

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

Институт	ИСГТ
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	ТМСР

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

<b>Тема работы</b>
Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка»

УДК 621.887.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л31	Чжоу Шо	.	

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Юрий Борисович	К.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Надежда Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	К.м.н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин Александр Даниилович	К.т.н		

Томск – 2017г.

## Планируемые результаты обучения по программе

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

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт	ИСГТ
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	ТМСПр

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ТМСПр

\_\_\_\_\_ Вильнин А. Д.  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л31	Чжоу Шо

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали оси с разработкой технологической оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

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

Задание выдал руководитель:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
------------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------

Доцент	Червач Юрий Борисович	К.т.н		
--------	-----------------------	-------	--	--

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л31	Чжоу Шо		

# Содержание

## Введение

### I Технологическая часть

1. Исходные данные
2. Анализ технологичности конструкции детали
3. Определение типа производства
4. Выбор исходной заготовки
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса
6. Расчет припусков и допусков, продольных и диаметральных технологических размеров
7. Выбор средств технологического оснащения
8. Расчет режимов резания
9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода
10. Определение штучно-калькуляционного времени

### II Конструкторская часть

1. Анализ данных и разработка задания на проектирование
2. станочного приспособления
3. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.
4. Описание конструкции и работы приспособления
5. Определение необходимой силы зажима
6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

### III Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1. Инициализация проекта
2. Техничко-экономическая характеристика оборудования
3. Планирование комплекса работ на создание проекта

4.Бюджет проектной работы

#### **IV Социальная ответственность**

1.Техногенная безопасность

2.Региональная безопасность

3.Организационные и правовые мероприятия обеспечения

безопасности

4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

## Введение

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

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высоко производительные 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.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентно способность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

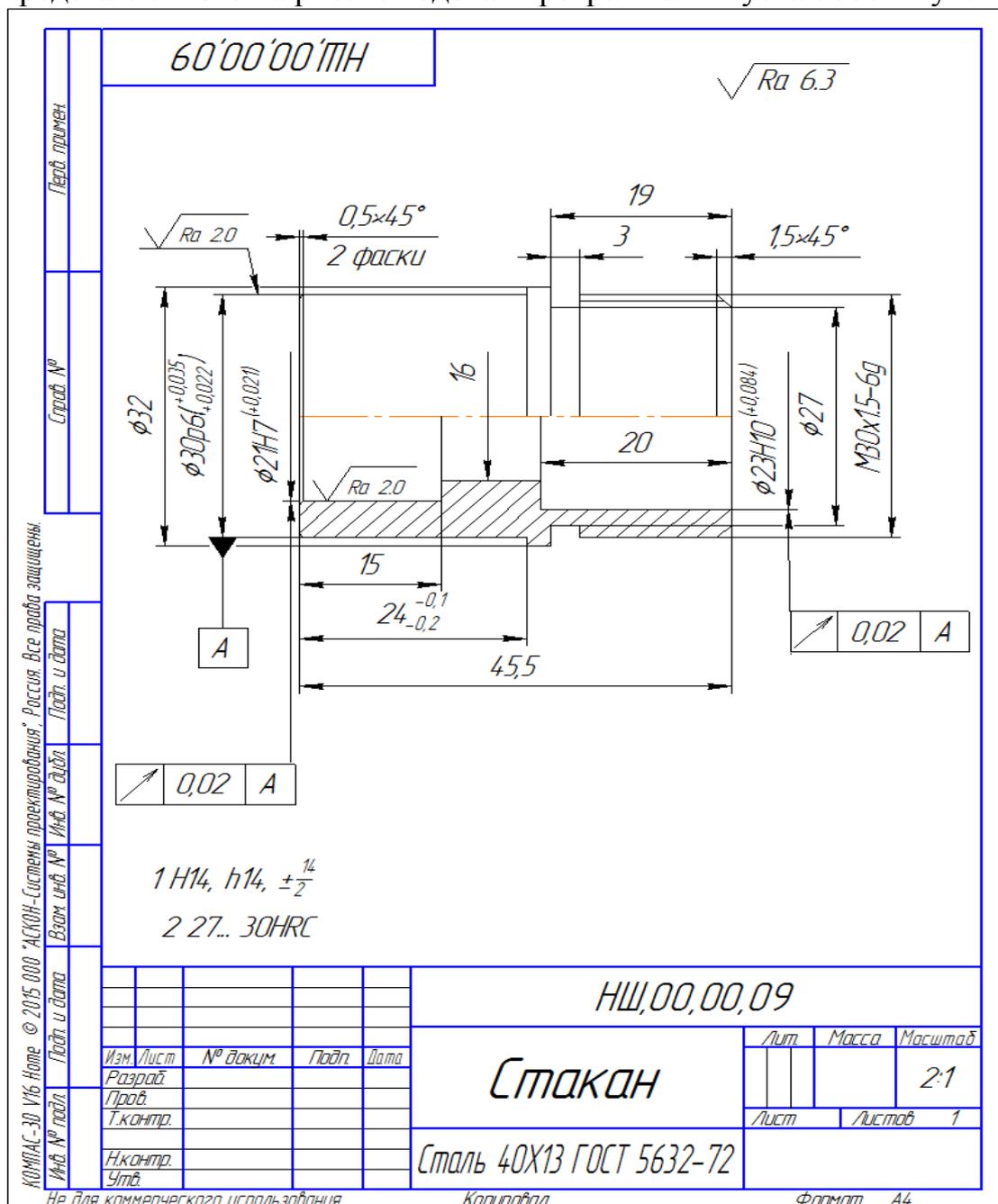
Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и

автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации. В курсовом проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

## Технологическая часть

### 1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис. 1. Годовая программа выпуска 5000 штук.



КОМПАС-3D V16 Home © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
Имя № лист Лист и дата  
Имя № лист Лист и дата  
Имя № лист Лист и дата

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

## 2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – втулка изготовлен из стали 40Х13 ГОСТ 5632-72, которая тяжело поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением трех диаметральных размеров:  $\varnothing 30p6^{+0.035}_{+0.022}$ ,  $\varnothing 21H7^{+0,021}$ ,  $\varnothing 23H10^{+0,084}$

Шероховатость поверхностей имеет трех параметр Ra 2,0 но ряд поверхностей должно иметь параметр Ra6,3 Требования к термо обработке нет.

С учетом выше сказанного конструкция детали является технологичной.

## 3. Определение типа производства

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

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

Где  $t_b$  – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_b = \frac{F_r}{N_r}, \quad (2)$$

Где  $F_r$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 5 [1, стр. 22] при двусменном режиме работы:  $F_r = 4029$  ч.

Тогда :

$$t_b = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{5000} = 48,3 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

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

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ( $n=3$ ): две токарные и одна сверлильная операция (см. операционную карту).

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм. (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{1,66 + 5,09 + 2,20}{3} = 2,98 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по форм. (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{cp}} = \frac{48,3}{2,98} = 16,21$$

Так как  $10 < K_{з.о.} = 16,21 < 20$ , то тип производства – среднесерийное производство.

#### 4.Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40X13), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (среднесерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный, рисунок 2.

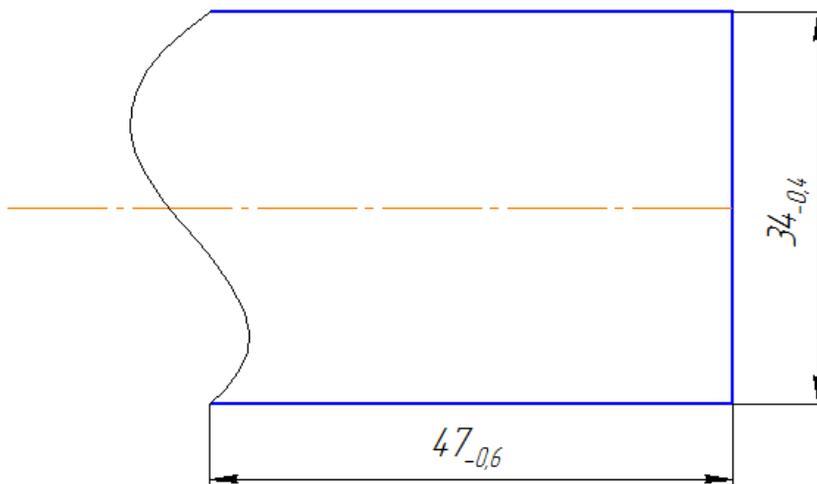
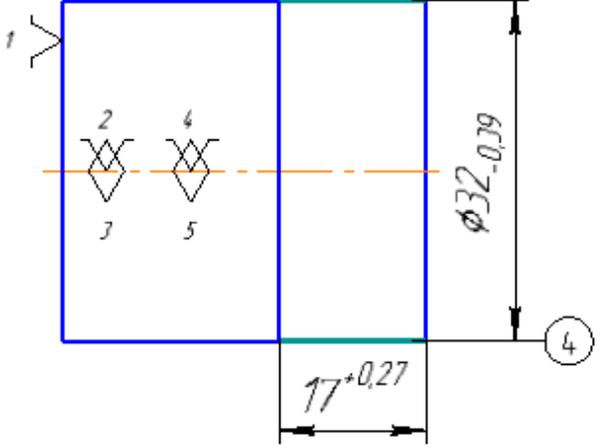
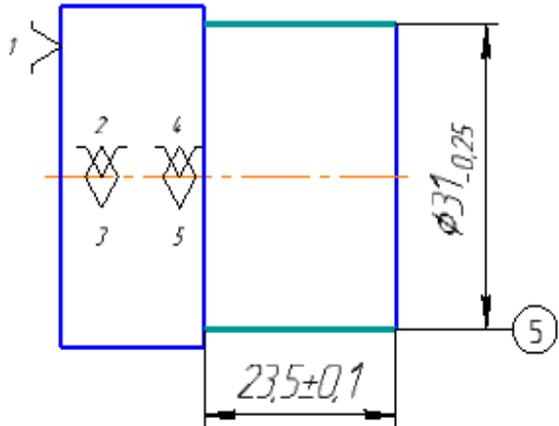


Рис. 2. Эскиз заготовки

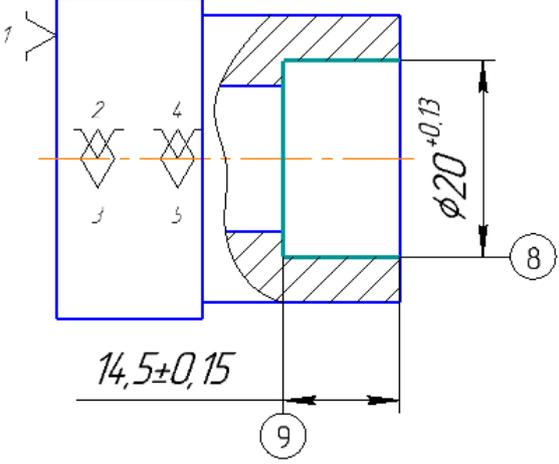
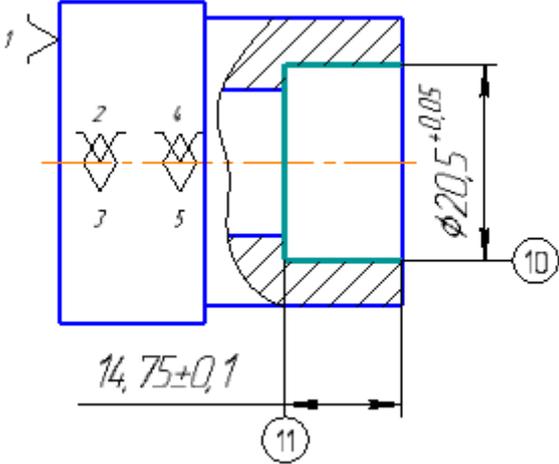
### 5.Разработка маршрутной технологии изготовления втулка

			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	установ	Перехода		
05		1	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размер <math>47_{-0,6}</math>мм и <math>\varnothing 34^*</math>мм.</p>	
10	A	1	<p><u>Токарная</u></p> <p>Подрезать торец 1, выдерживая размеры <math>46,25_{-0,4}</math>мм .</p>	

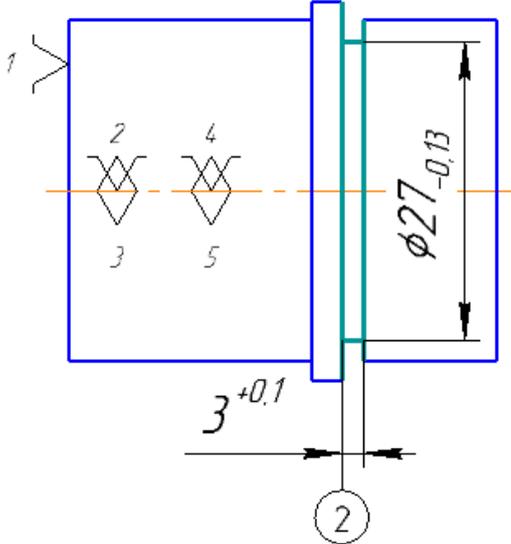
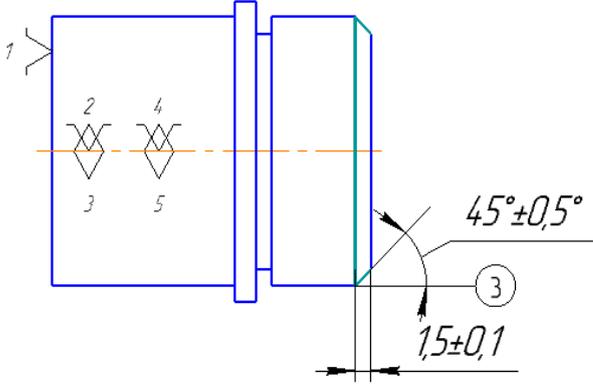
10	2	<p>Обточить поверхность 2, выдерживая размеры <math>\varnothing 32_{-0,39}</math> мм, и <math>28^{+0,33}</math> мм.</p>	
10	В 3	<p>Подрезать торец 3, выдерживая размеры <math>\varnothing 34^*</math> мм, и <math>45,5_{-0,4}</math> мм.</p>	

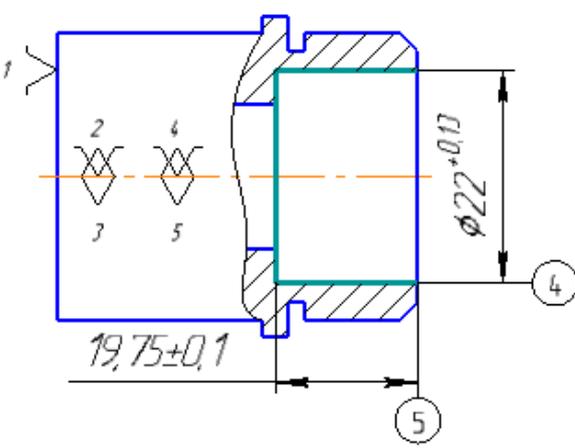
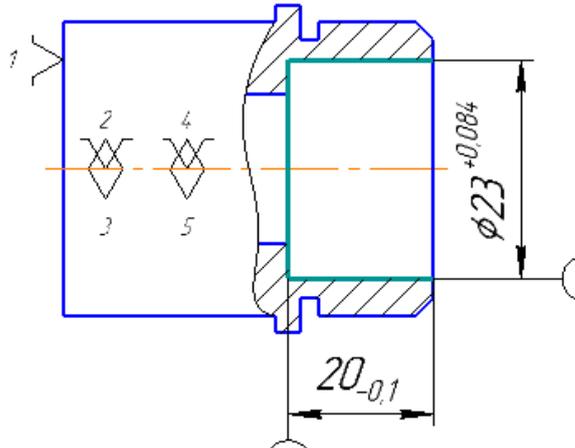
10	4	<p>Обточить поверхность 4, выдерживая размеры <math>\varnothing 32_{-0,39}</math> мм и <math>17^{+0,27}</math> мм.</p>	
10	5	<p>Обточить поверхность 5, выдерживая размеры <math>\varnothing 31_{-0,25}</math> мм и <math>23,5^{+0,1}_{-0,1}</math> мм.</p>	

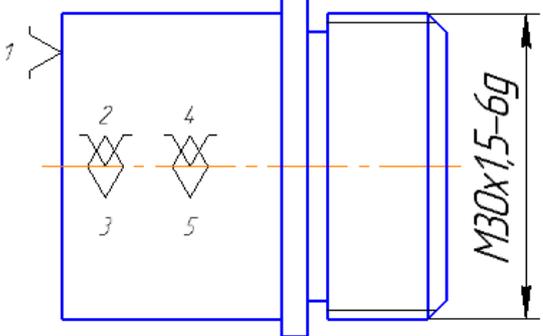
10	6	<p>Центровать отверстие 6, выдерживая размеры <math>\varnothing 2.5^{+0.10}</math> мм, <math>\varnothing 5.3^{+0.15}</math> мм, <math>4.1_{-1.0}</math> мм и <math>60^\circ \pm 0.5^\circ</math>.</p>	
10	7	<p>Сверлить отверстие 7 напроход, выдерживая размер <math>\varnothing 16^{+0.18}</math> мм.</p>	

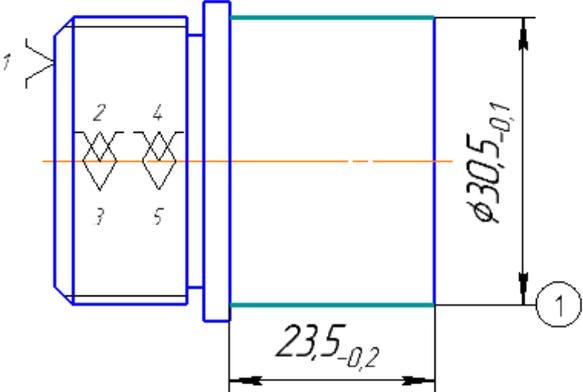
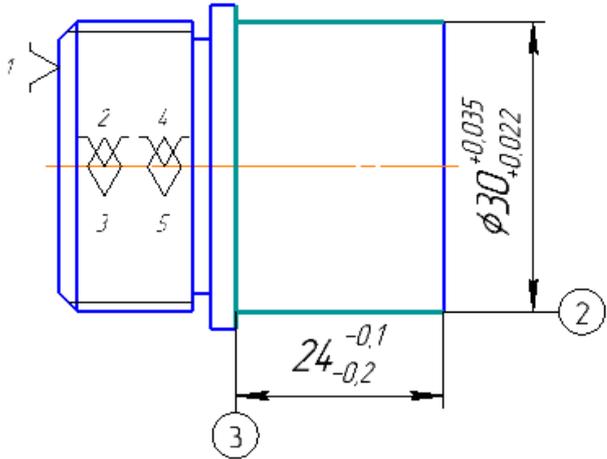
10	8	<p>Расточить поверхность 8 выдерживая размер <math>\varnothing 20^{+0.13}</math> мм и подрезать поверхность 9, выдерживая размер <math>14.5^{+0.1}_{-0.1}</math> мм.</p>	
10	9	<p>Расточить поверхность 10, выдерживая размер <math>\varnothing 20.5^{+0.05}</math> мм и подрезать поверхность 11, выдерживая размер <math>14.75^{+0.1}_{-0.1}</math> мм.</p>	

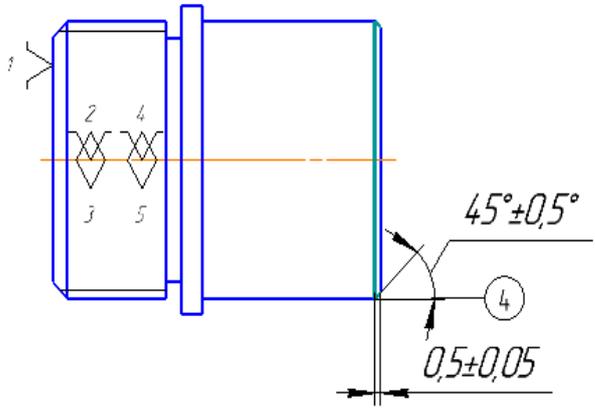
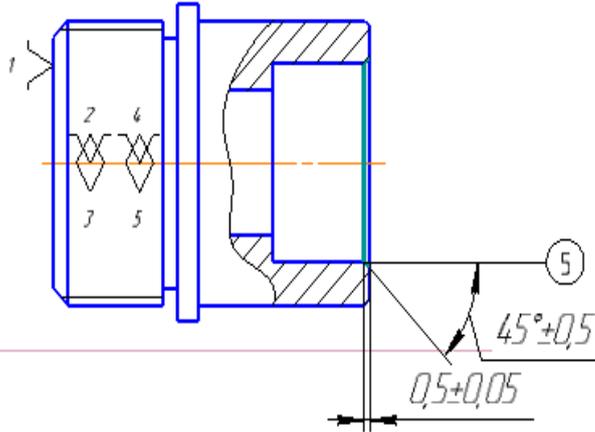
15	1	<p>Расточить поверхность 12, выдерживая размер <math>\varnothing 21^{+0.021}</math> мм и подрезать поверхность 13, выдерживая размер <math>15^{+0.1}_{-0.1}</math> мм.</p>	
15	2	<p><u>Токарная</u> Обточить поверхность 1, выдерживая размеры <math>\varnothing 30_{-0.25}</math> мм и <math>18^{+0.1}_{-0.1}</math> мм.</p>	

15	3	<p>Точить канавку 2 , выдерживая размеры <math>\varnothing 27_{-0.13}</math> мм и <math>3^{+0.1}</math> мм.</p>	
15	4	<p>Точить фаску 3 , выдерживая размеры <math>1.5^{+0.1}_{-0.1}</math> мм и <math>45^{\circ} \pm 0.5^{\circ}</math> .</p>	

15	5	<p>Расточить поверхность 4, размер <math>\varnothing 22^{+0,13}</math> мм и подрезать поверхность 5, выдерживая размер <math>19,75_{-0,1}</math> мм.</p>	 <p>The drawing shows a cross-section of a cylindrical part. Surface 4 is the outer diameter, dimensioned as <math>\varnothing 22^{+0,13}</math>. Surface 5 is the inner diameter of a hole, dimensioned as <math>19,75_{-0,1}</math>. There are also callouts 2, 3, 4, and 5 on the left side of the part, and a callout 1 at the top left corner.</p>
15	6	<p>Расточить поверхность 6, размер <math>\varnothing 23^{+0,084}</math> мм и подрезать поверхность 7, выдерживая размер <math>20_{-0,1}</math> мм.</p>	 <p>The drawing shows a cross-section of a cylindrical part. Surface 6 is the outer diameter, dimensioned as <math>\varnothing 23^{+0,084}</math>. Surface 7 is the inner diameter of a hole, dimensioned as <math>20_{-0,1}</math>. There are also callouts 2, 3, 4, and 5 on the left side of the part, and a callout 1 at the top left corner.</p>

15		7	<p>Нарезать резьбу M30x1.5-6g.</p>	
20		1	<p>Термическая -Нормализация</p>	<p>27.....30HRC</p>

25	1	<p><u>Токарная</u></p> <p>Обточить поверхность 1 , выдерживая размеры <math>\varnothing 30,5_{-0,1}</math> мм и <math>23,5_{-0,2}</math> мм.</p>	
25	2	<p>Обточить поверхность 2 , выдерживая размер <math>\varnothing 30^{+0,035}_{+0,022}</math> мм и подрезать торец 3, выдерживая размер <math>24_{-0,2}^{-0,1}</math> мм.</p>	

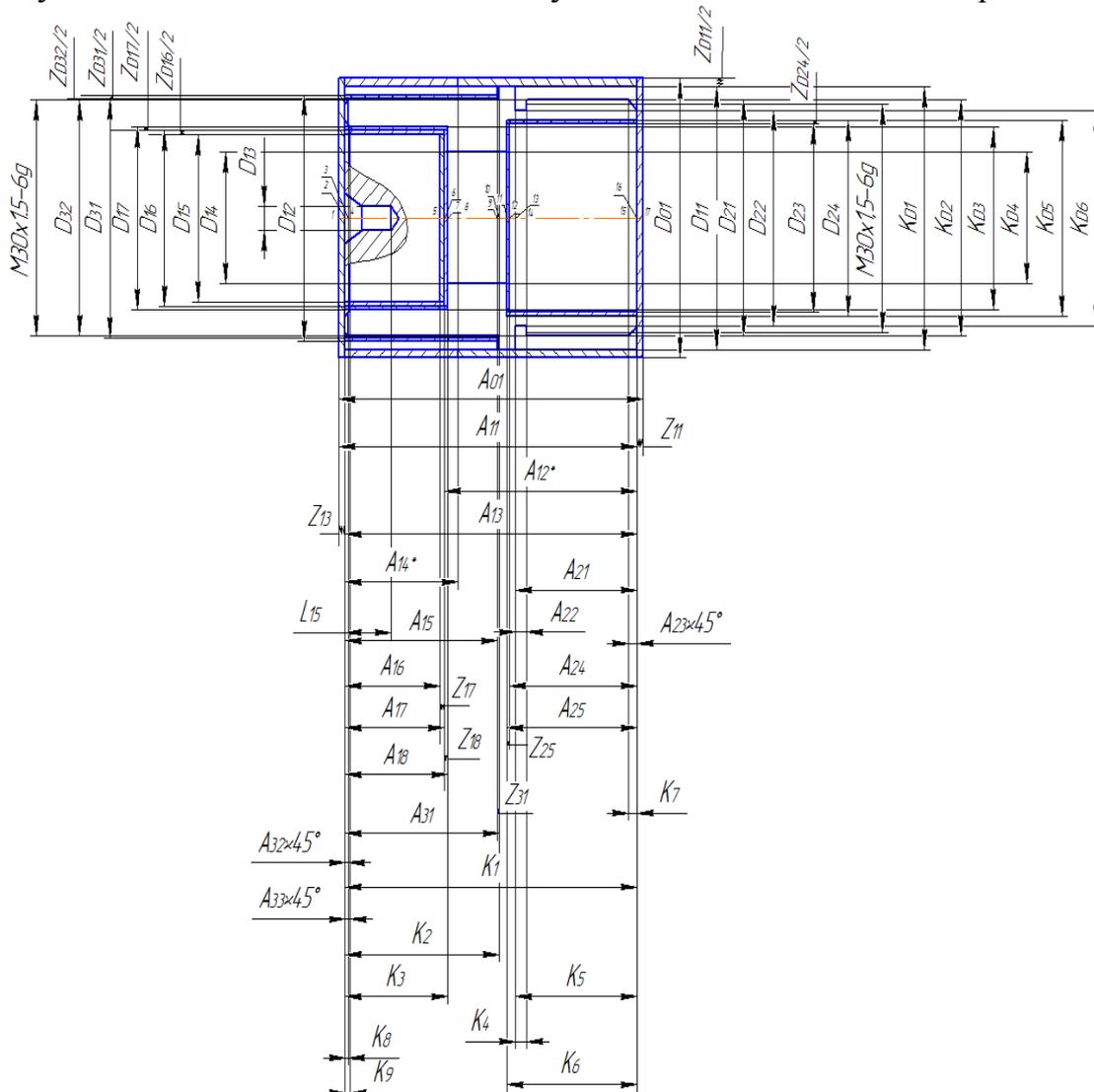
25	4	<p>Точить фаску 4 , выдерживая размеры <math>0.5^{+0,05}_{-0,05}</math> мм и <math>45^{\circ} \pm</math> <math>0.5^{\circ}</math> .</p>	
25	5	<p>Точить фаску 5 , выдерживая размеры <math>0.5^{+0,05}_{-0,05}</math> мм и <math>45^{\circ} \pm 0.5^{\circ}</math> .</p>	

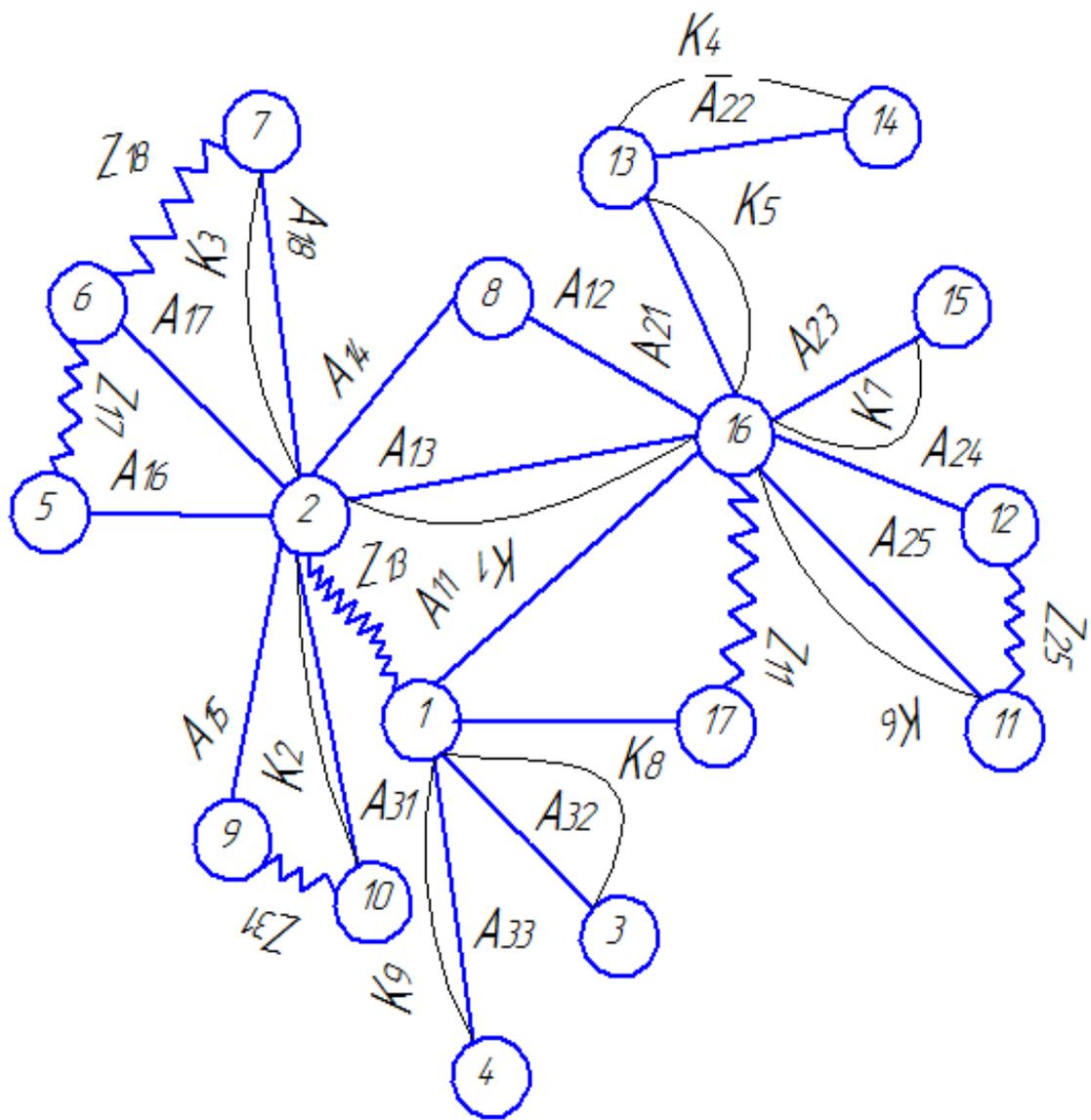
## 6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей

### цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность 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 (переходах) обработки изделия [2, стр. 13].

На основании маршрута изготовления фланца переходного, составляется расчётная схема (представлена на рис. 3), которая содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.





## 7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 0,50 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,20 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,40 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,40 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_1^D = 0,50 \text{ мм};$$

$$TK_2^D = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_3^D = 0,40 \text{ мм};$$

$$TK_4^D = 0,14 \text{ мм};$$

$$TK_5^D = 0,50 \text{ мм};$$

$$TK_6^D = 0,28 \text{ мм};$$

### 7.2 Допуски на технологические размеры

#### 7.2.1 Определение допусков на осевые технологические

размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из [8, стр. 34]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u,i-1} + \varepsilon_{\delta i}, \quad (4)$$

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

$\rho_{u,i-1}$  - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

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

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_{01} = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{15} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TA_{16} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TA_{17} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_c + \rho_{11} = 0,14 \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
TA_{22} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм}; \\
TA_{23} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм}; \\
TA_{24} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм}; \\
TA_{25} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм}; \\
TA_{26} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм}; \\
TA_{31} &= \omega_c + \rho_{21} = 0,14 \text{ мм}; \\
TA_{32} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм}; \\
TA_{33} &= \omega_c = 0,10 \text{ мм};
\end{aligned}$$

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем  $\pm 0.6$  мм [1, стр. 290]:

$$TA_{01} = 1.2 \text{ мм};$$

## 7.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [8, стр. 34]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (5)$$

где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски, руководствуясь [8, стр. 73 П1]:

$$\begin{aligned}
TD_{11} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{12} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{13} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{14} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{15} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{16} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{17} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{22} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{23} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{24} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{31} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{32} &= \omega_c = 0,12 \text{ мм}; \\
TD_{01} &= 0,9 \text{ мм}; [1, стр. 290]
\end{aligned}$$

### 7.3 Расчёт припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам имеет существенное технико-экономическое значение при разработке технологических процессов изготовления деталей машин. Преувеличенные припуски вызывают перерасход материала при изготовлении деталей и необходимость введения дополнительных технологических переходов, увеличивают трудоемкость процессов обработки, расход энергии и режущего инструмента, повышают себестоимость обработки детали. В результате недостаточных припусков возрастает брак, что повышает себестоимость выпускаемой продукции.

На основе оптимальных припусков можно обоснованно определить массу исходных заготовок, режим резания, а также нормы времени на выполнение операций механической обработки.

Припуски на обработку заготовки выбираются в зависимости от экономически принятого способа обработки, конфигурации изделия и его веса. Расчет припусков может производиться статистическим и аналитическим методом.

Аналитический метод заключается в анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения обработки заготовки, определяет величины элементов, составляющие припуска и их суммирование.

Общий припуск – слой металла для обработки и получения необходимой геометрии и шероховатости изделия. Промежуточный припуск – слой металла для технологического перехода. Величина припуска должна быть достаточной чтобы удалить дефектный слой металла с заготовки, а так же для компенсации погрешности установки и базирования детали.

Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла на припуск перед другими методами.

#### 7.3.1. Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [8, стр. 42]:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (7)$$

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

$Rz_{i-1}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мкм; [8, стр. 72]:

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм; [8, стр. 72]:

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм; [8, стр. 73]:

$\varepsilon_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм. [8, стр. 78]:

$$Z_{11}^D \min = 2 \cdot \left( 0,15 + 0,15 + \sqrt{0,03^2 + 0,035^2} \right) = 0,5 \text{ мм}$$

$$Z_{24}^D \min = 2 \cdot \left( 0,12 + 0,10 + \sqrt{0,03^2 + 0,035^2} \right) = 0,36 \text{ мм.}$$

$$Z_{18}^D \min = 2 \cdot \left( 0,02 + 0,03 + \sqrt{0,03^2 + 0,03^2} \right) = 0,18 \text{ мм.}$$

$$Z_{17}^D \min = 2 \cdot \left( 0,05 + 0,05 + \sqrt{0,03^2 + 0,03^2} \right) = 0,28 \text{ мм.}$$

$$Z_{31}^D \min = 2 \cdot \left( 0,05 + 0,06 + \sqrt{0,015^2 + 0,03^2} \right) = 0,29 \text{ мм.}$$

$$Z_{32}^D \min = 2 \cdot \left( 0,12 + 0,10 + \sqrt{0,002^2 + 0,035^2} \right) = 0,18 \text{ мм.}$$

### 7.3.1 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [8, стр. 42]:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (8)$$

$$Z_{11}^{\min} = Rz_{01} + h_{01} + \rho_{01} = 0,12 + 0,12 + 0,03 = 0,27 \text{ мм};$$

$$Z_{13}^{\min} = Rz_{03} + h_{03} + \rho_{03} = 0,15 + 0,15 + 0,05 = 0,35 \text{ мм};$$

$$Z_{18}^{\min} = Rz_{08} + h_{08} + \rho_{08} = 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,05 \text{ мм.}$$

$$Z_{17}^{\min} = Rz_{07} + h_{07} + \rho_{07} = 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,15 \text{ мм.}$$

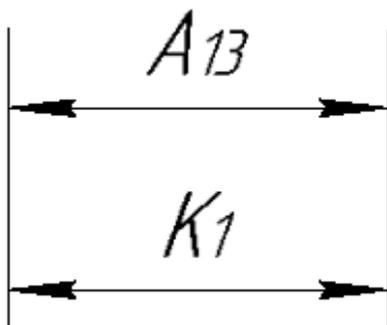
$$Z_{25}^{\min} = Rz_{15} + h_{015} + \rho_{015} = 0,06 + 0,06 + 0,03 = 0,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{31}^{\min} = Rz_{21} + h_{21} + \rho_{21} = 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,05 \text{ мм}$$

## 7.4 Расчёт технологических размеров

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

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{13}$

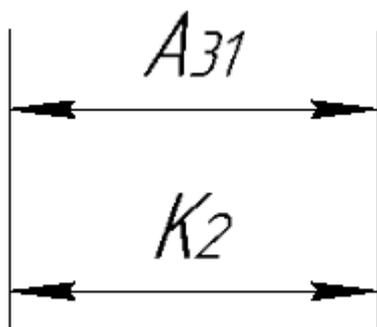


Размерная цепь № 1

$$A_{13}^c = K_1^c = 45,3 \text{ мм};$$

$$A_{13} = 45,3 \pm 0,2 = 45,5_{-0,4} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{31}$

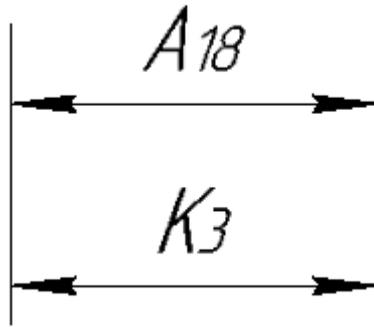


Размерная цепь № 2

$$A_{31}^c = K_2^c = 23,85 \text{ мм};$$

$$A_{31} = 23,90_{-0,10} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{18}$

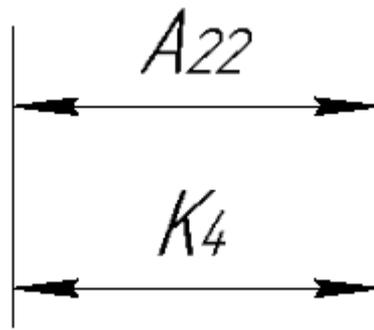


Размерная цепь № 3

$$A_{18}^c = K_3^c = 15 \text{ мм};$$

$$A_{18} = 15_{-0.1}^{+0.1} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{22}$

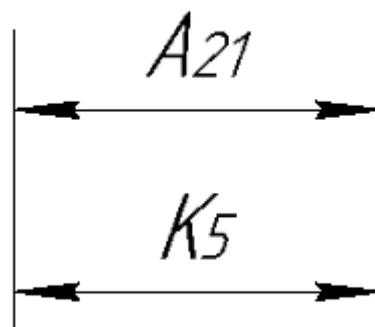


Размерная цепь № 4

$$A_{22}^c = K_4^c = 3,05 \text{ мм};$$

$$A_{22} = 3_{-0.1}^{+0.1} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{21}$

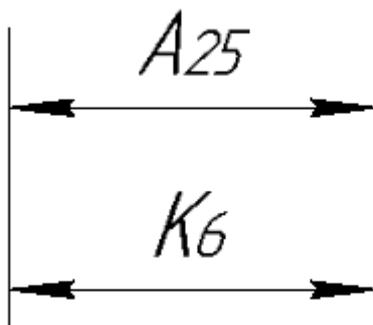


Размерная цепь № 5

$$A_{21}^c = K_5^c = 19 \text{ мм};$$

$$A_{21} = 19_{-0.1}^{+0.1} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{21}$

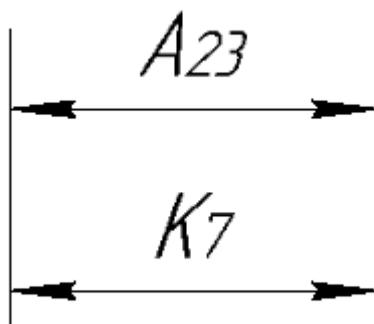


Размерная цепь № 6

$$A_{25}^c = K_6^c = 19.95 \text{ мм};$$

$$A_{25} = 20_{-0.10} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{23}$

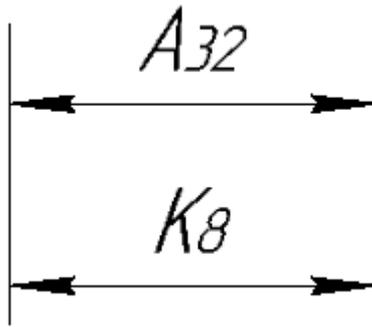


Размерная цепь № 7

$$A_{23}^c = K_7^c = 1.5 \text{ мм};$$

$$A_{23} = 1.5_{-0.1}^{+0.1} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{32}$

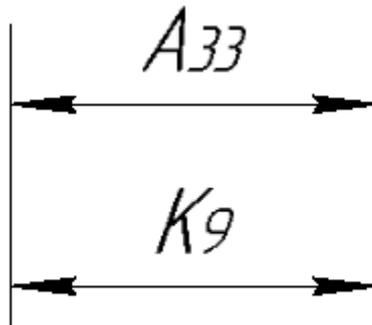


Размерная цепь № 8

$$A_{32}^c = K_8^c = 0,5 \text{ мм};$$

$$A_{32} = 0,5_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{33}$

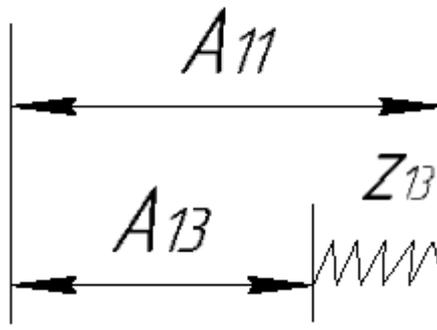


Размерная цепь № 9

$$A_{32}^c = K_9^c = 0,5 \text{ мм};$$

$$A_{33} = 0,5_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{11}$



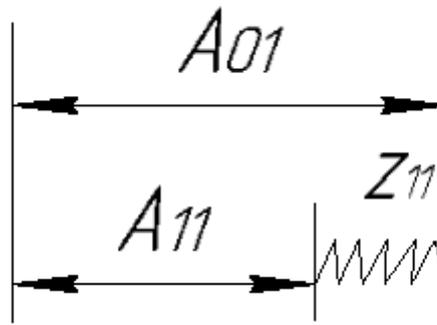
Размерная цепь № 10

$$Z_{13}^C = Z_{13}^{\min} + \frac{T_{A_{11}} + T_{A_{13}}}{2} = 0,35 + 0,4 = 0,75 \text{ мм}$$

$$A_{11}^C = A_{13}^C + Z_{13}^C = 45,3 + 0,75 = 46,05 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 46,25_{-0,4} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{01}$



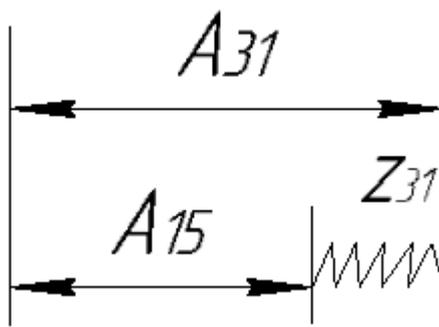
Размерная цепь № 11

$$Z_{11}^C = Z_{11}^{\min} + \frac{T_{A_{01}} + T_{A_{11}}}{2} = 0,35 + 0,3 = 0,65 \text{ мм}$$

$$A_{01}^C = A_{11}^C + Z_{11}^C = 46,05 + 0,65 = 46,7 \text{ мм}$$

$$A_{01} = 47_{-0,6} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{15}$



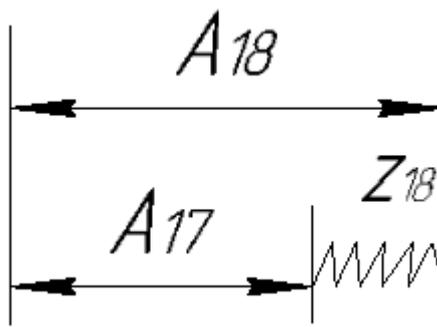
Размерная цепь № 12

$$Z_{31}^C = Z_{31}^{\min} + \frac{T_{A_{31}} + T_{A_{15}}}{2} = 0,05 + 0,3 = 0,35 \text{ мм}$$

$$A_{15}^C = A_{31}^C - Z_{31}^C = 23,85 - 0,35 = 23,5 \text{ мм}$$

$$A_{15} = 23,5_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{17}$



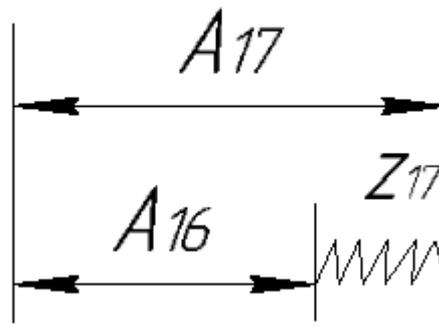
Размерная цепь № 13

$$Z_{18}^C = Z_{18}^{\min} + \frac{T_{A_{18}} + T_{A_{17}}}{2} = 0,05 + 0,2 = 0,25 \text{ мм}$$

$$A_{17}^C = A_{18}^C - Z_{18}^C = 15 - 0,25 = 14,75 \text{ мм}$$

$$A_{17} = 14,75_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{16}$



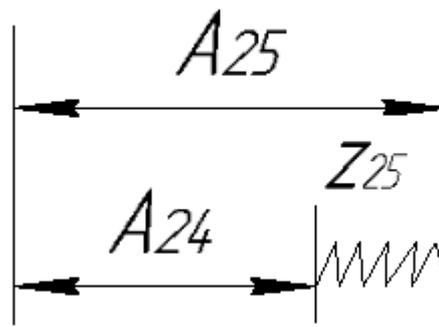
Размерная цепь № 14

$$Z_{17}^C = Z_{17}^{\min} + \frac{T_{A_{16}} + T_{A_{17}}}{2} = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ мм}$$

$$A_{16}^C = A_{17}^C - Z_{17}^C = 14,75 - 0,25 = 14,5 \text{ мм}$$

$$A_{16} = 14,5_{-0,1}^{\pm 0,1} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{24}$



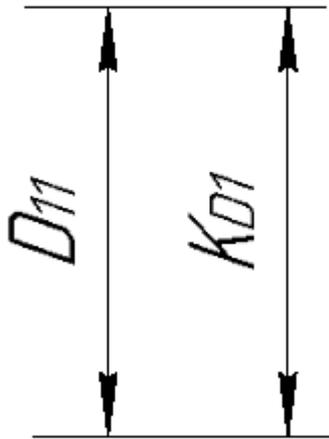
Размерная цепь № 15

$$Z_{25}^C = Z_{25}^{\min} + \frac{T_{A_{24}} + T_{A_{25}}}{2} = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ мм}$$

$$A_{24}^C = A_{25}^C - Z_{25}^C = 19,95 - 0,25 = 19,7 \text{ мм}$$

$$A_{24} = 19,75_{-0,1}^{\pm 0,1} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{11}$

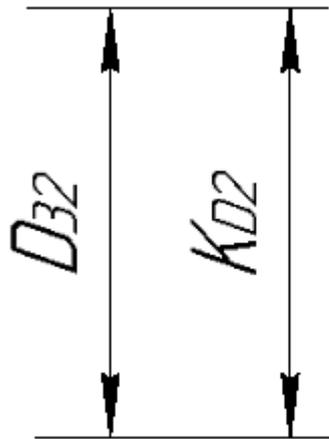


Размерная цепь № 16

$$D_{11}^c = K_{D1}^c = 31,8 \text{ мм};$$

$$D_{11} = 32_{-0,4} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{32}$

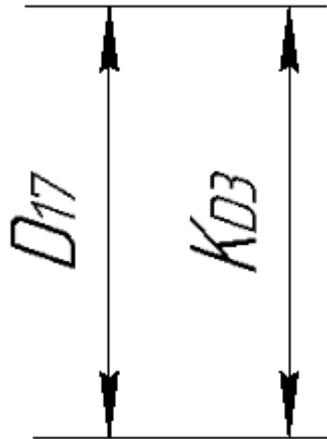


Размерная цепь № 17

$$D_{32}^c = K_{D2}^c = 30,028 \text{ мм};$$

$$D_{32} = 30_{+0,022}^{+0,035} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{17}$

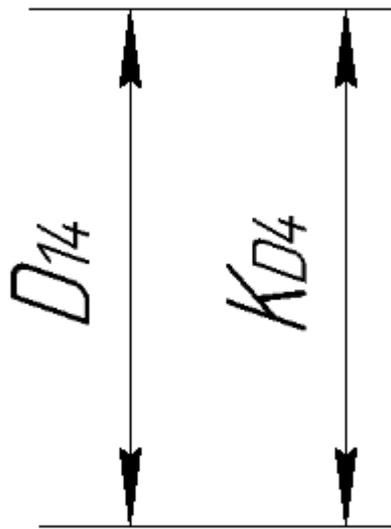


Размерная цепь № 18

$$D_{17}^c = K_{D2}^c = 21,01 \text{ мм};$$

$$D_{17} = 21^{+0.021} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{14}$

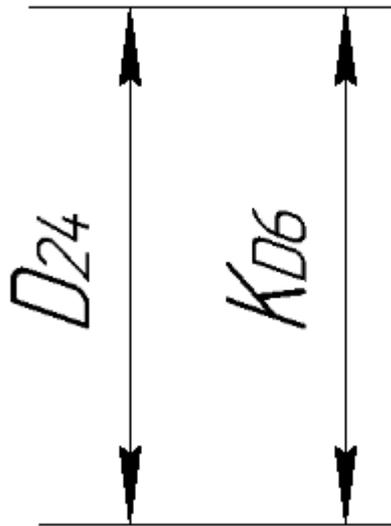


Размерная цепь № 19

$$D_{14}^c = K_{D4}^c = 16,09 \text{ мм};$$

$$D_{14} = 16^{+0.18} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{24}$

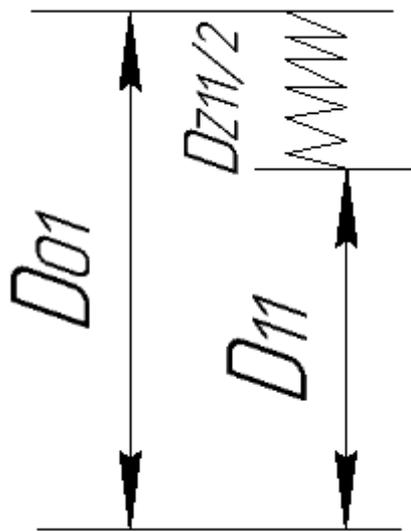


Размерная цепь № 20

$$D_{24}^c = K_{D6}^c = 23.042 \text{ мм};$$

$$D_{24} = 23^{+0.084} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{01}$



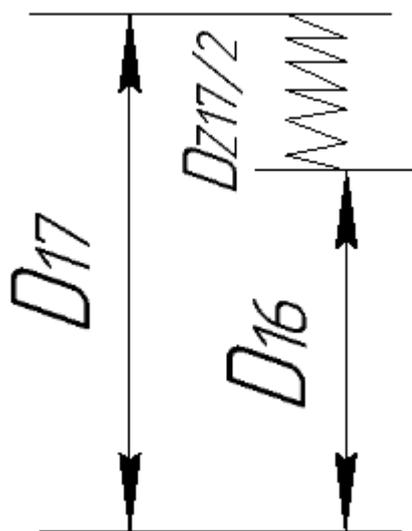
Размерная цепь № 21

$$Z_{D11}^c = Z_{D11}^{\min} + \frac{T_{D01} + T_{D11}}{2} = 1.2 \text{ мм}$$

$$D_{01}^c = D_{11}^c + Z_{D11}^c = 32.8 \text{ мм}$$

$$D_{01} = 34_{-0.4} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{16}$



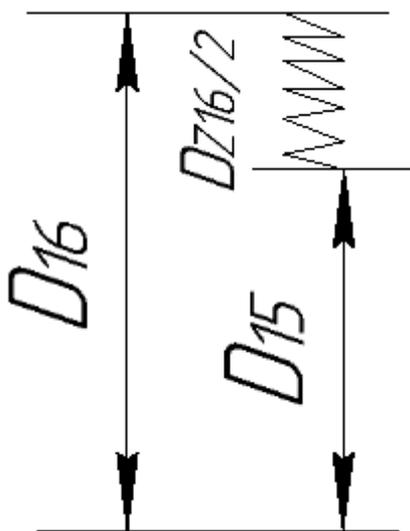
Размерная цепь № 22

$$Z_{D17}^C = Z_{D17}^{\min} + \frac{T_{D17} + T_{D16}}{2} = 0.18 + 0.12 = 0.30 \text{ мм}$$

$$D_{16}^C = D_{17}^C - Z_{D17}^C = 20.53 \text{ мм}$$

$$D_{16} = 20,5^{+0.05} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{15}$



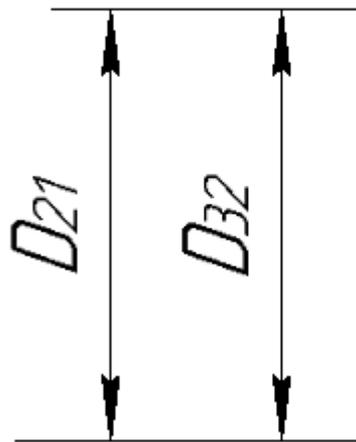
Размерная цепь № 23

$$Z_{D16}^C = Z_{D16}^{\min} + \frac{T_{D15} + T_{D16}}{2} = 0.28 + 0.12 = 0.4 \text{ мм}$$

$$D_{15}^C = D_{16}^C - Z_{D16}^C = 20.06 \text{ мм}$$

$$D_{16} = 20^{+0.13} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{21}$

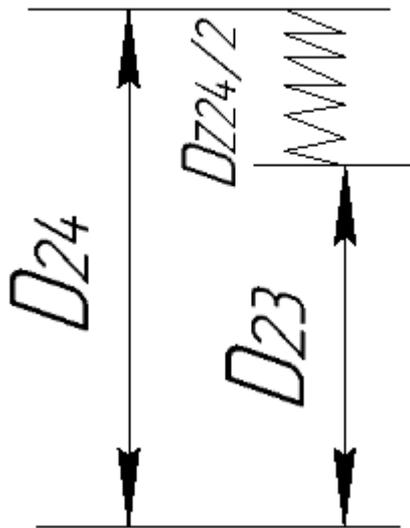


Размерная цепь № 24

$$D_{21}^c = D_{32}^c = 30.028 \text{ мм};$$

$$D_{21} = 30_{-0.25} \text{ мм}.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{23}$



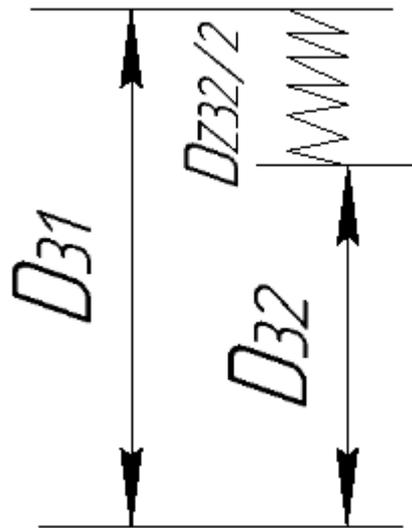
Размерная цепь № 25

$$Z_{D24}^C = Z_{D24}^{\min} + \frac{T_{D23} + T_{D24}}{2} = 0.36 + 0.12 = 0.48 \text{ мм}$$

$$D_{23}^C = D_{24}^C - Z_{D24}^C = 20.06 \text{ мм}$$

$$D_{23} = 22^{+0.13} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{31}$



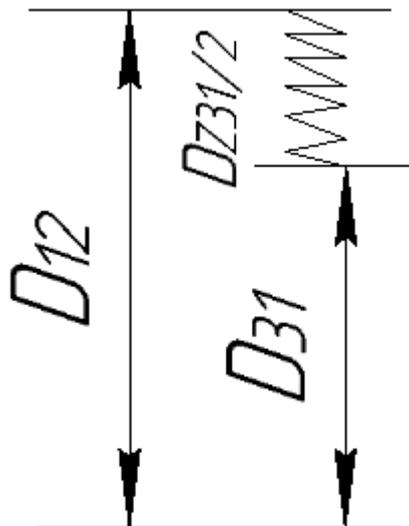
Размерная цепь № 26

$$Z_{D32}^C = Z_{D32}^{\min} + \frac{T_{D32} + T_{D31}}{2} = 0.18 + 0.12 = 0.3 \text{ мм}$$

$$D_{31}^C = D_{32}^C + Z_{D32}^C = 30,47 \text{ мм}$$

$$D_{31} = 30,5_{-0.06} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{12}$



Размерная цепь № 27

$$Z_{D31}^C = Z_{D31}^{\min} + \frac{T_{D31} + T_{D12}}{2} = 0.29 + 0.12 = 0.40 \text{ мм}$$

$$D_{12}^C = D_{31}^C + Z_{D31}^C = 30,88 \text{ мм}$$

$$D_{12} = 31_{-0.25} \text{ мм}$$

## 8. Выбор средств технологического оснащения

В технологическом процессе имеется три токарных операций  
Для три токарных операций выберем горизонтальный  
токарно-револьверный станок Goodway GLS-1500LY.

Технические характеристики горизонтальных  
токарно-револьверных станков Goodway GLS-1500LY.

Вес, кг	3200
Диаметр патрона, дюйм	6
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм	До 360
Максимальный диаметр прутка, мм	До 45
Максимальный диаметр точения, мм	430
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт	11
Повторяемость, мм	0.003
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	30
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	30
Скорость вращения шпинделя, об/мин	60 / 6000
Тип направляющих,	качения
Точность позиционирования, мм	0,005

## 9. Расчет режимов резани

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

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1 глубина резания;

2 подача

3 скорость резания

4 число оборотов;

5 главная составляющая силы резания;

6 мощность резания

7 Проверка по мощности:

### 9.1. Операция 1: токарная операция с ЧПУ:

#### переход 1: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{11}^{cp} = 0,75 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,81 = 137 \text{ м/мин};$$

.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137}{\pi \cdot 34} = 1282 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{1000}{750}\right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 137^0 \cdot 1,2 = 1605 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1605 \cdot 137}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,6}{0,85} = 4,23 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$4,23 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

## переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6

$$\text{Глубина резания : } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{11}^{cp})}{2} = 1 \text{ мм}.$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,81 = 132 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132}{\pi \cdot 32} = 1313 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 132^0 \cdot 1,2 = 2140 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2140 \cdot 132}{1020 \cdot 60} = 3,91 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,91}{0,85} = 4,6 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$4,6 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### переход 3: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{11}^{cp} = 0,75 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,81 = 137 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137}{\pi \cdot 34} = 1282 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 137^0 \cdot 1,2 = 1605 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1605 \cdot 137}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,6}{0,85} = 4,23 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$4,23 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

#### **переход 4: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6

$$\text{Глубина резания : } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{11}^{cp})}{2} = 1 \text{ мм}.$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Где  $K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV}$ —коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,81 = 132 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132}{\pi \cdot 32} = 1313 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 132^0 \cdot 1,2 = 2140 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2140 \cdot 132}{1020 \cdot 60} = 3,91 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,91}{0,85} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$4,6 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

**переход 5: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6

$$\text{Глубина резания : } t = \frac{(D_{11}^{cp} - D_{12}^{cp})}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,81 = 132 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132}{\pi \cdot 32} = 1313 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 132^0 \cdot 1,2 = 2140 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2140 \cdot 132}{1020 \cdot 60} = 3,91 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,91}{0,85} = 4,6 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$4,6 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### **переход б: центровать отверстия:**

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):  $D = 2,5 \text{ мм}$ ;  $L = 4,1 \text{ мм}$ .

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{13}^{cp}}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ мм};$$

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

$$S = 0,05 \text{ мм/об}$$

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:  $CV = 7,0$ ;  $q = 0,4$ ;  $m = 0,20$ ;  $y = 0,7$  – 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]:

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

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

$n_v = 1,05$  – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 1,0$  – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления обрабатываемого отверстия,  $K_{lv} = 0,85$  – определены по таблице 41 [2, с.385].

Тогда

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{655} \right)^{1,05} = 1,38,$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,38 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 1,18;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{7 \cdot 4^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,18 = 69 \text{ м/мин};$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 69}{\pi \cdot 2,5} = 1500 \text{ об/мин};$$

### **переход 7: сверление отверстия:**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Р6М5.

Глубина резания  $t = D_{14}^{cp} / 2 = 8 \text{ мм};$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,1 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.384], принимаем  $T=45$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 7,0; m = 0,20; q = 0,40; y = 0,70$  ; – определены по таблице 17 [2, с.383].

Коэффициент  $K_v$  :

$K_V$ 

$$= K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$

По табл.41 [2, с.385]:  $K_{CV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{7,0 \cdot 16^{0,40}}{45^{0,2} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 0,81 = 50 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{\pi \cdot 16} = 995 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (10)$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$  – определены по таблице 32 [2, Т.2, стр.385].

Коэффициент  $K_p$ :  $K_p = K_{MP} = 0,75$ .

Крутящий момент, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 14,97$$

Н\*м.

Определяем осевую силу по формуле:

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

Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $q = 1$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 32 [2, Т.2, стр.385].

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 16^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 1875 \text{ Н.}$$

Допускаемая осевая сила по паспорту станка 5600 Н, поэтому расчётная осевая сила приемлема.

7. Мощность резания:

$$N = M_{кр} \cdot n_{ф} / 9750 = 9,66 \cdot 995 / 9750 = 1,6 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 1,6 / 0,85 = 1,9 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

### **переход 8: Расточение поверхности:**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] – Т15К6.

Глубина резания  $t = \frac{(D_{15}^{cp} - D_{14}^{cp})}{2} = 2 \text{ мм}$ ; Разделить на 4 рабочий ход:  $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t / 4 = 2 / 4 = 0,5 \text{ мм}$ ;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T = 30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T = 60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 158 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 158}{\pi \cdot 20} = 2500 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{1000}{750}\right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 158^0 \cdot 1,2 = 905 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{905 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 2,34 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,34}{0,85} = 2,76 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$2,76 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### переход 9: Расточение поверхности:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15к6.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{16}^{cp} - D_{15}^{cp})}{2} = 0,25 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{UV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 176 \text{ м/мин};$$

1. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 176}{\pi \cdot 20,5} = 2732 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{TP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 158^0 \cdot 1,2 = 460 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{460 \cdot 176}{1020 \cdot 60} = 1,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,3}{0,85} = 1,53 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$1,53 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

## ***Операция 2: токарная операция с ЧПУ:***

### **переход 1: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15к6.

Глубина резания  $t = \frac{(D_{11}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 1 \text{ мм}$ ; Разделить на 2 рабочий ход :  $t_1 = t_2 = 1/2 = 0,5 \text{ мм}$ ;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$  :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{IV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,81 = 146 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 146}{\pi \cdot 30} = 1549 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 146^0 \cdot 1,2 = 1070 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1070 \cdot 146}{1020 \cdot 60} = 2,55 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,55}{0,85} = 3 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$3 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

## переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания  $t = \frac{(D_{21}^{cp} - D_{22}^{cp})}{2} = 1,5 \text{ мм}$ ; Разделить на 3 рабочий ход:  $t_1 = t_2 = t_3 = t/3 = 1,5/3 = 0,5 \text{ мм}$ ;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 158 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 158}{\pi \cdot 27} = 1862 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 158^0 \cdot 1,2 = 995 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{995 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 2,57 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,57}{0,85} = 3,1 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$3,1 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### **переход 3: точение фаски:**

$$\text{Глубина резания } t = A_{24}^{cp} = 1,5 \text{ мм};$$

$$\text{Подача } s = 0,1 \text{ мм/об};$$

$$\text{Скорость резания равен предыдущий переход } v = 170 \text{ м/мин};$$

$$\text{Частота вращения равен предыдущий переход } n = 2000 \text{ об/мин};$$

#### Переход 4: Расточение поверхности:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания  $t = \frac{(D_{23}^{cp} - D_{14}^{cp})}{2} = 3 \text{ мм}$ ; Разделить на 3 рабочий ход:  $t_1 = t_2 = t_3 = t/3 = 3/3 = 1 \text{ мм}$ ;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,24 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 142 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 142}{\pi \cdot 22} = 2054 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,24^{0,75} \cdot 142^0 \cdot 1,2 = 1235 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1235 \cdot 142}{1020 \cdot 60} = 2,87 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,87}{0,85} = 3,5 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$3,5 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### Переход 5: Расточение поверхности:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15к6.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{24}^{cp} - D_{23}^{cp})}{2} = 0,5 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_V = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_V$ :

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

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 158 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 158}{\pi \cdot 23} = 2186 \text{ об/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$K_{MP} = 1,3$ ;  $K_{\varphi P} = 1,0$ ;  $K_{\gamma P} = 1,0$ ;  $K_{\lambda P} = 1,0$ ;  $K_{rP} = 1,0$ .

$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2$ ;

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 158^0 \cdot 1,2 = 1235 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{905 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,3}{0,85} = 2,7 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N; \\ 2,7 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

**переходб: нарезание резьбы:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

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

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(30-28,5)/2}{5} = 0,15 \text{ мм};$$

$$\text{Подача равна шагу резьбы, } s = 1,5 \text{ мм/об};$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} K_v, \quad (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 118 [4, с.430],  $T=70$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 244$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,23$ ;  $y = 0,3$ ; – определены по таблице 118 [4, с.430].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv}, \quad (17)$$

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

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

$K_{cv}$  – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{mv} = 1$ .

По табл.6 [4, с.361]:  $K_{iv} = 1$ .

$K_{cv} = 1$ , если резьба нарезается черновым и чистовым резцами. [4, с.431]

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Скорость резания, формула (16):

$$v = \frac{244 \cdot 5^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 1 = 134 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 134}{\pi \cdot 27} = 1580 \text{ об/мин};$$

**Операция 4: токарная операция с ЧПУ:  
переход 1: точение поверхности**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{(D_{12}^{cp} - D_{31}^{cp})}{2} = 0,25 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{ИV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 175 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 175}{\pi \cdot 30,5} = 1826 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{1000}{750} \right)^1 = 1,3.$$

$$K_{MP} = 1,3; \quad K_{\varphi P} = 1,0; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 175^0 \cdot 1,2 = 455 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{455 \cdot 175}{1020 \cdot 60} = 1,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,3}{0,85} = 1,6 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$1,6 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

## переход 2: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] – Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = \frac{(D_{31}^{cp} - D_{32}^{cp})}{2} = 0,25 \text{ мм}; \text{ Разделить на 2 рабочий ход : } t_1 =$$

$$t_2 = t/2 = 0,25/2 = 0,125 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,4 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 0,9$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{IV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{UV} = 1,0$

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,125^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,81 = 194 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 194}{\pi \cdot 30} = 2058 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{1000}{750}\right)^1 = 1.3.$$

$$K_{MP} = 1.3; \quad K_{\varphi P} = 1.0; \quad K_{\gamma P} = 1.0; \quad K_{\lambda P} = 1.0; \quad K_{rP} = 1.0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1.3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 1.2;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.125^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 175^0 \cdot 1.2 = 270 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{270 \cdot 194}{1020 \cdot 60} = 0.9 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.9}{0.85} = 1.1 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$
$$1.1 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт}$$

### **переход 3: точение фаски:**

Материал режущего инструмента –Т15К6

$$\text{Глубина резания } t = A_{34}^{cp} = 0.5 \text{ мм};$$

$$\text{Подача } s = 0.05 \text{ мм/об};$$

Скорость резания равен предыдущий переход  $v = 198 \text{ м/мин}$ ;

Частота вращения равен предыдущий переход  
 $n = 2500 \text{ об/мин}$ ;

### **Переход 4: точение фаски:**

Материал режущего инструмента –Т15К6.

$$\text{Глубина резания } t = A_{35}^{cp} = 0.5 \text{ мм};$$

$$\text{Подача } s = 0.05 \text{ мм/об};$$

Скорость резания равен предыдущий переход  $v = 198 \text{ м/мин}$ ;

Частота вращения равен предыдущий переход  $n = 2500 \text{ об/мин}$

## 10. Расчет времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 874]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (20)$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $i$  – число рабочих ходов;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_b + l_{cx} + l_{пд}, \quad (21)$$

Где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;  
 $l_b$  – величина врезания инструмента, мм;  
 $l_{cx}$  – величина схода инструмента, мм;  
 $l_{пд}$  – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем:  $l_{cx} = l_{пд} = 1$  мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{tg\varphi}, \quad (22)$$

Где  $t$  – глубина резания, мм;  
 $\varphi$  – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S}, \quad (23)$$

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.}, \quad (24)$$

Где  $T_{у.с.}$  – время па установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп.}$  – время на управление станком;

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

$T_{всп}$  – вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.}, \quad (25)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер}, \quad (26)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.}, \quad (27)$$

Подготовительно заключительное время определяем

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{н.з.}}{n} \right), \quad (28)$$

где n- количество деталей.

**Для первой токарной операции:**

переход 1- подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(17 + \frac{0,75}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1300 \cdot 0,5} = 0,033$$

$\approx 0,04 \text{ мин};$

переход 2- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(28 + \frac{1}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{1300 \cdot 0,5} = 0,046$$

$\approx 0,05 \text{ мин};$

переход 3-подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(17 + \frac{0,75}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1300 \cdot 0,5} = 0,033$$

$\approx 0,04 \text{ мин};$

переход 4- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(17 + \frac{1}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1300 \cdot 0,5} = 0,032$$

$\approx 0,04 \text{ мин};$

переход 5- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(23,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{1600 \cdot 0,4} = 0,039$$

$\approx 0,04 \text{ мин};$

переход 6- центровать отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{10 + \frac{0,1}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{2000 \cdot 0,05} = 0,13 \text{ мин};$$

переход 7- сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + \frac{8}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{995 \cdot 0,1} = 0,57 \text{ мин};$$

переход 8- расточить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 4}{2500 \cdot 0,4} = 0,067$$

$$\approx 0,07 \text{ мин};$$

переход 9- расточить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14,75 + \frac{0,25}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{2700 \cdot 0,4} = 0,015$$

$$\approx 0,02 \text{ мин};$$

переход 10- расточить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15 + \frac{0,125}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 2}{3000 \cdot 0,4} = 0,028$$

$$\approx 0,03 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y.c} + T_{з.о} = 0,15 \text{ мин}; T_{уп} = 0,70 \text{ мин}; T_{изм} = 2,21 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм} = 0,15 + 0,70 + 2,21 = 3,06 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 1,03 + 3,06 = 4 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 4 = 0,6 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 1,03 + 4 + 0,6 = 5,63 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 5,63 + \frac{8}{5000} \approx 5,64 \text{ мин};$$

**Для второй токарной операции:**

Переход 1- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 0 + 2) \cdot 2}{1600 \cdot 0,4} = 0,064 \text{ мин}$$
$$\approx 0,07 \text{ мин};$$

переход 2-точить канавку

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 0 + 2) \cdot 3}{1900 \cdot 0,1} = 0,055 \text{ мин}$$
$$\approx 0,06 \text{ мин};$$

переход 3- точить фаску:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,5 + \frac{1,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{2000 \cdot 0,1} = 0,03 \text{ мин}$$

переход 4- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(19,75 + \frac{1}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 3}{2000 \cdot 0,4} = 0,083$$
$$\approx 0,09 \text{ мин};$$

переход 5- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{2200 \cdot 0,4} = 0,025 \text{ мин}$$
$$\approx 0,03 \text{ мин}$$

переход 7- точить резьбу:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(16 + \frac{0,15}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 2) \cdot 5}{1600 \cdot 1,5} = 0,039 \text{ мин}$$
$$\approx 0,04 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y.c} + T_{z.o} = 0,15 \text{ мин}; T_{y.n} = 0,18 \text{ мин}; T_{изм} = 0,73 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{изм} = 0,15 + 0,18 + 1,5 = 1,82 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,31 + 1,82 = 2,12 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2,12 = 0,318 \approx 0,32 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 0,31 + 1,82 + 0,32 = 2,45 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{н.з.}}{n}\right) = 2,45 + \frac{8}{5000} \approx 2,46 \text{ мин};$$

**Для третьей токарной операции:**

Переход 1- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(23,5 + \frac{0,25}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 0 + 2\right) \cdot 1}{1900 \cdot 0,4} = 0,033 \text{ мин}$$
$$\approx 0,04 \text{ мин}$$

переход 2- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(24 + \frac{0,125}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 0 + 2) \cdot 2}{2100 \cdot 0,4} = 0,062 \text{ мин}$$
$$\approx 0,07 \text{ мин}$$

переход 3- точить фаску:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{2500 \cdot 0,05} = 0,024 \text{ мин}$$
$$\approx 0,03 \text{ мин};$$

переход 3- точить фаску:

$$T_o = \frac{(l + l_g + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 0 + 2) \cdot 1}{2500 \cdot 0,05} = 0,024 \text{ мин}$$
$$\approx 0,03 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y.c.} + T_{з.о.} = 0,15 \text{ мин}; T_{yп.} = 0,10 \text{ мин}; T_{изм.} = 1,47 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{yп.} + T_{изм.} = 0,15 + 0,10 + 0,85 = 1,1 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,17 + 1,1 = 1,27 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{oper} = 15\% \cdot 1,27 = 0,2 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 0,17 + 1,1 + 0,2 = 1,47 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{н.з.}}{n} \right) = 1,47 + \frac{7}{5000} \approx 1,48 \text{ мин};$$

## 11. Конструкторская часть

### 11.1. 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[9, с. 175].

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 «Втулка» на горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway GLS-1500LY.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Втулка».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Втулка» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный Программа выпуска - 5000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway GLS-1500LY. Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: высота заготовки $47_{-0,4}$ мм, диаметр $34_{-0,4}$ мм $R_a = 6,3$ мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

## 11.2. 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. 1).

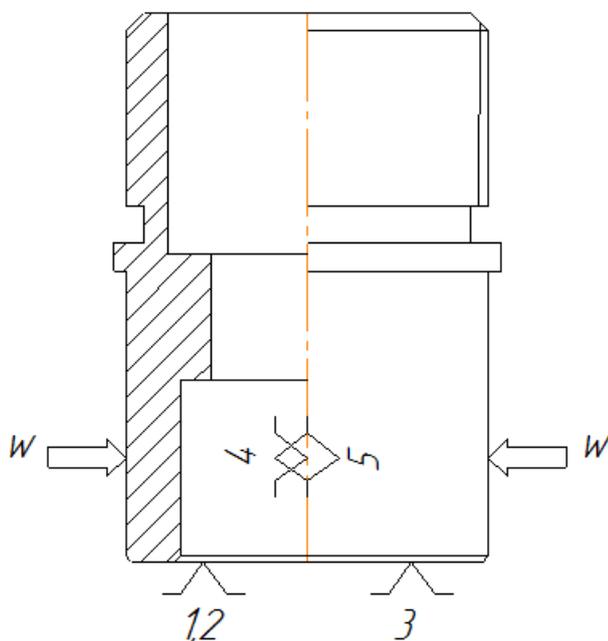


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

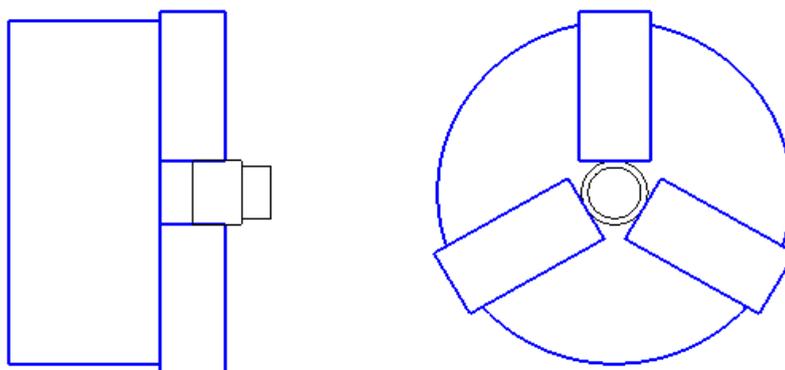


Рис. 2.

Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже.

### **11.3. Описание конструкции и работы приспособления.**

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «Втулка» при ее обработке на горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway GLS-1500LY. Компоновка приспособления приведена на формате А3.

Основой приспособления служит основание 1 в котором крепятся остальные элементы. Трехкулачковый патрон 2 служит для закрепления детали и базируется с помощью диск 3. Кондукторная втулка 4 направляет сверло при получении отверстий.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

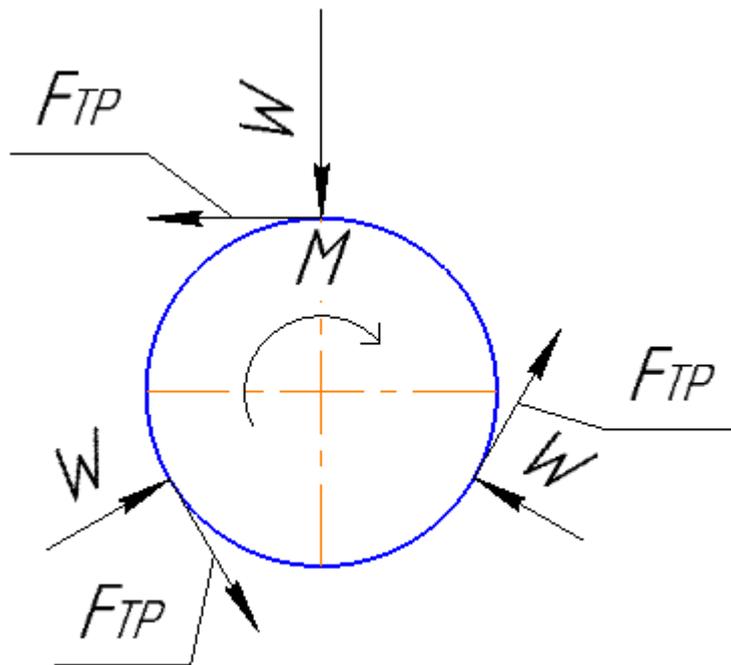
Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

### **11.4. Определение необходимой силы зажима**

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы перемещению детали под действием сил резания препятствует схема базирования. Т.е. благодаря пальцу 10 деталь застрахована от всякого рода

прокручиваний при обработке. Цанговый зажим нужен для исключения вибраций, а также для точного базирования детали относительно приспособления.



Исходя из режимов резания, рассчитанных для токарной операции, запишем значения крутящего момента резания.

Крутящий момент:  $M_{\text{резание}} = 15 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

$$F_{\text{трение}} = W \cdot f_{\text{трение}}$$

$$M = F_{\text{трение}} \cdot R$$

$$M = M_{\text{резание}} \cdot K$$

$$F_{\text{трение}} \cdot R = M_{\text{резание}} \cdot K$$

K: Коэффициент усилия закрепления, принимаем  $K=1,5$

$$F_{\text{трение}} = \frac{M_{\text{резание}} \cdot K}{R}$$

$$W = \frac{F_{\text{трение}}}{f_{\text{трение}}} = \frac{M_{\text{резание}} \cdot K}{R \cdot f_{\text{трение}}}$$

$$W = \frac{12 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot 1,5}{34 \text{ мм} \cdot 0,1} = \frac{15 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot 1,5}{34 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 0,1} = 6617 \text{ Н}$$

По ГОСТ 12595 для диаметра патрон в корпусе  $D=80 \text{ мм}$ , максимальное значение наибольшей суммарной силы зажима на трех кулачках  $W=22000 \text{ Н} > 6617 \text{ Н}$ . Считаем выбранный трех кулачковый патрон обеспечивает рассчитанное усилие зажима.

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л31	Чжоу Шо

Институт	ИСГТ	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	машиностроение

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

<p>1. Стоимость ресурсов для изготовления детали «Втулка»</p>	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 40 руб./час.</p> <p>2 разряд – 51 руб./час.</p> <p>3 разряд – 65 руб./час.</p> <p>4 разряд – 82.96 руб./час.</p> <p>5 разряд – 105,81 руб./час.</p> <p>6 разряд – 135 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию – 5.8 руб/кВт.ч.</p>
<p>3. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <p>-коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06</p> <p>-затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</p> <p>-затраты на материалы, расходуемых для</p>

	<p>обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</p> <p>-затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих.</p> <p>-общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</p> <p>-общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих.</p> <p>-расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости</p>
4. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<p>Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ</p> <p>Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ</p> <p>Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Расчет себестоимости изготовления детали «Втулка»	<p>1.Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</p> <p>2.Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</p> <p>3.Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</p> <p>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</p> <p>5.Провести расчет себестоимости.</p>
2. Расчет цены детали «Втулка» с НДС	<p>Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%</p>
<b>Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Калькуляция себестоимости детали «Втулка»	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л31	Чжоу Шо		

### III Финансовый менеджмент

Темой дипломного проекта является «Проектирование технологического процесса изготовления детали «Ось» с разработкой технологической оснастки».

Целью раздела «Финансовый менеджмент» является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

#### 1. Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции.

Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера; (не учитывается, т.к. полуфабрикаты отсутствуют);
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.
- При выполнении ВКР следует опустить статьи:
- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;
- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

## **2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»**

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по

нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого ( $i$ -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$C_{Moi} = W_i \cdot C_{Mi} \cdot (1 + K_{mз}). \quad (1)$$

где  $W_i$  – норма расхода материала  $i$ -го вида на изделие (деталь), кг/ед;

$C_{Mi}$  – цена материала  $i$ -го вида, ден. ед./кг.,  $i = 1$ ;

$k_{тз}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{тз} = 0,06$ ).

Цена материалов  $C_i$  принимается на основе преysкурантной (оптовой) цены, см. прил. 1, дополнительно см.

Расчет нормы расходного материала

$$w = 0,79 \text{ кг},$$

Примем цену материала из сайта ([www.profprokat.ru](http://www.profprokat.ru))  $C_{Mi} = 22,9 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$ ,

с учетом НДС;

$$C_{Mo1} = 0,79 \cdot 22,9 \cdot (1 + 0,06) = 19,18 \text{ руб.}$$

Общая величина данных затрат равна

$$C_{Mo} = \sum_{i=1}^I C_{Moi},$$

если используется единственный материал ( $I=1$ ), то  $C_{Mo} = C_{Mo(i=1)}$ , т.е. достаточно формулы (1):

$$C_{Mo} = C_{Mo1} = 19,18 \text{ руб}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого ( $j$ -го) вида  $C_{Mvj}$  выполняется по формуле

$$C_{Mvi} = H_{Mvi} \cdot C_{Mvi} \cdot (1 + k_{mз}),$$

где  $H_{Mvj}$  – норма расхода  $j$ -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

$C_{Mvj}$  – цена  $j$ -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{Mv} = C_{Mo} \cdot 0,02 = 19,18 \cdot 0,02 = 0,384 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_m = C_{mo} + C_{mv} = 19,18 + 0,384 = 19,564 \text{руб.}$$

### 3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

### 4. Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{om} = M_{om} \cdot C_{om} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot C_{от}$$

$$C_{om} = (0,79 - 0,15) \cdot (1 - 0,02) \cdot 5 = 3,14 \text{руб.}$$

где  $M_{от}$  – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции, кг;

$C_{от}$  – цена отходов, руб. Значения взяты из прил. 2.  $C_{от} = 5 \frac{\text{руб.}}{\text{кг}}$ ;

$V_{чр}$  – масса заготовки, кг;

$V_{чст}$  – чистая масса детали, кг;

$\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02),

### 5. Расчет затрат по статье «Основная заработная

#### плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Оплата может осуществляться как по сдельным расценкам, так и по часовым тарифным ставкам. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{пр}$$

$$C_{озп} = \frac{1,905 + 3,458 + 1,471}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 10,4 \text{руб.}$$

Операция 1 токарная операция с ЧПУ: разряд 3

Операция 2 токарная операция с ЧПУ: разряд 3

Операция 3 токарная операция с ЧПУ: разряд 3

где  $t_i^{\text{шт.к}}$  – штучное время выполнения  $i$ -й операции, мин;

$K_0$  – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции из таблицы

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

<http://www.aup.ru/docs/etks/5-2.htm>

## **6. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»**

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{\text{дзн}} = C_{\text{озп}} \cdot K_{\text{д}}$$
$$C_{\text{дзн}} = 10,4 \cdot 0,1 = 1,04 \text{руб.}$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

## **7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»**

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование (все это вместе взятое – так называемый социальный налог), на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле:

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзн}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}})$$
$$C_{\text{н}} = (10,4 + 1,04) \cdot (30 \% + 0,7\%) = 3,52 \text{руб.}$$

где  $C_{озп}$  – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;  
 $C_{дзп}$  – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;  
 $O_{с.н.}$  – ставка социального налога (принять 30 %);  
 $O_{стр}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

## **8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»**

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

## **9. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»**

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a.** амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение  $C_a$ ;
- b.** эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c.** ремонт оборудования;
- d.** внутризаводское перемещение грузов;
- e.** погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f.** прочие расходы.

Порядок расчета отдельных элементов данной статьи при выполнении ВКР следующий.

## Технико-экономическая характеристика оборудования

Все станки и приспособление выбираются по максимальные мощности для каждой опрещии.

*Таблица Оборудование для проекта*

Модель оборудования	Стоимость станка, руб.	Срок станка, год
токарно-револьверный станок Goodway GLS-1500LY	7000000	8

Элемент «а» (амортизация оборудования и ...) определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj}$$

где  $\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,  $i = 1, \dots, T$ ;

$T$  – количество типов используемого оборудования;

$\Phi_j$  – то же для  $j$ -готипа оснастки  $j=1, \dots, m$ ;

$m$  – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$  и  $H_{оснj}$  – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{пн}}} = \frac{1}{8} = 0,125.$$

$$A_{\text{год1}} = 7000000 \cdot 0,125 = 875000 \text{ руб.}$$

где  $T_{\text{пн}}$  – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4. Так как сроки указываются в интервальной форме, то конкретное значение следует принимать с учетом уровня автоматизации оборудования, для универсального – максимальное значение, для автоматического (в т.ч. с ЧПУ) – минимальное. Принятие другого значения  $T_{\text{пн}}$  должно сопровождаться кратким обоснованием. Для оснастки принять следующие значения  $T_{\text{пн}}$ : патроны сверлильные – 2 года; тиски станочные – 3 года; центры вращающиеся – 1 год.

Следует учесть, что получаемая по формуле (3) годовая величина амортизации относится ко всем видам изделий, изготавливаемых на данном оборудовании. Использование однопредметной прямоточной линии допустимо только при условии загрузки ее оборудования единственным изделием в среднем не менее чем на 60 %. В нашем случае ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{кр} = \frac{N_{в} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i}$$

$$l_{кр} = \frac{5000 \cdot 6,834}{4029 \cdot 60} = 0,14.$$

где  $N_{в}$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

$P$  – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{шт.к}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции процесса,  $i = 1, \dots, P$ ;  $F_i$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на  $i$ -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы  $F_i = 4029$  часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

Если  $l_{кр} \geq 0,6$ , то  $C_a = A_{год} / N_{в}$ .

В противном случае  $C_a = (A_{г} / N_{в}) \cdot (l_{кр} / \eta_{з.н.})$ ,

$$C_{a1} = (875000 / 5000) \cdot (0,14 / 0,8) = 31 \text{ руб.}$$

где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

**Элемент «в»** (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др.

категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции;  
 Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озн}} + C_{\text{дзн}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4$$

$$C_{\text{экс}} = (10,4 + 1,04 + 3,52) \cdot 0,4 = 5,984 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2$$

$$C_{\text{мэкс1}} = 31 \cdot 0,2 = 6,2 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии и воду, потребляемые в процессе работы оборудования. В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot K_{\text{ви}} \cdot t_i^{\text{шт.к}}$$

$$C_{\text{эл.п}} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot \left( \frac{11 \cdot 0,87 + 11 \cdot 2,79 + 11 \cdot 0,95}{60} \right) \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 2,145 \text{ руб.}$$

где  $\text{Ц}_{\text{э}}$  – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

$W_i$  – мощность электропривода оборудования, используемого на  $i$ -й операции;  $K_{\text{ми}}$  – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7);

$K_{\text{ви}}$  – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить  $t_i^{\text{маш}}$  и принимается равным 0,6 – 0,7 от  $t_i^{\text{шт.к}}$ .

**Элемент «с»** (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е:

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2)$$

$$C_{\text{рем}} = 10,4 \cdot 1,1 = 11,44 \text{ руб.}$$

Нижнее значение интервала (0,1–0,12) принимается для мелко и среднесерийного производства, верхнее – для крупносерийного и массового.

**Элемент «d»** (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

**Элемент «е»** (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{и.и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i}$$

где  $C_{\text{и.и}}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,  $i = 1, \dots, P$ ;

$t_{\text{рез.и}}$  – время работы инструмента, применяемого на  $i$ -й операции, мин.;

$m_i$  – количество одновременно используемых инструментов, ( $m_i=1$ );

$T_{\text{ст.и.и}}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

$k_{tz}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{tz}=0,06$ ).

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$C_{ион}, руб$
Резец проходной отогнутый ВК8	0,64	20	38	0,32
Резец отрезной 16 × 16 Т15К6	0,29	14	40,1	0,22
Резец резьбовой 20 × 20 ВК8	0,45	16	90,63	0,48
Сверло центровочное 4,0 мм Р6М5 тип В	0,18	8	75,8	0,45

$$C_{ион} = 0,32 + 0,22 + 0,48 + 0,45 = 1,47 руб$$

Элемент «f» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они не рассчитываются.

### 10. Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента  $k_{он}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{он} = C_{озн} \cdot K_{он} = C_{озн} \cdot (0,5 - 0,7)$$

$$C_{он} = 10,4 \cdot 0,7 = 7,28 руб.$$

Приближенно можно дифференцировать значения  $k_{\text{оц}}$  в зависимости от типа производства: массовое – 0,5; крупносерийное – 0,6; среднесерийное – 0,7; мелкосерийное и единичное – 0,8.

### **11. Расчет затрат по статье «Технологические потери»**

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

### **12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»**

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента  $k_{\text{ох}}$ , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение  $k_{\text{ох}} = 0,5$ , т.е.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озн}} \cdot K_{\text{ох}} \quad C_{\text{ох}} = C_{\text{озн}} \cdot K_{\text{ох}}$$

$$C_{\text{ох}} = 10,4 \cdot 0,5 = 5,2 \text{ руб.}$$

### **13. Расчет затрат по статье «Потери брака»**

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

### **14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»**

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также не рассчитываются.

### **15. Расчет затрат по статье**

#### **«Расходы на реализацию (внепроизводственные)»**

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$C_p = C_{\text{сум}} \cdot 0,01$$
$$C_p = 95,92 \cdot 0,01 = 0,96 \text{ руб.}$$

### **16. Расчет прибыли**

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$C_{\text{пр}} = (C_p + C_{\text{сум}}) \cdot 0,15$$
$$C_{\text{пр}} = (0,96 + 95,92) \cdot 0,15 = 14,532 \text{ руб.}$$

### **17. Расчет НДС**

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$C_{\text{НДС}} = (C_{\text{пр}} + C_p + C_{\text{сум}}) \cdot 0,18$$
$$C_{\text{НДС}} = (95,92 + 0,96 + 14,532) \cdot 0,18 = 20,1 \text{ руб.}$$

### **18. Цена изделия**

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$C_{изд} = C_{сум} + C_p + C_{пр} + C_{НДС}$$

$$C_{изд} = 95,92 + 0,96 + 14,532 + 20,1 = 132 \text{ руб.}$$

**Таблица Стоимость изготовления детали**

№	Статьи расходов	Расход на единицу, руб.
2	Заграты на основные материалы	19,564
4	Возвратные отходы	3,14
5	Основная заработная плата производственных рабочих	10,4
6	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	1,04
7	Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды	3,52
9	Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования	1,47
10	Общехозяйственные расходы	7,28
12	Общехозяйственные расходы	5,2
15	Расходы на реализацию	0,96
16	Прибыли	14,532
17	НДС	20,1
18	Цена изделия	132

--	--	--

**Приложение Л  
(обязательное)**

**Форма задания для раздела «Социальная ответственность»**

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л31	Чжоу Шо

<b>Институт</b>	<b>ИСГТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТМСПР</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	машиностроение

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i></li> <li>– <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i></li> <li>– <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i></li> <li>– <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></li> </ul>	
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных</i></p>	

документов по теме	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	

<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	
<b>Перечень графического материала:</b>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л31	Чжоу Шо		

## Глава IV. Социальная ответственность

### Введение

При выполнении работы большая часть времени проводилась в 16А корпусе. В аудитории № 101 проводилось изготовление детали «сопло».

В данном разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с правилами эксплуатации помещения, техникой безопасности и охранной труда в лаборатории, как при возникновении опасной

ситуации, так и при ЧС. А также будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволит определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

Рабочим местом является учебная лаборатория. Так как данное помещение находится внутри здания, на проектировщика возможны действия следующих вредных и опасных факторов: ультрафиолетовое излучение, превышение уровня шума, отклонение показателей микроклимата, монотонный режим работы, недостаточная освещенность, электрический ток, пожар. Воздействие вредных производственных факторов на работающих может привести к заболеванию и снижению производительности труда. Это прежде всего такие опасные и вредные факторы:

- воздействие инфракрасного излучения;

- воздействие переменных магнитных полей при КС и высокочастотных ЭМП-при сварке ТВЧ;

- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации дуги;

- действие ионизирующих излучений при ЭЛС, проведении  $\gamma$ -и рентгеноскопии сварных швов, использовании тарированных вольфрамовых электродов;

- влияние шума и вибраций имеет место при плазменной и газовой резке, работе пневмопривода (КС), различного оборудования (вакуум-насосов, вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.), а также ультразвук и высокочастотного шума –при УЗС.

- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне (РЗ), особенно при сварке с подогревом изделий; рабочая зона – пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, где находятся рабочие места.

- влияние шума и вибраций имеет место при плазменной и газовой резке, работе пневмопривода (КС), различного оборудования (вакуум-насосов, вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.), а также ультразвук и высокочастотного шума –при УЗС.

Использование открытого газового пламени, наличие расплавленного металла и шлака и т.п. увеличивают опасность возникновения пожара, а неправильное транспортирование, хранение и использование баллонов со сжатыми газами, нарушение правил эксплуатации газосварочного оборудования и т.п.-взрывов. При автоматических способах сварки – нервно-психические перегрузки из-за напряженности труда. Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Это действие электрического тока, искры и

брызги расплавленного металла, движущиеся машины, механизмы и т.д.

## **4.1 Техногенная безопасность**

### **4.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды**

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.

#### **Превышение уровня шума**

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания [4]. Источниками внутреннего шума могут являться: станки, печи для закалки, гидравлические прессы, заточное оборудование, электрокары. Источниками внешнего шума могут являться: люди, автомобили, животный мир, погодные условия.

Нормальным уровнем шума при работе в помещении считается 60 дБА. Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха.

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, играет правильная организация световой среды (обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>. Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Естественное освещение в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должно осуществляться через окна, ориентированные на север и северо-восток, обеспечивая коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1.2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1.5 % на остальной территории. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации ( $K_p$ ), он не должен превышать 5 % [9], что обеспечивается применением

газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. Если ВЧ ПРА отсутствуют, применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети

### 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 8 приведены нормы вибрации для производственных помещений. [5

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

Таблица 8. 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 9 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 9. 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 побеления пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

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

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

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

### **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/м<sup>2</sup>.

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное душирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.
- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием 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  $\rho^+$ ,  $\rho^{3/4}$ , характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см<sup>3</sup>), допустимый диапазон коэффициента униполярности  $U$ , 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.

### **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 10.

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 10. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

#### 4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой

Опасным называется фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

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 холодный 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;

## **Средства защиты**

Основным средством защиты является спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

### **4.2 Региональная безопасность**

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия человеческой жизнедеятельности. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача – охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов. Сжигание этих отходов уменьшает их объём на 90%, но в результате сжигания происходит выделение вредных газов и дымов, что загрязняет атмосферу.

#### **4.2.1 Защита атмосферы**

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие эко защитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

– устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ. Кроме того, необходима предварительная очистка топлива или замена его более экологичными видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. К сожалению, этот метод позволяет снизить локальное загрязнение, но при этом проявляется региональное.

Устройство санитарно-защитных зон и архитектурно-планировочные мероприятия.

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**

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;
- очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;
- передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод химических предприятий на предприятия строительного производства)
- канализованное и санитарная очистка городов;
- очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом 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 способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий после механической очистки используют биологический метод. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов, использовать для своего развития, органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Очистку производят на искусственных сооружениях (аэротанках, метантанках, биофильтрах и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды и др.).

При очистке сточных вод образуется осадок, который удаляют для подсушивания на иловые площадки, а потом используют как удобрение. Однако при биологической очистке коммунально-бытовых сточных вод совместно с промышленными сточными водами, которые содержат тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнители накапливаются в осадках и использование их в качестве удобрений исключается. Возникает проблема обращения с осадками сточных вод во многих городах, в том числе и в Томске.

Важную защитную роль на любом водном объекте выполняют водоохранные зоны – это специальные зоны, устраиваемые вдоль берегов рек, озер, водохранилищ. Основное назначение – защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозионных наносов поверхностным 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.

Контроль качества воды проводят для оценки возможности ее использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб хозяйственного и технического назначения. Для оценки качества воды анализируют ее состав и физические свойства. Определяют температуру, запах, вкус, прозрачность, мутность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а также

количество кишечных палочек в одном литре воды. Все приведенные показатели не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

#### **4.2.2 Защита литосферы**

Общая характеристика.

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

Источники поступления загрязнителей в почву. Можно выделить следующие основные виды источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы только рассмотрим на сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, 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 м<sup>3</sup> древесины, 200 м<sup>3</sup> 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 эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является 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 в качестве вторичных ресурсов, 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.

Для переработки твердых бытовых отходов находят широкое применение биотехнологические методы: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробная ферментация, вермикомпостирование.

### **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 м<sup>2</sup>, а объем не менее -20 м<sup>3</sup>.

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[8].

#### **4.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно [18] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК [18] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

#### **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 [4] определяем категорию помещения по пожароопасности 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 221 могут быть следующие факторы:

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

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

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

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

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

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

Организационные мероприятия:

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

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;
- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [4].
- обеспечение свободного подхода к оборудованию.

В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что

расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. План эвакуации приведен на рис. 4.1



Рис.4.1 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из кабинета 221.