

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



Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления фланца сепаратора

УДК: 621.81-2:621.928.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158л41	Юй Цзятун		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	Кандидат медицинских наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефремееков Е.А.	Кандидат технических наук		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по программе

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

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Школа	ИШНПТ
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Отделение	Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефремееков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Юй Цзятун

Тема работы:

Разработка технологии изготовления Фланец сепаратора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Арляпов А.Ю.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К.А.
Социальная ответственность	Штейнле А. В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Юй Цзятун		

Содержание

Введение	8
I. Технологический раздел	10
1. Задание	10
2. Анализ технологичности детали	11
3. Выбор исходной заготовки	12
4. Определение типа производства	13
5. Разработка маршрута технологии изготовления детали	16
6. Расчет припусков и допусков, продольных и диаметральных технологических размеров	22
7. Выбор средств технологического оснащения	34
8. Расчет режимов резания	36
9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода	75
10. Определение штучно-калькуляционного времени	81
II. Конструкторский раздел	84
1. Анализ исходных данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	84
2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.	85
3. Устройство и принцип работы приспособления	87
4. Принцип работы	87
5. Расчет усилия закрепления	88
6. Погрешность приспособления	90
III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	92
1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и	

ресурсосбережения	92
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	104
3. Планирование научно-исследовательских работ	108
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	124
IV. Социальная ответственность	131
1. Техногенная безопасность	135
2. Региональная безопасность	144
3. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности	150
4. Особенности законодательного регулирования проектных решений	152
5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	157
Список	

Введение

Машиностроение являлось ключевой отраслью в индустриальном обществе, уровень её развития показывал экономическую мощь страны, а также военный потенциал. При переходе в информационное общество машиностроение не потеряло своей ключевой роли, так как именно разработка и создание средств производства обеспечивает экономическую независимость и безопасность регионов и стран.

Актуальность темы дипломного проекта определяется разработкой технологии изготовления Фланец сепаратора. Фланец сепаратора - это плоская круглая деталь с равномерно расположенными отверстиями для болтов либо шпилек. Широкая область применения во всех строительных отраслях делает фланец важной составляющей частью.

Целью данной работы является выбор рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов. Расчёт приспособления режимов резания и норм времени размерный анализ техпроцесса изготовления фланца сепаратора.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ технологичности детали
2. Выбор исходной заготовки
3. Разработка маршрута технологии изготовления детали
4. Расчет припусков и допусков, продольных и диаметральных технологических размеров
5. Выбор средств технологического оснащения
6. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления
7. Расчет усилия закрепления

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;

- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

В дипломной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий мелкосерийного производства.

2. Анализ технологичности детали

Деталь- фланец сепаратора изготовлена из стали 12Х18Н10Т. Эта деталь применяется в сварных конструкциях, работающих в контакте с азотной кислотой и другими средами окислительного характера. А также эта деталь может работать в некоторых органических кислотах средней концентрации, органических растворителях и в атмосферных условиях и т.д. Из этой стали изготавливают емкостное, теплообменное и другое оборудование.

Её применяют для изготовления сварных конструкций в криогенной технике, работающей при температурах до -269°C .

Химический состав стали регламентируется ГОСТом 5632-72. Основным элементом сплава 12Х18Н10Т является железо(Fe). Кроме того, в состав хром-никелевой стали входят химические элементы в следующем процентном соотношении: Хром(Cr) от 17 до 19%, Никель(Ni) от 9 до 11%, Титан(Ti) около 0.8%, Кремний(Si) не более 0.8%, Сера(S) менее 0.02%, Марганец(Mn) менее 0.02%, Медь(Cu) до 0.3%, Фосфор(P) 0.035% и Углерод(C) менее 0.12%.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологически баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется за исключением диаметрального размера: Ф40Н9.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra6.3. Но ряд поверхностей должны иметь параметр Ra2.5, что требует дополнительной чистовой обработки.

Наличие 6 резьбовых отверстий и радиального отверстия Ф2мм, а также учитывая, что материал детали относится к третьей группе обрабатываемости, данная деталь обладает средней технологичностью.

3.Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала фланца (Сталь 12Х18Н10Т), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное), выбираем в качестве исходной заготовки– прокат (рис.2)



Рис.2 исходная заготовка

Химический состав в % стали 12Х18Н10Т

Химический элемент	Кремний (Si), не более	Медь (Cu), не более	Марганец (Mn), не более	Никель (Ni)	Титан (Ti)	Фосфор (P), не более	Хром (Cr)	Сера (S), не более
%	0.8	0.30	2.0	9.0-11.0	0.6-0.8	0.035	17.0-19.0	0.020

Механические свойства стали 12Х18Н10Т

$\sigma_{0.2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	НВ (МПа)
196	610	40	179

4. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле: [3.с19]

$$K_{з.0} = \frac{\sum p_0}{P_{я}}$$

где $\sum p_0$ -суммарное число различных операций; $P_{я}$ -явочное число рабочих подразделения, выполняющих различные операции.

Такт выпуска детали определяем по формуле: [3.с22]

$$t_{в} = \frac{60F_g}{N}$$

где F_g -фонд времени в планируемый период, ч. по табл. 2.1 [3.с22]

$$t_{в} = \frac{60 \times 4029}{12000} = 20.125 \text{мин}$$

Средняя трудоемкость операций: [3.с22]

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.i}}{n}$$

где $T_{шт.i}$ -штучное время i -ой основной операции;
 n -количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время [3.с147]

$$T_{ш-к} = \varphi_k T_0 \cdot 10^{-3}$$

где T_0 -основное технологическое время, мин.

φ_k -коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

1. первая операция: переход 1: подрезать торец.
переход 2: проточить поверхность.
переход 3: сверлить центровое отверстие.
переход 4: сверлить отверстие.
переход 5: рассверлить отверстие.

переход 6: расточить отверстие.

переход 7: расточить отверстие.

переход 8: расточить отверстие.

переход 9: точить фаску.

переход 10: отрезать заготовку.

Для первой операции(токарно-револьверные) $\varphi_k = 1.98$.

2. Вторая операция переход 1: подрезать торец.

переход 2: расточить отверстие.

переход 3: расточить отверстие.

переход 4: точить фаску.

Для второй операции(токарно-револьверные) $\varphi_k = 1.98$.

3. Третья операция переход 1: сверлить отверстий.

переход 2: нарезать резьбы.

Для третьей операции(вертикально-сверлильные) $\varphi_k = 1.72$.

4. Четвёртая операция переход 1: цековать отверстие.

переход 2: сверлить отверстие.

Для четвертой операции(вертикально-сверлильные) $\varphi_k = 1.72$.

1). Основное технологическое время первого операции определяем

$$\begin{aligned} T_{шт.1} &= [0.037(D_1^2 - d_1^2) + 0.17d_2l_2 + 0.52d_3l_3 + 0.31d_4l_4 + 0.31d_5l_5 \\ &\quad + 0.31d_6l_6 + 0.17d_7l_7 + 0.17d_8l_8 + 0.17d_9l_9 \\ &\quad + 0.17d_{10}l_{10}] \times 10^{-3} \\ &= 0.037(65^2 - 0^2) + 0.17 \times 62 \times 20 + 0.52 \times 4 \times 3 \\ &\quad + 0.31 \times 32 \times 18 + 0.31 \times 33,5 \times 18 + 0.31 \times 34 \times 18 \\ &\quad + 0.17 \times 39,5 \times 2,5 + 0.17 \times 40 \times 3 + 0.17 \times 62 \times 1 \\ &\quad + 0.17 \times 62 \times 5] \times 10^{-3} = 1.03 \end{aligned}$$

$$T_{шт-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 1.98 \times 1.03 = 2.04 \text{мин}$$

2). Основное технологическое время второго операции определяем

$$\begin{aligned}
T_{шт.2} &= [0.037(D_1^2 - d_1^2) + 0.17d_2l_2 + 0.17d_3l_3 + 0.17d_4l_4] \times 10^{-3} \\
&= [0.037(62^2 - 0^2) + 0.17 \times 37,5 \times 1,5 + 0.17 \times 38 \times 2 \\
&\quad + 0.17 \times 62 \times 1] \times 10^{-3} = 0.18
\end{aligned}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} T_{02} = 1.98 \times 0.18 = 0.36 \text{мин}$$

3). Основное технологическое время третьем операции определяем

$$\begin{aligned}
T_{шт.3} &= (0.52dl \times 6 + 0.4dl \times 6) \times 10^{-3} \\
&= (0.52 \times 6 \times 14 \times 6 + 0.4 \times 6 \times 14 \times 6) \times 10^{-3} = 0.46
\end{aligned}$$

$$T_{ш-к3} = \varphi_{к3} T_{03} = 1.72 \times 0.46 = 0.79 \text{мин}$$

4). Основное технологическое время четвертого операции определяем

$$\begin{aligned}
T_{шт.4} &= (0.52d_1l_1 + 0.52d_2l_2) \times 10^{-3} \\
&= (0.52 \times 10 \times 2 + 0.52 \times 2 \times 14) \times 10^{-3} = 0.025
\end{aligned}$$

$$T_{ш-к4} = \varphi_{к4} T_{04} = 1.72 \times 0.025 = 0.043 \text{мин}$$

$$\text{То есть } T_{ср} = \frac{2.04+0.36+0.79+0.043}{4} = 0.808 \text{мин}$$

$$k_{3.0} = \frac{20.125}{0.808} = 24,91$$

Так как $20 < k_{3.0} < 40$. то есть тип производства: мелкосерийный

5. Разработка маршрута технологии изготовления детали

Перв. примен.	Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз				
	Операции	Перехода						
	1	2			3	4		
Справ. №	005	1	1.Токарная подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}					
		2	Проточить поверхность 2, выдерживая размеры D_{11} и A_{12}					
		3	Сверлить центровое отверстие 3, выдерживая размеры D_{12} D_{13} A_{13} α_{13}					
Подп. и дата								
Инв. № дробл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.							1:1
	Проб.							
	Т.контр.					Лист 1	Листов 9	
	Н.контр.							
Утв.								

Копировал

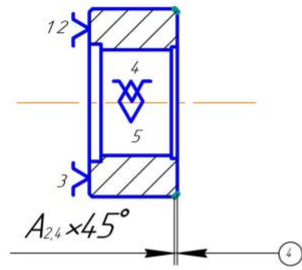
Формат А4

<table border="1"> <tr> <td>Инв. № подл.</td> <td>Подп. и дата</td> </tr> <tr> <td>Взам. инв. №</td> <td>Инв. № дубл.</td> </tr> <tr> <td>Подп. и дата</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> </tr> <tr> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </table>	Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4	<p>Сверлить отверстие 4, выдерживая размеры D_{14} и A_{14}^*</p>	
	Инв. № подл.	Подп. и дата													
	Взам. инв. №	Инв. № дубл.													
	Подп. и дата														
	Изм.	Лист													
№ докум.	Подп.														
Дата															
5	<p>Рассверлить отверстие 5, выдерживая размеры D_{15} и A_{14}^*</p>														
6	<p>Расточить отверстие 6, выдерживая размеры D_{16} и A_{14}^*</p>														
7	<p>Расточить отверстие 7, выдерживая размеры D_{17} и A_{17}</p>														
8	<p>Расточить отверстие 8, выдерживая размеры D_{18} и A_{18}</p>														
<table border="1"> <tr> <td>Инв. № подл.</td> <td>Лист</td> <td>2</td> </tr> </table>	Инв. № подл.	Лист	2			<p>Копировал</p> <p>Формат А4</p>									
Инв. № подл.	Лист	2													

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № д.д.д.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

4

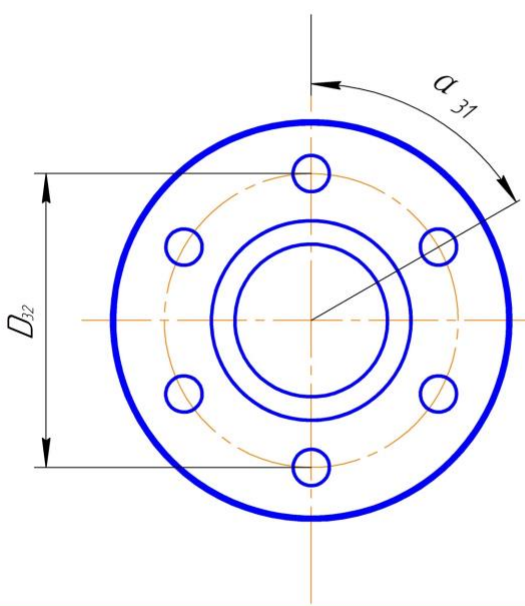
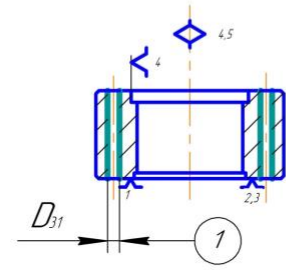
Точить фаску 4 ,
выдерживая
размер $A_{2,4} \times 45^\circ$



015

1

З.Сверлильная
сверлить 6
отверстий 1,
выдерживая
размеры D_{31}
 $\alpha_{31} D_{32}$

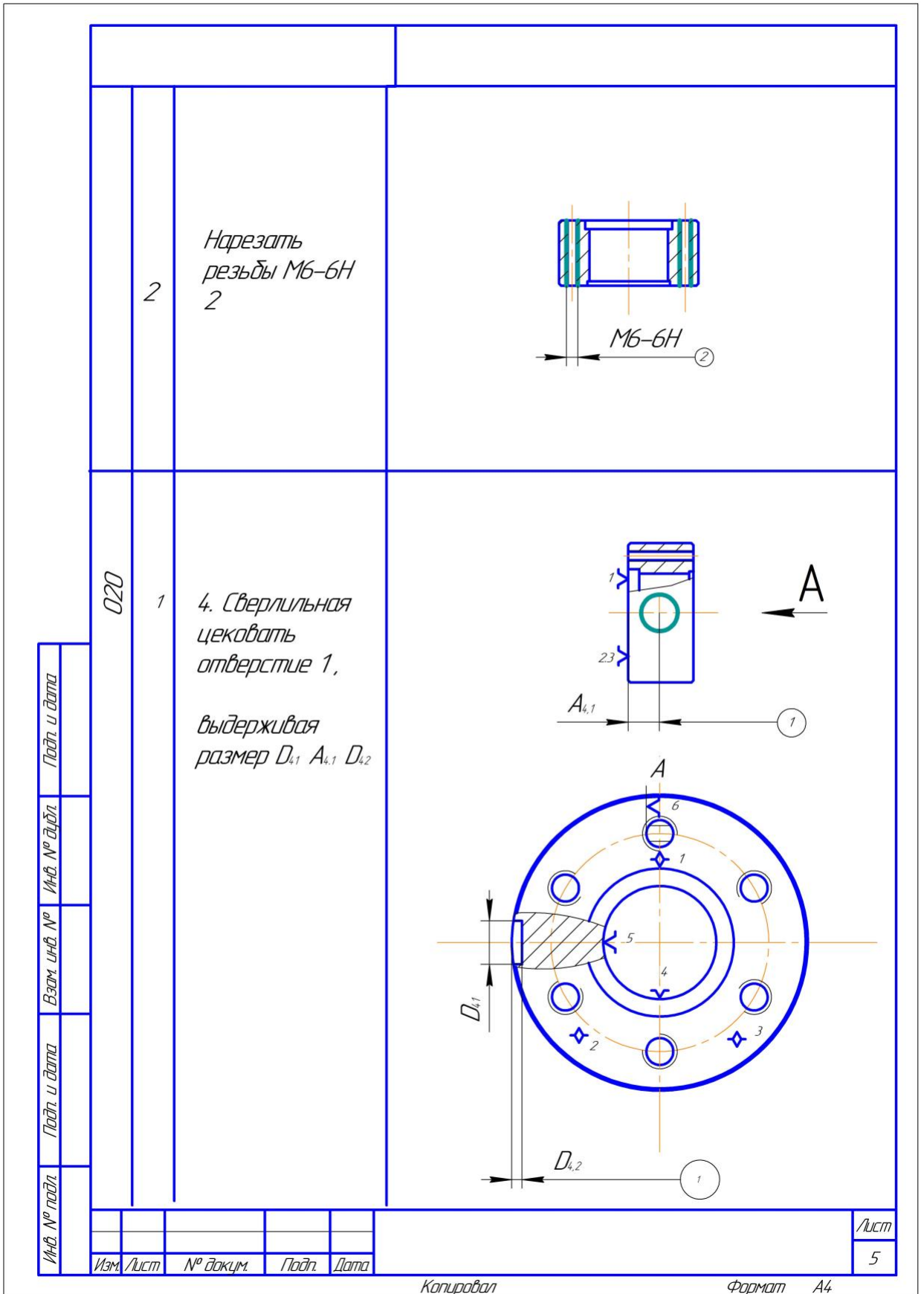


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Лист
4

Копировал

Формат А4



		<p><i>сверлить отверстие 2, выдерживая размер $A_{2,2}$</i></p>					
		<p><i>5.Слесарная снять заусенцы</i></p>					
		<p><i>6.Контрольная</i></p>					
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв. № д/дл.	025			
Инв. № подл.	Подп. и дата	030					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист
						6	
				<i>Копировал</i>		<i>Формат А4</i>	

6.Расчет припусков и допусков, осевых и диаметральных технологических размеров

Размерный анализ техпроцесса:

Расчётная схема изготовления детали является совокупностью технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях обработки детали.

На основании техпроцесса изготовления «Фланец сепаратора», составляется размерная схема (представлена на рис.3) она содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Для облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф для продольной размерной схемы изготовления «Фланец сепаратора» представлена на рис.4

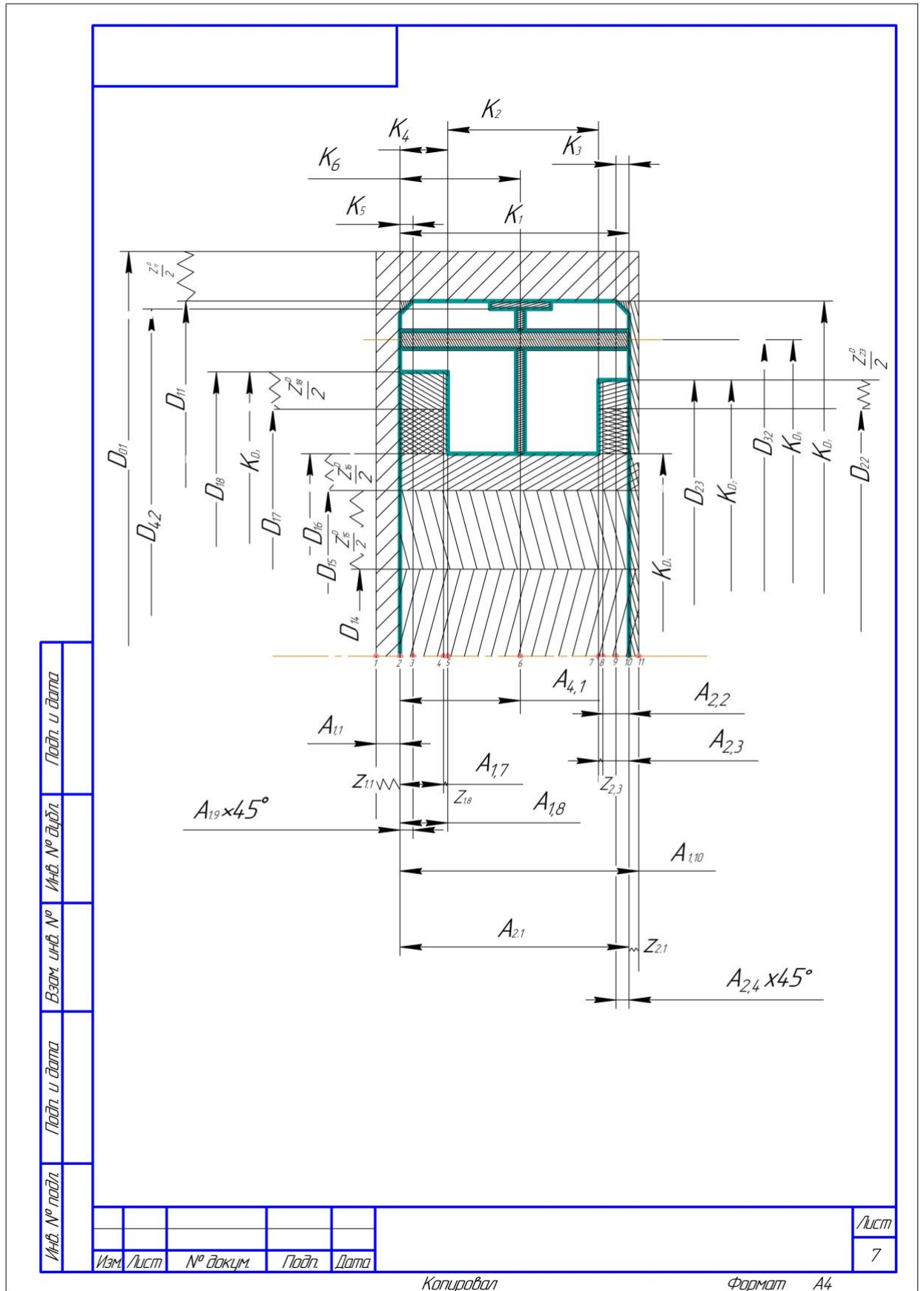


рис.3. Размерная схема

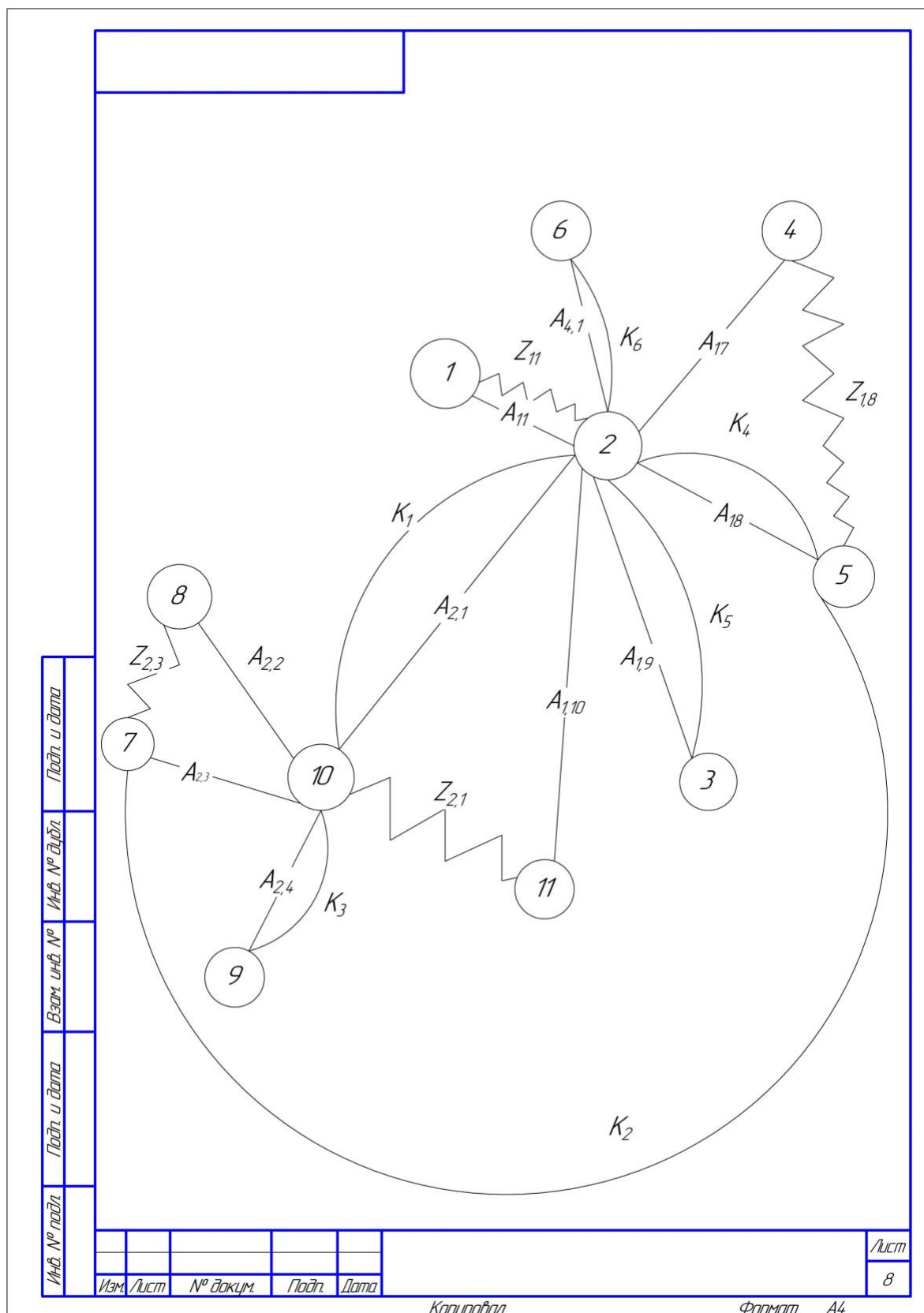


рис.4. Граф технологических размерных цепей

Определение осевых размеров

1). Допуски технологических размеров

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.и-1} + \varepsilon_{б.и} \text{ мм} \quad [4.с34]$$

где ω_{ci} - статистическая погрешность, мм

$\rho_{и.и-1}$ - пространственное отклонение измерительной с технологической базы, мм

$\varepsilon_{б.и}$ - погрешность базирования, мм

а. $TA_{1.1} = \omega_{c1.1} + \rho_{0.1} = 1 \text{ мм};$

б. $TA_{1.7} = \omega_{c1.7} = 0.2 \text{ мм};$

в. $TA_{1.8} = \omega_{c1.8} = 0.12 \text{ мм};$

г. $TA_{1.9} = \omega_{c1.9} = 0.2 \text{ мм};$

д. $TA_{1.10} = \omega_{c1.10} = 1 \text{ мм};$

е. $TA_{2.1} = \omega_{c2.1} + \sqrt{\rho_{\varphi}^2 + \rho_p^2} = 0.12 + \sqrt{0.03^2 + 0.1^2} = 0.22 \text{ мм};$

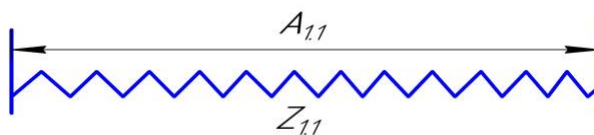
ё. $TA_{2.2} = \omega_{c2.2} = 0.2 \text{ мм};$

ж. $TA_{2.3} = \omega_{c2.3} = 0.12 \text{ мм};$

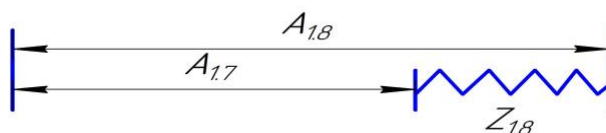
з. $TA_{2.4} = \omega_{c2.4} = 0.12 \text{ мм};$

и. $TA_{4.1} = \omega_{c4.1} = 0.15 \text{ мм};$

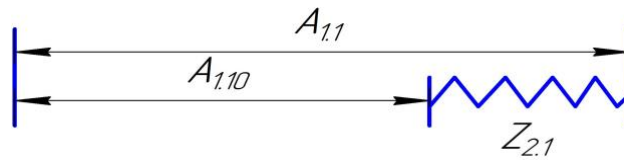
2). Допуски на конструкторские размеры



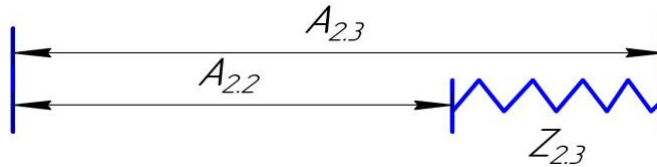
а. $Z_{1.1} = A_{1.1}$



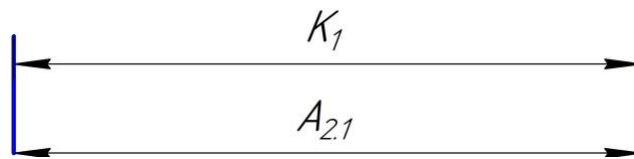
б. $Z_{1.8} = A_{1.8} - A_{1.7}$



в. $Z_{2.1} = A_{1.10} - A_{2.1}$

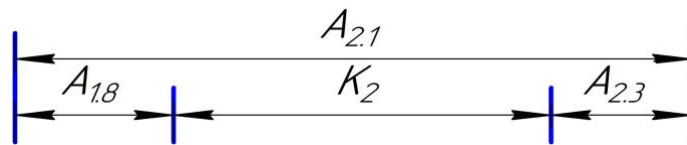


г. $Z_{2.3} = A_{2.3} - A_{2.2}$



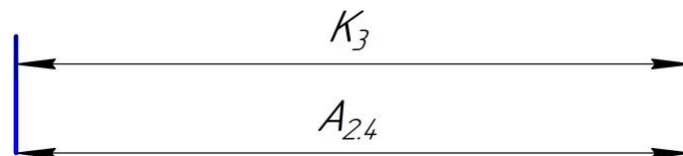
д. $K_1 = A_{2.1}$

$K_1 = 14 \pm 0.215\text{мм}$



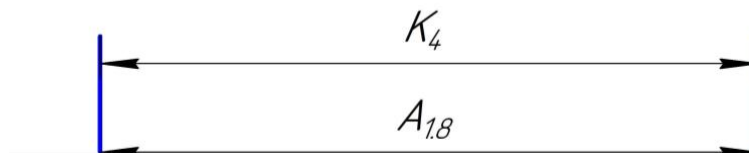
е. $K_2 = A_{2.1} - A_{1.8} - A_{2.3}$

$K_2 = 9 \pm 0.18\text{мм}$



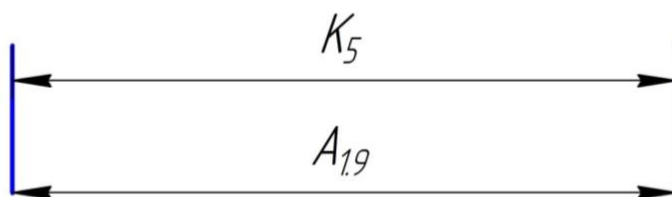
ё. $K_3 = A_{2.4}$

$K_3 = 1 \pm 0.125\text{мм}$

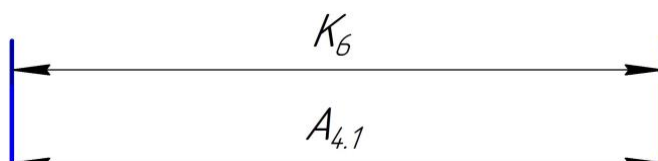


ж. $K_4 = A_{1.8}$

$K_4 = 3 \pm 0.125\text{мм}$



$$\begin{aligned} \text{з. } K_5 &= A_{1.9} \\ K_5 &= 1 \pm 0.125\text{мм} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{и. } K_6 &= A_{4.1} \\ K_6 &= 7 \pm 0.18\text{мм} \end{aligned}$$

3). Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчет методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле: [4.с48]

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

$$\text{а. } TK_1 = 0.43\text{мм} > TA_{2.1} = 0.2\text{мм}$$

$$\text{б. } TK_2 = 0.36\text{мм} < 0.46$$

поэтому выполнили расчет вероятностным методом

$$TK \geq \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2}$$

$$\begin{aligned}
TK_2 = 0.36\text{мм} &> \sqrt{TA_{2.1}^2 + TA_{1.8}^2 + TA_{2.3}^2} \\
&= \sqrt{0.22^2 + 0.12^2 + 0.12^2} \\
&= 0.278\text{мм}
\end{aligned}$$

в. $TK_3 = 0.25\text{мм} > TA_{2.4} = 0.2\text{мм}$

г. $TK_4 = 0.25\text{мм} > TA_{1.8} = 0.12\text{мм}$

д. $TK_5 = 0.25\text{мм} > TA_{1.9} = 0.2\text{мм}$

е. $TK_6 = 0.36\text{мм} > TA_{4.1} = 0.15\text{мм}$

4). Расчет припусков на осевые размеры

расчет припуска на обработку плоскости, определяется по формуле: [4.с42]

$$Z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

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

$R_{z_{i-1}}$ - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

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

ρ_{i-1} - погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

а. $Z_{1.1\min} = 1\text{мм}$

б. $Z_{2.1\min} = 0.1 + 0.1 + \sqrt{0.1^2 + 0.1^2} = 0.34\text{мм}$

в. $Z_{1.8\min} = 0.08 + 0.1 = 0.18\text{мм}$

г. $Z_{2.3\min} = 0.08 + 0.1 = 0.18\text{мм}$

5). Расчет технологических размеров

а. $A_{1.8} = 3 \pm 0.06\text{мм}$

б. $A_{1.9} = 1 \pm 0.1 \times 45^\circ\text{мм}$

в. $A_{2.1} = 14 \pm 0.11\text{мм}$

г. $A_{2.4} = 1 \pm 0.1 \times 45^\circ\text{мм}$

д. $A_{4.1} = 7 \pm 0.075\text{мм}$

е. $A_{2.3}^C = A_{2.1}^C - A_{1.8}^C - K_2^C = 14 - 3 - 9 = 2\text{мм}$

- $$A_{2.3} = 2 \pm 0.06 \text{ мм}$$
- ө. $Z_{2.1}^C = Z_{2.1\text{min}} + \frac{TA_{1.10} + TA_{2.1}}{2} = 0.34 + \frac{0.2 + 0.22}{2} = 0.55 \text{ мм}$
 ж. $A_{1.10}^C = Z_{2.1}^C + A_{2.1}^C = 0.55 + 14 = 14.55 \text{ мм}$
 $A_{1.10} = 14.55 \pm 0.1 \text{ мм}$
- з. $A_{1.1} = Z_{1.1\text{min}} + \frac{TA_{1.1}}{2} = 1 + 0.5 = 1.5 \text{ мм}$
 $A_{1.1} = Z_{1.1} = 1.5 \pm 0.5 \text{ мм}$
- и. $Z_{2.1} = A_{1.10} - A_{2.1} = 14.55 \pm 0.1 - 14 \pm 0.11 = 0.55 \pm 0.21 \text{ мм}$
- к. $Z_{2.3}^C = Z_{2.3\text{min}} + \frac{TA_{2.3} + TA_{2.2}}{2} = 0.18 + \frac{0.12 + 0.2}{2} = 0.34 \text{ мм}$
- л. $A_{2.2}^C = A_{2.3}^C - Z_{2.3}^C = 2 - 0.34 = 1.66 \text{ мм}$
 $A_{2.2} = 1.66 \pm 0.1 \text{ мм}$
- м. $Z_{2.3} = A_{2.3} - A_{2.2} = 2 \pm 0.06 - 1.66 \pm 0.1 = 0.34 \pm 0.16 \text{ мм}$
- н. $Z_{1.8}^C = Z_{1.8\text{min}} + \frac{TA_{1.8} + TA_{1.7}}{2} = 0.18 + \frac{0.12 + 0.2}{2} = 0.44 \text{ мм}$
- о. $A_{1.7}^C = A_{1.8}^C - Z_{1.8}^C = 3 - 0.34 = 2.66 \text{ мм}$
 $A_{1.7} = 2.56 \pm 0.1 \text{ мм}$
- п. $Z_{1.8} = A_{1.8} - A_{1.7} = 3 \pm 0.06 - 2.66 \pm 0.1 = 0.34 \pm 0.16 \text{ мм}$

Определение диаметральных размеров

- 1). Допуски технологических размеров
[4.с34]

$$TD_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{б.i}$$

где ω_{ci} - статистическая погрешность, мм

$\rho_{и.i-1}$ - пространственное отклонение измерительной с технологической базой, мм

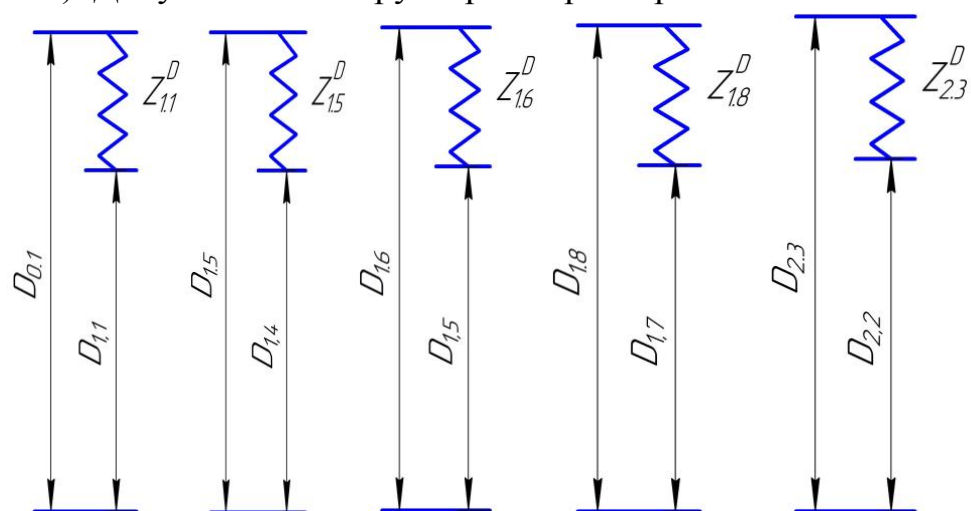
$\varepsilon_{б.i}$ - погрешность базирования, мм

Допуски диаметральных размеров принимаются равным статистической погрешности:

$$TD_i = \omega_{ci}$$

- а. $TD_{0.1} = 1.6\text{мм}$ (ГОСТ 2590-88 $es=0.5\text{мм}$ $ei=-1.1\text{мм}$)
- б. $TD_{1.1} = 0.3\text{мм}$
- в. $TD_{1.4} = 0.3\text{мм}$
- г. $TD_{1.5} = 0.3\text{мм}$
- д. $TD_{1.6} = 0.1\text{мм}$
- е. $TD_{1.7} = 0.1\text{мм}$
- ё. $TD_{1.8} = 0.06\text{мм}$
- ж. $TD_{2.2} = 0.1\text{мм}$
- з. $TD_{2.3} = 0.06\text{мм}$
- и. $TD_{3.2} = 0.2\text{мм}$

2). Допуски на конструкторские размеры



- а. $Z_{1.1}^D = D_{1.10} - D_{2.1}$
- б. $Z_{1.5}^D = D_{1.5} - D_{1.4}$
- в. $Z_{1.6}^D = D_{1.6} - D_{1.5}$
- г. $Z_{1.8}^D = D_{1.8} - D_{1.7}$
- д. $Z_{2.3}^D = D_{2.3} - D_{2.2}$
- е. $K_{D_1} = D_{1.1} \quad K_{D_1} = 62_{-0.74}\text{мм}$
- ё. $K_{D_2} = D_{2.3} \quad K_{D_2} = 38^{+0.62}\text{мм}$
- ж. $K_{D_3} = D_{1.8} \quad K_{D_3} = 40^{+0.062}\text{мм}$

- з. $K_{D_4} = D_{1.6} \quad K_{D_4} = 34^{+0.62}\text{мм}$

и. $K_{D_5} = D_{3.2} \quad K_{D_5} = 50 \pm 0.1\text{мм}$

3). Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчет методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле: [4.c48]

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TD_i$$

- a. $TK_{D_1} = 0.74\text{мм} > TD_{1.1} = 0.3\text{мм}$
- b. $TK_{D_2} = 0.62\text{мм} > TD_{2.3} = 0.06\text{мм}$
- c. $TK_{D_3} = 0.062\text{мм} > TD_{1.8} = 0.06\text{мм}$
- d. $TK_{D_4} = 0.62\text{мм} > TD_{1.6} = 0.1\text{мм}$
- e. $TK_{D_5} = 0.2\text{мм} = TD_{3.2} = 0.2\text{мм}$

4). Расчет припусков на осевые размеры

расчет припуска на обработку плоскости, определяется по формуле: [4.c42]

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

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

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

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

ρ_{i-1}^2 - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_i^2 - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), МКМ.

$$a \quad Z_{1.1\min}^D = 2(0.1 + 0.1 + \sqrt{(0.05 + 0.15)^2 + 0.27^2}) = 1.08\text{мм}$$

$$b \quad Z_{1.5\min}^D = 2(0.1 + 0.1 + \sqrt{(0.03 + 0.07)^2 + 0.27^2}) = 0.98\text{мм}$$

$$c \quad Z_{1.6\min}^D = 2(0.1 + 0.1 + \sqrt{(0.03 + 0.06)^2 + 0.27^2}) = 0.96\text{мм}$$

$$d \quad Z_{1.8\min}^D = 2(0.08 + 0.1) = 0.36\text{мм}$$

$$e \quad Z_{2.3\min}^D = 2(0.08 + 0.1) = 0.36\text{мм}$$

5). Расчет технологических размеров

$$a. \quad D_{1.1} = 62_{-0.3}\text{мм}$$

$$б. \quad D_{1.6} = 34^{+0.1}\text{мм}$$

$$в. \quad D_{1.8} = 40^{+0.06}\text{мм}$$

$$г. \quad D_{2.3} = 38^{+0.06}\text{мм}$$

$$д. \quad D_{3.2} = 50 \pm 0.1\text{мм}$$

$$e. \quad Z_{1.1}^{Dc} = Z_{1.1\min}^D + \frac{TD_{0.1} + TD_{1.1}}{2} = 1.08 + \frac{1.6 + 0.3}{2} = 2.03\text{мм}$$

$$ё. \quad D_{0.1}^C = D_{1.1}^C + Z_{1.1}^{Dc} = 62 - 0.15 + 2.03 = 63.88\text{мм}$$

$$D_{0.1} = 63.88 \pm 0.8 \text{ так как } D_{\text{заг}} \geq D_{0.1}$$

$$\text{выбирали заготовку } \phi = 65\text{мм, то есть } D_{\text{заг}} = 65_{-1.1}^{+0.5}\text{мм}$$

$$\text{то есть } Z_{11} = D_{01} - D_{11} = 65_{-1.1}^{+0.5} - 62_{-0.3} = 3_{-1.5}^{+0.8}$$

$$ж. \quad Z_{1.6}^{Dc} = Z_{1.6\min}^D + \frac{TD_{1.5} + TD_{1.6}}{2} = 0.96 + \frac{0.3 + 0.1}{2} = 1.6\text{мм}$$

$$з. \quad D_{1.5}^C = D_{1.6}^C - Z_{1.6}^{Dc} = 34 + 0.05 - 1.16 = 32.89\text{мм}$$

$$D_{1.5} = 32.74^{+0.3}\text{мм}$$

$$и. \quad Z_{1.5}^{Dc} = Z_{1.5\min}^D + \frac{TD_{1.4} + TD_{1.5}}{2} = 0.98 + \frac{0.3 + 0.3}{2} = 1.28\text{мм}$$

$$к. \quad D_{1.4}^C = D_{1.5}^C - Z_{1.4}^{Dc} = 32.89 - 1.28 = 31.61\text{мм}$$

$$D_{1.4} = 31.46^{+0.3}\text{мм}$$

$$л. \quad Z_{1.8}^{Dc} = Z_{1.8\min}^D + \frac{TD_{1.7} + TD_{1.8}}{2} = 0.36 + \frac{0.1 + 0.06}{2} = 0.44\text{мм}$$

$$м. \quad D_{1.7}^C = D_{1.8}^C - Z_{1.7}^{Dc} = 40 + 0.03 - 0.44 = 39.59\text{мм}$$

$$D_{1.7} = 39.54^{+0.1}$$

$$\text{H. } Z_{2.3}^{\text{DC}} = Z_{2.3\text{min}}^{\text{D}} + \frac{\text{TD}_{2.2} + \text{TD}_{2.3}}{2} = 0.36 + \frac{0.1 + 0.06}{2} = 0.44\text{MM}$$

$$\text{o. } D_{2.2}^{\text{C}} = D_{2.3}^{\text{C}} - Z_{2.3}^{\text{DC}} = 38 + 0.03 - 0.44 = 37.59\text{MM}$$

$$D_{2.2} = 37.54^{+0.1}\text{MM}$$

7. Выбор средств технологического оснащения

1). Технические характеристики Токарно-револьверного обрабатывающего центра Haas ST-15

Макс. обрабатываемый диаметр (зависит от револьвера), мм	228
Макс. длина обработки (без патрона), мм	406
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	210
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	44
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	63.5
Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	4000
Максимальная мощность шпинделя, кВт	14,9
Перемещение по оси X, мм	200
Перемещение по оси Z, мм	406
Макс. скорость холостых подач, м/мин	30,5
Исполнение посадочного гнезда револьвера	VDI40
Количество инструментальных гнезд в револьвере, шт.	12
Повторяемость, мм	$\pm 0,0025$
Точность позиционирования, мм	$\pm 0,0050$
Макс. устанавливаемый диаметр над станиной, мм	641
Макс. устанавливаемый диаметр над кареткой, мм	413

2). Технические характеристики Вертикально-сверлильного станка Модель 2Н125

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Наибольшее вертикальное перемещение: -сверлильной головки, мм	170
-стола, мм	270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x235
	0
Масса, кг	880

8.Определение режимов резания

При назначении параметров режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Параметров режимов резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1). глубина резания;

2). подача;

3). скорость резания;

Далее рассчитываются;

1). число оборотов;

2). фактическая скорость резания;

3). главная составляющая силы резания;

4). мощность резания;

5). мощность главного привода движения;

6). проверка по мощности оборудования.

Операция 1 переход 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.185] – ВК8.

1. Глубина резания при черновой обработке равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{1,1}^c = 1.5\text{мм.}$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 0,5\text{мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V= 215$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_{\Gamma} = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{ПV} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{ИV} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_V = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,45^{0,45}} \cdot 1 = 121,8$$
$$\approx 122 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 122}{3,14 \cdot 65} = 597,75 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 597 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} – определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа– фактические параметры
 $n = 0,75$ – определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:

$K_{фр} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 122^{-0,15} \cdot 0,76 = 989,27 \approx 989 \text{ Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{989 \cdot 122}{1020 \cdot 60} = 1,97 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V – скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{1,97}{0,75} = 2,63 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 2,63 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.185] – ВК8.

1. Глубина резания при черновой обработке равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{D_{0,1}^{cp} - D_{1,1}^{cp}}{2} = \frac{65 - 61,85}{2} \approx 1,6 \text{ мм} .$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 0,5$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V=215$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,45$ – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_r = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{PV} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_V = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 1 = 120,69$$

$$\approx 121 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 121}{3,14 \cdot 62} = 621,53 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 621 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:
 $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа— фактические параметры
 $n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],
 Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:
 $K_{\varphi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 121^{-0,15} \cdot 0,76 = 1056,5 \approx 1057 \text{ Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1057 \cdot 121}{1020 \cdot 60} = 2,09 \text{ кВт}$$

Где P_z — сила резания, V — скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{2,09}{0,75} = 2,79 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 2,79 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 3

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с
 рекомендациями [2, с. 178] — Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [2, с.214]: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): $d = 1,25$ мм; $D = 3,15$ мм;

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1,3}^{cp}}{2} = \frac{3,15}{2} = 1,575$ мм;

2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 15$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,20$; $y = 0,7$ – определены по таблице 38 [2, с.383].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1,0;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{7 \cdot 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,9 = 29,07 \approx 29 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 29}{\pi \cdot 3,25} = 2931,96 \text{ об/мин};$$

Где v —скорость резания, d —диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 2931 \text{ об/мин}$.

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую сила резания, H , формула [2, с.385]:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p;$$

6. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p;$$

K_p —определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$,

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]: Для силы: $C_p=68$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_M=0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 3,15^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,83 = 354,73 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,15^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,83 = 0,45 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,45 \cdot 2931}{9750} \text{ кВт} = 0,14 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,14}{0,75} = 0,19 \text{ кВт}.$$

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

Мощность электродвигателя станка 14,9 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{\text{пр}} = 0,19 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 4

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [2, с.214]: сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком $D = 20$ мм;

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1,4}^{\text{сп}}}{2} = \frac{20}{2} = 10$ мм;

2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,35 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $m = 0,20$; $y = 0,5$ – определены по таблице 38 [2, с.383].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1,0;$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

4. Скорость резания:

$$V = \frac{9 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 0,9 = 21,19 \approx 21 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21}{\pi \cdot 20} = 334,4 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 334 \text{ об/мин}$

6. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую сила резания, H , формула [2, с.385]:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p;$$

7. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p;$$

K_p —определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$,

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]: Для силы: $C_p=68$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_M=0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 20^{1,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 0,83 = 5413,33 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^{2,0} \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,83 = 49,46 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

8. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{49,46 \cdot 334,4}{9750} \text{ кВт} = 1,70 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,70}{0,75} = 2,27 \text{ кВт}.$$

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

Мощность электродвигателя станка 14,9 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{пр} = 2,27 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 5

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [2, с.214]: сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 4010-77): $d = 32$ мм;

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1,5}^{cp} - D_{1,4}^{cp}}{2} = \frac{32 - 20}{2} = 6$ мм;

2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,45 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 70$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 16,2$; $x = 0,2$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$ – определены по таблице 39 [2, с.383].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} —определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,05} = 1,0,$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{16,2 \cdot 32^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 6^{0,2} \cdot 0,45^{0,5}} \cdot 0,9 = 25,98 \approx 26 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26}{\pi \cdot 32} = 258,76 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 258$ об/мин

6. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^{qt} S^y K_p;$$

K_p —определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$,

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]:

Для крутящего момента: $C_M=0,09$; $q=1,0$; $x=0,9$; $y=0,8$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 32^{1,0} \cdot 6^{0,9} \cdot 0,45^{0,8} \cdot 0,83 = 63,29 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{63,29 \cdot 258}{9750} \text{ кВт} = 1,67 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,67}{0,75} = 2,23 \text{ кВт.}$$

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

Мощность электродвигателя станка 14,9 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{пр} = 2,23 \text{ кВт} < N_{ст} = 2,2 \text{ кВт.}$$

Операция 1 переход 6

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [2, с.214]: сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 4010-77): $d = 34 \text{ мм}$;

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1,6}^{cp} - D_{1,5}^{cp}}{2} = \frac{34,0 - 32}{2} = 1 \text{ мм}$;

2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 70 \text{ мин}$ – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_v = 16,2$; $x = 0,2$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$ – определены по таблице 39 [2, с.383].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,05} = 1,0,$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{16,2 \cdot 34^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 1^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,9 = 36,1 \approx 36 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36}{\pi \cdot 34} = 337,20 \text{ об/мин};$$

Где v – скорость резания, d – диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 337$ об/мин

6. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q t^x S^y K_p;$$

K_p – определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} – определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$,

$n = 0,75$ – определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]:

Для крутящего момента: $C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $x = 0,9$; $y = 0,8$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 34^{1,0} \cdot 1^{0,9} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,83 = 14,59 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{14,59 \cdot 337}{9750} \text{ кВт} = 0,50 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,50}{0,75} = 0,67 \text{ кВт}.$$

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

Мощность электродвигателя станка 14,9 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{пр} = 0,67 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 7

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 185] – ВК8

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1,7}^{cp} - D_{1,6}^{cp}}{2} = \frac{39,5 - 34}{2} = 2,75 \text{ мм};$

2. Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

$$S = 0,2 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_V = 317$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m = 0,2$; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_{\Gamma} = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{NV} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_V = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{317}{60^{0,2} \cdot 2,75^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 165,5 \approx 166 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166}{\pi \cdot 39,5} = 1336,3 \text{ об/мин};$$

Где v – скорость резания, d – диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 1336$ об/мин

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} – определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа – фактические параметры

$n = 0,75$ – определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:
 $K_{\phi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,75^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 166^{-0,15} \cdot 0,76 = 877,35 \approx 877 \text{ Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{877 \cdot 166}{1020 \cdot 60} = 2,38 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V – скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{2,38}{0,75} = 3,17 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 3,17 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 8

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 185] – ВК8.

1. Глубина резания: $t = \frac{z_{1,8}^{cp}}{2} = 0,22 \text{ мм};$

2. Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

$$S = 0,2 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_V = 317$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m = 0,2$;
 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_\Gamma = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{PV} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_V = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{317}{60^{0,2} \cdot 0,22^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 242,02$$

$$\approx 244 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 242}{\pi \cdot 40} = 1926,75 \text{ об/мин};$$

Где v – скорость резания, d – диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 1926$ об/мин

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:
 $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа— фактические параметры
 $n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],
Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:
 $K_{\varphi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,22^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 242^{-0,15} \cdot 0,76 = 65,85 \approx 66 \text{ Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{66 \cdot 242}{1020 \cdot 60} = 0,26 \text{ кВт}$$

Где P_z — сила резания, V — скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{0,26}{0,75} = 0,35 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 0,35 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 9

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с
рекомендациями [2, с. 185] — ВК8.

1. Глубина резания: $t = A_{1,9}^{cp} = 1$ мм;
2. Подача по таблице 12 [2, с.364] для данной глубины

резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин [2, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v=215$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,45$ – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.369]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{pv} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{iv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{1,0} = 1,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,08;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{215}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 1 = 148,8 \approx 149 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 149}{\pi \cdot 62} = 765,36 \text{ об/мин};$$

Где v – скорость резания, d – диаметр зготовки.

Фактическая частота: $n = 765$ об/мин

6. После определения расчетных оборотов шпинделя,

рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$$C_p=300, x=1, y=0,75, n=-0,15.$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа— фактические параметры

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:

$$K_{\varphi p} = 0,89, K_{\gamma p} = 1,0, K_{\lambda p} = 1,0.$$

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 149^{-0,15} \cdot 0,76 = 640,01 \approx 640 \text{ Н}$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{640 \cdot 149}{1020 \cdot 60} = 1,56 \text{ кВт}$$

Где P_z — сила резания, V — скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{1,56}{0,75} = 2,08 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 2,08 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 1 переход 10

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 185] – ВК8.

1. Глубина резания: $t = 5$ мм; по таблице 15 [2, с.366]
2. Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 30$ мин [2, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.369]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{pv} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{iv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{1,0} = 1,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,08 \approx 1;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{215}{30^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 1 = 116,85 \approx 117 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 117}{\pi \cdot 62} = 600,99;$$

Где v -скорость резания, d -диаметр зоготовки.

Фактическая частота: $n = 600$ об/мин

6. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p};$$

K_{mp} –определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа– фактические параметры

$n = 0,75$ – определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:

$K_{\varphi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,12^{0,75} \cdot 193^{-0,15} \cdot 0,76 = 1055,5 \approx 1056 \text{ Н}$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1056 \cdot 117}{1020 \cdot 60} = 2,02 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V – скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{2,02}{0,75} = 2,69 \text{ кВт};$$

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

$$N_{\text{пр}} = 2,69 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 2 переход 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.185] – ВК8.

1. Глубина резания при черновой обработке равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{2.1}^c = 0,55 \text{ мм}.$$

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, с.364].

Для данной глубины резания: $s = 0,5 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V=215$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,45$ – определены по таблице 38 [2, с.383].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_{\Gamma} = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{PV} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{IV} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_V = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 0,55^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 1 = 141,65$$

$$\approx 142 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 142}{3,14 \cdot 62} = 729,40 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 729 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа— фактические параметры

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:

$K_{\varphi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,55^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 142^{-0,15} \cdot 0,76 = 354,56 \approx 355\text{Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{355 \cdot 142}{1020 \cdot 60} = 0,82 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V – скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{0,82}{0,75} = 1,09 \text{ кВт};$$

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

$$N_{\text{пр}} = 1,09 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 2 переход 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 185] – ВК8.

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1,7}^{\text{сп}} - D_{1,6}^{\text{сп}}}{2} = \frac{3,54}{2} = 1,77 \text{ мм};$

2. Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

$$S = 0,2 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_V = 317$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m = 0,2$; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_r = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{пв} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{ив} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_v = 1$ –определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{317}{60^{0,2} \cdot 1,77^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 177,02$$
$$\approx 177 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 177}{\pi \cdot 37,44} = 1505,59 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 1505$ об/мин

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp};$$

K_{mp} –определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа– фактические параметры

$n = 0,75$ – определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:
 $K_{\phi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,77^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 177^{-0,15} \cdot 0,76 = 555,24 \approx 555 \text{ Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{555 \cdot 177}{1020 \cdot 60} = 1,61 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V – скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{1,61}{0,75} = 2,15 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 2,15 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 2 переход 3

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.185] – ВК8.

1. Глубина резания: $t = \frac{z_{2,3}^{cp}}{2} = 0,22 \text{ мм};$

2. Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

$$S = 0,2 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: $C_V = 317$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m = 0,2$;
 – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_V определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_{\Gamma} = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{ПV} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{ИV} = 1$ – определены по таблице 6 [2, с.385].

$n_V = 1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08 \approx 1;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{317}{60^{0,2} \cdot 0,22^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 242,02$$

$$\approx 242 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 242}{\pi \cdot 38} = 2028,15 \text{ об/мин};$$

Где v – скорость резания, d – диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 2028$ об/мин

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:
 $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа— фактические параметры
 $n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],
Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:
 $K_{\varphi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,0$.

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,22^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 242^{-0,15} \cdot 0,76 = 65,85 \approx 66 \text{ Н}$$

6. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{66 \cdot 242}{1020 \cdot 60} = 0,26 \text{ кВт}$$

Где P_z — сила резания, V — скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{0,26}{0,75} = 0,35 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 0,35 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 2 переход 4

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с
рекомендациями [2, с. 185] — ВК8.

1. Глубина резания: $t = A_{2,4}^{cp} = 1$ мм;
2. Подача по таблице 11 [2, с.364] для данной глубины

резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.363]:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^x} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин [2, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.369]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{pv} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{iv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{1,0} = 1,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,08 \approx 1;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{215}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} \cdot 1 = 148,8 \approx 149 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 149}{\pi \cdot 62} = 765,36 \text{ об/мин};$$

Где v – скорость резания, d – диаметр зготовки.

Фактическая частота: $n = 765$ об/мин

6. После определения расчетных оборотов шпинделя,

рассчитываем главную составляющую сил резания. [2, с.371]:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с.372]:

$$C_p=300, x=1, y=0,75, n=-0,15.$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, с.371]:

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

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]:

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

Где $\sigma_B = 610$ МПа— фактические параметры

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

Тогда:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.374]:

$$K_{\varphi p} = 0,89, K_{\gamma p} = 1,0, K_{\lambda p} = 1,0.$$

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76$$

Силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 149^{-0,15} \cdot 0,76 = 640,01 \approx 640 \text{ Н}$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{640 \cdot 149}{1020 \cdot 60} = 1,56 \text{ кВт}$$

Где P_z — сила резания, V — скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{1,56}{0,75} = 2,08 \text{ кВт};$$

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

$$N_{пр} = 2,08 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

Операция 3 переход 1

1. Диаметр сверла $D = 5$ мм.
2. Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.
3. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D_1 = 0,5 \cdot 5 = 2,5$ мм.
4. Подача по таблице 35 [2, с. 381]: $S=0,15$ мм/об.
5. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m,SY}} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [2, с. 384]:
 $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ –
определены по таблице 28 [3, с. 278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_{\Gamma} = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_V = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{UV} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{LV} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1,0;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

Скорость резания, по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m,SY}} \cdot K_V = \frac{7 \cdot 5^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,9 = 26,33 \approx 26 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 26}{3,14 \cdot 5} = 1677,07 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n = 1677 \text{ об/мин.}$$

7. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую сила резания, N , формула [2, с.385]:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p;$$

8. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p;$$

K_p —определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$,

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]: Для силы: $C_p=68$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_M=0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 5,0^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,83 = 747,86 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^{2,0} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,83 = 1,57 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,57 \cdot 1677}{9750} \text{ кВт} = 0,27 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,27}{0,75} = 0,36 \text{ кВт}.$$

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

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{\text{пр}} = 0,36 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 2,2 \text{ кВт}.$$

Операция 3 переход 2

1. Диаметр резьбонарезной М6 $D = 6\text{мм}$.
2. Материал метчика –Р6М5.
3. Глубина резания $t = \frac{M6-D_{3,1}^{\text{сп}}}{2} = 0,5\text{мм}$.

Подача по таблице 117 [2, с. 430]: $S=1\text{мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 118 [2, с. 431]: $T=90\text{мин}$.

Значения коэффициентов: $C_V= 64,8$; $m= 0,9$; $y= 0,5$ $q=1,2$ – определены по таблице 42 [3, с. 385].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{CV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} –определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_{\Gamma} = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_V = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{UV} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{CV} = 0,75$ – определены по [2, с.431].

Тогда

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1,0;$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{CV} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,75;$$

Скорость резания, по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{64,8 \cdot 6^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1^{0,5}} \cdot 0,75 = 7,27 \approx 7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 7}{3,14 \cdot 6} = 371,55 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n = 371 \text{ об/мин.}$$

Операция 4 переход 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 51 [2, с.230]: цековка: D= 10 мм;

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{4,1}^{cp}}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм};$

2. Подача по таблице 36 [2, с.382] для данной глубины резания:

$$S = 0,25 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$v = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S^y} K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем: T=25 мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: CV = 16,3; x=0,2; q=0,3; m = 0,3; y = 0,5 – определены по таблице 39 [2, с.383].

Коэффициент KV определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов.

K_{MV} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];
 $K_{uv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];
 $K_{lv} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1,0;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

4. Скорость резания:

$$v = \frac{16,3 \cdot 10^{0,3}}{25^{0,3} \cdot 5^{0,2} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 0,9 = 16,15 \approx 16 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 10} = 509,55 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 509$ об/мин

6. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10 C_M D^{qt} S^y K_p;$$

K_p –определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} –определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$,

$n = 0,75$ – определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]:

Для крутящего момента: $C_M=0,09$; $q=1,0$; $x=0,9$; $y=0,8$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 10^{1,0} \cdot 5^{0,9} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,83 = 104,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{104,9 \cdot 509}{9750} \text{ кВт} = 5,5 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,5}{0,75} = 7,3 \text{ кВт.}$$

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

Мощность электродвигателя станка 14,9 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{\text{пр}} = 7,3 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 14,9 \text{ кВт.}$$

Операция 4 переход 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [2, с.214]: сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 4010-77): D= 2мм;

1. Глубина резания: $t = \frac{A_{4,2}^{\text{сп}}}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм};$

2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле [2, с.382]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{SY}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: T=15 мин – определены по таблице 40 [2, с.384].

Значения коэффициентов: CV = 7; q=0,4; m = 0,20; y = 0,7 – определены по таблице 38 [2, с.383].

Коэффициент KV определяется по формуле [2, с.385]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

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

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];
 $n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [2, с.359];
 $K_{uv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];
 $K_{lv} = 0,9$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1,0;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

4. Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 2^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,9 = 24,24 \approx 224 \text{ м/мин};$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24}{\pi \cdot 2} = 3821,66 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента.

Фактическая частота: $n = 3821$ об/мин

6. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую сила резания, H , формула [2, с.385]:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p;$$

7. Крутящий момент по формуле [2, с.385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p;$$

K_p —определяется по формуле [2, с.386]: $K_p = K_{mp}$,

K_{mp} —определяется по формуле [2, с.362]: $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$,

$n = 0,75$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,9} = 0,83,$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [2, с.385]: Для силы: $C_p=68$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_M=0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,83 = 225,23 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,83 = 0,19 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

8. Мощность резания определяется по формуле [2, с.386]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,19 \cdot 3821}{9750} \text{ кВт} = 0,074 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,074}{0,75} = 0,099 \text{ кВт}.$$

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

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции

$$N_{пр} = 0,099 \text{ кВт} < N_{ст} = 14,9 \text{ кВт}.$$

9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода

1) Основное время для токарных работ определяем по формуле [5, с. 610]:

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

Где L –расчётная длина обработки, мм;

i –число рабочих ходов;

n –частота вращения шпинделя, об/мин;

S –подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 2 [2, с.620];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 2 [2, с.620].

2) Основное время для резьбонарезных работ определяем по формуле

[5, с. 610]:

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

Где L –расчётная длина обработки, мм;

i –число рабочих ходов;

n –частота вращения шпинделя, об/мин;

S –подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 5 [2, с.621];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 5 [2, с.621].

3) Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [5, с. 611]:

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

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 611]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

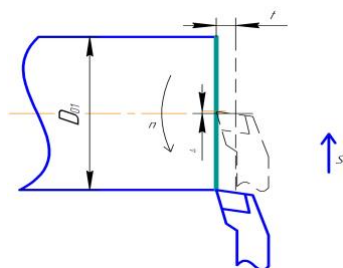
l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 3 и 4 [2, с.620];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 3 и 4 [2, с.620].

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

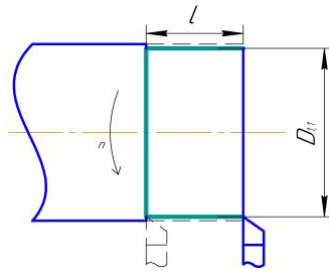
$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S}$$

Операция 1 переход 1:



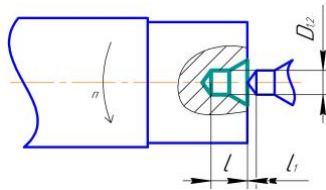
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\frac{65}{2} + 5 + 1) \cdot 1}{597 \times 0,5} = 0,129 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 2:



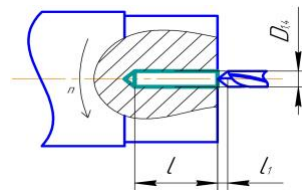
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 5 + 1) \cdot 1}{621 \times 0,5} = 0,083 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 3:



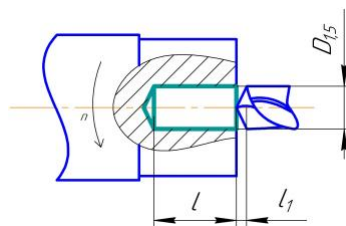
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + 1) \cdot 1}{2931 \times 0,1} = 0,017 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 4:



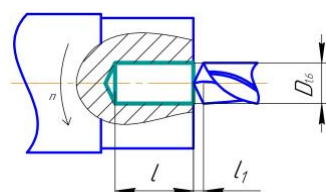
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18 + 14) \cdot 1}{334 \times 0,35} = 0,273 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 5:



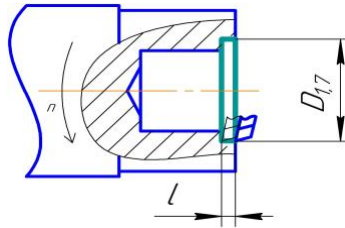
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18 + 14) \cdot 1}{258 \times 0,45} = 0,276 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 6:



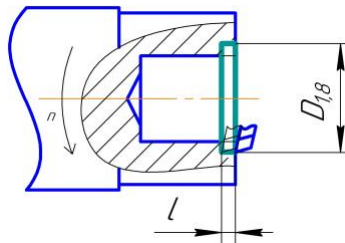
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18 + 14) \cdot 1}{337 \times 0,5} = 0,189 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 7:



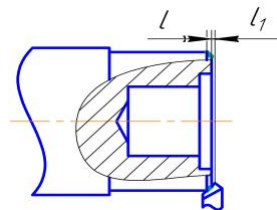
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2,66 + 4 + 1) \cdot 1}{1336 \times 0,2} = 0,028 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 8:



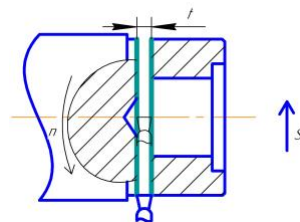
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3 + 4 + 1) \cdot 1}{1926 \times 0,2} = 0,021 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 9:



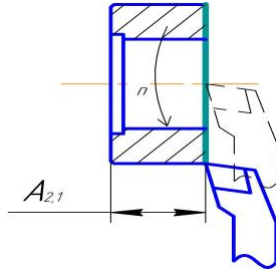
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\sqrt{2} + 2 + 1) \cdot 1}{765 \times 0,5} = 0,012 \text{ мин.}$$

Операция 1 переход 10:



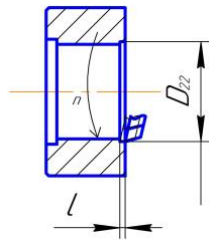
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(62/2 + 3 + 2) \cdot 1}{600 \times 0,5} = 0,12 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 1:



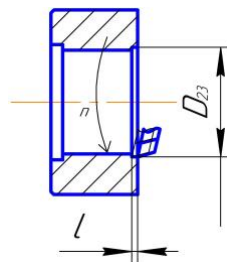
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(62/2 + 5 + 1) \cdot 1}{729 \times 0,5} = 0,080 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 2:



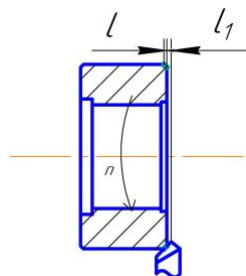
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,66 + 4 + 1) \cdot 1}{1505 \times 0,2} = 0,022 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 3:



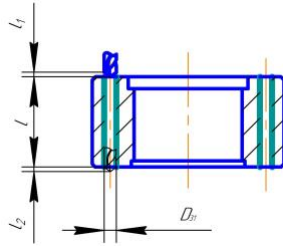
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 4 + 1) \cdot 1}{2028 \times 0,2} = 0,017 \text{ мин.}$$

Операция 2 переход 4:



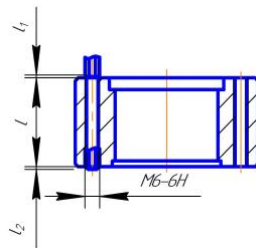
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\sqrt{2} + 2 + 1) \cdot 1}{765 \times 0,5} = 0,012 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 1:



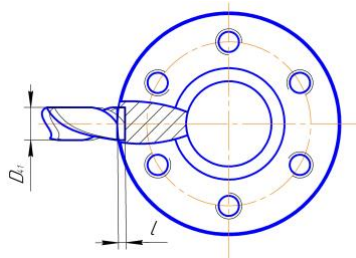
$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 2,5) \cdot 6}{1677 \times 0,15} = 0,394 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 2:



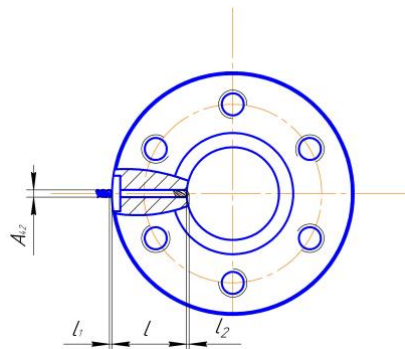
$$t_o = \frac{(l + l_{всп}) \cdot i}{n \cdot P} = \frac{(14 + 6) \cdot 6}{371 \times 1} = 0,323 \text{ мин.}$$

Операция 4 переход 1:



$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 5)}{509 \times 0,25} = 0,055 \text{ мин.}$$

Операция 4 переход 2:



$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 1)}{3821 \times 0,1} = 0,039 \text{ мин.}$$

10. Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к.}$ [4, с. 101]

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт.};$$

Штучное время определяем по формуле [4, с.101]:

$$T_{шт.} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от.},$$

Вспомогательное время определяем по формуле [4, с.101]:

$$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.};$$

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали – определены по таблице 5.2. [4, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали – определены по таблице 5.7. [4, с.201];

$T_{уп.}$ - время на управление станком– определены по таблице 5.8. [4, с.202];

$T_{из.}$ - время на измерение детали– определены по таблице 5.12. [4, с.207];

Оперативное время: $T_{опер.} = T_0 + T_B.$

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

Время на обслуживание рабочего места: $T_{об} = T_{тех} + T_{орг}$ -определены по таблице 5.17. [4, с.209]

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

n - количество деталей в настроечной партии, $n = 12000$ шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \left(\frac{T_{п.з.}}{12000} \right) + T_0 + T_B + T_{о.т.}$$

Операция 1:

$$T_0 = 1,139 \text{ мин.}$$

$$T_{всп.} = 0,52 + 0,024 + 0,07 + 0,11 = 0,724 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 1,139 + 0,724 = 1,863 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,863 = 0,279 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{1,139 \cdot 3}{60} + 0,724 \cdot 1,4\% = 0,067$$

$$T_{\text{шт}} = 1,139 + 0,724 + 0,067 + 0,279 = 2,209 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 20 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{20}{12000} + 2,209 = 2,210 \text{ мин.}$$

Операция 2:

$$T_0 = 0,329 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,52 + 0,024 + 0,07 + 0,09 = 0,722 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,329 + 0,722 = 1,051 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 0,932 = 0,158 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{0,329 \cdot 3}{60} + 0,722 \cdot 1,4\% = 0,027$$

$$T_{\text{шт}} = 0,329 + 0,722 + 0,027 + 0,158 = 1,236 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 20 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{20}{12000} + 1,236 = 1,238 \text{ мин.}$$

Операция 3:

$$T_0 = 0,717 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,52 + 0,024 + 0,07 + 0,09 = 0,722 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,717 + 0,722 = 1,439 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,439 = 0,216 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{0,717 \cdot 3}{15} + 0,722 \cdot 1,4\% = 0,154$$

$$T_{\text{шт}} = 0,717 + 0,722 + 0,154 + 0,216 = 1,809 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 15 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{15}{12000} + 1,809 = 1,81 \text{ мин.}$$

Операция 4:

$$T_0 = 0,094 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,52 + 0,024 + 0,07 + 0,09 = 0,722 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,094 + 0,722 = 0,816 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 0,816 = 0,122 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об}} = \frac{0,094 \cdot 3}{60} + 0,722 \cdot 1,4\% = 0,029$$

$$T_{\text{шт}} = 0,094 + 0,722 + 0,029 + 0,122 = 0,967 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 15 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{15}{12000} + 0,967 = 0,968 \text{ мин.}$$

II. Конструкторская часть

В данном разделе проектируется специальное приспособление для сверления 6-отверстий в фланце под резьбу М-6 для вертикально-сверлильного станка 2Н125.

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

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

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Фланец сепаратора» на вертикально-сверлильном станке Модель 2Н125.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Фланец сепаратора».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Фланец сепаратора» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.

<p>Технические (тактико-технические) требования</p>	<p>Тип производства – мелкосерийный Программа выпуска - 12000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку Модель 2Н125. Входные данные о заготовке, поступающей на расточную операцию: Сверлить 6 отверстий под резьбу М6 на диаметре 50мм.</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</p>

2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

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

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее

фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 5).

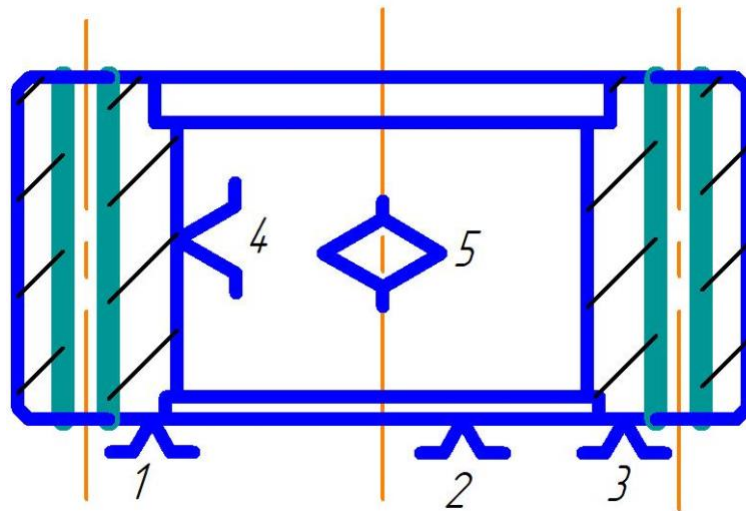


Рис5. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

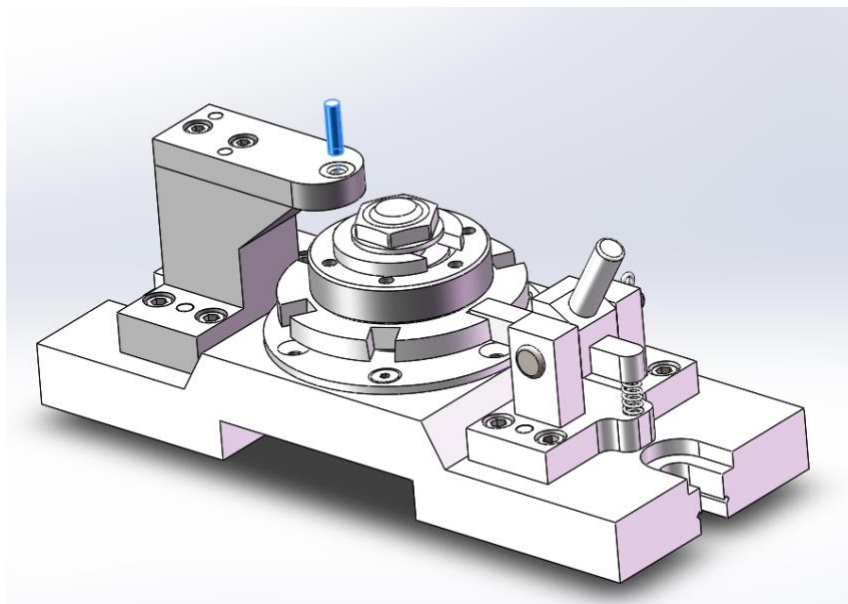


Рис6. Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже. (3D)

3. Устройство и принцип работы приспособления

Приспособление для сверления состоит из плиты-основания 1, кронштейн на 16, на котором с помощью болтов 27 и штифтов 4 на кондукторная плита 17.

Сам кронштейн так же крепится к плите 1 с помощью 4 винтов 28 и 2 штифтов 23. В кондукторной плите 17 размещает на кондукторная втулка 6.

В центральной части плиты 1 размещает поворотный узел, который состоит из поворотной оси 3, установленной на подшипниках 5 в отверстии плиты 1. Крепление поворотного узла осуществляется с помощью крышек 7 и 22. На поворотной оси 3 установлен делительный диск 2.

Деление осуществляет фиксатор 13 который установлен в опере 12 на поворотном пальце 12 Фиксация положения осуществляется за счет действия пружины 14 Рас фиксацию производят вручную с помощью рукоятки 21.

Заготовка устанавливается центральным отверстием на торец делительного диска 2. Крепление заготовки осуществляется с помощью быстросъемной шайбы 20 и гайки 11.

4. Принцип работы

После установки заготовки на поворотную ось 3 и делительный диск 2. Ее закрепляют с помощью шайбы 20 и гайки 11. Затем фиксатор 13 вводится в паз делит диска 2 и ориентирует его угловое положение.

После чего сверлится первое отверстие, затем фиксатор вручную с помощью рукоятки 21, выводится из паза делит диска 2. Поворотное устройство поворачивается на один паз и цикл повторяется.

5. Расчет усилия закрепления

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 8), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

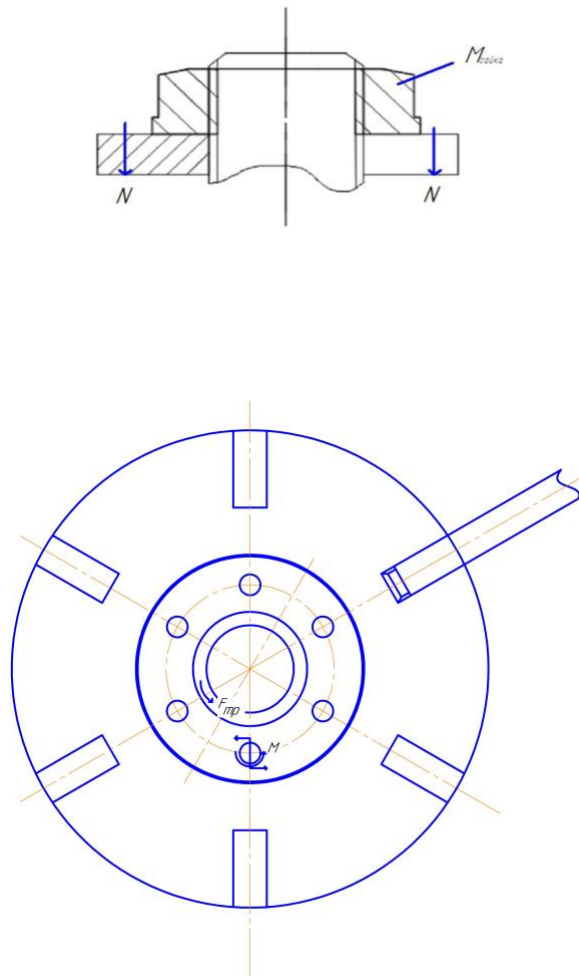


Рис 7. 8. Расчетная схема.

Исходя из режимов резания, рассчитанных для операции 3 переход 1, запишем значения окружной силы резания и момента резания.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,0^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,83 \\ = 1,57H \cdot \text{м}$$

$$F_{тр} \cdot R > M_{кр}$$

$$F_{тр} = Nf$$

$$M = NfR$$

$$N \cdot 0,2 \cdot 22 \times 10^{-3} = 1,57 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$\text{то есть } N = 356,8 \text{ Н}$$

где R -радиус шайбы $R = 22 \text{ мм}$

$F_{\text{тр}}$ – сила трения.

f -коэффициент трения $= 0,2$

N -сила давления гайки и шайба

$$F_{\text{тр}} = 356,8 \cdot 0,2 = 71,4 \text{ Н}$$

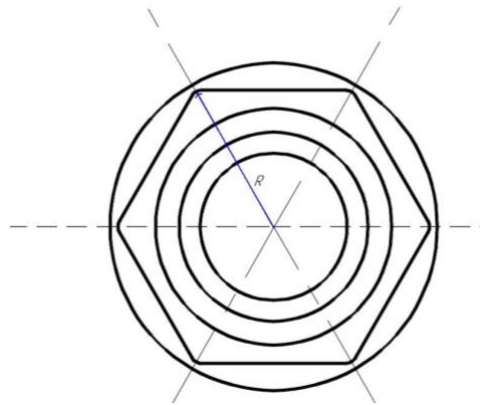


Рис 9. Расчетная схема.

$$M_{\text{гайка}} = N_{\text{гайка}} f R_{\text{гайка}} = 260,8 \cdot 0,2 \cdot 16 \times 10^{-3} = 0,83 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

6. Погрешность приспособления

конструируется кондуктор для обработки 6 отверстий $\varnothing 5H9(+0,030)$ Кондуктор с деталью показаны на рис.6. Требуется определить размеры деталей кондуктора и рассчитать возможную погрешность.

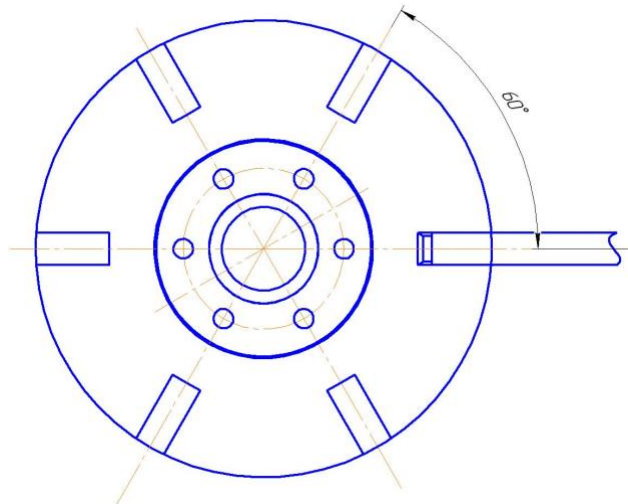


рис9. сверлить 6 отверстий

1. Зазор между сверлом и кондуктором втулкой кондуктора

$$S_i = D_{\text{внmax}} - d_{\text{свmin}}$$

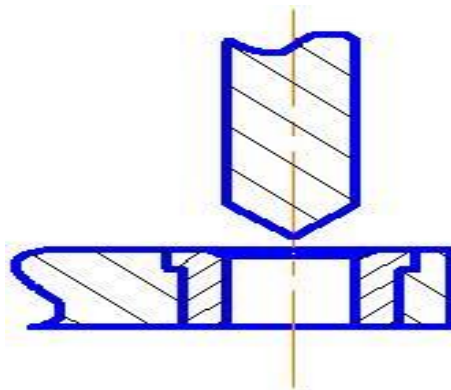


Рис10. Зазор между сверлом и кондуктором втулкой кондуктора

S_i – наибольший предельный зазор между сверлом и кондуктором втулкой кондуктора

В нашем случае при выполнении операции потребуется сверление с последующим развертыванием, поэтому используется кондуктор с

быстросменными кондукторными втулками. Выбираем стандартные кондукторные втулки: постоянную, которая будет запрессована в кондукторной плите $\varphi 5g6(-0,004 / -0,012)$

$$\text{Тогда } S1 = D_{вн\max} - d_{св\min} = 5,03 - 4,988 = 0,42$$

где $D_{вн\max}$ – наибольший диаметр отверстия под сменную втулку, мм; $d_{св\min}$ – наименьший наружный диаметр сверла, мм.

$$\text{Имеем } D_{вн} = 5,03 \text{ мм, } D_{см} = 4,988 \text{ мм,}$$

2. Зазор между градуированным диском и валом

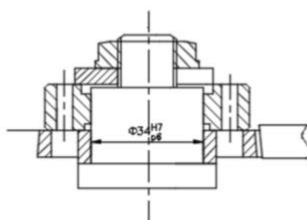


Рис11. Зазор между градуированным диском и валом

$$S_i = D_{д\max} - d_{вал\min}$$

$$\varphi 34 \frac{H7(+0,025 / 0)}{g6(-0,009 / -0,025)}$$

где $D_{д\max}$ – наибольший диаметр отверстия градуированного диска, мм; $d_{вал\min}$ – наименьший наружный диаметр вала, мм.

$$\text{Имеем } D_{д\max} = 34,025 \text{ мм, } d_{вал\min} = 33,975 \text{ мм,}$$

$$\text{Тогда } S2 = D_{д\max} - d_{вал\min} = 34,025 - 33,975 = 0,05$$

**3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**

Студенту:

Группа	ФИО
158л41	Юй Цзятун

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</i>
2. <i>Формирование плана и графика</i>	<i>Перечень этапов, работ и распределение</i>

<i>разработки и внедрения ИР</i>	<i>исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.</i>
<i>3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет материальных затрат НИИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.</i>
<i>4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчёт основной заработной платы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, расчет бюджета затрат НИИР.</i>
<i>5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>По результатам НИИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности ИР 2. Матрица SWOT 3. Модель Кана 4. Оценка перспективности нового продукта 5. Инвестиционный план. Бюджет ИП 6. Основные показатели эффективности ИП
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	Кандидат медицинских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158л41	Юй Цзятун		

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали Фланец сепаратора - это плоская круглая деталь с равномерно расположенными отверстиями для болтов либо шпилек. Широкая область применения во всех строительных отраслях делает фланец важной составляющей частью.

Основная область применения фланца приходится на строительство трубопроводов. Независимо для чего используются трубы либо для газа, либо нефтепродуктов, воды разъемные соединения выполняются с помощью фланца. Объем выпуска продукции 12000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которое позволяет производить обработку металлов давлением. На территории Томской области выделим такие предприятия, как: ООО «ПК «МИОН», ООО НПО «Сибирский машиностроитель».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурс эффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,01	4	2	2	0,04	0,02	0,02
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	3	4	1	0,8	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	6	4	4	0,06	0,03	0,03
5. Надежность	0,2	4	2	4	1	0,4	0,6
6. Уровень шума	0,02	1	1	2	0,01	0,02	0,02
7. Безопасность	0,1	4	3	4	0,4	0,2	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0

9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	4	3	5	0,04	0,03	0,05
10. Простота эксплуатации	0,1	3	1	3	0,3	0,1	0,3
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	2	2	2	0,2	0,1	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
3. Цена	0,01	2	1	2	0,02	0,01	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	2	0,3	0,3	0,2

5. Послепродажное обслуживание	0,04	3	3	1	0,15	0,15	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,02	1	1	1	0,01	0,01	0,01
7. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Итого	1	56	41	44	3,84	2,42	2,54

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 56 \cdot 3,84 = 215,04$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 41 \cdot 2,42 = 99,22$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 44 \cdot 2,54 = 111,76$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессы, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,01	40	100	0,4	0,004
2. Помехоустойчивость	0,02	30	100	0,3	0,006
3. Надежность	0,1	90	100	0,9	0,09
4. Унифицированность	0,2	80	100	0,8	0,16
5. Уровень материалоемкости и разработки	0,1	80	100	0,8	0,08

6. Уровень шума	0,01	20	100	0,2	0,002
7. Безопасность	0,1	80	100	0,8	0,08
8. Потребность в ресурсах памяти	0	10	100	0,1	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	30	100	0,3	0,003
10. Простота эксплуатации	0,1	50	100	0,5	0,05
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	10	100	0,1	0
12. Ремонтопригодность	0,05	40	100	0,4	0,02
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
15. Перспективность рынка	0,01	30	100	0,3	0,003
16. Цена	0,1	30	100	0,3	0,03

17. Послепродажное обслуживание	0,05	30	100	0,3	0,015
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	10	100	0,1	0,001
19. Срок выхода на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
20. Финансовая эффективность научной разработки	0,02	60	100	0,12	0,012
Итого	1	840		8,02	0,64

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD

определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot B_i = 840 \cdot 0,64 = 537,6$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3

Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.

	<p>C5. Актуальность проекта</p> <p>C6 Использование УП</p>	
<p>B1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>B2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

ых требований и сертификации программы.		
--	--	--

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	-	+	+	+
	B2	+	+	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности:

B1C2C4C5C6, B2C1C2C3C5C6.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3

проекта	B1	-	-	-
	B2	+	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности:

B2C1C3.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы Проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С5С6, У2С1С6.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	+
	У2	-	+	-

2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.

3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.

4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрице держатель

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	20	30	40	80
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

1. А1Б4В3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуально оценить результаты. Работа

с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется 80 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

2. А4Б3В1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 50 минут.

3. А2Б3В4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

4. А3Б1В2.

В настоящее время большой популярностью пользуются САД-САМ системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в

следствии чего программа выдала результаты анализа.

3. Планирование научно-исследовательских работ

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ ра б	Содержание работ	Должность исполнителя	t m i n i	t m a x i	тож	Гр
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	2	4	3	1, 5
Выбор направления	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	10	7	3, 5

исследований	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	9	12	10	10
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	4	3	1, 5
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	2	4	3	1, 5
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	6	11	8	4
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	6	11	8	8
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	6	11	8	4
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности	Руководитель	7	13	10	10

		проведения ОКР					
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	5	10	7	3, 5
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	13	10	5
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	3	5	4	2
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	4	3	3
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	5	4	4

	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	15	10	5
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	4	8	6	6

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа.

Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1оя используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.:

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

Результаты смотреть в таблице.

1.3 Разработка графика проведения научного исследования

№ ра б	Содержание работ	Должность исполнителя	тожд	Февраль				Март				Апрель				Май				Июнь			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	3	■	■																		
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7	■	■	■	■																
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	10					■	■	■	■												
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3									■	■	■									
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3									■	■	■									
6	Проведение теоретических расчетов и	Студент-дипломник	8													■	■	■	■				

Календарный план-график проведения НИОКР по теме.



Руководитель



Студент-дипломник

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица 11

Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	шт	12000	0,5	6000
Итого	6000			

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для
научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Токарно-револьверного обрабатывающего центра Naas ST-15	1	3500000	3500000
2	Вертикально-сверлильного станка Модель 2Н125	1	140000	140000
Итого: 3640000 руб.				

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{3640000}{10 \times 12} \times 3 = 90999$ руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{зд}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366

Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск	0	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

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

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65644,8	2709	43	117543
Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	3900	69,5	271050
Итого $Z_{осн}$								388593

по рабочим дням, надо оплатить 388593 руб

3.4.4 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:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	117543	35497,9
Студент	271050	81857,1
Итого		117355

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 117355 руб.

3.4.5. Накладные расходы

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

материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одно ставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб. за 1 кВт/час.

Таблица 16

Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 17

Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	6000	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	90999	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	388593	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	117355	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	547551	Сумма ст.1-5

4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для

этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{547551}{640000} = 0,855$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурс эффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурс эффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,15	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5

3. Помехоустойчивость	0,1	3
4. Энергосбережение	0,20	5
5. Надежность	0,25	4
6. Материалоемкость	0,2	5
Итого	1	4,4

$$I_{p-исп1} = 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,4$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,4}{0,8555} = 5,146$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{5,146}{6,9} = 0,768$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,855
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	5,146
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,768

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована

на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. Составили матрицу SWOT, описали сильные и слабые стороны разработки. Представили четыре варианта решения технической задачи. Определили возможные альтернативы проведения научных исследований. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НТИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во

внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 117355 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 547551 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Юй Цзятун

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Задание для раздела

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)*
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)*
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)*
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)*

В выпускной квалификационной работе рассматривается процесс исследования нечеткого корректирующего устройства и его программной реализации. Описывается рабочее место, выбранное для разработки, проявление вредных факторов, проявление опасных факторов, проявление негативного воздействия на окружающую среду.

<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88; СНиП II-4-7; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; ГОСТ 12.0.003-74; ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 12.1.030-8;1;</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p>1. Техногенная безопасность</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>1. Основные факторы, характеризующие микроклимат производственной среды: температура; подвижность и влажность воздуха. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции;</p> <p>кондиционирование воздуха и отопление.</p> <p>2. Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения и приводит к утомляемости организма. Необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.</p>
<p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайное прикосновение к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала.</p> <p>С точки зрения электробезопасности (ГОСТ 12.1.030-81) оборудование, запитываемое напряжением выше 220 В, должно быть заземлено. При приближении грозы необходимо оперативно закончить работу на компьютере и отключить его от сети. Кроме того, обязательно должна быть предусмотрена возможность быстрого отключения напряжения с разделительного щита.</p>

	<p><i>Источниками термической опасности в лаборатории являются печи. Защита от термических ожогов осуществляется изоляцией нагретых поверхностей материалами, плохо проводящими тепло (защитные кожухи).</i></p>
<p>2. Региональная безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 	<p><i>При выполнении работы влияние на атмосферу и гидросферу не происходит. Воздействие на литосферу – образование отходов при печати документов.</i></p>
<p>3. Организационные мероприятия обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p><i>Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</i></p> <p><i>В соответствии с СН-245-71 в помещении должен быть организован воздухообмен</i></p> <p><i>В соответствии с СН-181-70 рекомендуются следующие цвета окраски помещений: потолок - белый или светлый цветной; стены - сплошные, светло-голубые; пол - темно-серый, темно-красный или коричневый.</i></p>
<p>4. Особенности законодательного регулирования проектных решений.</p>	<p><i>Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.</i></p>
<p>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; 	<p><i>Для повышения устойчивости объекта к пожарам необходимо использовать огнеупорные материалы, а также ознакомить персонал с</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>режимом работы объекта в случае возникновения ЧС и обучить выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	к.м.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Юй Цзятун		

Глава 4. Социальная ответственность

4.1 Техногенная безопасность

4.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды

Мы работаем на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагреваемых до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагреваемых до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

Превышение уровня шума

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

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

Уровни шума не должны превышать значений, установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;

- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

Недостаточная освещенность

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

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

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 1 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
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

Таблица 1. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

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 2 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

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

Таблица 2. Влияние вибрации на организм человека

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы поворота 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).

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

Таблица 3. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Средства защиты

Основное средство защиты представляет собой спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

4.1.2 Анализ опасных факторов производственной среды

Основными опасным фактором являются:

- Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.
- Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или солодовый ожог.
- Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.
- Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

К основным вредным факторам можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

Разберем основные вредные факторы и их нормирование.

Микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C. Относительная влажность воздуха

15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м².

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное датирование. Немаловажный фактор, влияющий на метеоусловия, представляет собой соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

- Устройство вентиляции и отопления представляет собой важное мероприятие для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ 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, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНИП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование 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».

- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый

диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей ρ^+ , $\rho^{3/4}$, характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³), допустимый диапазон коэффициента униполярной U , определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Анализ причин поражения электрическим током

Основные причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции и др.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека. Наиболее опасный для человека представляет собой переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасная величина тока представляет собой ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А. Также исход электропоражения зависит от состояния внешней среды. Могут быть следующие виды воздействий:

- термическое (ожог);
- электрическое;
- механическое (электрометаллизация);
- биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 ([№]82). Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек.

Статическое электричество

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, в условиях отрицательного контакта или взаимодействия становятся электростатически заряженными. Опасность возникновения статического электричества представляет собой в возможности образования

электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха.

Электробезопасность

Электробезопасностью в соответствии с ГОСТ 12.1.009-76 называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

К поражению электрическим током может привести прикосновение человека к токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением. Поражение представляет собой в парализующем и разрушительном воздействии тока на внешние и внутренние органы – кожный покров, мышцы, органы дыхания, сердце, нервную систему.

Человек ощущает ток величиной в 0,005А. Ток величиной в 0,05А считается опасным для жизни, а ток в 0,1 А – смертельным.

В соответствии с требованиями ПУЭ и ГОСТ 12.1.019-79 для защиты персонала от случайного прикосновения к токоведущим частям электрооборудования предусмотрены следующие основные технические мероприятия:

- 1) ограждение токоведущих частей;
- 2) применение блокировок электрических аппаратов;
- 3) установка в РУ заземляющих разъединителей;
- 4) устройство защитного отключения электроустановок;
- 5) заземление или зажуленные электроустановок;
- 6) применение разделяющих трансформаторов и малых напряжений;
- 7) применение устройств предупредительной сигнализации;
- 8) защите персонала от электромагнитных полей;
- 9) использование индивидуальных средств защиты.

К защитным средствам относятся приборы, аппараты, устройства и инструмент, предназначенные для защиты персонала от поражения электрическим током. Защитные средства, используемые для монтажа, наладки и обслуживания электропривода питателя:

- а) указатель напряжения;

- б) инструмент с изолирующими ручками;
- в) перчатки резиновые диэлектрические;
- г) галоши резиновые диэлектрические;
- д) коврик резиновый диэлектрический.

Защитное заземление и зашумление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок.

Заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения человека, поскольку человек оказывается при повреждении изоляции включенным в электрическую цепь параллельно заземлителю, сопротивление которого по сравнению с сопротивлением человека значительно меньше. Это существенно снижает величину тока протекающего через человека, коснувшегося повреждённой установки.

Так как электропривод питателя относится к электроустановкам с напряжением не более 1000 В, с глухо заземлённой невидалью и мощностью не выше 100 кВт, то сопротивление заземляющего устройства должно не превышать 4 Ом.

Организационные мероприятия для обеспечения безопасности работ – это выполнение работ в электроустановках по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Производственная санитария

По условиям технологического процесса в воздухе рабочей зоны производственных помещений не присутствуют вредные вещества.

Требуемое состояние воздуха рабочего помещения обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

1) Контроль за надёжной герметизацией технологического оборудования.

2) Устройство вентиляции, что имеет большое значение для оздоровления воздушной среды в производственном помещении.

Задача вентиляции представляет собой обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственном помещении. Вентиляция достигается удалением загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего.

В системе приточно-вытяжной вентиляции воздух подаётся в помещении приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно.

В производственных условиях не всегда удаётся устранить все опасные вредные производственные факторы, действующие на работающих, путём проведения общетехнических мероприятий. В

этих случаях обеспечение нормальных условий труда достигается применением средств индивидуальной защиты. Важное значение эти средства приобретают при ликвидации аварий.

Защита тела человека обеспечивается применением спецодежды, спец обуви, головного убора и рукавиц.

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. От освещения зависят также производительность труда и качество работ. При освещении данного производственного помещения используется совмещённое освещение, при котором в светлое время суток недостаточно по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Искусственное освещение осуществляется люминесцентными лампами, нормированное общее освещение данного помещения 50 лак согласно СНИП 23 – 05 - 95. Тщательным и регулярным уходом за установками естественного и искусственного освещения обеспечивается требуемая величина освещённости без дополнительных затрат электроэнергии.

4.2 Региональная безопасность

4.2.1 Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Экологизация технологических процессов-создание замкнутого технологического цикла, без отходов и малу линии технологии, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ грязная. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более эко логичными типами, приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергии и др.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов

оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), влажная уборка: пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, поглощения, адсорбционные) и другие технологии очистки природного газа от токсичных газов и паров загрязняющих веществ.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере представляет собой снижение его концентрации риска, – это снижение их опасных концентраций до уровня, соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Высшее руководство, более рассеянный эффект. К сожалению, такой подход позволяет снизить локальное загрязнение, но это показывает летней областной.

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

4.2.2 Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, использования

систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;

- очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;

- передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство);

- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;

- очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;

- создание водоохранных зон.

Методы очистки сточных вод. Учитывая многообразие состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др. В зависимости от характера загрязнения и уровней рисков очистки сточных вод может сделать какой-либо метод или набор методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические методы используются для очистки ключевых промышленных сточных вод.

При химической очистке сточных вод, вводится в специальные реагенты (известь, карбонат натрия, аммиак и др.), это взаимодействие с загрязнителями и выпадение в осадок.

Физические и химические очистки чаще используют коагуляции, сорбции, флотации и др.

Очистка коммунальных, промышленных сточных вод, нефтеперерабатывающих заводов, пищевых предприятий по механической обработке основана на применении органических веществ и некоторых неорганических соединений. Государственные искусственные сооружения (аэрационные, биофильтры, метантанк и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, органогенный пруды, и др.). В очистку сточных вод используется осадок и сняв высушенную на кровати обезвоживания осадка и затем

используется в качестве удобрения. Однако, в биологической очистке, проблемы-бытовых сточных вод и промышленных сточных вод, содержащих тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнения собираются в осадок и их использование в качестве исключены удобрений. Это приводит к вопросу обработки осадка, очистки сточных вод во многих городах.

Важную роль защиты в любом водоеме выполняют водоохранные зоны, это специальные зоны устраивают вдоль берегов рек, водохранилищ, озер. Основная задача представляет собой защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозии поверхности осадок стоком. Ширина водоохраных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Мониторинг качества воды продолжается для оценки возможности его использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб хозяйственного и технического задания. Для того, чтобы оценить качество воды, анализировать его физических свойств и состава.

Определяют вкус, запах, температуру, мутность, прозрачность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а объем кишечного палки в литре воды. Все суммы, не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод, чтобы предотвратить повреждение резерва (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

4.2.3 Защита литосферы

Общая характеристика.

Различают природные и антропогенные загрязнения почвы. Природное загрязнение почв в результате естественных процессов в биосфере, происходит без вмешательства человека и приводит к поступлению в почву химических веществ, которые поступают из гидросферы, атмосферы, или литосферы, например, из-за выветривания горных пород или осадков в виде дождя или снега, зачистки грязная материалов в атмосферу.

Наиболее опасные природные экосистемы и человека антропогенного загрязнения почвы, особенно техногенного человеческого происхождения. Наиболее распространенными

загрязнителями называется удобрения, пестициды, тяжелые металлы и других веществ из промышленных источников. Источники загрязняющих веществ в почве. Можно выделить следующие основные типы источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов от промышленных источников;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы рассматриваем только на вопросы твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основные виды промышленных отходов-это отходы шлаки тепловых электростанций и металлургических фабрик, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть

полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона сэкономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективные способы предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами представляет собой их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию ресурсов похоронены, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Переработка твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

4.3 Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности

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 м², а объем не менее -20 м³.

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 негорючего материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

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).

4.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.

Дипломник берёт на себя обязательства по надлежащему исполнению федерального законодательства и нормативных правовых актов, регулирующих государственное управление в области БЖД, ЗОС и ЧС. Автор отмечает не фундаментальные положения *трудового* законодательства, а лишь регулирующие неординарные требования. Например, применение режима сокращённого рабочего дня, запрещение использования труда женщин и подростков, наличие рабочих мест с вредными и (или) опасными условиями труда и виды компенсаций за таковой, привлечение трудящихся к работам в ночное время и к сменной работе; применение спецодежды и СИЗ; применение спецпитания и особого лечебно-профилактического обслуживания; особенности обязательного социального страхования и пенсионного обслуживания.

Далее разрабатывается вопрос о государственном и ведомственном надзоре за охраной труда. Не забудьте упомянуть об организации и функциях общественного контроля. В соответствии с законодательством об *охране окружающей среды* дипломник рассматривает вопросы о принципах экологического контроля своих проектных решений, экологического воспитания и исследований, разрешения споров в области охраны окружающей природной среды; ответственности за экологические правонарушения; о порядке возмещения за причинённый ущерб. Управление перечисленными видами контроля осуществляет служба производственного контроля, отслеживающая выполнение санитарных правил и санитарно-противоэпидемических мероприятий. Общественный экологический контроль проводится профсоюзными и общественными организациями и объединениями.

Государственное управление в условиях чрезвычайных ситуаций осуществляется на базе Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Территориальная подсистема РСЧС предназначена для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в субъекте РФ. Координационными органами на всех уровнях РСЧС являются комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (КЧС ПБ).

По решению руководителя организации такая комиссия может быть создана, в том числе, и на Вашем предприятии (в организации). КЧС ПБ решает финансовые, продовольственные, медицинские, информационные и другие проблемы, связанные с предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций на подведомственной территории.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. 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 определяем категорию помещения по пожар опасности по ППБ – 03. 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 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.

- 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.

Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сусллова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сусллова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
3. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. В. Ф. Скворцов - ISBN 5-98298.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Горбачевич А. Ф. Шкред В. А. ISBN 978-5-91872-082-0
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил. -450-7 5-217-00032-5.