$Z_{1.1}^c = (Z_{1.1 \max} + Z_{1.1 \min}) / 2 = (0,83 + 0,33) / 2 = 0,58 \text{ мм};$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 28,445 + 0,58 = 29,025 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 29,1 \pm 0,15.$$

## 1.7 Расчет режимов резания

### Отрезная операция 0

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблицы 3

[3, с. 178] – Т15К6.

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

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

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

Минутая подача  $S_M = 1500 \text{ мм}^3/\text{мин}$

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_M} = \frac{130 \text{ мм}}{1500} = 0,08 \text{ мин}$$

Где  $D_{px}$ -длина рабочего хода

Ширина полотна  $t=3...5=5 \text{ мм}$

### Токарная операция 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

#### Переход 1 точение торца

Глубина резания:  $t = Z_{11}^c = 0,58 \text{ мм}$ .

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^{y_t}} K_v \quad (1.14)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по таблице 17 [4, с.269].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.15)$$

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

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

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

$$K_{MV} = K_T \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{ПV} = 0,9$ ;  $K_{ИV}=2,7$ .

$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944$ .

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 0,58^{0,15} 0,5^{0,35}} 1,944 = 476 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 476}{3,14 \cdot 130} = 1168 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 1000}{1000} = 408 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P \quad (1.16)$$

Значения коэффициентов:  $C_P = 300$ ;  $n = - 0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.273].

Коэффициент  $K_P$ :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

$K_{MP} = 1,22$ ;  $K_{\varphi P} = 0,89$ ;  $K_{\gamma P} = 1,0$ ;  $K_{\lambda P} = 1,0$ ;  $K_{rP} = 0,93$ .

$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01$ .

Главная составляющая силы резания:

$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,58^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 408^{-0,15} \cdot 1,01 = 424 \text{ Н}$ .

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{424 \cdot 408}{1020 \cdot 60} = 2,8 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,7}{0,75} = 3,8 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta; \quad (1.17)$$

$$3,8 < 15$$

где  $N_{ст}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

## Переход 2 центровка отверстия

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 2,5/2 = 1,25 \text{ мм}$ .

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]:  $S = 0,23 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания:

$$V = \frac{7,0 * 2,5^{0,4}}{90^{0,20} * 0,23^{0,50}} 2,16 = 13,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 13,8}{3,14 \cdot 2,5} = 1754 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{ст} = 1500 \text{ об/мин}$ .

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 1500}{1000} = 11,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 2,5^1 \cdot 0,23^{0,7} \cdot 1,22 = 741 \text{ Н.}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,23^{0,8} \cdot 1,22 = 0,8 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{0,8 \cdot 1500}{9750} = 0,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,1}{0,75} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$0,17 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### **Переход 3: сверление отверстия Ø11мм.**

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 11/2 = 5,5$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]:  $S = 0,36$  мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{9,8 * 11^{0,4}}{90^{0,20} * 0,36^{0,50}} 2,16 = 19,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,9}{3,14 \cdot 11} = 576 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 500}{1000} = 17,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1,22 = 4463 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,36^{0,8} \cdot 1,22 = 22,5 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot \pi}{9750} = \frac{22,5 \cdot 500}{9750} = 1,15 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,15}{0,75} = 1,54 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$1,54 < 15$$

где  $N_{ст}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

#### **Переход 4 расточка отверстия**

Глубина резания:  $t = Z_{D12}^c = 4,4675 \text{ мм.}$

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 4,4675^{0,15} 0,4^{0,35}} 1,944 = 379 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 379}{3,14 \cdot 20} = 6042 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 2000}{1000} = 125,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4,4675^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 125,6^{-0,15} \cdot 1,01 = 3298 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{3298 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 6,8 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{6,8}{0,75} = 9 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$9 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### Переход 5 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D13}^c = 5 \text{ мм}$

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 5^{0,15} 0,3^{0,35}} 1,944 = 412 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 412}{3,14 \cdot 110} = 1193 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 1000}{1000} = 345,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 345,4^{-0,15} \cdot 1,01 = 2056 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{2056 \cdot 345,4}{1020 \cdot 60} = 10,8 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{10,8}{0,75} = 14,4 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$14,4 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### Переход 6 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D13}^c = 5 \text{ мм}$

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,205} 5^{0,15} 0,3^{0,35}} 1,944 = 412 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 412}{3,14 \cdot 90} = 1458 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1200 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 1200}{1000} = 339 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 339^{-0,15} \cdot 1,01 = 2086 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{2086 \cdot 339}{1020 \cdot 60} = 10,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{10,1}{0,75} = 13,4 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$13,4 < 15$$

где  $N_{ст}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### Переход 7 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D13}^c = 5$  мм

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,205} 5^{0,15} 0,3^{0,35}} 1,944 = 412 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 412}{3,14 \cdot 70} = 1874 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 1600 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1600}{1000} = 351 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 351^{-0,15} \cdot 1,01 = 2099 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{2099 \cdot 351}{1020 \cdot 60} = 10 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{10}{0,75} = 13,3 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$13,3 < 15$$

где  $N_{ст}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

## Переход 8 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D13}^c = 5$  мм

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 5^{0,15} 0,3^{0,35}} 1,944 = 412 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 412}{3,14 \cdot 50} = 2624 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 2000}{1000} = 188 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 188^{-0,15} \cdot 1,01 = 2799 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{2799 \cdot 188}{1020 \cdot 60} = 8,6 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{8,6}{0,75} = 11,5 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$11,5 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

## Переход 6 обтачивание поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{D13}^c = 5$  мм

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 5^{0,15} 0,3^{0,35}} 1,944 = 412 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 412}{3,14 \cdot 30} = 4380 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 2000}{1000} = 188 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 188^{-0,15} \cdot 1,01 = 2799 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{2799 \cdot 188}{1020 \cdot 60} = 8,6 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{8,6}{0,75} = 11,5 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$11,5 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

## Токарная операция 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

## Переход 1 точение торца

Глубина резания:  $t = Z_{21}^c = 0,705$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.266] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 0,705^{0,15} 0,5^{0,35}} 1,944 = 462 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 462}{3,14 \cdot 130} = 1134 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 1000}{1000} = 408 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,705^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 408^{-0,15} \cdot 1,01 = 515 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{515 \cdot 408}{1020 \cdot 60} = 3,44 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{3,44}{0,75} = 4,58 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$4,58 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

## Переход 2 расточка отверстия

Глубина резания:  $t = Z_{D2.1}^c = 8,5225$  мм.

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

$$S = 0,2 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 8,5225^{0,15} 0,2^{0,35}} 1,944 = 439 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 439}{3,14 \cdot 28} = 4992 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 2000}{1000} = 176 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 8,5225^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 176^{-0,15} \cdot 1,01 = 3556 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{3556 \cdot 176}{1020 \cdot 60} = 10,2 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{10,2}{0,75} = 13,6 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$13,6 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### Переход 3 обтачивание поверхности

$$\text{Глубина резания: } t = Z_{D22}^c = 2,085 \text{ мм}$$

Подача по таблице 15 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,3 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 2,085^{0,15} 0,3^{0,35}} 1,944 = 470 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 470}{3,14 \cdot 125} = 1199 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 1000}{1000} = 392 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,085^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 392^{-0,15} \cdot 1,01 = 1045 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{1045 \cdot 392}{1020 \cdot 60} = 6,7 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{6,7}{0,75} = 8,94 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$8,94 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

#### **Переход 4 точение канавки**

Глубина резания:  $t = Z = 10 \text{ мм}$

Подача по таблице 15 [4, с.262] для данной глубины резания:

$$S = 0,08 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 10^{0,15} 0,08^{0,35}} 1,944 = 610 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 610}{3,14 \cdot 120} = 1621 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1200 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 1200}{1000} = 452 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 10^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 452^{-0,15} \cdot 1,01 = 1457 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{1457 \cdot 452}{1020 \cdot 60} = 10,7 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{10,7}{0,75} = 14,36 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$14,36 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

### Сверлильная 3

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 6/2 = 3 \text{ мм}$ .

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]:  $S = 0,15 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{9,8 * 6^{0,4}}{90^{0,20} * 0,15^{0,50}} 2,16 = 24,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24,2}{3,14 \cdot 6} = 1287 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1200 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1200}{1000} = 22,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 1,22 = 1319 \text{ Н.}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,22 = 3,3 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot \pi}{9750} = \frac{3,3 \cdot 1200}{9750} = 0,4 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,4}{0,75} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$0,5 < 15$$

где  $N_{\text{ст}}$  – мощность электродвигателя главного привода станка.

#### **Электроэрозионная 4**

Режим обработки при электроэрозионной обработки – совокупность параметров: энергия импульса, длительность импульса, частота импульсов, напряжение, величина тока короткого замыкания, скорость подачи Э-И. Энергия импульса  $A_{\text{и}}$  влияет на производительность (объем снимаемого с заготовки материала в единицу времени), точность обработки и шероховатость обработанной поверхности.

Принимаем энергию  $A_{и}$  для черновой электроэрозионной обработки равную 4,5Дж.

Производительность обработки составляет 0,03..0,5мм/с

$$t_0 = 0,2 * 57 = 11,4 \text{ с} = 0,19 \text{ мин}$$

## Слесарная 5

### Переход 1: нарезание резьбы М6-6Н.

1. Подача:  $s = P = 1$  мм/об, где  $P$  – шаг резьбы.

2. Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{244 \cdot 10^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,0^{0,3}} \cdot 0,8 = 138 \text{ м/мин.}$$

3. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 138}{3,14 \cdot 6} = 7331 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 1000 \text{ об/мин.}$$

4. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1000}{1000} = 18,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1^{1,7}}{10^{0,71}} \cdot 1,22 = 627 \text{ Н.}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{627 \cdot 18,8}{1020 \cdot 60} = 0,19 \text{ кВт.}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,19}{0,75} = 0,26 \text{ кВт.}$$

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$0,26 < 3,7.$$

## 1.8 Выбор средств технологического оснащения

Выбор станков с ЧПУ конфигурацией заготовки, имеющей в конструкции элементы, для обработки которых необходимо использование циклов обработки, что наиболее целесообразно реализовать на станках с ЧПУ.

### Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH

Таблица 1.3 – Технические характеристики станка Века-Мак BMSY 440 DGH

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцетровое расстояние 450;500мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

## Токарный станок с ЧПУ Модель:DMC DL 6G

Таблица 1.4 – Технические характеристики станка с ЧПУ Модель:DMC DL 6G

Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной, мм	Ø490
Макс. диаметр точения, мм	Ø170
Макс. длина точения, мм	240
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø44
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Присоединительный торец шпинделя, ASA	A2-5
Диаметр подшипников шпинделя (передний/задний), мм	Ø80/Ø80
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	Ø55
Макс. крутящий момент, кгс×м	11.3
Привод шпинделя	ременный
Размер патрона, мм	Ø150 (6'')
Перемещение по оси X, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	250
Ускоренное перемещение по оси X, м/мин	30
Ускоренное перемещение по оси Z, м/мин	36
Тип направляющих	ласточкин хвост
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11/15
Длина × ширина, мм	2050x1420
Высота, мм	1535
Вес, кг	2500

## Универсальный вертикально-сверлильный станок Модель: 2С50

Таблица 1.5 – Технические характеристики станка 2С50

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M33
Размер рабочей поверхности подъемного стола, мм	500x500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18H12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъем стола, мм	300

Продолжение таблицы 1.5

Расстояние от оси шпинделя до колоны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)*
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0-2000
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Диапазон механических подач, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Масса станка, кг (без упаковки)	1200
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1350x1100x2560
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870x1110x2500

**Электроэрозионный копировально-прошивной станок с ЧПУ SJ EDM350**

Таблица 1.6 – Технические характеристики станка с ЧПУ SJ EDM350

<b>Наименование параметра</b>	<b>ед. изм.</b>	<b>Показатель (EDM 350)</b>
Размер рабочего стола	мм	600 x 300
Ход рабочего стола X,Y	мм	300 x 250
Ход главной оси	мм	160 + 200
Внутренний размер ванны	мм	900x570x345
Расстояние между верхним торцом шпинделя и рабочим столом	мм	500
Максимальная нагрузка шпинделя	кг	50
Максимальный вес заготовки	кг	450
Потребляемая мощность	kVa	4,5

Продолжение таблицы 1.6

Максимальный электроток обработки	А	60
Максимальная производительность	мм <sup>3</sup> /мин	До 500
Наилучшая шероховатость	μm	Ra 0,4
Форма управления		Индикация CRT, компьютерная система управления
Вес станка	кг	1200/1300

**Вертикальный гидравлический резбонарезной станок Модель: НТ-16V**

Таблица 1.7 – Технические характеристики станка НТ-16V

Диаметр резьбы	M5-M16
Частота вращения	50-1050 об/мин
Вертикальный рабочий диапазон	500-1800 мм
Зажимное приспособление для нарезания резьбы	№ 2 ТС820
Гидравлическое давление	120 кг/см <sup>2</sup>
Двигатель	3,7 кВт
Напряжение питания	220/380В, 3ф 50/60Гц
Размер стола	850x680x870 мм
Размер в упаковке	1100x1100x900 мм
Вес нетто/брутто	350/450 кг

**1.9 Определение норм времени**

**1.9.1 Расчет основного времени**

**Токарная операция 1**

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}, \quad (1.23)$$

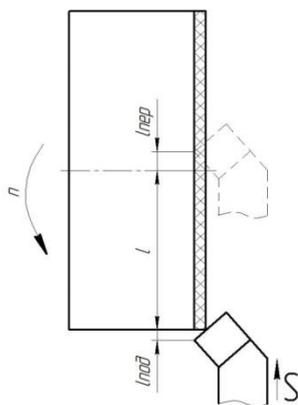


Рисунок 1.12 – Схема обработки

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(65 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1000} = 0,14 \text{ мин.}$$

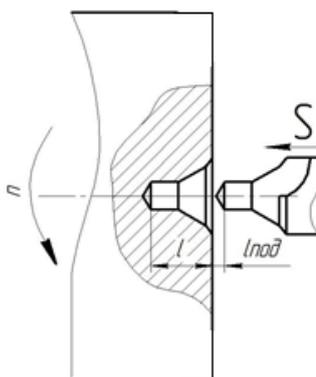


Рисунок 1.13 – Схема обработки

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(10 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,23 \times 1500} = 0,035 \text{ мин.}$$

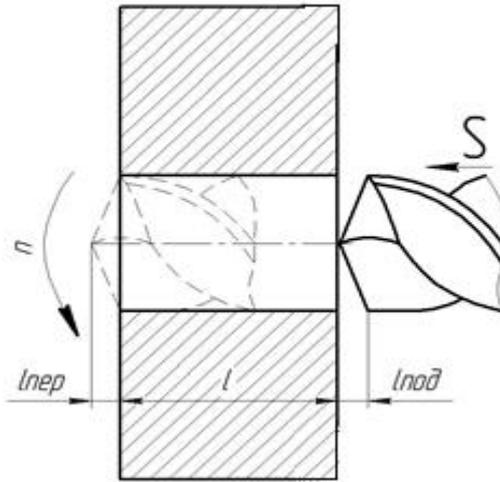


Рисунок 1.14 – Схема обработки

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(28 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,36 \times 500} = 0,18 \text{ мин.}$$

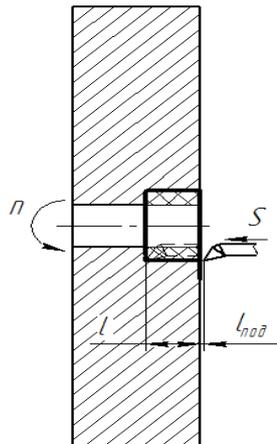


Рисунок 1.15 – Схема обработки

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(12 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 2000} = 0,017 \text{ мин.}$$

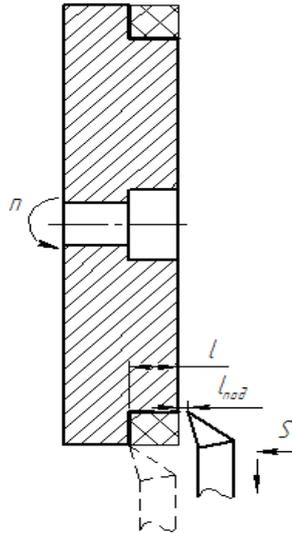


Рисунок 1.16 – Схема обработки

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(12 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,3 \times 1000} = 0,09 \text{ мин.}$$

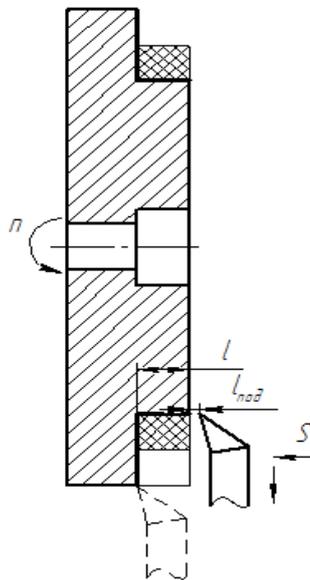


Рисунок 1.17 – Схема обработки

Переход №6:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(12 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,3 \times 1200} = 0,07 \text{ мин.}$$

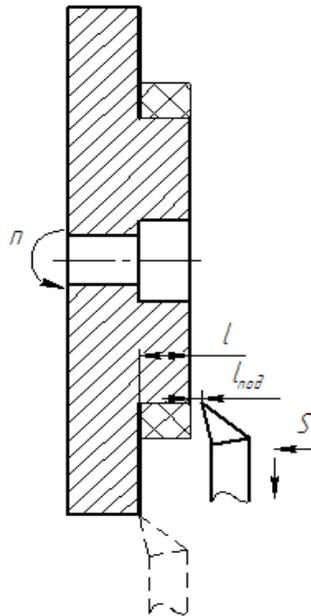


Рисунок 1.18 – Схема обработки

Переход №7:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(12 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,3 \times 1600} = 0,05 \text{ мин.}$$

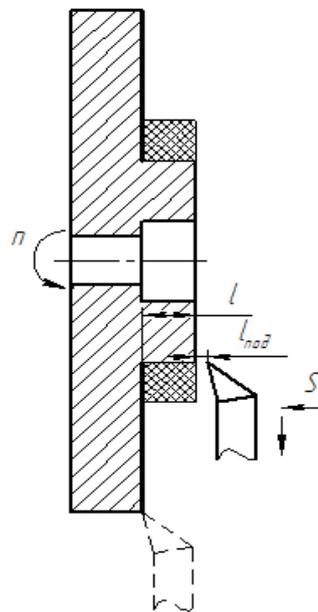


Рисунок 1.19 – Схема обработки

Переход №8:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(12 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,3 \times 2000} = 0,05 \text{ мин.}$$

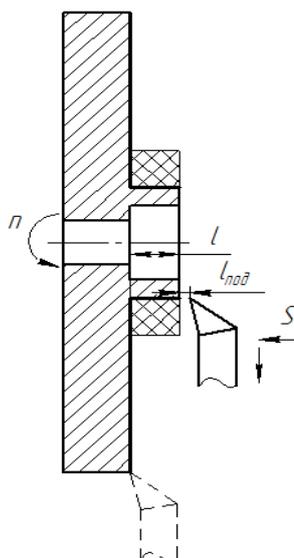


Рисунок 1.20 – Схема обработки

Переход №9:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(12 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,3 \times 2000} = 0,05 \text{ мин.}$$

**Токарная операция 2**

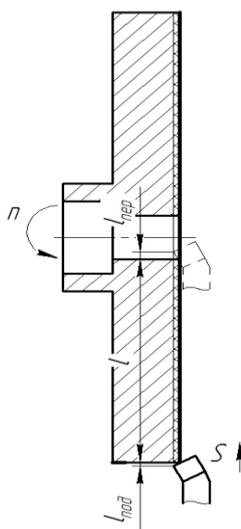


Рисунок 1.21 – Схема обработки

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(65 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1000} = 0,14 \text{ мин.}$$

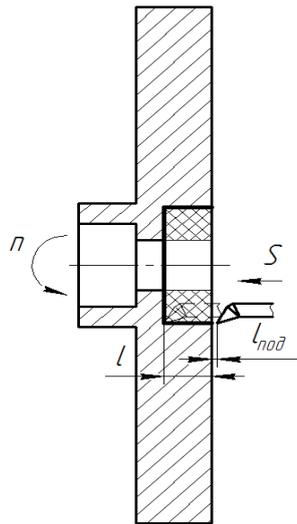


Рисунок 1.22 – Схема обработки

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(10 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 1000} = 0,06 \text{ мин.}$$

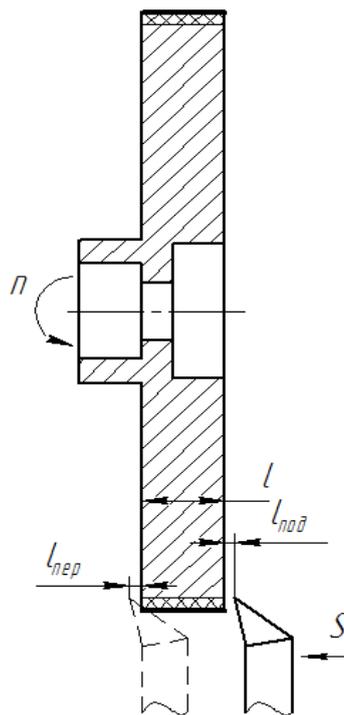


Рисунок 1.23 – Схема обработки

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(16 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1000} = 0,07 \text{ мин.}$$

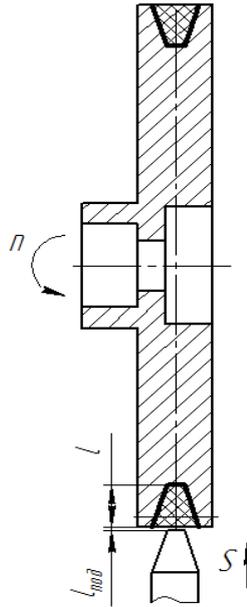


Рисунок 1.24 – Схема обработки

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(10 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,08 \times 1200} = 0,125 \text{ мин.}$$

**Сверлильная**

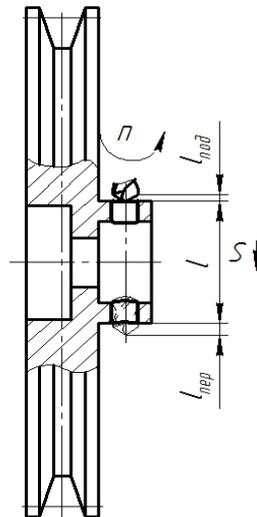


Рисунок 1.25 – Схема обработки

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(30 + 0 + 1 + 2) \cdot 1}{0,15 \times 1200} = 0,18 \text{ мин.}$$

## Слесарная

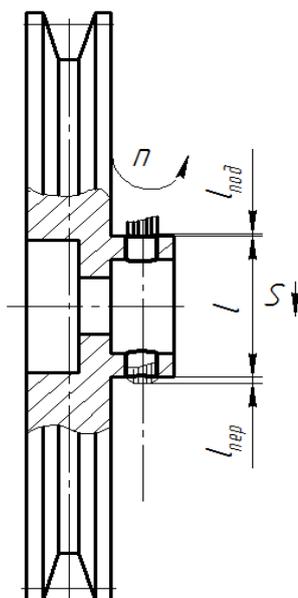


Рисунок 1.26 – Схема обработки

$$t_o = \frac{L}{nP} (t + 0,5) = \frac{30}{1000 \times 1,0} (1 + 0,5) = 0,045 \text{ мин.}$$

### 1.9.2 Определение норм вспомогательного времени для каждой операции

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [Общемашиностроительные нормативы].

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, а также время на измерение детали.

Вспомогательное время:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}. \quad (1.24)$$

Токарная операция 1:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 5 = 1,93 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Токарная операция 2:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} =$$

$$= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 4 = 1,83 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} =$$

$$= 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1 = 1,2 \text{ мин.}$$

Слесарная операция:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} =$$

$$= 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.}$$

### 1.9.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{шт.}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N}, \quad (1.25)$$

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{оо}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пер}}, \quad (1.26)$$

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп}} \quad (1.27)$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,682 + 1,93 = 2,612 \text{ мин;}$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,395 + 1,83 = 2,225 \text{ мин;}$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,18 + 1,2 = 1,38 \text{ мин;}$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,045 + 1,65 = 1,695 \text{ мин.}$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5% [нормирование к диплому].

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}, \quad (1.28)$$

здесь  $\alpha$  - процент времени на техническое обслуживание;

$\beta$  - процент времени на организационное обслуживание;

$\gamma$  - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов:  $\gamma = 4\%$ , время на организационное и техническое обслуживание  $\alpha + \beta = 8\%$ .

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.}}^1 = t_{\text{оп}}^{10} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{10} = 2,612 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,612 = 2,93 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^2 = t_{\text{оп}}^{15} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{15} = 2,225 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,225 = 2,49 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^3 = t_{\text{оп}}^{20} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{20} = 1,38 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,38 = 1,55 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^4 = t_{\text{оп}}^{30} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{30} = 1,695 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,696 = 1,9 \text{ мин.}$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{\text{пз}}^1 = 23 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^2 = 23 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^3 = 14 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^4 = 14 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^{10} + \frac{t_{\text{пз}}^{10}}{N} = 2,93 + \frac{23}{1000} = 2,953 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^{15} + \frac{t_{\text{пз}}^{15}}{N} = 2,49 + \frac{23}{1000} = 2,513 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 1,55 + \frac{14}{1000} = 1,564 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^4 = t_{\text{шт.}}^{30} + \frac{t_{\text{пз}}^{30}}{N} = 1,9 + \frac{14}{1000} = 1,914 \text{ мин.}$$

## 2. Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных

Спроектируем специальное зажимное приспособление для сверлильной операции технологического процесса изготовления детали «Шкив ведущий». Разработано техническое задание на проектирование специального приспособления, которое приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Разработанное специальное механизированное приспособление с пневмозажимом для детали «Шкив ведущий» на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Шкив ведущий».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить такие параметры как характеристики по точности, установки и закрепления заготовки заданной детали «Шкив ведущий».
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – единичный <u>Программа выпуска</u> - 1000 шт. в год. приспособление должно иметь размеры соответствующие установочным и присоединительным размерам выбранного станка 2С50
Документация, подлежащая разработке	Конструкторская часть пояснительной записки дипломного проекта, сборочный чертеж приспособления и спецификация к нему.

## 2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Для того чтобы правильно отразить силы закрепления и резания, т.е. принципиальную схему закрепления, которая необходима для определения компоновки приспособления, необходимо определить поверхности заготовки, относительно которых происходит фиксация и закрепление во время обработки на станке. На рисунке 1 представлена принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении, на которой показаны места приложения усилия закрепления (рис. 1).

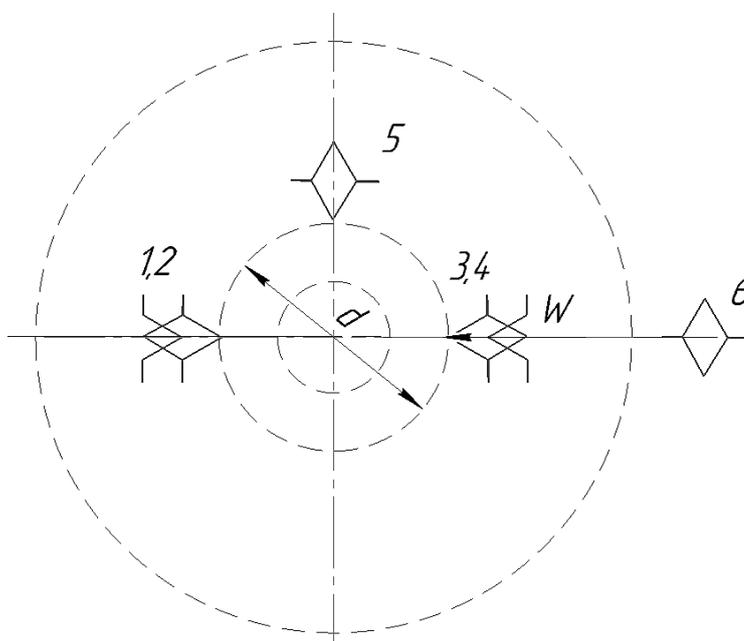


Рисунок 2.1 – Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

## 2.3 Описание конструкции и работы приспособления

Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А2.

Приспособление состоит из корпуса (3), на котором смонтированы все узлы приспособления. Для закрепления заготовок используется зажимной механизм

состоящий из губок тисков (1), зажима (2), оси (5) и пневмоцилиндра (12). Пневмоцилиндр крепится к корпусу с помощью лапок (4) и болтов (9) и шайб (15). Приспособление базируется на столе станка при помощи шпонок (6).

Принцип действия приспособления следующий: усилия от пневмоцилиндра (12) передаются с помощью штока на движущуюся часть тисков (1). При подаче сжатого воздуха с помощью распределительного крана в верхнюю полость пневмоцилиндра поршень вместе со штоком идет влево, приводя в движение тиски и давит на губку, которая зажимает заготовку. При подаче сжатого воздуха в нижнюю полость происходит разжимание заготовки.

#### 2.4 Определение необходимой силы зажима

На рисунке 2 представлена расчетная схема приспособления.

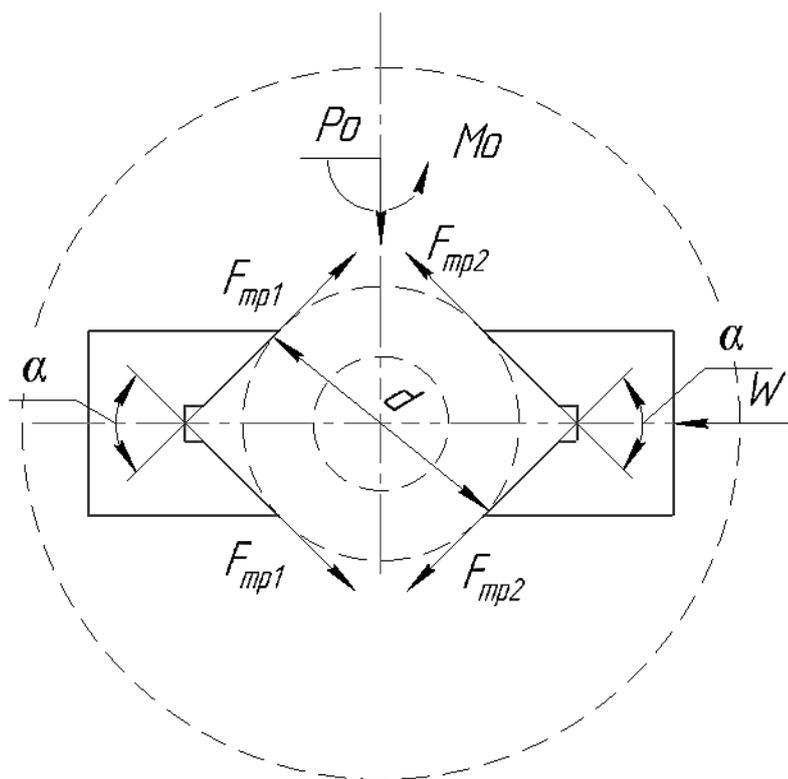


Рисунок 2.2 – Расчетная схема

Согласно разработанной расчетной схеме, на заготовку действуют силы резания, которые стремятся повернуть ее вокруг оси (момент  $M_{кр}$ ), этому противодействует момент сил трения  $F_{тр1}$ ,  $F_{тр2}$  возникающие в точках контакта заготовки и губок тисков, с плечом равному половине диаметра заготовки.

Согласно выбранной схеме закрепления и силам определим усилие закрепления.

Уравнение равновесия:

$$\sum M = P_0 \frac{d}{2} - (2F_{тр1} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2F_{тр2} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}) \quad (2.1)$$

$$F_{тр1} = F_{тр2} \quad (2.2)$$

$$P_0 \frac{d}{2} = 2F_{тр} \cdot \frac{d}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2F_{тр} \cdot \frac{d}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.3)$$

$$F_{тр} = \frac{P_0 \frac{d}{2}}{2 \frac{d}{2} \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{P_0}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{1319}{2 \sin \frac{90}{2}} = 935 \text{ Н}$$

$$W = F_{тр} \cdot \frac{k}{f} \quad (2.4)$$

Где  $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$  – коэффициент запаса [9, стр. 85]

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,5$$

$f$  – коэффициент трения, для материала стали по стали с высокой твердостью –  $f=0,6$

$$W = F_{тр} \cdot \frac{k}{f} = 935 \cdot \frac{2,5}{0,6} = 3896 \text{ Н}$$

## 2.8 Выбор и расчет силового привода

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр.

После определения усилия закрепления рассчитывается исходное усилие на приводе  $W_{пр}$ .

При расчетах используется уравнение  $W = iW_{пр}$ ,

где  $i$  - коэффициент усиления, величина которого определяется кинематической схемой приспособления.

Для данной принципиальной схемы коэффициент усиления равен 1, т.к. зажим заготовки производится непосредственно с помощью штока без применения рычажного, передаточного и др. механизма.

$$i = 1$$

Тогда полученное усилие на приводе:  $W = W_{\text{пр}} = 4281,6 \text{ Н}$

Диаметр цилиндра определим согласно формуле:

$$W_{\text{пр}} = \pi/4 D^2 p \eta, \quad (2.5)$$

$$D = \sqrt{\frac{4W_{\text{пр}}}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3896}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,9}} = 105 \text{ мм}$$

$W_{\text{пр}}$  – усилие на приводе,

$p$  – давление в сети,  $p = 0,5 \text{ Мпа}$ ,

$\eta$  - КПД,  $\eta = 0,9$ .

Используя ГОСТ 15608-81 принимаем ближайший больший по номенклатуре пневмоцилиндр диаметром цилиндра равным 125 мм.

Диаметр штока определяется по следующей зависимости

$$d_{\text{шт}} = 0,25 \cdot 125 = 31,25 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр штока равный  $d_{\text{шт}} = 32 \text{ мм}$

Определяем фактические значения усилия на приводе и усилия закрепления:

$$W_{\phi} = \frac{D_{\phi}^2 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{125^2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,9}{4} = 5519 \text{ Н}$$

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л41	Евсееву Сергею Игоревичу

<b>Инженерная школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Стоимость материально-технических ресурсов	- Стоимость расходных материалов; - Система оплаты труда ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	- отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- потенциальные потребители результатов исследования; - Определение ресурсосберегающей эффективности технического проекта;
1. Планирование технического проекта. 2. Формирование сметы технического проекта	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование затрат на техническое проектирование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы. Определение эффективности технического проектирования

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. График проведения и бюджет ТП 3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП
---

<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	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н. доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Евсеев Сергей Игоревич		

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

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность разработки технологического процесса детали «Шкив ведущий», а также оценку ресурсоэффективности и конкурентоспособности технического проекта.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- рассчитать смету технического проекта.

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения технического проектирования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимого технического проектирования.

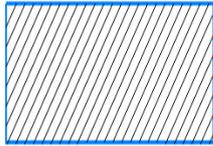
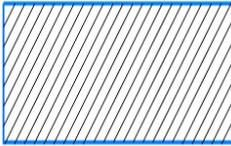
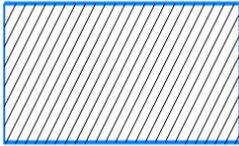
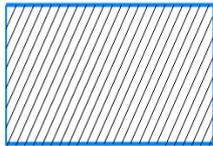
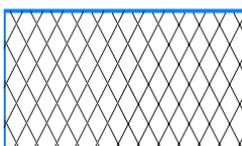
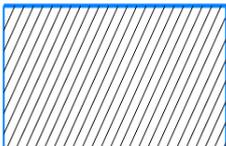
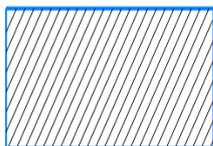
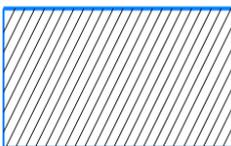
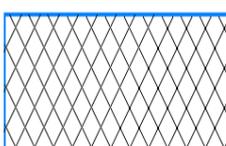
Проведение оценки потенциала будущего продукта необходимо осуществлять на каждой стадии технического проектирования, и каждый раз подход к оценке сугубо индивидуален. Постоянный мониторинг соответствия полученной оценки технологии и тенденций развития отрасли или продукта, поиск новых ниш для использования и реализации нового продукта или технологии - залог снижения риска опоздания с выходом на рынок и других рисков.

### 3.1.1 Потенциальные потребители результатов технического проектирования

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование рынка по разработке технологии изготовления детали «Шкив ведущий»: размер и возможности станочного комплекса.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали "Шкив ведущий".

Компании	Возможности станочного производства		
	Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
ПАО «Томскгазпром»			
НАО«Томскнефтехим»			
НАО«ЗапСибКомплект»			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает ПАО «Томскгазпром» не смотря на это, остальные

компании могут составить конкуренцию. Однако производство детали "Шкив ведущий" потребует от остальных компаний существенного финансового вложения, как в развитие станочной базы так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 3.2. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [1, стр. 7]:

$$K = \sum B_i \cdot V_i, \quad (3.1)$$

где:  $K$  – конкурентоспособность технической разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка технического решения ПАО «Томскгазпром»:

$$K = \sum B_i \cdot V_i = 43 \cdot 4,58 = 196,94 \quad (3.2)$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий НАО «Томскнефтехим» (K1) и НАО «ЗапСибКомплект» (K2):

$$K1 = \sum B_i \cdot V_i = 36 \cdot 3,64 = 131,04$$

$$K2 = \sum B_i \cdot V_i = 34 \cdot 3,5 = 119$$

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,23	5	4	4	1,15	0,92	0,92
2. Способ изготовления	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
3. Износостойкость	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
4. Универсальность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
5. Простота эксплуатации	0,10	5	5	3	0,5	0,5	0,3
6. Взаимозаменяемость	0,11	5	3	3	0,55	0,33	0,33
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Окупаемость	0,08	4	2	4	0,32	0,16	0,32
3. Конкурентноспособность	0,07	3	3	3	0,21	0,21	0,21
4. Себестоимость	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
Итого	1,00	43	36	34	4,58	3,64	3,5

Итогом данного анализа, действительно способным заинтересовать партнеров и инвесторов, может стать выработка конкурентных преимуществ, которые помогут создаваемому продукту завоевать доверие покупателей посредством предложения товаров, заметно отличающихся либо высоким уровнем качества при стандартном наборе определяющих его параметров, либо нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

На основании проведенного анализа мы выявили, что деталь конкурентоспособна. Также деталь является надежной, так как выполнена из жаропрочной стали. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для

определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 3.2 Планирование технического проектирования работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках проекта;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проекта.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

#### 3.2.1 Структура работ в рамках проектирования

Планирование ВКР включает в себя:

- обсуждение проблематики выбранной темы;
- цели работы;
- вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению,
- определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 3.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель

### Продолжение таблицы 3.3

	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников технического проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула [3, стр.20]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3.4)$$

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

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

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

Таблица 3.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$
		$t_{\min}$ , чел-дни	$t_{\max}$ , чел-дни	$t_{ожi}$ , чел-дни	
Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель,	1	1	1	1
Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель	2	3	2	2
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	50	65	23	23
Выполнение технологической части работы	Студент	50	65	23	23
Проверка выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель	2	3	2	2
Выполнение конструкторской части	Студент	45	55	20	20

### Продолжение таблицы 3.4

Проверка выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель	2	3	2	2
Выполнение других разделов технологического проекта	Студент	65	80	29	29
Подведение итогов.	Студент	2	5	3	3

### 3.2.3 Разработка проведения технического проектирования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 3.4 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам за период времени ВКР

Таблица 3.5 – Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Колво дней, Ткі	Продолжительность выполнения работ, календарные дни														
				Февраль 2019			Март 2019			Апрель 2019			Май 2019			Июнь 2019		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель,	1	■														
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель.	2	■														
3	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	23			▬												
4	Выполнение технологической части работы	Студент	23				▬											
5	Проверка выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель,	2						■									
6	Выполнение конструкторской части	Студент	20							▬								
7	Проверка выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель,	2								■							
8	Выполнение других разделов	Студент	29									▬						
9	Подведение итогов	Студент	3														▬	

▬ - Студент. ■ – Научный руководитель.

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. Вторая, третья и четвертая работы выполняются одновременно.

Такие работы, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в середине июня.

### 3.3 Смета затрат на технический проект

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование сметы затрат технического проекта.

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат технического проекта

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [16, стр. 24]:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (3.6)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении технического проекта;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении технического проекта;

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов.

$i$ - порядковый номер материальных ресурсов.

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, блокнот, степлер, скобы для степлера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	Лист	150	2,5	375
Ручка	Шт.	4	15	60
USB накопитель	М/бит	1	350	305
Степлер	Шт.	1	85	85
Скобы для степлера	Упаковка	2	10	20
Блокнот	Шт	1	100	100
Корректор	Шт	1	55	55
Итого:				1000

### 3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле:

$$Z_{п} = Z_{осн} + Z_{доп} , \quad (3.7)$$

где:  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (3.8)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m}{D_{\text{мес}}}, \quad (3.9)$$

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

$D_{\text{мес}}$  – количество рабочих дней, раб. дн.

Таблица 3.7 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$Z_m$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	33664	43763	1683	7	11781
Бакалавр	12300	24960	960	98	94080
Итого $Z_{\text{осн}}$ :					105861

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают оплату при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.10)$$

где:  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.

Таблица 3.8 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$ , руб	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$Z_p$ , руб.
Руководитель	15%	11781	1767	13548
Бакалавр	12%	94080	11290	105370
Итого:				118918

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

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{п}}, \quad (3.11)$$

где:  $K_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,2%

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 119 = 35,9 \text{ рублей}$$

### 3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

### 3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.9

Таблица 3.9 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование	Затраты тыс. руб.	Структура затрат, %
Материальные расходы	1,0	1
Полная заработная плата	119	68
Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	35,9	20
Накладные расходы	19,04	11
Итого:	174,94	100

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Евсееву Сергею Игоревичу

Инженерная школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

**Тема:** Разработка технологического процесса изготовления «Шкив ведущий»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

<b>1. Характеристика объекта исследования</b>	<i>Объектом исследования является деталь «Шкив ведущий» Материал детали – сталь марки 40Х ГОСТ 4543-16</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	<i>- специальные (характерные для оператора ПК) правовые нормы трудового законодательства; - место оператора ПК в эргономической системе.</i>
<b>2. Производственная безопасность. 2.1. Анализ выявления вредных и опасных факторов. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия факторов.</b>	<i>Вредные факторы и опасные факторы 1. недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. отклонение параметров микроклимата; 4. повышенное значение напряжения в электрической цепи,</i>
<b>3. Экологическая безопасность.</b>	<i>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду: наличие отходов – стружка, СОЖ, абразивная пыль.</i>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</b>	<i>Защита в чрезвычайных ситуациях: - Приводятся возможные для Сибири ЧС: сильные морозы, предполагаемая диверсия - Разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; - Разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий - Профилактические мероприятия от возникновения возможной ЧС пожар.</i>

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

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Евсеев Сергей Игоревич		

## **4. Социальная ответственность**

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Эксплуатация ПК сопровождается воздействием на организм комплекса факторов трудового процесса и производственной среды. В результате наступают изменения функционального состояния центральной системы организма, характеризующихся выраженным напряжением, которые могут привести к риску развития определенных заболеваний. С целью минимизации влияния негативных факторов на организм человека при работе с ПК следует соблюдать правила охраны труда при работе с ПК.

Помещения, в которых находятся рабочие места с ПК, должны иметь освещение с односторонним размещением свето-проемов, площадь остекления которых не должна превышать 25% от площади стены свето-проемов. Оконные проемы в помещении с ПК должны иметь регулируемые жалюзи или шторы или другие солнцезащитные устройства.

Рабочие места с ПК рекомендуется размещать в отдельных помещениях. При размещении рабочих мест с ПК в залах или помещениях с источниками опасных вредных производственных факторов, их необходимо изолировать в кабинеты с естественным светом и организационным воздухообменом.

Площадь на одного работающего за ПК должна составлять не менее 6,0 м<sup>2</sup>, объем - не менее 20 м<sup>3</sup>.

Рабочие места с ПК должны располагаться от стены с оконными проемами на расстоянии не менее 1,5 м, от других стен на расстоянии - 1 м, расстояние между столами должна составлять не менее 1,5 м.

Экран монитора ПК должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 500-700 мм. Пользователи ПК должны иметь остроту зрения на расстоянии 600 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола или специальной подставке на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю. Угол наклона к панели клавиатуры должен быть в пределах от 5 до 15 град.

Высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности выбирается равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 450 мм.

Высота поверхности сиденья должна регулироваться в пределах 400-550 мм. Ширина и глубина поверхности сиденья должны быть не менее 400 мм. Поверхность сиденья должна быть плоской, передний край - закругленным. Следует предусмотреть возможность изменения угла наклона поверхности от 15 градусов вперед до 15 градусов назад.

Опорная поверхность спинки стула должна иметь высоту 300 плюс-минус 20 мм, ширина - не менее 300 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм. Угол наклона спинки в вертикальной плоскости должен регулироваться в пределах плюс-минус 30 градусов от вертикального положения. Расстояние спинки от переднего края сиденья должна регулироваться в пределах 260-400 мм.

## **4.2 Производственная безопасность**

### **4.2.1 Анализ вредных и производственных факторов**

Опасным называется фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. 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.

Приведем возможные опасные и вредные факторы (таблица 4.1)

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовле ние	Эксплуата ция	
1.Отклонение показателей микроклимата	++	++	++	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» [17] СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [18]
2. Превышение уровня шума		++	++	ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» [19] СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [7]
3.Отсутствие или недостаток естественного света	++	++	++	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [6]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		++	++	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[16]
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	++	++	++	ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» [10]

### Повышенный уровень шума

Шум, создаваемый работающими ПК должен оцениваться общим уровнем звукового давления на частотной коррекции «А» и измеряться в дБА.

Основными вредными факторами, связанными с работой на ПК являются:

- напряжение зрительных органов и связанные с ним утомление;
- значительную нагрузку на пальцы и кисти рук;

- длительное нахождение в одной и той же позе, что вызывает застойные явления в организме

- излучения различного вида;
- механические шумы;
- ионизация воздуха;
- наличие вредных механических веществ.

Рекомендации по рациональной организации труда и отдыха пользователей ПК заключается в следующем. Для профилактики нарушений и поддержания работоспособности необходимо соблюдать дополнительные регламентированные мероприятия для отдыха пользователей ПК:

- в период работы за дисплеем необходимо предусмотреть через каждые 40-45 минут 3-5 минутные перерывы для отдыха.

- средняя суммарная продолжительность работы за дисплеем за день не должна превышать 4:00, за неделю - 20 часов.

- во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора выполняются комплексы упражнений.

Шум на рабочем месте создается компьютером и принтером. В таком помещении уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности». Уровни звуков давления на рабочем месте должны составлять 50 дБ согласно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».

В настоящее время шум является одним из самых распространенных гигиенических факторов внешней среды, имеет социальное значение вследствие роста механизации технологических процессов, введение новых видов оборудования, машин, механизмов, рост скорости транспортных средств.

Под действие шума в условиях отрасли подпадает большое количество работающих.

Действие шума на организм человека может проявляться как в виде специфического поражения органа слуха так и нарушениях со стороны других органов и систем.

Длительное воздействие интенсивного шума может привести к патологическому состоянию слухового органа, к его утомлению и возникновению профессиональных заболеваний - тугоухости, а при уровнях 120-140 дБ способен вызвать механическое повреждение органов слуха (разрыв барабанной перепонки).

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Помещение с ПК должны иметь естественное и искусственное освещение.

По отношению к световым проемам рабочие места должны располагаться на расстоянии не менее 1,5 м от них, чтобы естественный свет падал на рабочее место сбоку, преимущественно слева.

Нормированный уровень интенсивности инфракрасного излучения 140 Вт / м<sup>2</sup>, а оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений для легкой 1а категории работ по степени тяжести в теплый период года на постоянных рабочих местах составляют: допустимая температура - 22 - 28 °С, а оптимальная - 24 °С; оптимальная относительная влажность - 40-60%; оптимальная скорость движения воздуха - 0.1 м / с.

В помещениях, где расположены дисплеи, необходимо выполнять мероприятия по борьбе со статическим электричеством. Самым простым способом в соответствии с рекомендациями, является поддержка относительной влажности воздуха на уровне 50-60% с помощью бытового электроувлажнителя.

В помещениях с ПК параметры микроклимата должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования». Температура окружающей среды должна быть в пределах 18-22 °С, а скорость движения воздуха - 0,1-0,2 м / с.

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее  $6 \text{ м}^2$ , а объем не менее  $20 \text{ м}^3$ .

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка —  $0,7-0,8$ ; для стен —  $0,5-0,6$ ; для пола —  $0,3-0,5$ .

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее  $5 \text{ м}$  от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления) [8].

## Отклонение показателей микроклимата

Кондиционирование воздуха в аудитории должно соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно - гигиенические требования» и СанПин 2.2.4548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Согласно этим нормам объем подаваемого воздуха в помещение, при объеме помещения менее  $30 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , составляет  $30 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , то есть  $120 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , потому что в отделе работает 4 человек. На рисунке 5.1 показана схема помещения, на которой указаны рабочие места, расположение ПК, кондиционера, принтера.

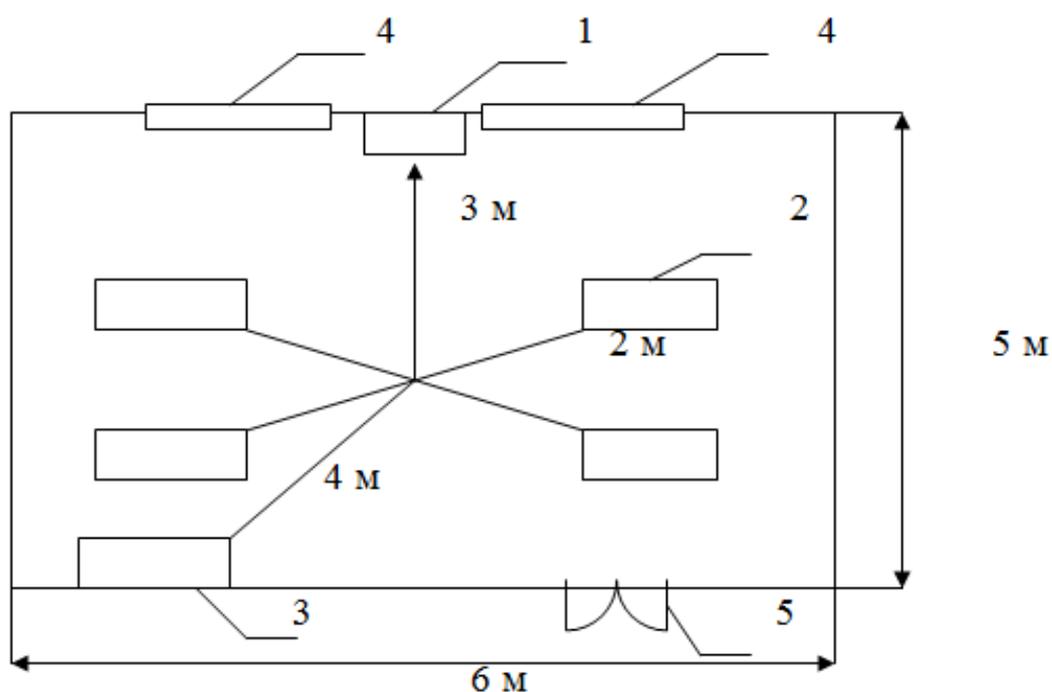


Рисунок 4.1 – Схема помещения: 1 – кондиционер, 2 – компьютер, 3 – принтер, 4 – окно, 5 - дверь

Одна из задач проектирования общеобменной вентиляции и кондиционирования состоит в том, чтобы рассчитать необходимый тепловой режим помещения. При составлении теплового и влажность балансов помещения учитывают:

- тепловыделение от источников освещения;
- тепловыделение работающих компьютеров;
- тепловыделение, поступающего в помещение от солнечной радиации;
- тепловыделение от людей.

## Влияние показателей микроклимата на организм человека.

Для характеристики условий труда важное значение имеет производственный микроклимат - комплекс значений физических характеристик метеорологических факторов в ограниченном пространстве производственного помещения. К метеорологическим факторам относятся температура воздуха, влажность, скорость движения.

В производственных помещениях с ПК параметры микроклимата должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно - гигиенические требования» и СанПин 2.2.4548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» для категорий работ - 1а - 1б. Температура окружающей среды должна быть в пределах 18-22 ° С, влажность - 40-60%, а скорость движения воздуха - 0,1 - 0,2 м / с.

Микроклимат производственных помещений, в основном, влияет на тепловое состояние организма человека и его теплообмен с окружающей средой. Нормальное протекание физиологических процессов в организме возможно лишь тогда, когда выделяемое организмом тепло непрерывное отдается в окружающую среду. Количество тепла, выделяемое человеком, главным образом, зависит от степени тяжести выполняемой работы и температурного режима (таблица 4.2)

Таблица 4.2 - Количество тепла и влаги, выделяемой одним человеком

Рфбота	Тепло, Вт				Влажность, г/м	
	Полное		Явное		При 10°С	При 25°С
	При 10°С	При 25°С	При 10°С	При 25°С		
В состоянии покоя	160	93	140	2	30	115

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений для различных категорий работ по степени тяжести в теплый период года представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.3 - Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне предприятия

Время года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость ветра м/с
Холодное	Легкая – 1а	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
Теплое	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2

Температуры внутренних поверхностей строительных конструкций рабочей зоны и наружных поверхностей оборудования при обеспечении оптимальных параметров микроклимата не должны более чем на 2 °С выходить за пределы диапазона норм. Если температура поверхностей выше или ниже оптимальной температуры воздуха, то рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м. Однако указанные требования не распространяются на повышенный уровень вибрации.

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5– 8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Источниками вибрации могут являться: станки, гидравлические

прессы, заточное оборудование, электрокары. В таблице 4.3 приведены нормы вибрации для производственных помещений. [5]

Таблица 4.4- Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup>
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

В таблице 4.5 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Таблица 4.5 - Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы побеления пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПК, играет правильная организация световой среды

(обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 при работе за ПК и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>. Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Естественное освещение в помещениях с ПК, должно осуществляться через окна, ориентированные на север и северо-восток, обеспечивая коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1.2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1.5 % на остальной территории.

### **Электробезопасность**

Повышенное значение напряжения в электрической цепи также является опасным фактором. Источником такой опасности является электрическая сеть с напряжением 380/220 В, к которой подключаются все электроприборы, в том числе и персональный компьютер.

Основными причинами электротравм при работе с ПК являются случайные прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Поражение человека электрическим током возникает при замыкании электрической цепи через тело человека. Действие электрического тока на организм человека зависит от силы тока, его частоты, напряжения, продолжительности действия и индивидуальных особенностей человека. Чем выше значение тока, проходящего через тело человека, тем больше опасность поражения.

### **Пожарная безопасность**

Пожары наносят не только большой материальный ущерб, но и приводят к несчастным случаям.

Основными причинами возникновения пожаров и связанных с ними несчастных случаев на производстве являются неосторожное обращение с огнем, неисправность электрических сетей, нарушение требований при эксплуатации электроустановок, машин и оборудования, при производстве сварочных работ, неправильное устройство отопления бытовых помещений и т. д.

Пожарная безопасность на предприятии регламентируется нормами и правилами пожарной безопасности, ГОСТами ССБТ, а также инструкциями по обеспечению пожарной безопасности на отдельных объектах.

К основным противопожарным мероприятиям при проектировании зданий и сооружений относятся строгое соблюдение противопожарных норм планировки зданий и устройства противопожарных сооружений.

Металлообрабатывающие цеха должны быть оборудованы средствами пожаротушения: противопожарные щиты с орудиями для тушения возгораний, огнетушителями, лопатами, топорами, ведрами и ящиком с песком. Рабочие должны проходить периодический инструктаж по противопожарной безопасности.

#### **4.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)**

Микроклимат влияет на самочувствие человека, его работоспособность и протекания физиологических процессов, от которых зависит поддержание постоянства температуры тела. Тепловые воздействия на организм могут явиться причиной быстрого утомления, снижение работоспособности, ослабление, сопротивляемости организма к вредным воздействиям, различным заболеваниям.

Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПК осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

- уменьшение шума в источнике, например периодическая чистка и смазка комплектующих ПК;
- рациональная планировка предприятий и цехов;
- акустическая обработка помещений;
- уменьшение шума на пути его распространения.

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

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для обеспечения равномерного и постоянного освещения, в достаточном количестве, помещение, должно быть оснащено достаточным количеством люминесцентных ламп, расположенных на потолке (общее освещение) или на стене (местное освещение).

Основной мерой защиты от поражения электрическим током является применение двойной и усиленной изоляции, защитного зануления. Кроме того, следует использовать сетевые розетки, имеющие зануленный контакт с глухозаземленной нейтралью (евророзетки) и евровилки.

#### **4.3 Экологическая безопасность**

Цеха современных машиностроительных заводов и предприятий оснащены самыми различными видами технологического оборудования. Его использование облегчает труд человека, делает его производительным. Однако, в ряде случаев работа этого оборудования связана с возможностью воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов. Основным направлением облегчения и оздоровления условий труда, повышение его производительности является механизация и автоматизация работ и технологических процессов, а также использование автоматических линий, роботов и манипуляторов.

Механизация производства способствует ликвидации тяжелого физического труда, снижению травматизма, уменьшению численности персонала.

Автоматизация производства – высшая степень механизации, способствует ликвидации существенного различия между умственным и физическим трудом. При комплексной автоматизации технологические

процессы выполняются последовательно без участия человека. Роль работающих сводится к наблюдению за работой оборудования и за всем технологическим процессом.

Автоматические действия, высокие скорости линейных перемещений исполнительных устройств, большая зона обслуживания и другие специфические особенности промышленных роботов представляют повышенную опасность для обслуживающего персонала и работающих на смежных участках. В связи с этим вопросом обеспечения безопасности должно уделяться особое внимание.

Безопасность производственного оборудования определяется системой стандартов безопасности труда.

Средства защиты должны быть, как правило, многофункционального типа, т. е. решать несколько задач одновременно.

Установки повышенной опасности должны быть выполнены с учетом специальных требований органов Госгортехнадзора.

Надежность машин и механизмов определяется вероятностью нарушений нормальной работы оборудования, в противном случае нарушения могут явиться причиной аварий, травм и даже смертельным исходом работающих.

Важнейшими условиями обеспечения безопасности машин и механизмов является учет и выполнение требований безопасности на всех этапах их создания, начиная с разработки технического задания на проектируемое оборудование и кончая сдачей опытных образцов в серийное производство.

Требования безопасности при работе металлорежущих станках.

К работе на металлорежущих станках допускаются рабочие, изучившие их устройство и инструкцию по эксплуатации.

Расположение станков в цехе должно соответствовать характеру производства и технологическому процессу, а также обеспечивать безвредные и безопасные условия труда. Расстояние между станками, ширина проходов и проездов устанавливаются в соответствии с действующими нормами. Расположение станков, механизмов, верстаков, столов, стеллажей и т. п. при

транспортировки обрабатываемых материалов и деталей не должно создавать петель, встречных, пересекающих и возвратных потоков.

Опасные зоны станков, которые могут явиться причиной травматизма работающих, необходимо ограждать.

Требования безопасности при работе на токарных станках.

При работе на токарных станках из-за несоблюдения правил безопасности могут произойти несчастные случаи вследствие ранения стружкой, при прикосновении к вращающимся патронам, планшайбам и зажимным приспособлениям на них, а также к обрабатываемым деталям

Большое значение для безопасности работы токаря имеет установка режущего инструмента.

При обработке вязких металлов, дающих сливную стружку следует применять резцы со стружколомателями и стружкозавивателями.

Зона обработки на токарных станках должна ограждаться защитными экранами. Должны иметь ограждения также зажимные патроны.

При установке детали на станок нельзя находиться между деталью и станком. Режимы резания должны строго соответствовать технической документации, т. к. одной из причин травмирования вследствие разрушения режущего инструмента является нарушение режимов обработки.

Требования безопасности при работе на фрезерных станках.

При работе на фрезерных станках возможны несчастные случаи в результате соприкосновения с вращающейся фрезой и другими вращающимися частями станка, а также попадания в рабочего отлетающих частиц фрезы при поломке и отлетающей стружки.

При фрезеровании недопустимо вводить руки в опасную зону вращения фрезы. Следует пользоваться только исправной фрезой.

Нельзя допускать скопления стружки на фрезе и оправке. При обработке вязких сталей необходимо применять фрезу со стружколомающим устройством. При скоростном фрезеровании необходимо применять ограждения приспособления для улавливания и отвода стружки. Во время

работы станка нельзя открывать или снимать ограждения и предохранительные устройства.

Мероприятия по охране окружающей среды.

Важная роль в деле охраны окружающей среды отводится организационным мероприятиям и архитектурно – планировочным решениям.

Наиболее эффективной формой защиты природной среды от выбросов промышленных предприятий является разработка и внедрение безотходных и малоотходных технологических процессов во всех отраслях промышленности.

До всестороннего внедрения безотходной технологии важным направлением экологизации промышленного производства следует считать: совершенствование технологических процессов; создание новых экологических безвредных процессов; разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду; замену не утилизируемых отходов на утилизируемые; применение аппаратов и систем, уменьшающих вредное воздействие на окружающую среду.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т.д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть пожар, сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. В случае обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсий предприятию необходимо оборудовать системой видеонаблюдения.

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

На основании рекомендаций [4] определяем категорию помещения по пожароопасности согласно Правил противопожарного режима в Российской Федерации. В данном случае помещение относится к категории Г - производства, связанного с процессом обработки негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, который сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.

Причиной возгорания в кабинете 221 могут быть следующие факторы:

- возгорание устройств искусственного освещения.
- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- предотвращение пожаров;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [4].

- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми

поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

## Заключение

В результате выполнения выпускной квалифицированной работы был разработан технологический процесс механической обработки детали «Шкив ведущий». Выбрана заготовка для данной детали, осуществлен расчет межоперационных припусков и размерный анализ, разработан маршрутный технологический процесс изготовления, подобрано оборудование, приспособление и режущий инструмент для обработки детали. Определены режимы резания путем аналитического расчета и нормы машинного времени.

Спроектировано специальное зажимное приспособление для сверлильной операции. В результате выполнения экономической части можно сделать вывод о том, что достигнутые цели были выполнены с помощью поэтапного решения задач:

1. Проведен анализ конкурентных технических решений, который доказал, что перспективность разработки выше среднего.
2. На этапе планирования был построен план-график выполнения этапов работ для научного руководителя и студента.
3. Была рассчитана смета технического проекта.
4. Был определен интегральный показатель ресурсоэффективности.

В разделе социальной ответственности рассмотрены следующие вопросы:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при работе за ПК.
2. Производственная безопасность.
3. Анализ выявления вредных и опасных факторов.
4. Обоснование мероприятий по снижению воздействия факторов.
5. Экологическая подготовка безопасность
6. Безопасность размер в чрезвычайных ситуациях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Охрана труда/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.topone.ru/articles/>
9. Работа за компьютером/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.jurgid.ru/stati/trudovoe-pravo/>
10. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. М.: Минздрав России, 2003.
11. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 «Физические факторы производственной

среды» М.: Минздрав России, 2003

13. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 1988.

14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ, 2013.

15. Румянцева, Е. Е. Финансовый менеджмент : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Е. Е. Румянцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 360 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс)

16. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, 2014.